

# **ASTRONAVIGATION**

## **mit dem Unterrand der Sonne**

### **ohne sphärische Trigonometrie\***

### **und ohne elektronische Hilfsmittel**

**- aber mit Sextant, Digitaluhr, NJ u. H.O.249 + 'Köpfchen' -**

2-Tages-Seminar des IBM Klub Böblingen e.V.  
im Rahmen der Reihe 'Advanced Yachting'

Moderator: Manfred A. Max KURTH

**Die Lerninhalte:** Die Teilnehmer kennen .....

- das Koordinatensystem der Erde
- das Prinzip der Abstandsmessung in der terrestrischen Navigation und ihre Bedeutung für die Astronavigation
- die Zusammenhänge des Bildpunktes der Sonne auf der Erdoberfläche und das Nautische Jahrbuch, Greenwichwinkel und Abweichung bzw. Declination
- die Universal Time Coordinated UTC / MGZ / GMT
- die Funktionsweise eines Sextanten
- die Gründe für eine Gesamtberichtigung der Sextantenmessung
- die Mittagsbreite als einfachste astronomische Standlinie
- die Kausalzusammenhänge der Mittagslänge aus zwei gleichen Höhen
- die grundsätzlichen Überlegungen zum Höhenverfahren, Local Hour Angle und die Rechenortlänge, die den LHA ganzgradig macht
- die HO249 Tafelein- und -ausgänge: ganzgradiger LHA und ganzgradige Bildpunktbreite und ganzgradige Breite der gegißten Schiffsposition /  $H_c$ ,  $d$ ,  $Z$  = berechneter Höhenwinkel, Korrektur der Minutendifferenz zur ganzgradigen Bildpunktbreite und Azimut,
- die hausgemachte Seekarte
- die Versegelung

**Die Lernziele:** Die Teilnehmer können .....

- Winkel addieren und subtrahieren
- den 'terrestrischen' Abstand eines Schiffes von einem Objekt feststellen
- die Koordinaten des Bildpunktes im 'Nautischen Jahrbuch' sekundengenau feststellen
- einen Sextanten justieren
- eine Mittagsbreite errechnen
- ermitteln wann ungefähr Schiffsmittag ist
- den Schiffsmittag aus 2 gleichen Höhen ermitteln
- einen Standort aus Mittagsbreite und Mittagslänge ermitteln
- die Parameter für die HO249 Tafeleingänge ermitteln
- die 3 Tafelausgänge Hc, d, Z justieren und in eine hausgemachte Seekarte eintragen
- die Versegelung in der hausgemachten Seekarte anbringen
- die Koordinaten der Schiffsposition ohne elektronische Hilfen feststellen

***Erst wenn Sie das alles beherrschen, dürfen Sie die Küstengewässer hinter sich lassen !!!***

**Selbst, wenn Sie sich im Regelfall auf Ihren GPS-Empfänger verlassen.**

**So sieht es das Seeamt:**

In der seeamtlichen Unfalluntersuchung wird ein Seeunfall oder ein gefährliches Vorkommnis in der Seefahrt hinsichtlich der Konsequenzen für die einzelnen Verantwortlichen an Bord untersucht.

**Es geht darum festzustellen, ob ein persönliches Fehlverhalten eines Verantwortlichen an Bord vorlag.**

**\* Die sphärische Trigonometrie ist ein wichtiges Teilgebiet der sphärischen Geometrie ( Kugelgeometrie ).**

**Sie befasst sich hauptsächlich mit der Berechnung von Seitenlängen und Winkeln in Kugeldreiecken.**

**Wichtige Anwendungsbereiche sind:**

- **Entfernungs-, Richtungs- und Flächenberechnungen auf der Erdoberfläche aus gegebenen geografischen Koordinaten in der Geodäsie.**
- **Ermittlung der momentanen Position eines Gestirns an der gedachten Himmelskugel mit Hilfe des nautischen Dreiecks.**

**Bitte fragen Sie mich nicht, warum das alles so funktioniert - ich habe nur eine andeutungsweise Vorstellung davon.**

**Ich wäre wegen der sphärischen Trigonometrie fast durchs Abitur gerasselt.**

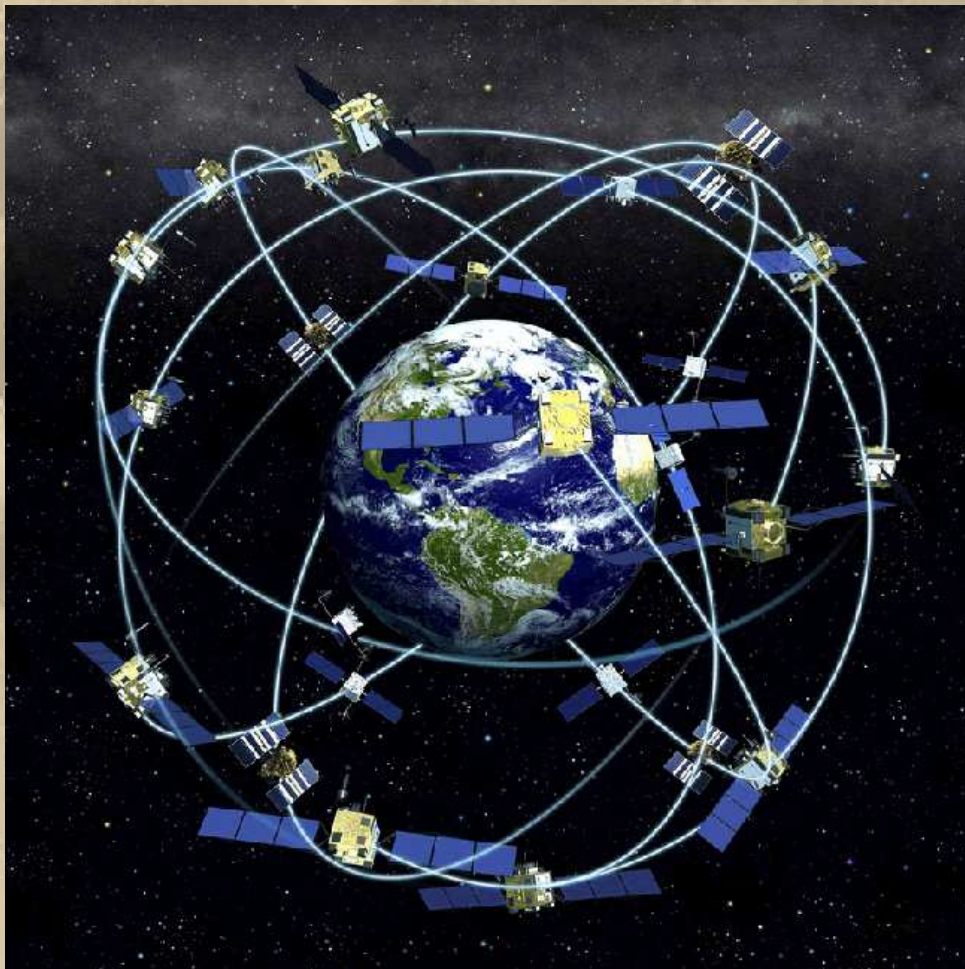
**Mir reicht es zu wissen, dass die folgende verständliche Methode, mit ein wenig Übung, zum gewünschten Ergebnis führt.**



.... um 1500

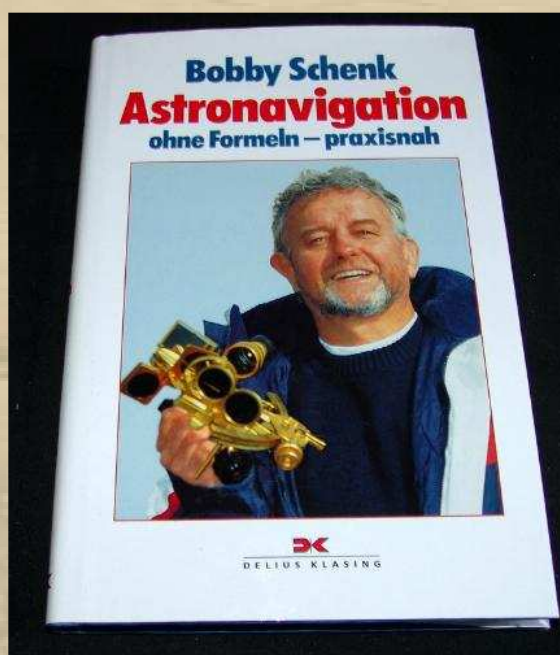
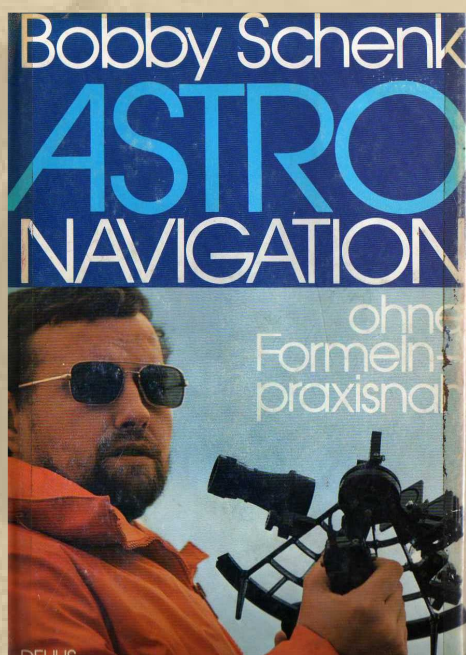
Ab 1500 entstanden zahlreiche Weltkarten, es wurden Loggen und Quadrant eingesetzt und die Merkator-Projektion erfunden. Eine Lösung des Längenproblems gab es jedoch erst im 18. Jahrhundert durch die Methode zur Messung von Monddistanzen zu Sternen (siehe auch Mondparallaxe) sowie durch die Konstruktion genau gehender Uhren. Berühmt wurden die 4 Chronometer (1735–1759) von John Harrison und der Streit um den 1731–1740 dreimal erfundenen Spiegelsextanten. Als der Bostoner Kapitän Thomas Sumner 1837 die Methode der astronomischen Höhenstandlinie gefunden hatte, fehlten auf die heute bekannten Navigationsprinzipien nur noch die Funknavigation (ab 1899) und die Trägheitsnavigation (J.M. Boykow 1935, Siegfried Reisch 1941). Die Nutzung von künstlichen Erdsatelliten kann hingegen als Kombination von Astro- und Funknavigation betrachtet werden.

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Navigation>



GPS: 6 Umlaufbahnen mit je mind. 4 Satelliten

Ich habe die Astronavigation mit Bobby Schenks Buch ( foolproof ) im Selbststudium erlernt und empfehle den Erwerb seines Buches:



Komplizierte Dinge einfach und verständlich darzustellen, darauf versteht sich der bekannte Fachbuchautor Bobby Schenk. Mit diesem Buch – es ist mittlerweile schon ein Klassiker – verliert die astronomische Navigation ihre Schrecken. **Vorkenntnisse setzt der erfahrene Weltumsegler nicht voraus, nicht einmal in Mathematik.** Seine Methode, mithilfe von Sonne, Mond und Sternen einen Standort zu bestimmen, kann jeder erlernen, der zwei Zahlen zu addieren oder zu subtrahieren vermag.

Denn auf die modernen satellitengestützten Funknavigationsverfahren wie GPS allein sollte sich der verantwortungsbewusste Navigator nicht verlassen. In Krisensituationen hat man unter Umständen keinen Zugriff darauf, und dann ist man gut beraten, zumindest ein klassisches Verfahren zur Ortsbestimmung zu beherrschen.

Mit Bobby Schenk werden Sie nicht nur schnell Erfolg haben – Sie werden sogar Spaß an der astronomischen Navigation bekommen.

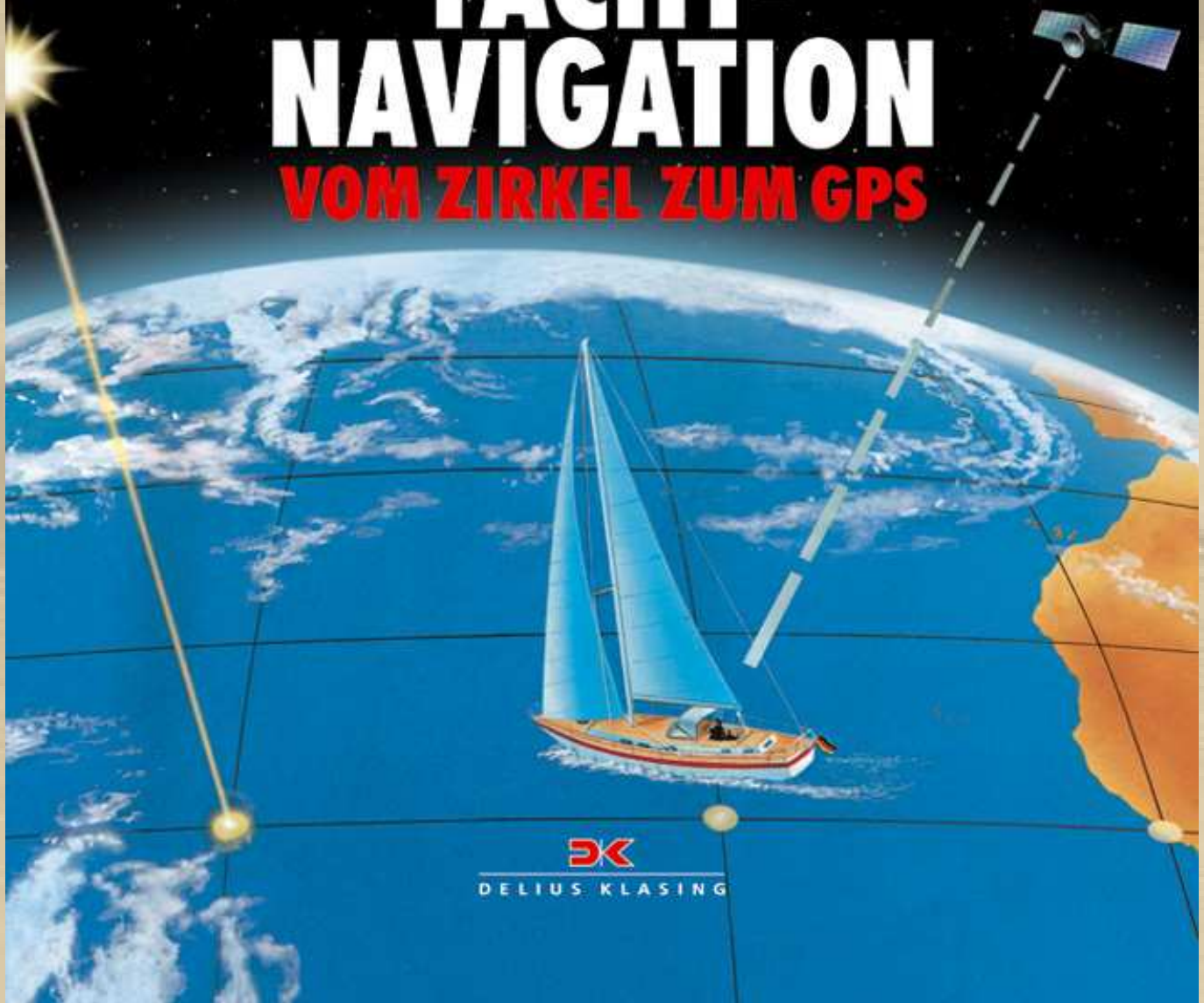
**Astronavigation ist ohne klar sichtbaren Horizont nicht möglich – schon gar nicht nachts, auch nicht bei Vollmond !!!**



# **BOBBY SCHENK**

# **YACHT- NAVIGATION**

## **VOM ZIRKEL ZUM GPS**

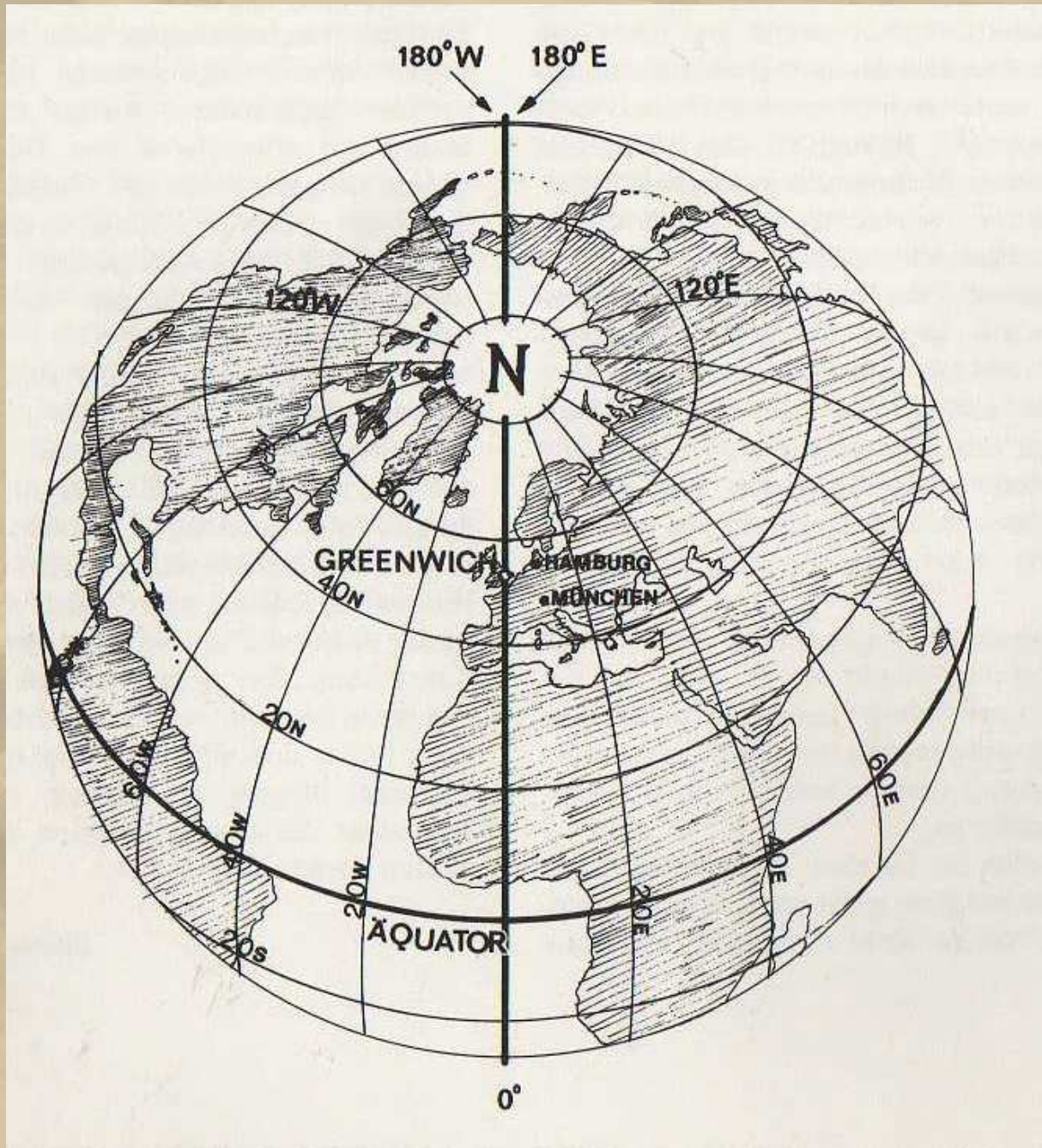


**DK**  
DELIUS KLASING

- Das Standardwerk -

**Lassen Sie uns nun schrittweise beginnen !**

**Das Koordinatensystem der Erde:**

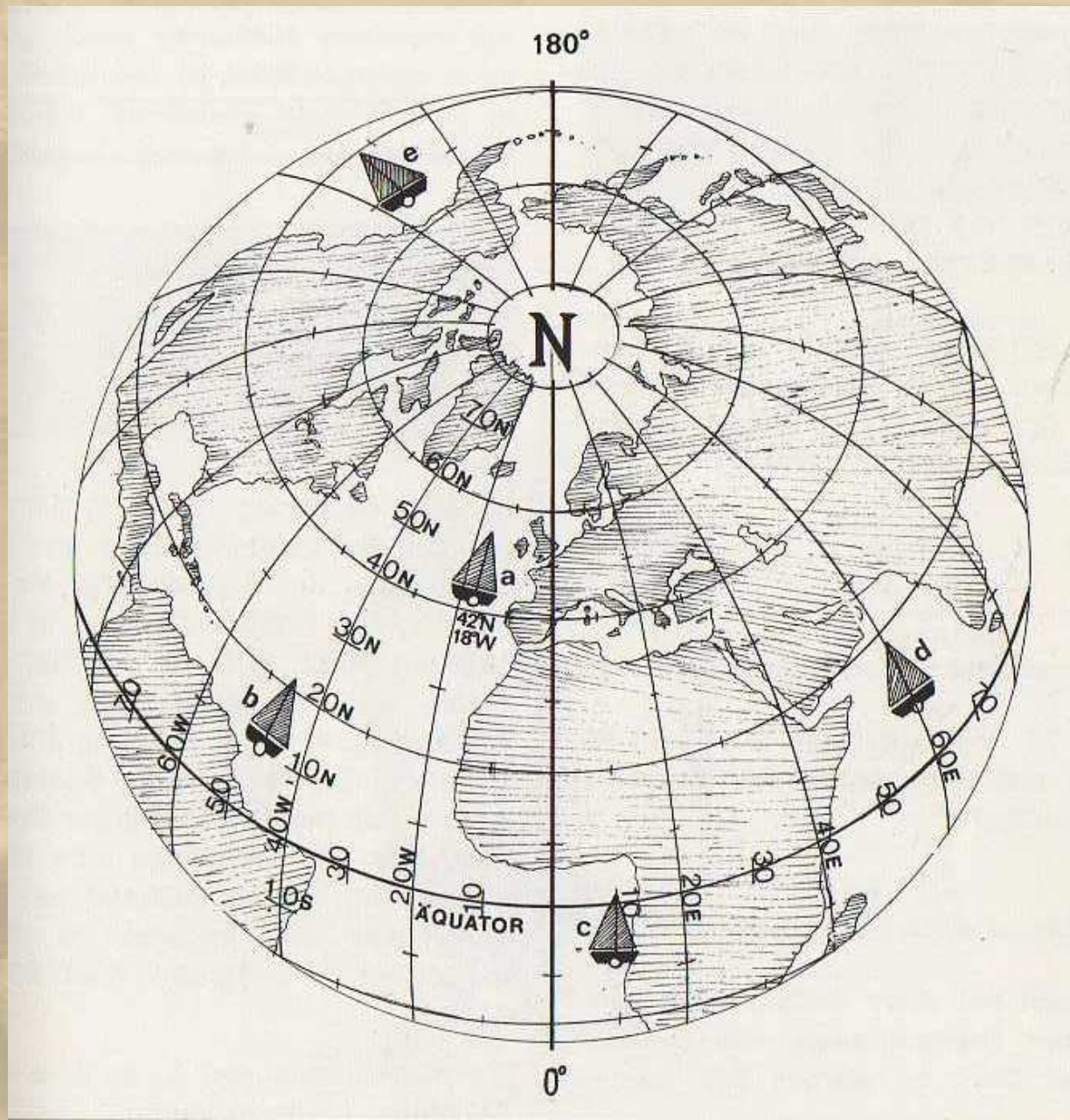


**Länge 0° = Prime Meridian Greenwich / 180°W/E = Date Line**

**Breite 0° = Äquator = Equator**

**Phi ( $\varphi$ ) = Breite = Latitude / Lambda ( $\lambda$ ) = Länge = Longitude**





**a: 42°N / 018°W**

**b: 10°N / 047°W**

**c: 08°S / 010°E**

**d: 10°N / 060°E**

**e: 54°N / 145°W**

## Kenntnisse der Grundrechenarten reichen aus

Übung: Addition u. Subtraktion von Winkeln ( $1^\circ = 60'$ )

Achtung: Die Bruchteile einer Minute sind allerdings Zehntel !!!

S.11 1 bis 9 – Ergebnis auf S.12

Berechnen Sie!

1) $122^\circ 49'$ + $84^\circ 29'$	2) $212^\circ 10'$ - $90^\circ 44'$	3) $84^\circ 49'$ + $312^\circ 14'$
4) $22^\circ 25'$ - $84^\circ 28'$	5) $289^\circ 39'$ + $16^\circ 59'$	6) $310^\circ 37'$ + $249^\circ 48'$
7) $29^\circ 24,8'$ + $44^\circ 12,9'$	8) $22^\circ 24,4'$ - $28^\circ 40,8'$	9) $239^\circ 13,9'$ + $188^\circ 00,7'$

Ergebnisse von Seite 11:

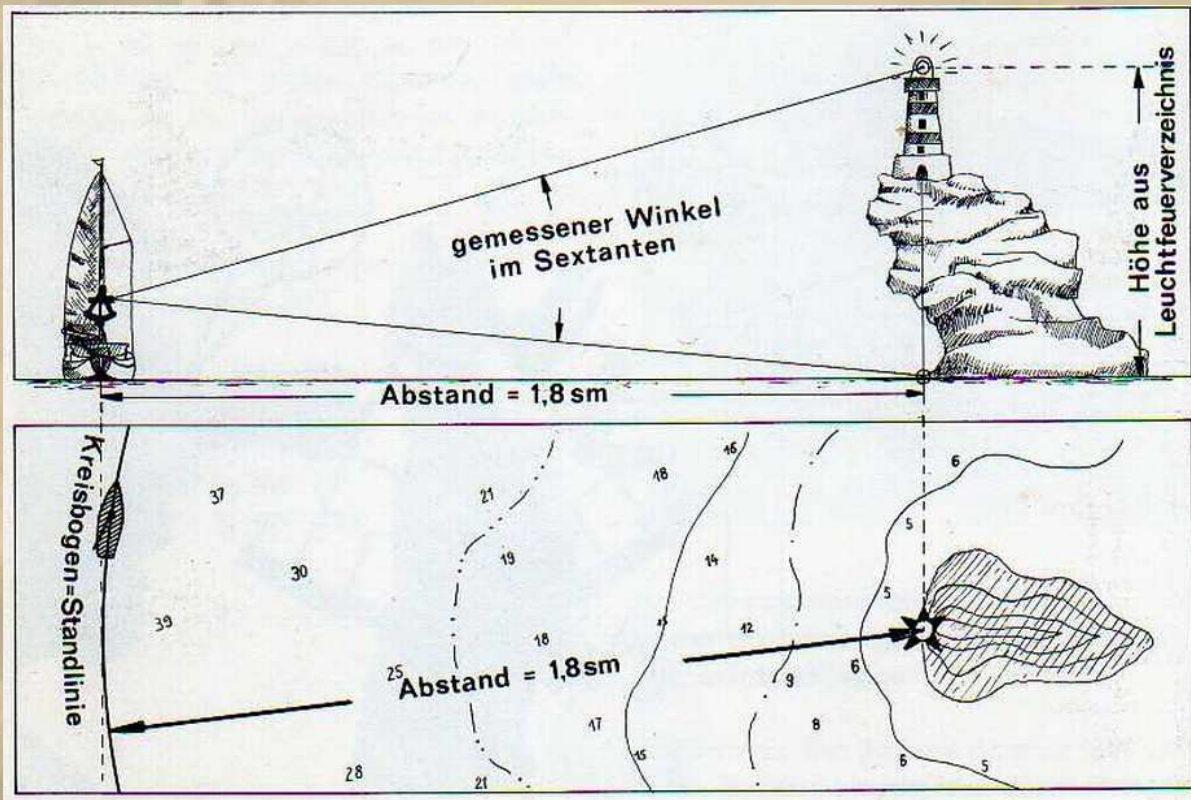
1) $207^\circ 18'$	2) $121^\circ 26'$	3) $37^\circ 03'$
4) $297^\circ 57'$	5) $306^\circ 38'$	6) $200^\circ 25'$
7) $73^\circ 37,7'$	8) $353^\circ 43,6'$	9) $67^\circ 14,6'$

**Eine Anleihe bei der terrestrischen Navigation:**

**Die Abstandsmessung in der Küstennavigation  
ist das Prinzip der Astronavigation !!!**

Abstand in sm zu einem Leuchfeuer bekannter Höhe in m unter Berücksichtigung des gemessenen Sextantenwinkels in Minuten.

3 Bilder zeigen:



*Hinweis: die Höhenwinkel sind sehr klein und bewegen sich meist zwischen 1° und 2°*

$$\text{Abstand ( sm )} = \frac{13 \times \text{Höhe des Feuers ü. d. Wasserlinie ( m )}}{7 \times \text{Winkelminuten}}$$

$$\text{Abstand} = \frac{13 \times 100\text{m}}{7 \times 1'43''} = \frac{1.300}{7 \times 103'} = \frac{1.300}{721} = 1,8 \text{ sm}$$

..... entweder manuell ausrechnen oder

mit Taschenrechner oder mit PC-Tools z.B. mit Nautic Tools

## Übungen:

### Höhenwinkel bei sichtbarem Fußpunkt

Eingaben:            Höhenwinkel            01°25,0'  
                         Objekthöhe            250 m

Ergebnis:        Abstand zum Objekt =    5,46 sm

### Höhenwinkel bei sichtbarem Fußpunkt

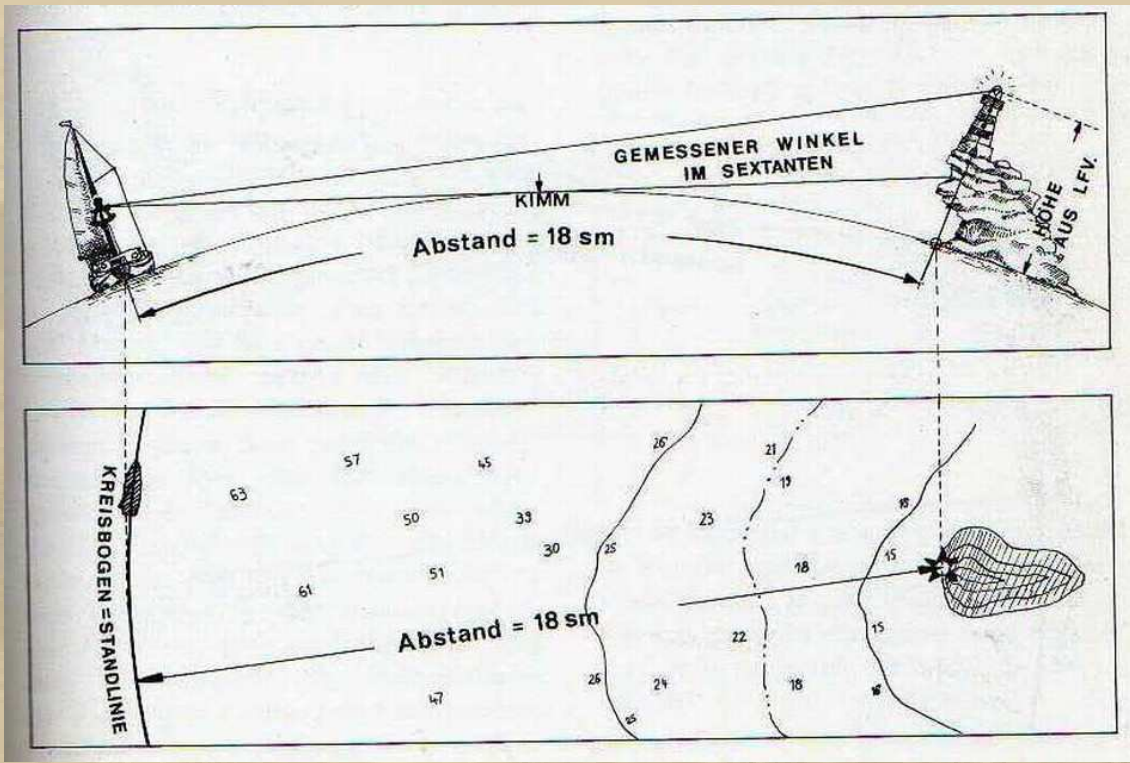
Eingaben:            Höhenwinkel            01°15,0'  
                         Objekthöhe            120 m

Ergebnis:        Abstand zum Objekt =    2,97 sm

### Höhenwinkel bei sichtbarem Fußpunkt

Eingaben:            Höhenwinkel            01°10,0'  
                         Objekthöhe            180 m

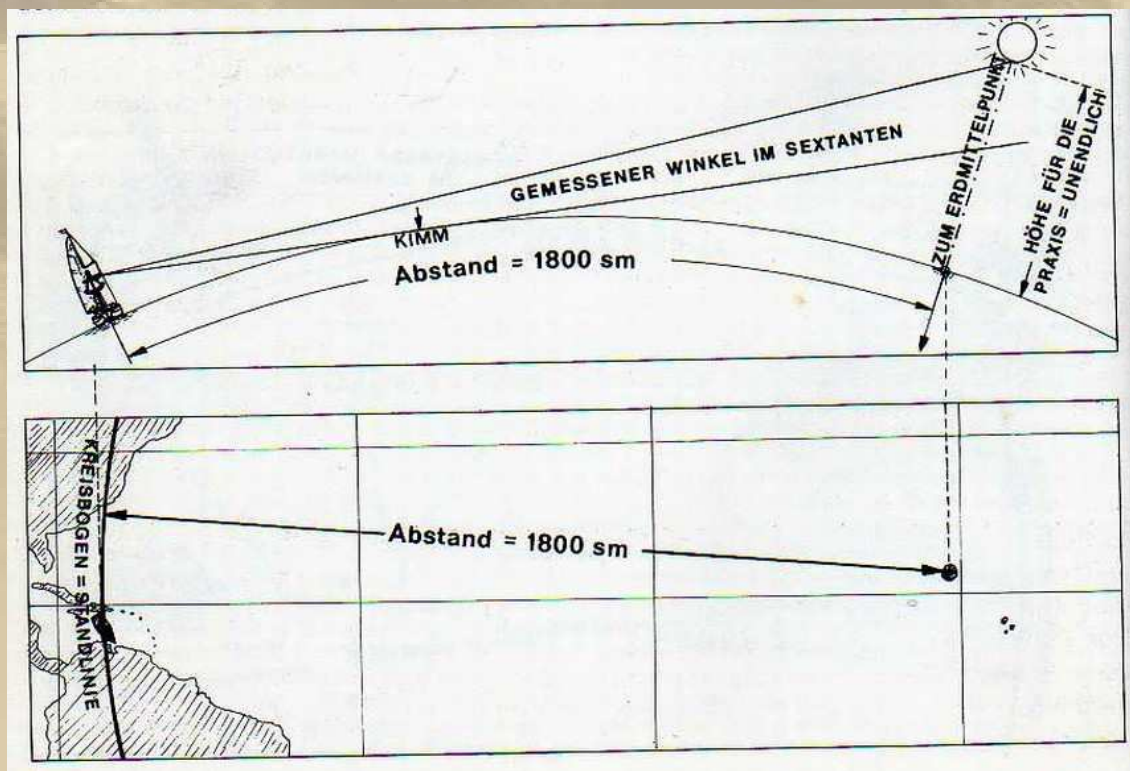
Ergebnis:        Abstand zum Objekt =    4,78 sm




Formel sehr kompliziert – nur mit wissenschaftlichem Taschenrechner zu lösen oder Notebook, z.B. mit Nautic Tools

\*\*\*\*\*

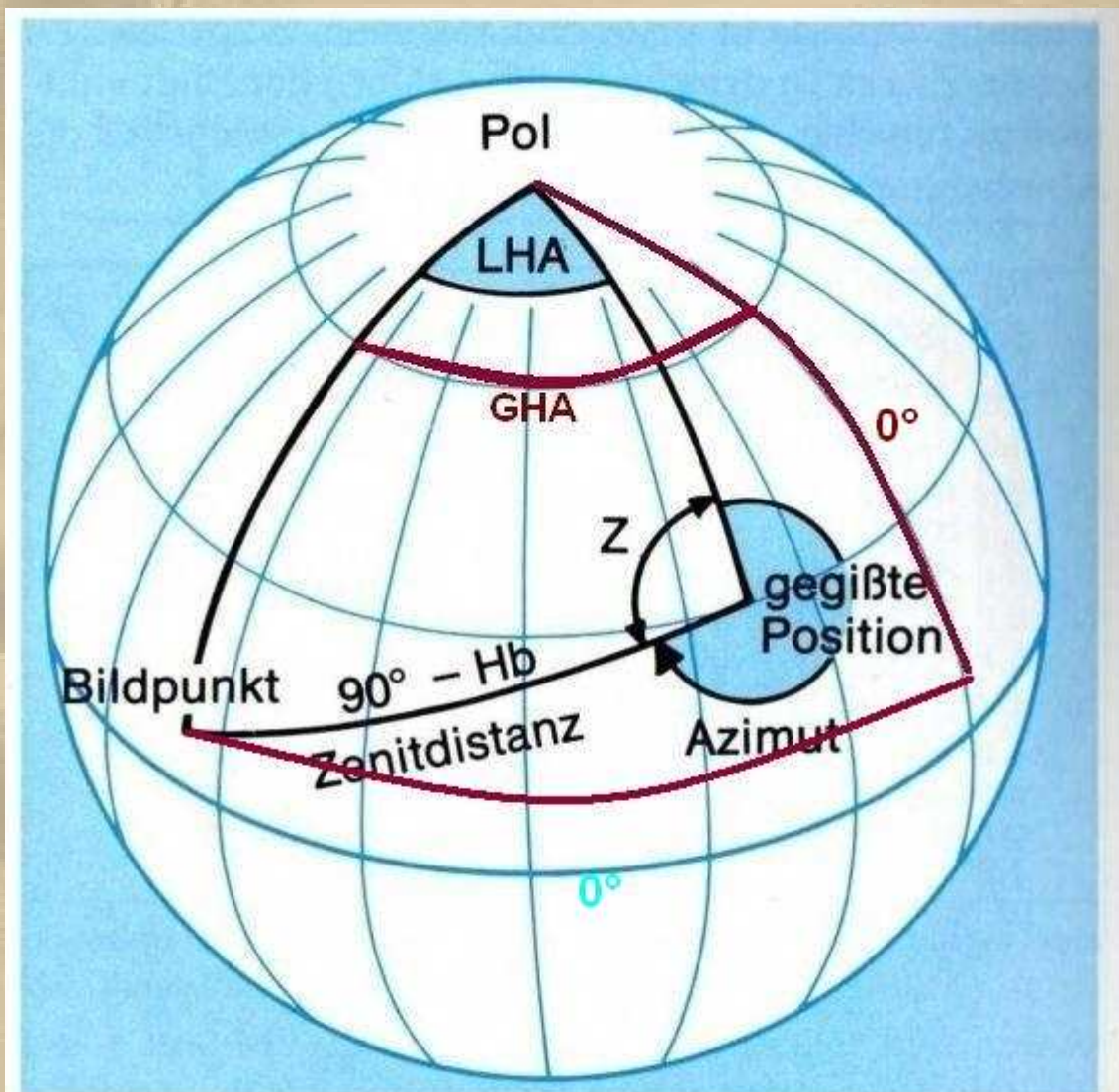
Lösung manuell à la Bobby Schenk oder mit Astro-Taschenrechner zu lösen oder Notebook, z.B. mit Nautic Tools



A faded, sepia-toned background image showing a wooden table with a sheep's head resting on it. The sheep's head is positioned in the lower right quadrant, facing left. The table's surface is made of horizontal wooden planks. The overall image has a soft, low-contrast appearance.

**PAUSE ?**

Ich habe den Schlüssel zur Astronavigation in dem Buch Yachtnavigation von Bobby Schenk gefunden, nachdem ich das sphärisch-astronomische Grunddreieck auf der Erdoberfläche, bestehend aus den 3 Ecken Pol, gegebene Position ( Beobachter ) und Bildpunkt der Sonne begriffen hatte und mit meinen Kenntnissen der ebenen Geometrie in Einklang bringen konnte, nur dass die Winkelsumme auf der 'gekrümmten' Erdoberfläche durchaus mehr als  $180^\circ$  betragen kann, was die Sache naturgemäß etwas schwieriger macht.



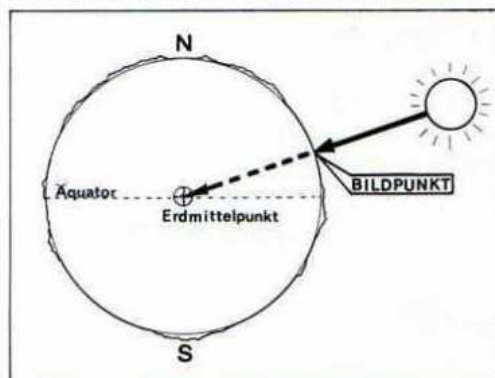
*Das sphärisch-astronomische Grunddreieck mit den Ecken Pol, Beobachter und Bildpunkt*

## Bildpunkt der Sonne

Wem es nützt, der stelle sich zur Vereinfachung vor, dass sich die Sonne in 24h einmal um die Erde dreht.

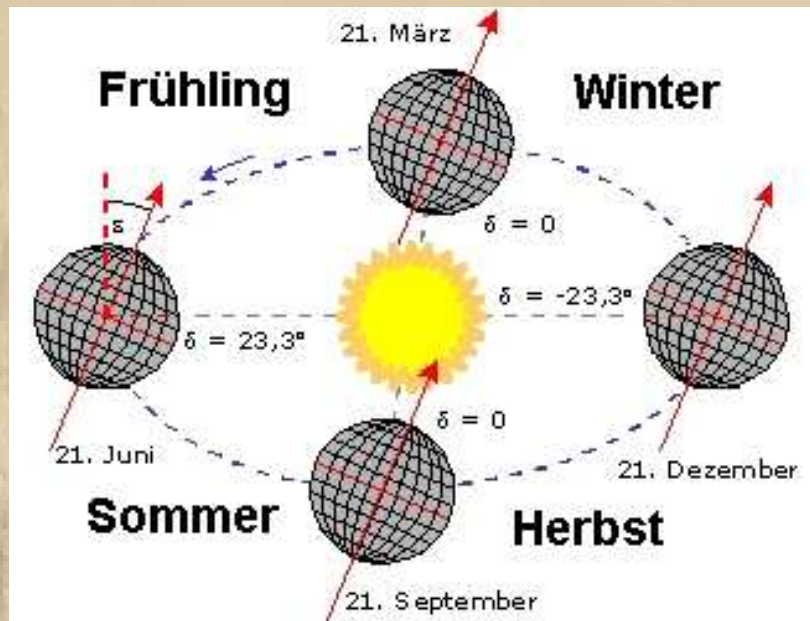
### IV. Der Bildpunkt – der Schlüssel zum „Geheimnis“

Diese gedankliche Einrichtung ist schlechthin der Schlüssel zum Geheimnis der Astronavigation. Mit seiner Hilfe wird erreicht, daß die Position eines Gestirns, das sich irgendwo im Unendlichen im Weltall befindet, mit ganz gewöhnlichen Erdoberflächen-Koordinaten angegeben werden kann: Angenommen, die Wolken-  
decke würde eine so kleine Öffnung freilassen, daß zufällig nur ein einziger Sonnenstrahl durchleuchtet, und dieser würde genau Richtung Erdmittelpunkt strahlen, dann würde er beim Auftreffen auf die Erdoberfläche genau den Bildpunkt der Sonne beleuchten. Oder: Ist die Sonne so genau über einer Yacht, daß ein senkrecht stehender Mast kein bißchen Schatten mehr wirft, ist die Schiffposition genau auf dem Sonnenbildpunkt. Natürlich nur für einen ganz kurzen Moment, denn die Sonne steht ja nicht den ganzen Tag über ein und derselben Position auf der Erdoberfläche.



Wir wissen, daß sie sich genau einmal in 24 Stunden um die Erde dreht, ihr Bildpunkt deshalb mit ihr in Jetgeschwindigkeit um die Erde von Osten nach Westen rast. Nun beginnen wir auch zu ahnen, warum für die Astronavigation die genaue Uhrzeit von so enormer Wichtigkeit.



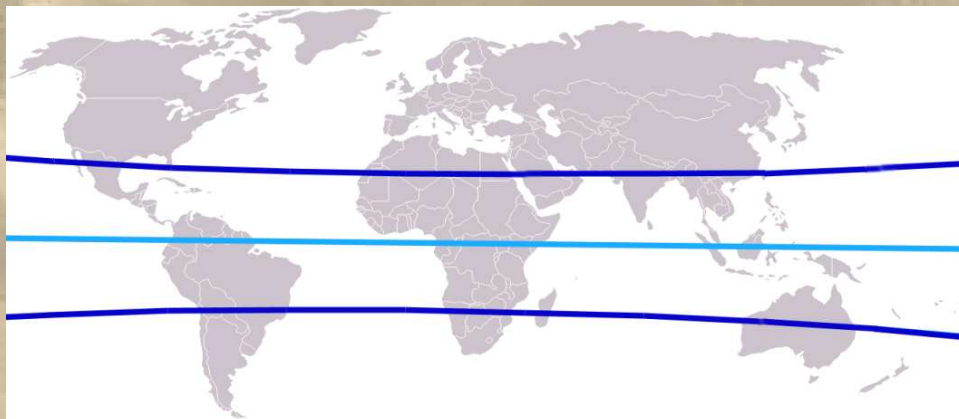


Wendekreis des Krebses / Tropic of Cancer  
bei rd.  $23,5^{\circ}$  ( $23^{\circ}26,2'$ ) N am 21.6. ( Sommeranfang\* )

Wendekreis des Steinbocks / Tropic of Capricorn  
bei rd.  $23,5^{\circ}$  ( $23^{\circ}26,2'$ ) S am 21.12. ( Winteranfang\* )

Über dem Äquator  $0^{\circ}$   
am 21.3. ( Fröhlinganfang\* ) u. 21.9. ( Herbstanfang\* )

\*) ..... auf der Nordhalbkugel



Die Breite des Bildpunktes ( N oder S ) ist die  
Abweichung ( Abw. ) bzw. die Declination ( Dec. )

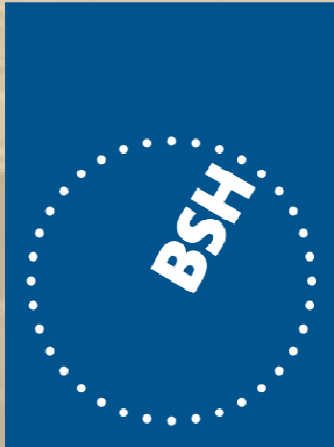
Die Länge des Bildpunktes ist der  
Greenwich-Winkel ( Grw.Stw. / Grt / GHA )

- Beide Werte findet man im 'Nautischen Jahrbuch' -

**Das Nautische Jahrbuch:** MGZ = GMT = UTC

Es erscheint seit 1852 im DHI bzw. BSH, vormals Deutsche Seewarte, in Hamburg. Der erste Herausgeber war Carl Bremiker. Das Jahrbuch erscheint unter ISSN 0077-6211 und kostet z.Z. 28 €.

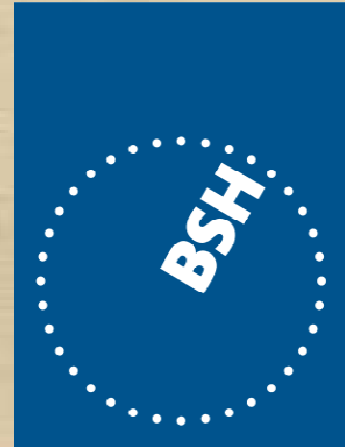




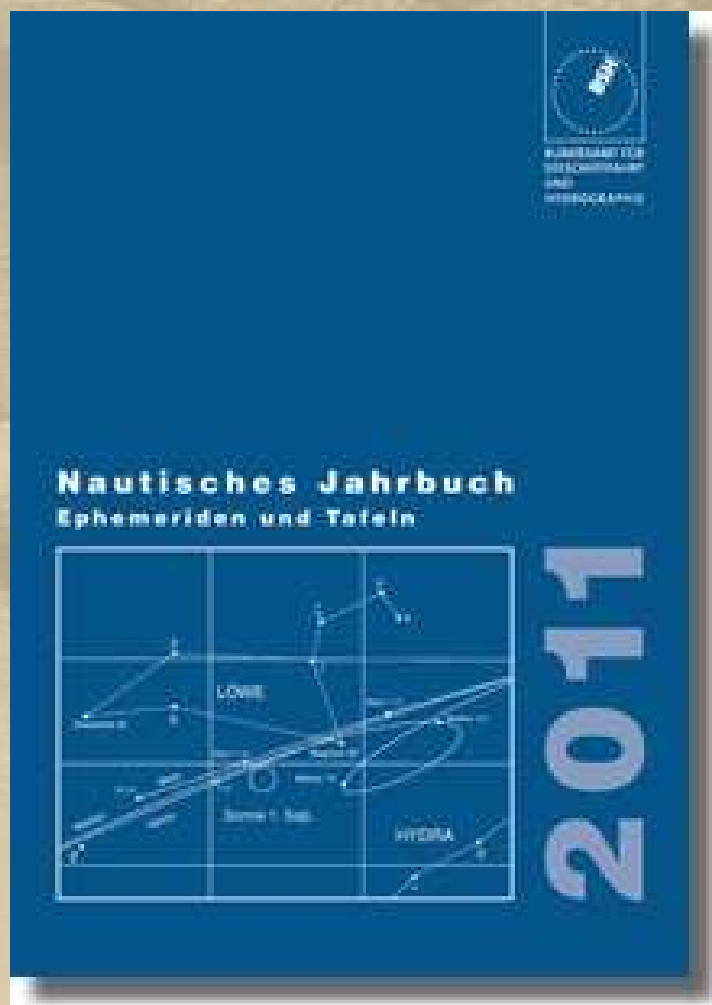
BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



BUNDESAMT FÜR  
SEESCHIFFFAHRT  
UND  
HYDROGRAPHIE



1977 JUNI 11

Sonnabend

FIXSTERNE			SONNE $r = 15.8$			MOND Alter = 23.9 Tage				FRÜHLP.
Nr.	Starnwinkel	Abw.	MGZ	Grw.Stw.	Abw.	Grw.Stw.	Unt.	Abw.	Unt.	Grw.Stw.
44	172 30.9	S 56 59.5	0	180 8.5	N 23 3.6	243 42.5	14.3	7 10.6	9.0	259 13.2
45	168 23.5	S 59 34.2	1	195 8.4	23 3.8	258 15.8	14.3	7 19.6	9.1	274 15.7
49	158 59.7	S 11 2.7	2	210 8.2	23 3.9	272 49.1	14.3	7 28.7	9.0	289 18.2
50	153 20.0	N 49 25.8	3	225 8.1	23 4.1	287 22.4	14.3	7 37.7	8.9	304 20.6
51	149 25.9	S 60 16.1	4	240 8.0	23 4.3	301 55.7	14.4	7 46.6	8.9	319 23.1
53	146 20.3	N 19 18.1	5	255 7.8	N 23 4.5	316 29.1	14.3	7 55.5	8.9	334 25.5
54	140 28.1	S 60 44.6	6	270 7.7	23 4.7	331 2.4	14.3	8 4.4	8.8	349 28.0
56	137 35.2	S 15 56.9	7	285 7.6	23 4.8	345 35.7	14.3	8 13.2	8.8	4 30.5
57	137 18.1	N 74 15.1	8	300 7.5	23 5.0	0 9.0	14.3	8 22.0	8.8	19 32.9
60	124 12.3	N 6 29.8	9	315 7.3	23 5.2	14 42.3	14.3	8 30.8	8.7	34 35.4
61	112 59.2	S 26 22.9	10	330 7.2	N 23 5.3	29 15.6	14.3	8 39.5	8.7	49 37.9
62	108 24.8	S 68 59.2	11	345 7.1	23 5.5	43 48.9	14.3	8 48.2	8.6	64 40.3
64	96 58.3	S 37 5.2	12	0 7.0	23 5.7	58 22.2	14.3	8 56.8	8.6	79 42.8
65	96 31.3	N 12 34.7	13	15 6.8	23 5.9	72 55.5	14.2	9 5.4	8.5	94 45.3
66	96 4.0	S 42 59.0	14	30 6.7	23 6.0	87 28.7	14.3	9 13.9	8.5	109 47.7
67	90 58.2	N 51 29.6	15	45 6.6	N 23 6.2	102 2.0	14.2	9 22.4	8.5	124 50.2
68	84 19.4	S 34 23.6	16	60 6.4	23 6.4	116 35.2	14.3	9 30.9	8.4	139 52.7
69	80 56.9	N 38 45.8	17	75 6.3	23 6.5	131 8.5	14.2	9 39.3	8.4	154 55.1
71	62 34.4	N 8 48.6	18	90 6.2	23 6.7	145 41.7	14.3	9 47.7	8.3	169 57.6
72	54 1.5	S 56 48.2	19	105 6.1	23 6.9	160 15.0	14.2	9 56.0	8.3	185 0.0
73	49 49.6	N 45 11.9	20	120 5.9	N 23 7.0	174 48.2	14.2	10 4.3	8.2	200 2.5
75	34 13.6	N 9 46.3	21	135 5.8	23 7.2	189 21.4	14.2	10 12.5	8.2	215 5.0
76	28 17.6	S 47 3.9	22	150 5.7	23 7.4	203 54.6	14.2	10 20.7	8.1	230 7.4
77	19 40.1	S 46 59.9	23	165 5.5	23 7.5	218 27.8	14.1	10 28.8	8.1	245 9.9
78	15 53.8	S 29 44.3								

T=12<sup>h</sup> 0<sup>m</sup> Unt.=0.2 T= 7<sup>h</sup>59<sup>m</sup> MGZ 4<sup>h</sup> 12<sup>h</sup> 20<sup>h</sup> HP 54.8 54.6 54.5 T= 6<sup>h</sup>42<sup>m</sup>

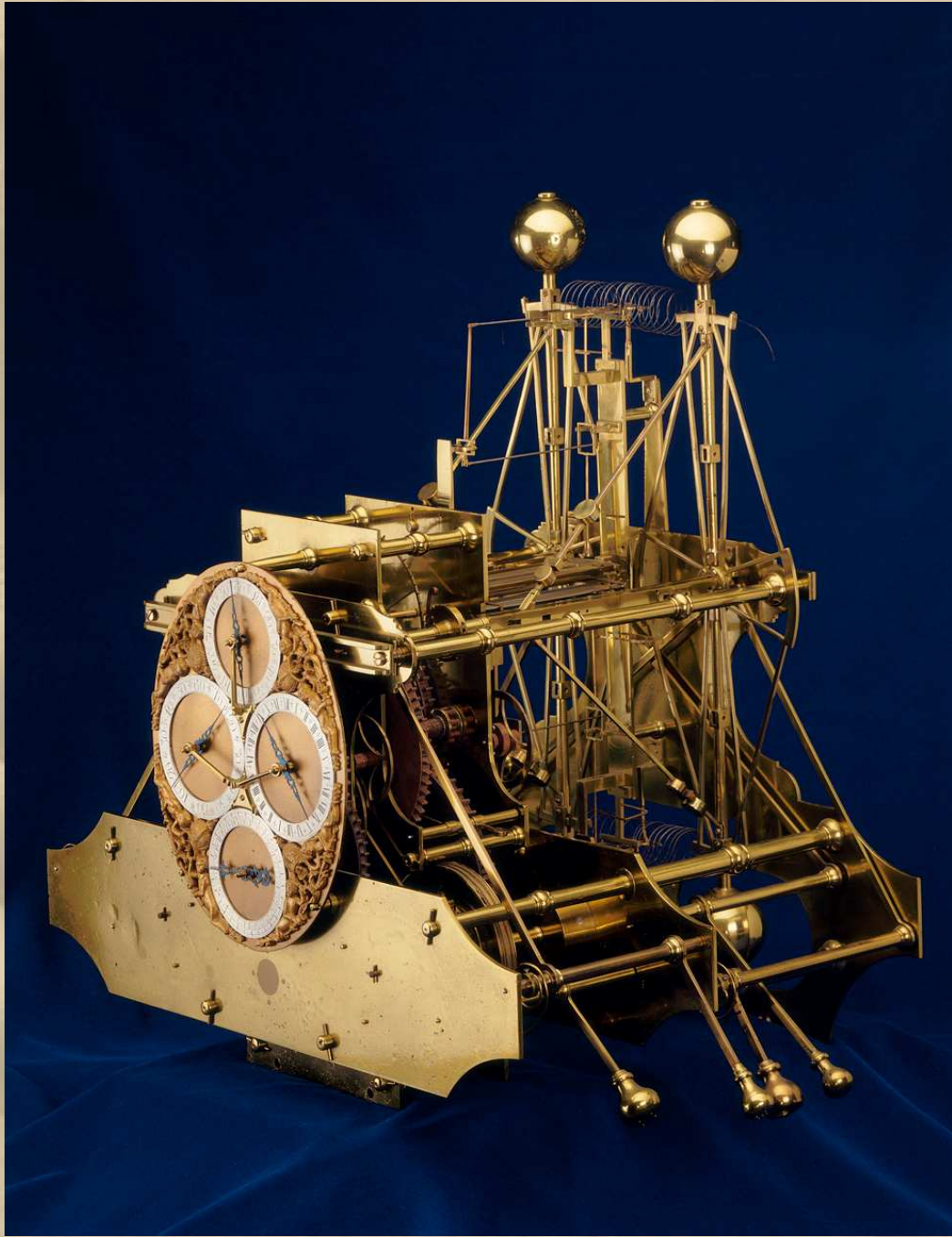
MGZ	VENUS			MARS			JUPITER			SATURN		
	Grw.Stw.	Abw.		Grw.Stw.	Abw.		Grw.Stw.	Abw.		Grw.Stw.	Abw.	
0	226 17.9	N 10 30.4		227 29.1	N 11 46.4		185 15.0	N 22 8.5		123 26.3	N 17 50.5	
1	241 18.1	10 31.0		242 29.8	11 47.1		200 16.9	22 8.6		138 28.5	17 50.4	
2	256 18.4	10 31.7		257 30.5	11 47.7		215 18.7	22 8.6		153 30.8	17 50.3	
3	271 18.6	10 32.4		272 31.1	11 48.4		230 20.5	22 8.7		168 33.0	17 50.3	
4	286 18.8	10 33.1		287 31.8	11 49.0		245 22.4	22 8.8		183 35.2	17 50.2	
5	301 19.0	N 10 33.7		302 32.5	N 11 49.7		260 24.2	N 22 8.8		198 37.4	N 17 50.1	
6	316 19.2	10 34.4		317 33.2	11 50.3		275 26.1	22 8.9		213 39.7	17 50.1	
7	331 19.4	10 35.1		332 33.9	11 50.9		290 27.9	22 9.0		228 41.9	17 50.0	
8	346 19.6	10 35.8		347 34.6	11 51.6		305 29.8	22 9.0		243 44.1	17 49.9	
9	1 19.8	10 36.4		2 35.3	11 52.2		320 31.6	22 9.1		258 46.4	17 49.9	
10	16 20.0	N 10 37.1		17 36.0	N 11 52.9		335 33.4	N 22 9.2		273 48.6	N 17 49.8	
11	31 20.2	10 37.8		32 36.7	11 53.5		350 35.3	22 9.2		288 50.8	17 49.7	
12	46 20.4	10 38.5		47 37.4	11 54.2		5 37.1	22 9.3		303 53.0	17 49.7	
13	61 20.6	10 39.2		62 38.1	11 54.8		20 39.0	22 9.4		318 55.3	17 49.6	
14	76 20.8	10 39.8		77 38.8	11 55.4		35 40.8	22 9.4		333 57.5	17 49.5	
15	91 21.1	N 10 40.5		92 39.4	N 11 56.1		50 42.6	N 22 9.5		348 59.7	N 17 49.5	
16	106 21.3	10 41.2		107 40.1	11 56.7		65 44.5	22 9.6		4 2.0	17 49.4	
17	121 21.5	10 41.9		122 40.8	11 57.4		80 46.3	22 9.6		19 4.2	17 49.3	
18	136 21.7	10 42.5		137 41.5	11 58.0		95 48.2	22 9.7		34 6.4	17 49.3	
19	151 21.9	10 43.2		152 42.2	11 58.6		110 50.0	22 9.8		49 8.6	17 49.2	
20	166 22.0	N 10 43.9		167 42.9	N 11 59.3		125 51.9	N 22 9.8		64 10.9	N 17 49.1	
21	181 22.2	10 44.6		182 43.6	11 59.9		140 53.7	22 9.9		79 13.1	17 49.1	
22	196 22.4	10 45.3		197 44.3	12 0.6		155 55.5	22 10.0		94 15.3	17 49.0	
23	211 22.6	10 45.9		212 45.0	12 1.2		170 57.4	22 10.0		109 17.5	17 48.9	
Jnt.	0.2	0.7		0.7	0.6		1.8	0.1		2.2	0.1	
	T= 8 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	HP=0.2		T= 8 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	HP=0.1		T=11 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	HP=0.0		T=15 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	HP=0.0	
	Gr.= -4.0			Gr.= +1.3			Gr.= -1.5			Gr.= +0.6		

		Zuwachs Grw. Stw.			Unt.	Verb.			Zuwachs Grw. Stw.			Unt.	Verb.
30 <sup>m</sup>	Sonne Planet	Frühl.p.	Mond	31 <sup>m</sup>			Sonne Planet	Frühl.p.	Mond				
0	7 30,0	7 31,2	7 9,5	0,0	0,0	0	7 45,0	7 46,3	7 23,8	0,0	0,0		
1	30,3	31,5	9,7	0,3	0,2	1	45,3	46,5	24,1	0,3	0,2		
2	30,5	31,7	10,0	0,6	0,3	2	45,5	46,8	24,3	0,6	0,3		
3	30,8	32,0	10,2	0,9	0,5	3	45,8	47,0	24,5	0,9	0,5		
4	31,0	32,2	10,5	1,2	0,6	4	46,0	47,3	24,8	1,2	0,6		
5	7 31,3	7 32,5	7 10,7	1,5	0,8	5	7 46,3	7 47,5	7 25,0	1,5	0,8		
6	31,5	32,7	10,9	1,8	0,9	6	46,5	47,8	25,2	1,8	0,9		
7	31,8	33,0	11,2	2,1	1,1	7	46,8	48,0	25,5	2,1	1,1		
8	32,0	33,2	11,4	2,4	1,2	8	47,0	48,3	25,7	2,4	1,3		
9	32,3	33,5	11,6	2,7	1,4	9	47,3	48,5	26,0	2,7	1,4		
10	7 32,5	7 33,7	7 11,9	3,0	1,5	10	7 47,5	7 48,8	7 26,2	3,0	1,6		
11	32,8	34,0	12,1	3,3	1,7	11	47,8	49,0	26,4	3,3	1,7		
12	33,0	34,2	12,4	3,6	1,8	12	48,0	49,3	26,7	3,6	1,9		
13	33,3	34,5	12,6	3,9	2,0	13	48,3	49,5	26,9	3,9	2,0		
14	33,5	34,7	12,8	4,2	2,1	14	48,5	49,8	27,2	4,2	2,2		
15	7 33,8	7 35,0	7 13,1	4,5	2,3	15	7 48,8	7 50,0	7 27,4	4,5	2,4		
16	34,0	35,2	13,3	4,8	2,4	16	49,0	50,3	27,6	4,8	2,5		
17	34,3	35,5	13,6	5,1	2,6	17	49,3	50,5	27,9	5,1	2,7		
18	34,5	35,7	13,8	5,4	2,7	18	49,5	50,8	28,1	5,4	2,8		
19	34,8	36,0	14,0	5,7	2,9	19	49,8	51,0	28,4	5,7	3,0		
20	7 35,0	7 36,2	7 14,3	6,0	3,0	20	7 50,0	7 51,3	7 28,6	6,0	3,2		
21	35,3	36,5	14,5	6,3	3,2	21	50,3	51,5	28,8	6,3	3,3		
22	35,5	36,7	14,7	6,6	3,4	22	50,5	51,8	29,1	6,6	3,5		
23	35,8	37,0	15,0	6,9	3,5	23	50,8	52,0	29,3	6,9	3,6		
24	36,0	37,2	15,2	7,2	3,7	24	51,0	52,3	29,5	7,2	3,8		
25	7 36,3	7 37,5	7 15,5	7,5	3,8	25	7 51,3	7 52,5	7 29,8	7,5	3,9		
26	36,5	37,7	15,7	7,8	4,0	26	51,5	52,8	30,0	7,8	4,1		
27	36,8	38,0	15,9	8,1	4,1	27	51,8	53,0	30,3	8,1	4,3		
28	37,0	38,2	16,2	8,4	4,3	28	52,0	53,3	30,5	8,4	4,4		
29	37,3	38,5	16,4	8,7	4,4	29	52,3	53,5	30,7	8,7	4,6		
30	7 37,5	7 38,8	7 16,7	9,0	4,6	30	7 52,5	7 53,8	7 31,0	9,0	4,7		
31	37,8	39,0	16,9	9,3	4,7	31	52,8	54,0	31,2	9,3	4,9		
32	38,0	39,3	17,1	9,6	4,9	32	53,0	54,3	31,5	9,6	5,0		
33	38,3	39,5	17,4	9,9	5,0	33	53,3	54,5	31,7	9,9	5,2		
34	38,5	39,8	17,6	10,2	5,2	34	53,5	54,8	31,9	10,2	5,4		
35	7 38,8	7 40,0	7 17,9	10,5	5,3	35	7 53,8	7 55,0	7 32,2	10,5	5,5		
36	39,0	40,3	18,1	10,8	5,5	36	54,0	55,3	32,4	10,8	5,7		
37	39,3	40,5	18,3	11,1	5,6	37	54,3	55,5	32,6	11,1	5,8		
38	39,5	40,8	18,6	11,4	5,8	38	54,5	55,8	32,9	11,4	6,0		
39	39,8	41,0	18,8	11,7	5,9	39	54,8	56,0	33,1	11,7	6,1		
40	7 40,0	7 41,3	7 19,0	12,0	6,1	40	7 55,0	7 56,3	7 33,4	12,0	6,3		
41	40,3	41,5	19,3	12,3	6,3	41	55,3	56,5	33,6	12,3	6,5		
42	40,5	41,8	19,5	12,6	6,4	42	55,5	56,8	33,8	12,6	6,6		
43	40,8	42,0	19,8	12,9	6,6	43	55,8	57,1	34,1	12,9	6,8		
44	41,0	42,3	20,0	13,2	6,7	44	56,0	57,3	34,3	13,2	6,9		
45	7 41,3	7 42,5	7 20,2	13,5	6,9	45	7 56,3	7 57,6	7 34,6	13,5	7,1		
46	41,5	42,8	20,5	13,8	7,0	46	56,5	57,8	34,8	13,8	7,2		
47	41,8	43,0	20,7	14,1	7,2	47	56,8	58,1	35,0	14,1	7,4		
48	42,0	43,3	21,0	14,4	7,3	48	57,0	58,3	35,3	14,4	7,6		
49	42,3	43,5	21,2	14,7	7,5	49	57,3	58,6	35,5	14,7	7,7		
50	7 42,5	7 43,8	7 21,4	15,0	7,6	50	7 57,5	7 58,8	7 35,7	15,0	7,9		
51	42,8	44,0	21,7	15,3	7,8	51	57,8	59,1	36,0	15,3	8,0		
52	43,0	44,3	21,9	15,6	7,9	52	58,0	59,3	36,2	15,6	8,2		
53	43,3	44,5	22,1	15,9	8,1	53	58,3	59,6	36,5	15,9	8,3		
54	43,5	44,8	22,4	16,2	8,2	54	58,5	7 59,8	36,7	16,2	8,5		
55	7 43,8	7 45,0	7 22,6	16,5	8,4	55	7 58,8	8 0,1	7 36,9	16,5	8,7		
56	44,0	45,3	22,9	16,8	8,5	56	59,0	0,3	37,2	16,8	8,8		
57	44,3	45,5	23,1	17,1	8,7	57	59,3	0,6	37,4	17,1	9,0		
58	44,5	45,8	23,3	17,4	8,8	58	59,5	0,8	37,7	17,4	9,1		
59	44,8	46,0	23,6	17,7	9,0	59	59,8	1,1	37,9	17,7	9,3		

**Die nachstehenden Zusammenhänge erläutern die Wichtigkeit der korrekten sekundengenauen Zeitnahme:**

<b><u>Äquatorumfang = 360°</u></b>						
<b>1° = 60'</b>			<b>1 Breitenminute = 1 Seemeile ( sm )</b>			
			<b>1 sm = 1,852 km</b>			
<b>360° x 60' = 21.600 sm x 1,852 km = <u>40.003 km</u></b>						
<b><u>Geschwindigkeit des Sonnenbildpunktes auf der Erdoberfläche</u></b>						
<b>in 24 Std. einmal um die Erde = 21.600 sm</b>						
<b>pro Std. = 900 sm = 1.666,8 km</b>						
<b>pro min. = 15 sm</b>						
<b>pro sec. = 0,25 sm</b>						
<b><u>Schallgeschwindigkeit = 330 m/sec. = 1.188 km/Std.</u></b>						

An Bord gilt die Universal Time Coordinated UTC ( MGZ / GMT ):



**John Harrison's Chronometer H1  
( hergestellt 1730 – 1735 / 1,5 m hoch )**

[http://www.big-max-web.de/cgi-bin/content-page.cgi?path=/Traditional\\_Navigation/Celestial\\_Navigation&mode=view](http://www.big-max-web.de/cgi-bin/content-page.cgi?path=/Traditional_Navigation/Celestial_Navigation&mode=view)

<http://www.big-max-web.de/cgi-bin/content-page.cgi?path=/Time>



**Harrison's H5 ( ca. 13 cm / 1,45 Kg )**

Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/John\\_Harrison\\_\(Uhrmacher\)](http://de.wikipedia.org/wiki/John_Harrison_(Uhrmacher))



**Fa. Wempe seit 1938**





Eine gute Quarzuhr ( Solar ) reicht heutzutage völlig aus.

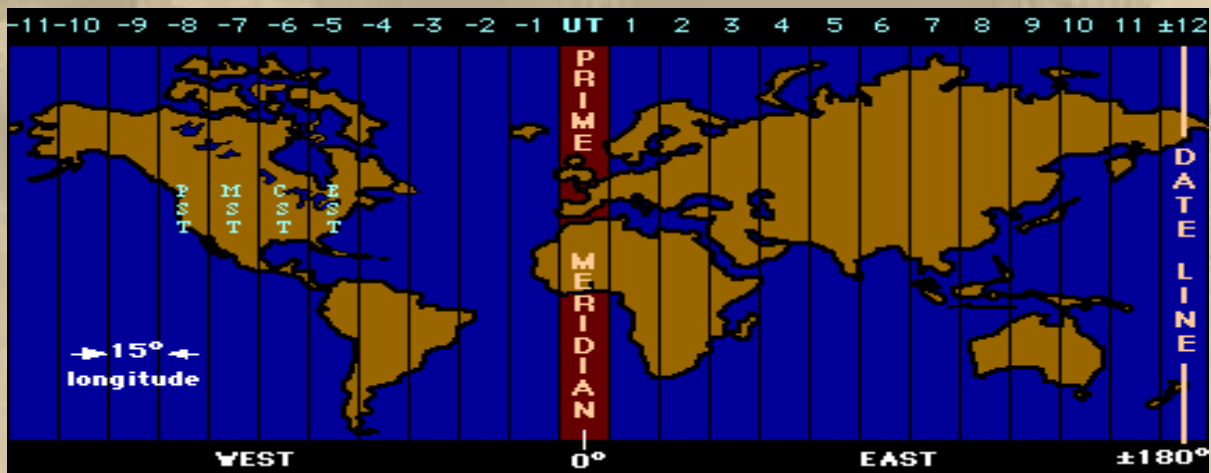
Mit Zeitzeichensender synchronisieren,  
ggfs. Chronometerbuch führen.



Rufzeichen	Standort	Frequenzen
Beta	Russland	25 kHz
BPC	China	68,5 kHz
BPL	China	100 kHz
BPM	China, Lintong (Xi'an)	2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz
CHU	Kanada, Ottawa	3,330 MHz, 7,850 MHz, 14,670 MHz
DCF77	Deutschland, Mainflingen	77,5 kHz
HBG	Schweiz, Prangins	75 kHz (nur mehr bis Ende 2011)
JJY	Japan, Otakadoya Berg	60 kHz
JJY	Japan, Hagane Berg	40 kHz
MSF	Großbritannien, Anthorn	60 kHz
OMA	Tschechien, Prag	50 kHz (abgeschaltet)
RBU	Russland, Moskau	66,66 kHz
RTZ	Russland, Irkutsk	50 kHz
RWM	Russland, Moskau	4,996 MHz, 9,996 MHz, 14,996 MHz
TDF	Frankreich, Allouis	162 kHz
WWV	USA, Fort Collins	2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz
WWVB	USA, Fort Collins	60 kHz
WWVH	USA, Hawaii, Kekaha	2,5 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz
YVTO	Venezuela, Caracas	5 MHz



Früher, vor 1738, ging der Nullmeridian durch die westlichste Kanareninsel Hierro, das Ende der Welt in der Antike.



Die Britische Admiralität hat den Spaniern den Nullmeridian einfach 'geklaut' und durch die Sternwarte von Greenwich/London gelegt:



**The Royal Observatory**



**Longitude 0° = Prime Meridian**

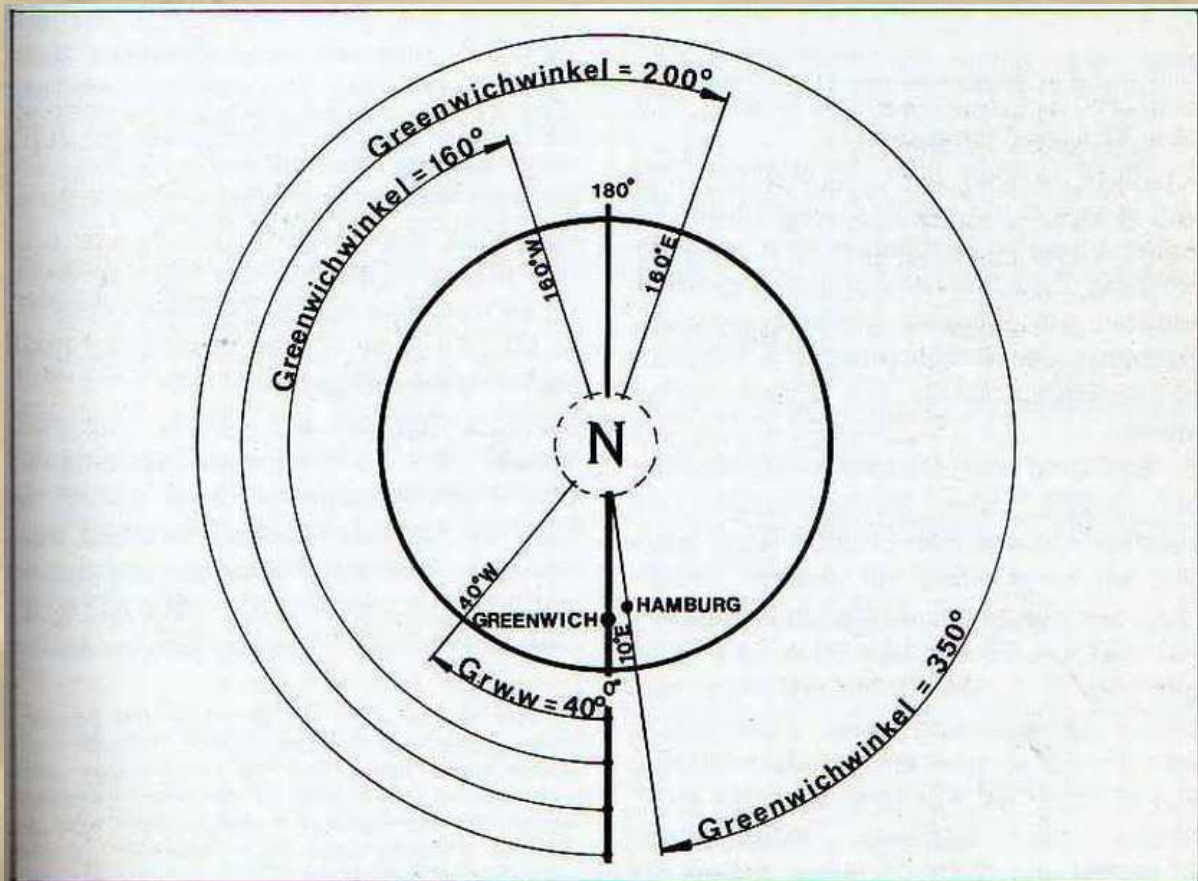


## Der Greenwich-Winkel ( Grt-Stw. / Grt / GHA )

Regel: Der Greenwich-Winkel beginnt bei  $0^\circ = \text{Greenwich/London}$  und geht bis zum Bildpunkt der Sonne immer nach Westen

- stur auswendig lernen -

$0^\circ$  bis  $360^\circ$  1 Bild zeigen



Übung: Bildpunktkoordinaten ermitteln  
S.21 a bis f - Ergebnis auf S.24

Wie lauten Abweichung und Greenwich-Winkel der Sonne

- a) am 12. 6. 77 um 09 h 29 m 14 s MGZ
- b) am 31. 3. 77 um 14 h 54 m 33 s MGZ
- c) am 1. 4. 77 um 07 h 31 m 49 s MGZ
- d) am 11. 6. 77 um 23 h 55 m 02 s MGZ
- e) am 12. 6. 77 um 19 h 52 m 44 s MGZ
- f) am 12. 6. 77 um 00 h 28 m 59 s MGZ



Die Bildpunktkoordinaten von Seite 21:

a)  $23^{\circ} 09' \text{ N}$ ;  $315^{\circ} 04,3'$   
 $7^{\circ} 18,5'$

---

---

$322^{\circ} 22,8'$

b)  $4^{\circ} 16' \text{ N}$ ;  $28^{\circ} 57,6'$   
 $13^{\circ} 38,3'$

---

---

$42^{\circ} 35,9'$

c)  $4^{\circ} 32' \text{ N}$ ;  $284^{\circ} 00,7'$   
 $7^{\circ} 57,3'$

---

---

$291^{\circ} 58,0'$

d)  $23^{\circ} 08' \text{ N}$ ;  $165^{\circ} 05,5'$   
 $13^{\circ} 45,5'$

---

---

$178^{\circ} 51,0'$

e)  $23^{\circ} 11' \text{ N}$ ;  $105^{\circ} 03,0'$   
 $13^{\circ} 11,0'$

---

---

$118^{\circ} 14,0'$

f)  $23^{\circ} 08' \text{ N}$ ;  $180^{\circ} 05,4'$   
 $7^{\circ} 14,8'$

---

---

$187^{\circ} 20,2'$

..... und das Nautische Jahrbuch nebst Schalttafel und die HO 249 Tafeln findet man online z.B. unter:

<http://www.bruckner.7to.de/>

The background is a faded, sepia-toned photograph of a wooden workbench. On the left, there is a circular object, possibly a lid or a small container. In the center, a sheep's head is visible, facing right. The workbench surface is made of horizontal wooden planks. The overall image has a soft, vintage aesthetic.

**PAUSE**

## **Gesamtberichtigung des gemessenen Sextantenwinkels**

( Lichtbrechung in der Atmosphäre / Augenhöhe d. Beobachters )

<b>gemessener Sextantenwinkel</b>	<b>Gesamtberichtigung bei 2m Augenhöhe</b>
<b>ab 20°</b>	<b>+ 11'</b>
<b>ab 25°</b>	<b>+ 12'</b>
<b>ab 40°</b>	<b>+ 13'</b>

**In der Astronavigation keine Sextantenwinkel der Sonne  
kleiner 15° bzw. größer 75° verwenden !!!**



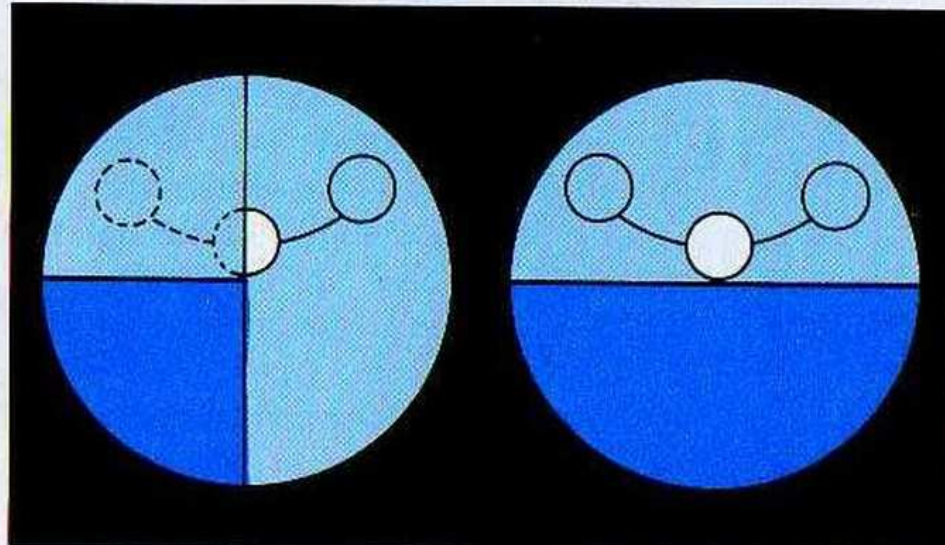
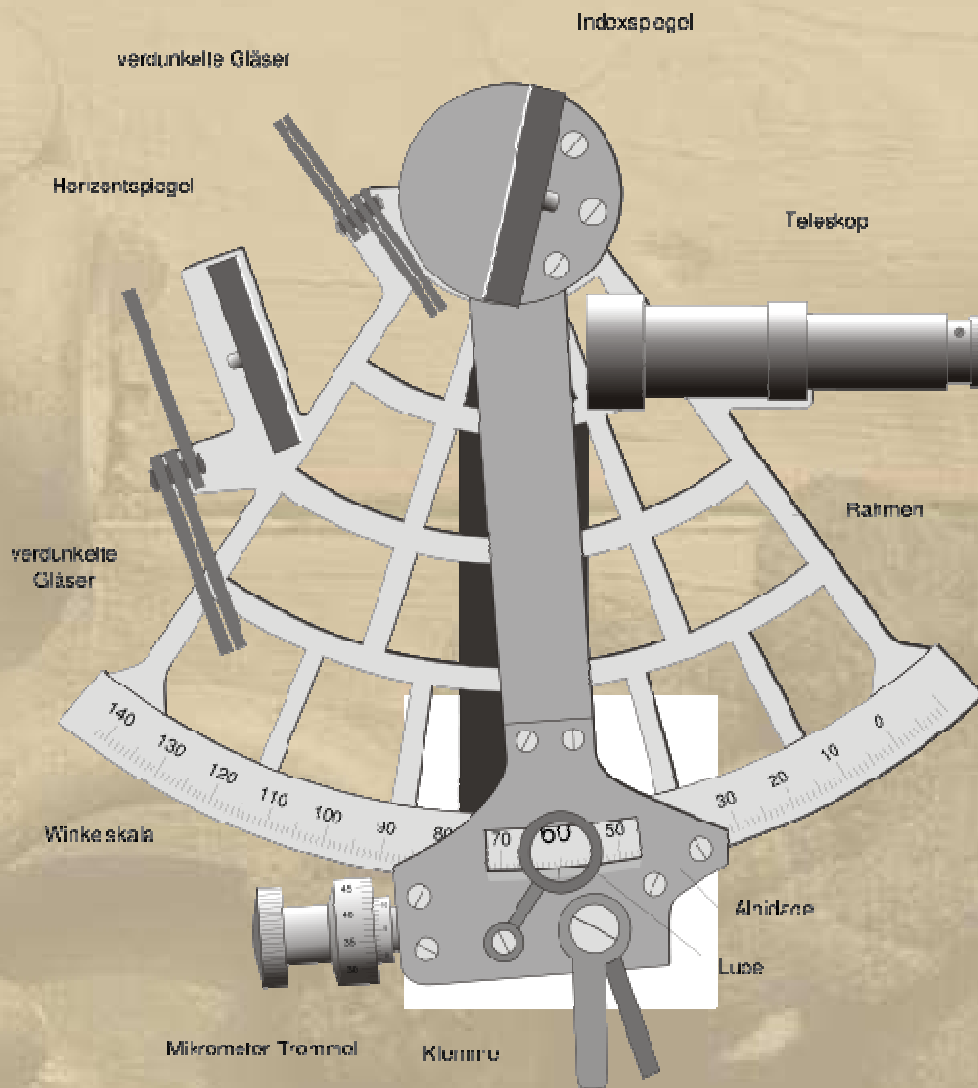
**Davis Plastk-Sextant ab ca. 150 €**



**Cassens & Plath Sextant ab 1.000 €**



**Freiberger Sextant ab 699 E**

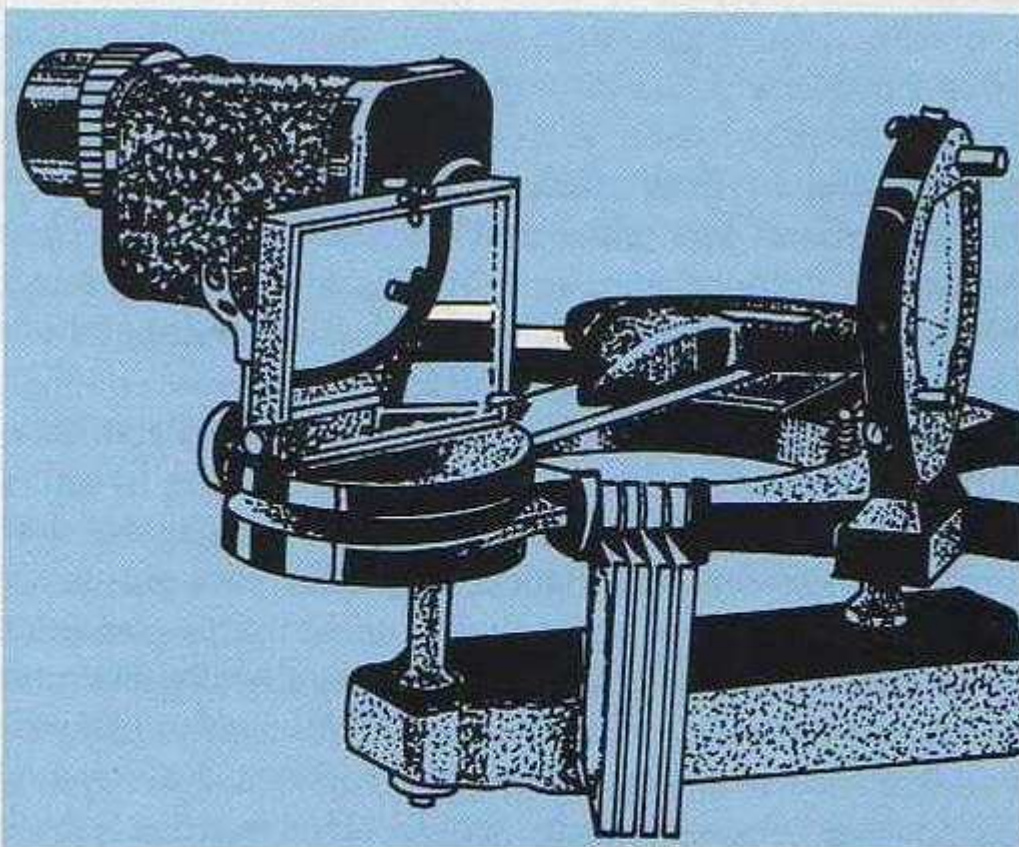


*Die Sonne, wie sie in einem Sextanten mit Halbspiegel auf die Kimm gesetzt wird (links), und in einem Vollsicht-„Spiegel“ (rechts).*

### **Kippfehler des Indexspiegels**

Zur Ermittlung des Kippfehlers des Indexspiegels stellt man die Alhidade ganz grob in die Mitte des Gradbogens. Anschließend hält man den Sextanten mit gestrecktem Arm in der Weise von sich weg, daß der Betrachter an der inneren Kante des Indexspiegels vorbei auf den Nullpunkt des Gradbogens blicken kann. Er muß dicht daneben im Spiegel das entgegengesetzte Ende des Gradbogens sehen. Ein Kippfehler liegt nicht vor, wenn der direkt zu sehende und der gespiegelte Teil des Gradbogens in einer Ebene liegen.

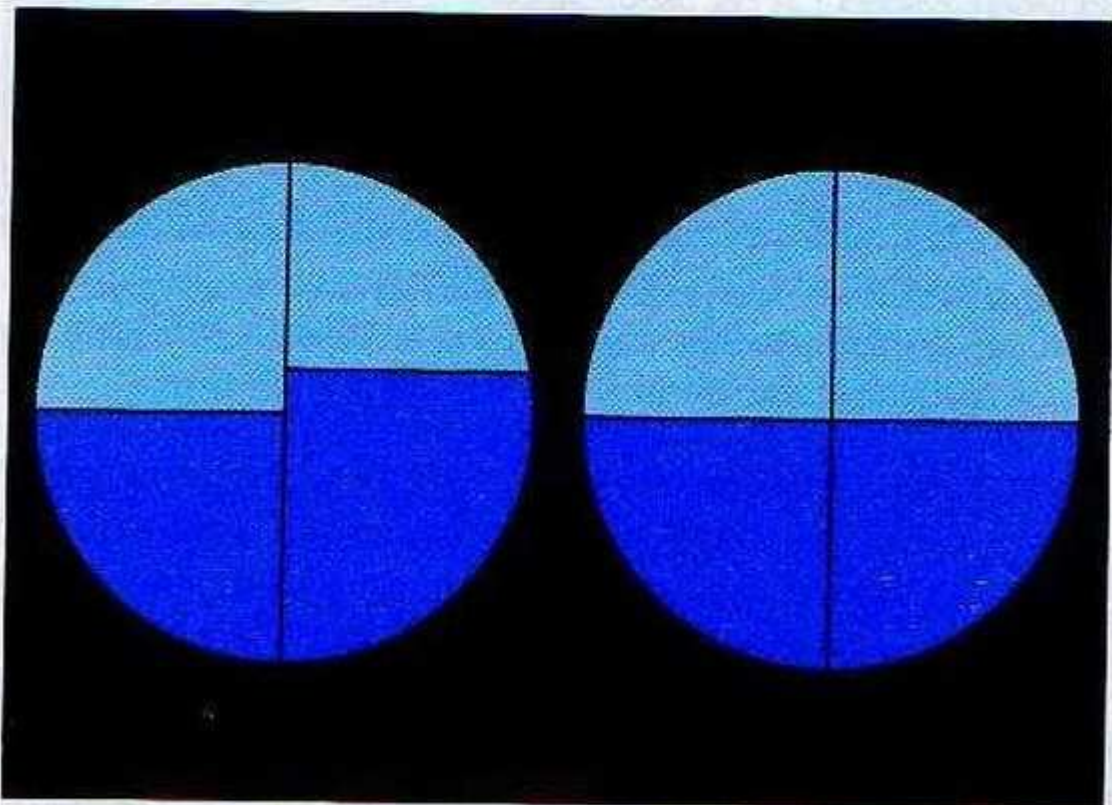
Zur Beseitigung des Kippfehlers des Indexspiegels dient eine in der Mitte der oberen Kante von hinten auf den Spiegel drückende Justierschraube (Abbildung Seite 196 links).



*Hier liegt ein Kippfehler des Indexspiegels vor – der Gradbogen ist im Spiegelbild nicht ungebrochen.*

## „Fehler“ am Sextanten

Die nachfolgend beschriebenen Mängel, die zu Meßungenauigkeiten führen können, stellen im eigentlichen Sinne keine Fehler dar, sondern lediglich Dejustierungen. Von einem erfahrenen Navigator können sie bei allergrößter Vorsicht mit Bordmitteln behoben werden. Stellt dagegen ein Anfänger solche „Fehler“ fest – und das muß er können –, so möge er sich an einen Navigator von einer anderen Yacht wenden. Die folgenden Mängel sind periodisch zu überprüfen, insbesondere nach dem – seltenen – Auswechseln eines Spiegels, was mit Sicherheit zu derartigen Fehlern führt.

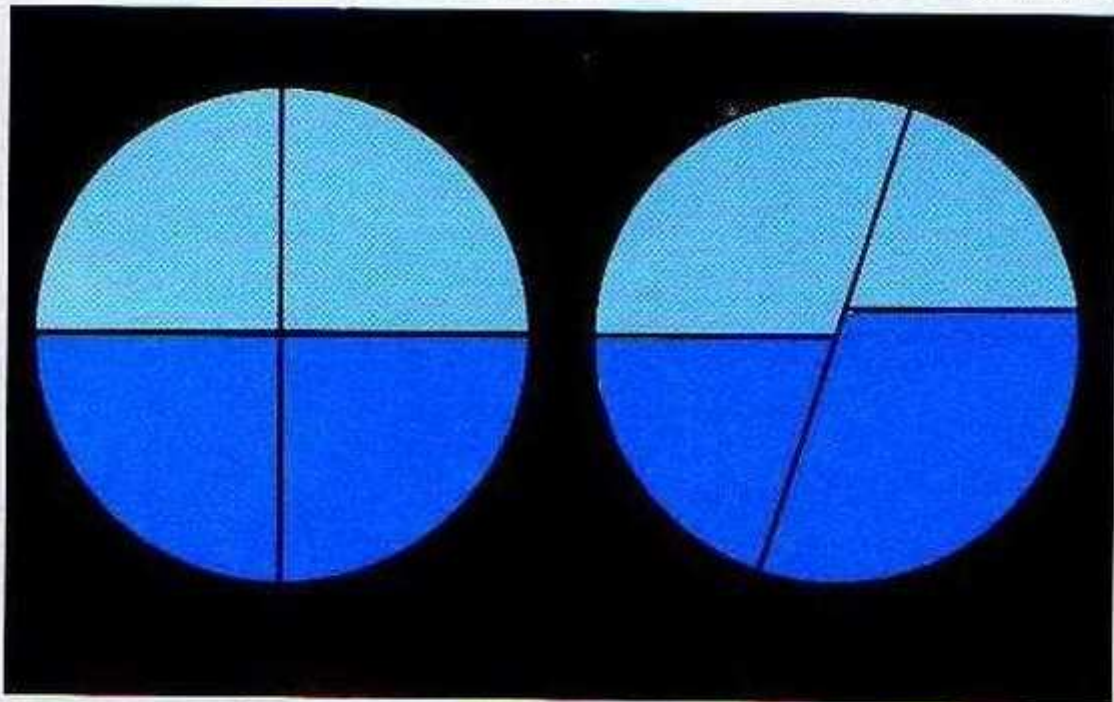


*Wird der Sextant auf  $00^{\circ}00'$  gestellt und der Horizont gemessen, muß dieser – ist kein Indexfehler vorhanden – eine ungebrochene Linie ergeben.*

## Beseitigung des Indexfehlers durch Neujustierung

Achtung: Justierungen sollten so selten wie möglich vorgenommen werden, weil hierbei leicht die Justierschrauben ausleiern.

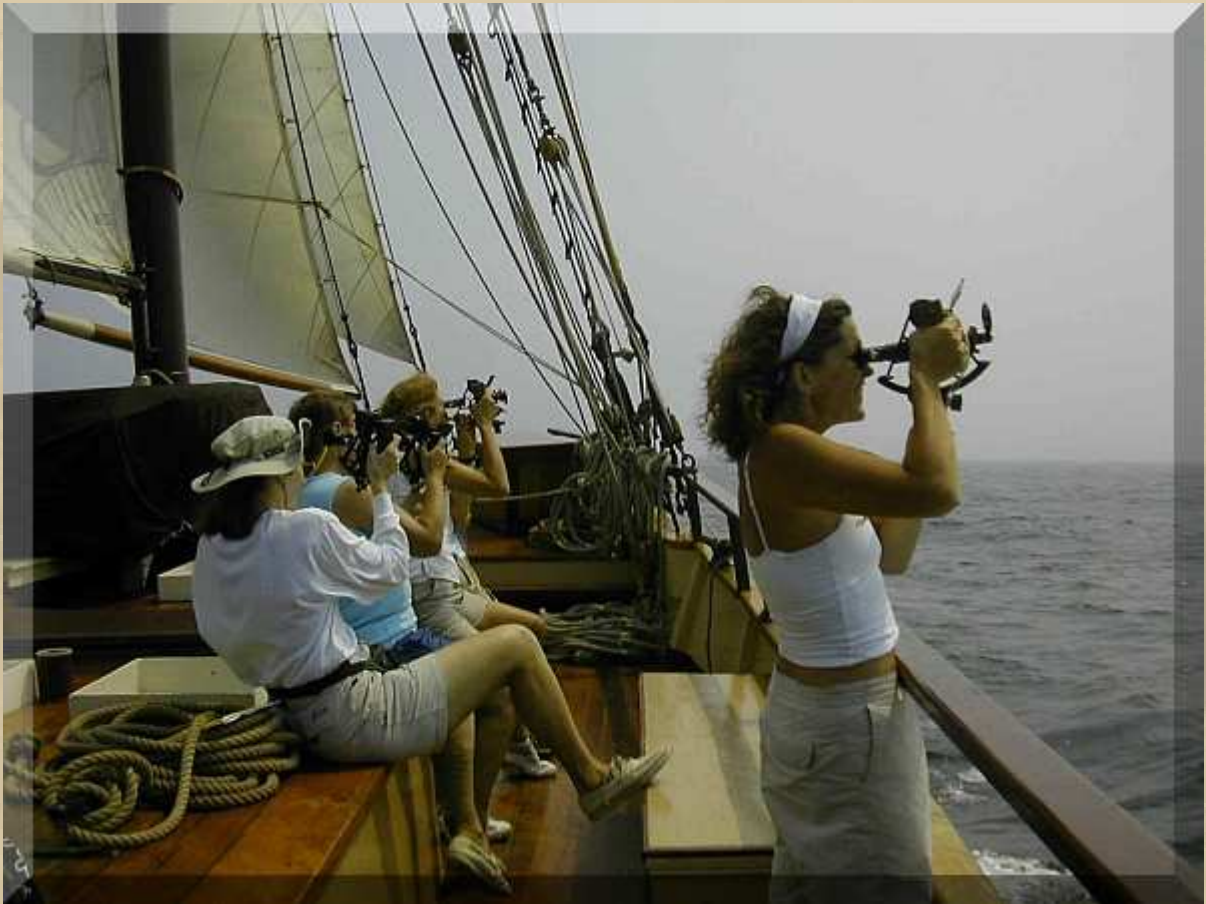
Zur Beseitigung des Indexfehlers wird ganz geringfügig an einer kleinen Schraube gedreht, die sich an der Seite des Horizontspiegels (das ist meistens der halbrunde) befindet (Abbildung Seite 194 rechts). Ist der Fehler damit innerhalb der zulässigen Grenzen von 2' bis 3', so



*Kippfehler des Horizontspiegels*

versuche man nicht, ihn weiter auf 0 zu bringen, weil er sich durch Umwelteinflüsse (Temperatur) ohnehin verändern kann

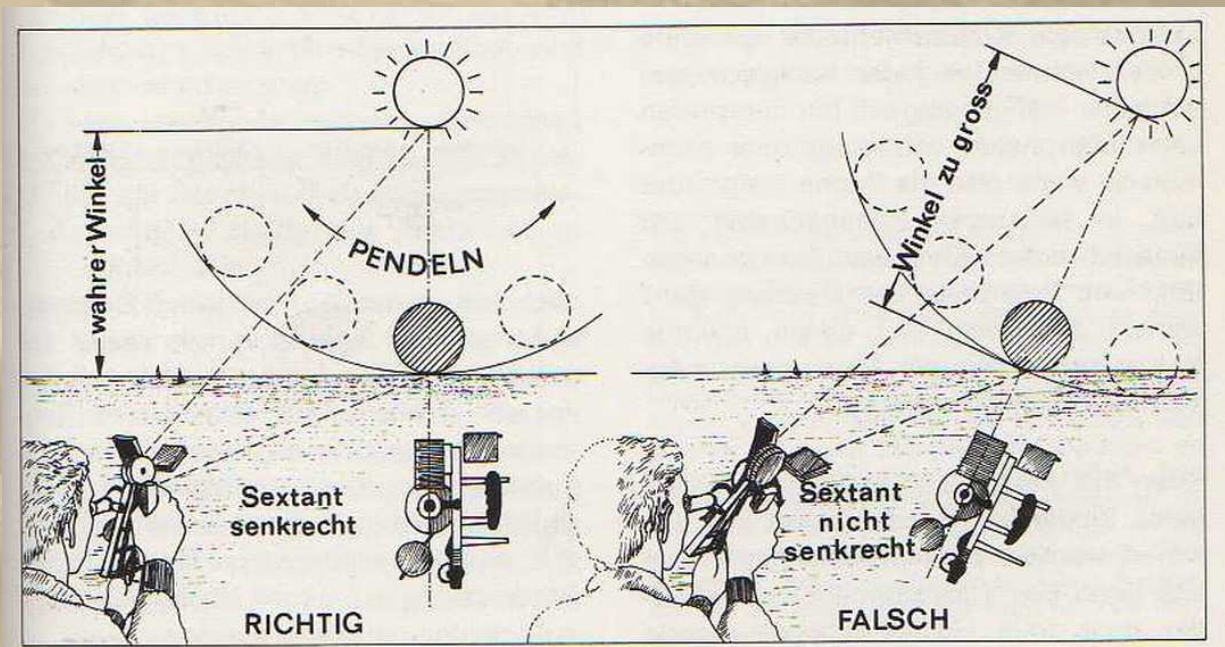




**üben, üben, üben .....**



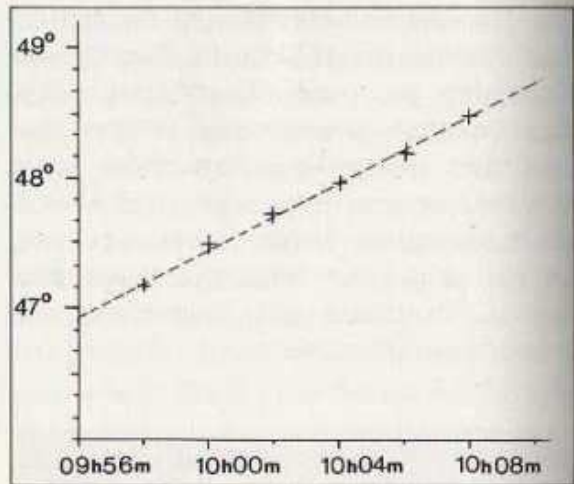
1. Sextanten auf den Horizont unterhalb der Sonne richten
2. Sperrklinke drücken, um Alhidade zu lösen
3. Sonne auf den Horizont herunterholen
4. Sperrklinke loslassen und Position der Sonne an Trommel fein einstellen
5. Dabei Sextanten zur Prüfung der Vertikalität um die Teleskopachse schwenken



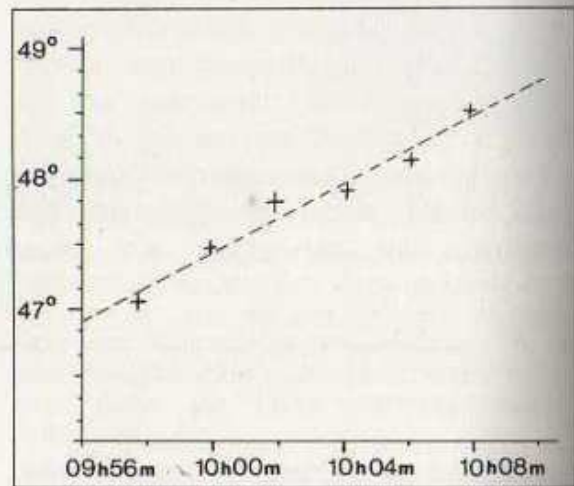
6. Nochmals fein einstellen, falls erforderlich und Winkel ablesen und sekundengenaue Zeit ( UTC ) festhalten
7. Datum, Uhrzeit und Sextantenwinkel ( beobachtete Höhe des Sonnenunterrandes ) notieren

Es gibt eine simple Methode, wie ohne große Rechnereien jeder Navigator sich auf seine Meßgenauigkeit hin überprüfen kann. Man messe vormittags oder nachmittags, wenn also die Sonne steigt oder fällt, in beliebigen Zeitabständen den Winkel zwischen Kimm und Sonnenunterrand und verarbeite die Messung ganz einfach graphisch. Bei einem geübten Navigator werden die Messungen möglichst auf einer Linie liegen.

Über die Meßgenauigkeiten mit einem guten Sextanten ist schon recht viel diskutiert worden. Eigenartigerweise finden sich unter den Yachtskippern immer wieder ganz tolle Hechte, die die Sonne



*Könnner*



*Anfänger*

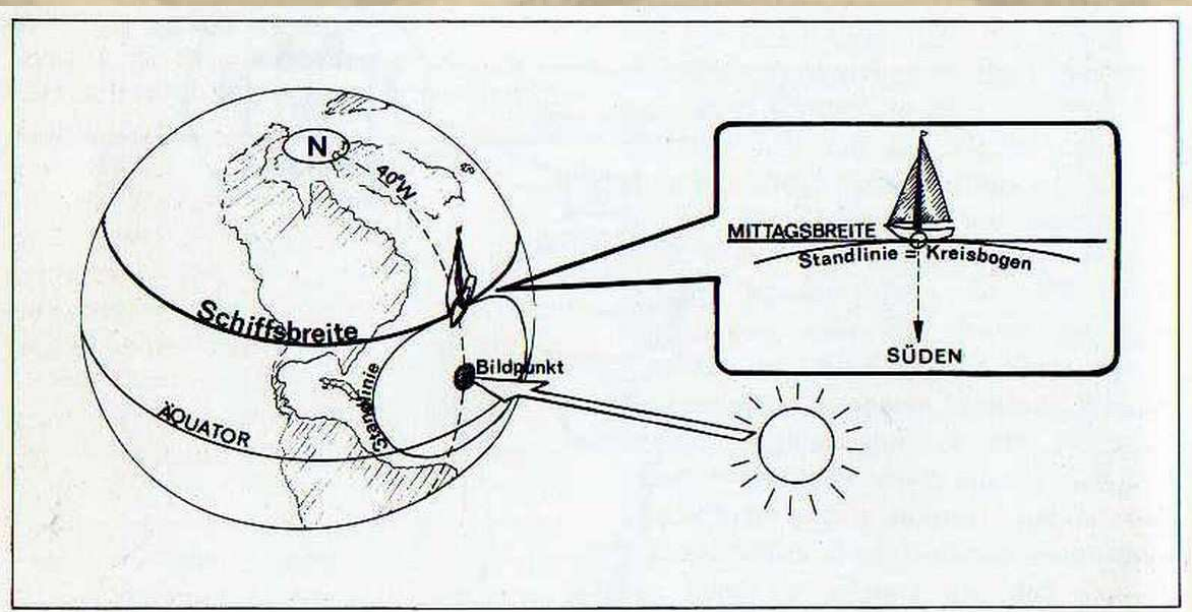
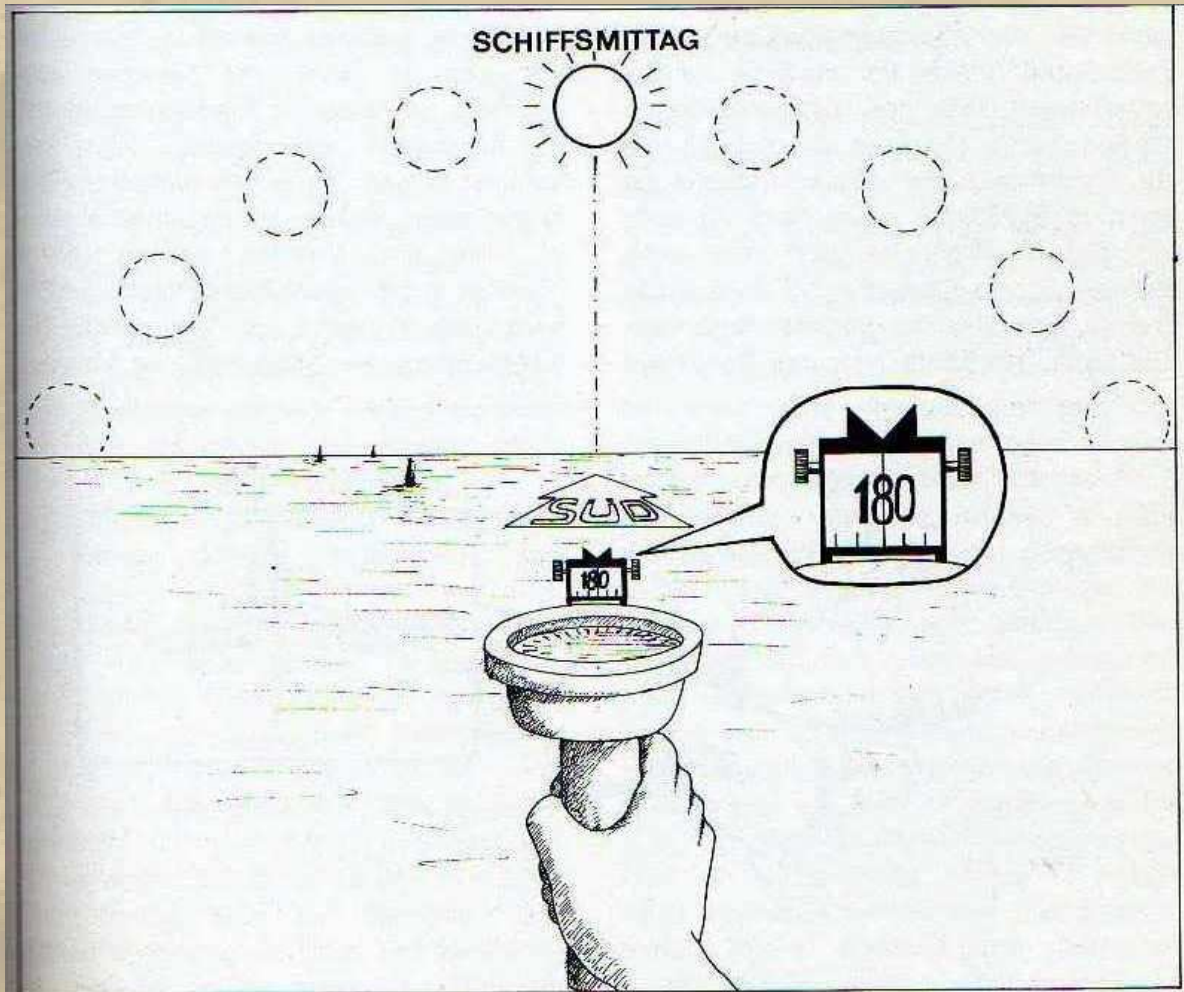
auch bei rauher See mit einer Genauigkeit von einer halben Minute sicher auf den Horizont herunterholen. Hier handelt es sich schlicht und einfach um Seemannsgarn oder um unwahrscheinliche Zufallstreffer. Die Großschiffahrt zum Beispiel geht von einer Zuverlässigkeit von zwei Seemeilen aus. Nach meinen Beobachtungen muß mit folgenden Ungenauigkeiten gerechnet werden:

	Anfänger	Geübte	Köner
Flaute	+/- 5'	+/- 2'	+/- 1'
mäßige See	+/- 7'	+/- 3'	+/- 2'
hartes Wetter	keine Mes- sung möglich	+/- 5'	+/- 4'





# Die Mittagsbreite



Im Sommer auf der Nordhalbkugel gilt folgende Formel:

Mittagsbreite =  $90^\circ$  *plus* Abweichung/Declination  
*minus* ( gemessener Winkel + Gesamtberichtigung )

- stur auswendig lernen, ansonsten nachschauen -

Übung: Mittagsbreite ermitteln

S.29 a bis c - Ergebnis S.30 a bis c

Bitte Breite berechnen:

- a) Am 12. 6. 77 (gegebener Schiffsort:  $41^\circ 39' N$ ,  $59^\circ 54' W$ ) gegen 16 h 00 m MGZ wird die Sonne (Unterrand) an ihrem höchsten Punkt mit  $71^\circ 10'$  gemessen.
- b) Am 11. 6. 77 (gegebener Schiffsort:  $55^\circ 09' N$ ,  $160^\circ 12' W$ ) wird gegen 22 h 42 m MGZ die Sonne auf dem höchsten Punkt mit  $57^\circ 50'$  gemessen.
- c) Am 1. 4. 77 (mutmaßliche Position  $38^\circ 40' N$ ,  $7^\circ 32' E$ ) wird um 11 h 32 m MGZ die Mittagsbreite mit  $55^\circ 41'$  am Sextanten gemessen.

Die Mittagsbreite von Seite 29

- a) Breite =  $90^\circ + 23^\circ 10' - (71^\circ 10' + 13') = 41^\circ 47' N$
- b) Breite =  $90^\circ + 23^\circ 07' - (57^\circ 50' + 13') = 55^\circ 04' N$
- c) Breite =  $90^\circ + 4^\circ 36' - (55^\circ 41' + 13') = 38^\circ 42' N$

## Wann ist Mittag ?

Schiffsmittag ist, wenn die Sonne genau im Süden des Schiffes steht.

Bitte beantworten: Wann ist Schiffsmittag bei einer gegebenen Schiffslänge von

- a)  $37^{\circ} 24,7' W$  am 11. 6. 77
- b)  $72^{\circ} 59,7' W$  am 1. 4. 77
- c)  $111^{\circ} 54,5' W$  am 31. 3. 77
- d)  $7^{\circ} 28,9' W$  am 12. 6. 77
- e)  $16^{\circ} 30,5' E$  am 11. 6. 77
- f)  $158^{\circ} 31,4' E$  am 31. 3. 77

Antworten für Seite 32:

- Mittag war um
- a) 14 h 29 m 12 s MGZ
  - b) 16 h 55 m 49 s MGZ
  - c) 19 h 31 m 44 s MGZ
  - d) 12 h 29 m 40 s MGZ
  - e) 10 h 53 m 29 s MGZ
  - f) 1 h 30 m 14 s MGZ

a)  $37^{\circ} 24,7' W$  am 11.6.77

NJ am 11.6.77 14:00 Uhr =  $30^{\circ} 06,7'$  = dichtester Wert zu  $37^{\circ} 24,7' W$

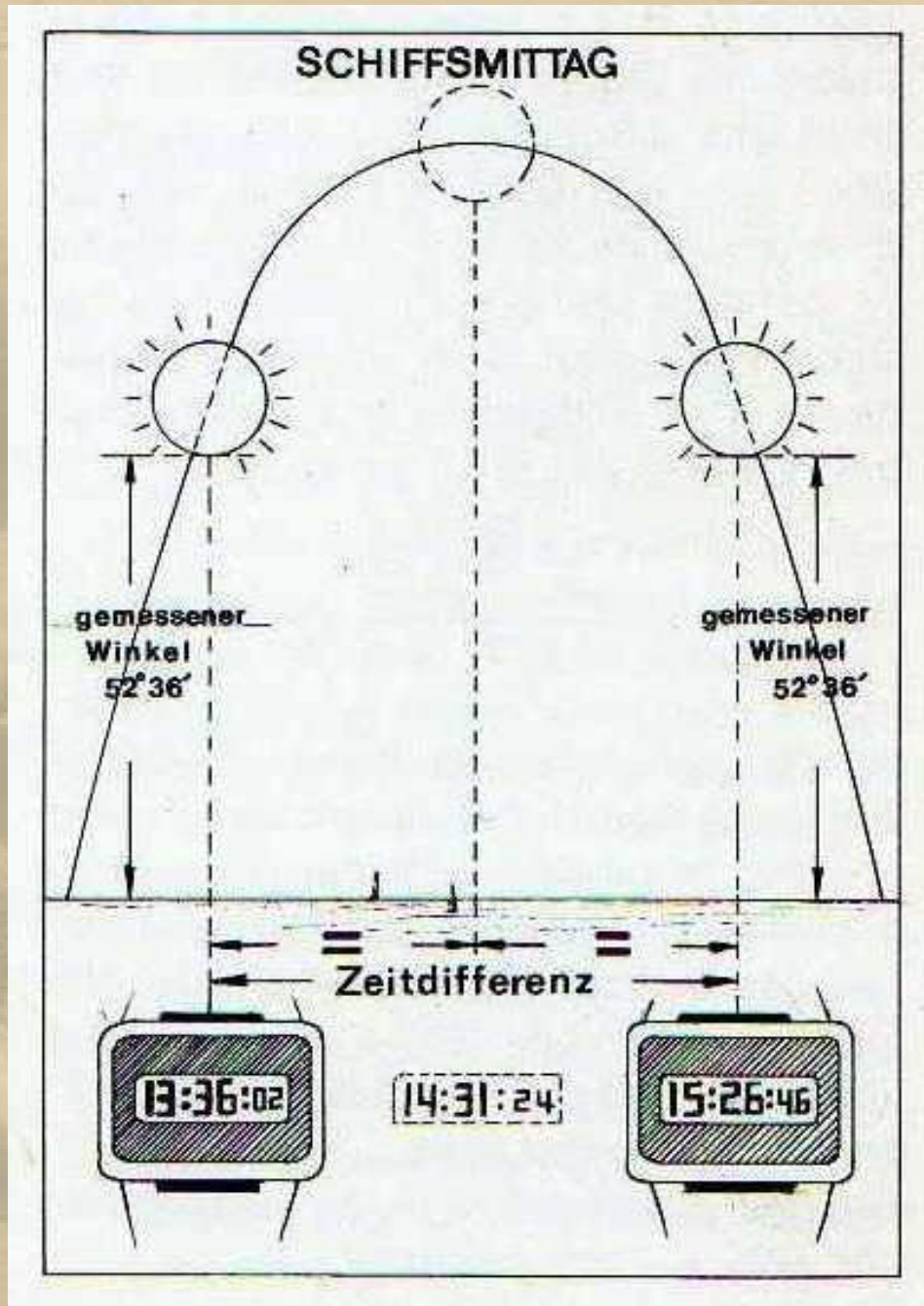
$$\begin{array}{r} 37^{\circ} 24,7' \\ - 30^{\circ} 06,7' \\ \hline 7^{\circ} 18,0' \end{array}$$

Schalttafel NJ für  $7^{\circ} 18,0'$  = 29 min 12 sec

Um 14 Uhr 29 min 12 sec ist Schiffsmittag, weil der Bildpunkt der Sonne dann genau im Süden des Schiffes steht.



**Die Mittagslänge aus zwei gleichen Höhen**



13:36:02

15:26:46

-----  
28:62:48 : 2

-----  
14:31:24 UTC

=====

## Übung:

### S.34 - Ergebnis S.35

Bitte rechnen!

1. Gegebener Schiffsort am 12. 6. 77:  $46^{\circ} 24' N$ ,  $28^{\circ} 20' W$

a) Wann ist ungefähr Mittag?

b) Um 12 h 32 m 59 s wird der Sonnenunterrand mit  $61^{\circ} 30'$  aus einer

Augeshöhe von 2 m gemessen. Um 13 h 54 m wird die Mittagshöhe mit  $66^{\circ} 31'$  genommen, und um 15 h 13 m 18 s wird die Sonne wiederum mit  $61^{\circ} 30'$  gemessen. Schiffsbreite?

c) Schiffslänge?

2. Gegebener Schiffsort am 1. 4. 77:  $33^{\circ} 29' N$ ,  $143^{\circ} 15' E$

a) Messung – Sonnenunterrand – um 01 h 25 m 48 s MGZ mit  $56^{\circ} 59'$

b) Messung – Mittagsbreite – gegen 02 h 33 m MGZ mit  $60^{\circ} 43'$  (2 m Augeshöhe)

c) Messung um 3 h 36 m 32 s MGZ wieder mit  $56^{\circ} 59'$ .

Mittagsbreite? Mittagslänge?

Antworten für Seite 34 unten:

1. a)  $28^{\circ} 20'$   
 $- 15^{\circ} 03,7' = (13 \text{ h } 00 \text{ m } 00 \text{ s MGZ})$   

---

 $13^{\circ} 16,3' = 53 \text{ m } 05 \text{ s}$   

---

 $13 \text{ h } 53 \text{ m } 05 \text{ s MGZ}$   

---

---

b)  $90^{\circ}$   
 $+ 23^{\circ} 10'$   

---

 $113^{\circ} 10'$   
 $- 66^{\circ} 44' \quad (66^{\circ} 31' + 13')$   

---

 $46^{\circ} 26' \text{ N}$

c)  $12 \text{ h } 32 \text{ m } 59 \text{ s}$   
 $+ 15 \text{ h } 13 \text{ m } 18 \text{ s}$   

---

 $27 \text{ h } 45 \text{ m } 77 \text{ s} : 2 =$   
 $13 \text{ h } 53 \text{ m } 08 \text{ s MGZ}$   
Gr.Stw.  $13 \text{ h MGZ} = 15^{\circ} 03,7'$   
Zuwachs  
für  $53 \text{ m } 08 \text{ s} = 13^{\circ} 17,0'$   

---

 $28^{\circ} 20,7' \text{ W}$   

---

---

2.  $33^{\circ} 31' \text{ N}, 143^{\circ} 12,7' \text{ E}$

## Übung:

### S.36 - Ergebnis S.37

Am 11. 6. 77 steht die CIRCE ungefähr auf  $40^{\circ} 22' N$  und  $157^{\circ} 47' E$ . Sie läuft mit ca. 5 kn in südliche Richtung. Um 01 h 27 m 40 s MGZ wird der Sonnenunterrand mit  $68^{\circ} 16'$  gemessen. Die Mittagsbreite gegen 1 h 27 m MGZ ergibt am Sextanten einen Winkel von  $72^{\circ} 32'$ . Um 2 h 29 m 08 s MGZ „küßt“ die Sonne im voreingestellten Sextanten wieder die Kimm.

- Welcher Winkel wurde im Sextanten voreingestellt?
- Mittagsort?

## Lösungsschritte:

### a) Voreingestellter Sextantenwinkel

Die Yacht hat sich in rd. 2h ca. 10 sm weiter nach Süden hinbewegt, also müssen wir den voreingestellten Sextantenwinkel um  $10'$  vergrößern, da wir  $10 \text{ sm}$  (  $1 \text{ Bogenminute} = 1 \text{ sm}$  ) näher am Bildpunkt der Sonne stehen.

$$68^{\circ} 16' + 10' = 68^{\circ} 26' \text{ voreingestellter Sextantenwinkel}$$

### b) Die Mittagsbreite

Mittagsbreite =  $90^{\circ} + \text{Abweichung / Declination} - (\text{gemessener Winkel} + \text{Gesamtberichtigung})$

Am 11.6.77 ist die Abweichung ( Breite ) des Sonnenbildpunktes zwischen 01 Uhr und 02 Uhr = 23°04'N

Der Sextantenwinkel = 72°32' + Gesamtberichtigung 13' = 72°45'

$$\begin{array}{r}
 90^\circ \\
 + 23^\circ 04' \\
 \hline
 113^\circ 04' \quad 112^\circ 64' \\
 -72^\circ 45' \quad -72^\circ 45' \\
 \hline
 \quad \quad \quad 40^\circ 19' \text{N Mittagsbreite}
 \end{array}$$

Die Mittagslänge aus 2 gleichen Höhen am 11.6.77

00:27:40 ( 68°16' )  
 02:29:08 ( 68°16' + 10' südl. Versegelung = 68°26' )

-----  
 02:56:48 : 2 = 01:28:24 Uhr war Schiffsmittag

Grw.Stw. für 01 Uhr = 195°08,4'  
 Zuwachs für 28min 24 sec = 7°06,0'

$$\begin{array}{r}
 \hline
 202^\circ 14,4' = > 180^\circ
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 360^\circ \quad 359^\circ 60,0' \\
 -202^\circ 14,4' \quad -202^\circ 14,4' \\
 \hline
 \end{array}$$

-----  
**157°45,6'E Mittagslänge**

Ergebnis:

Antwort von Seite 36:  
 a) 68° 26'; b) 40° 19' N; 157° 45,6' E.

The background is a faded, sepia-toned photograph of a wooden workbench. On the left, there is a circular object, possibly a lid or a small container. In the center, a sheep's head is visible, looking towards the right. The workbench has several drawers and a large, curved handle or piece of wood. The overall scene suggests a workshop or a place of manual labor.

**PAUSE**

# Der astronomische Schiffsort aus 2 Höhenmessungen des Sonnenunterrandes

WERTE ZUM ZEITPUNKT DER SEXTANTENMESSUNG:

Datum: \_\_ T \_\_ M \_\_ J      UTC: \_\_ h \_\_ min \_\_ sec  
 Og: N / S \_\_ ° \_\_ ' ; W / E \_\_ ° \_\_ '    Hb: \_\_ ° \_\_ '     
       Logge: \_\_ sm                    Kurs: \_\_ °

TABELLEN- u. RECHENWERTE:

Gb für Hb bei Ah=2m : >20 = 11'    >25 = 12'    >40 = 13'

\* GANZGRADIGE RECHENORTBREITE ( Og )    \_\_ ° 0 0 ' N / S <<=====

Grw.Stw. ( volle UTC h )	__ ° __ ' __ ''	NJ	TTT
" Zuwachs ( für min., sec. )	+ __ ° __ ' __ ''	NJ	AAA
	-----		FFF
Bildpunktlänge	__ ° __ ' __ ''		EEE
falls Westlänge > Bildpunktlänge	+ 3 6 0 0 0 0		LLL
	-----		EEE
	__ ° __ ' __ ''		III
	__ ° __ ' __ ''		NNN
./ West- + Ostlänge	+ / - __ ° __ ' __ ''		GGG
	-----		AAA
Local Hour Angel	__ ° __ ' __ ''		NNN
falls LHA > 360	- 3 6 0 0 0 0		GGG
	-----		EEE
L H A	__ ° __ ' __ ''		
	-----		
Ganzgradiger L H A	__ ° <<=====		HHH
			000
Bildpunktlänge	__ ° __ ' __ ''		
	-----		222
* RECHENORTLÄNGE                    W / E	__ ° __ ' __ ''		444
(die LHA ganzgradig macht)			999
Declination (Bildpunktbreite)	__ ° __ ' N / S		
	<<=====		

Tafelausgänge:    Hc                    d                    Z

\_\_ ° \_\_ '                    \_\_ °                    3 6 0

Hc Ber.f. \_\_ ' + \_\_ '                    -Z

(Tafel 5)                    -----

\* AZIMUT                    \_\_ °

Genauer Hc                    \_\_ °

Hb (incl.Gb)                    \_\_ ° \_\_ ' ( Hb \_\_ ° \_\_ ' + Gb \_\_ ' )

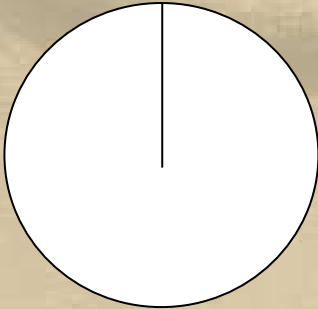

-----

\* DELTA H                    \_\_ sm

Hb > Hc , dann Delta H in Richtung Bildpunkt abtragen

\* = WERTE FÜR SEEKARTENEINTRAGUNG

## Berechnen einer Standlinie mit HO-249 Tafeln

<i>Datum</i>		<i>gestoppte UTC Zeit</i>			
<i>Sextantablesewert</i>		<i>Beschickg.</i>		<i>Höhe Hb</i>	
<i>Geschätzte Breite</i>		<i>Geschätzte Länge</i>			
<i>Werte aus dem Nautischen Jahrbuch</i>					
<i>Gr<sub>t</sub></i>		<i>Deklination</i>		<i>Schalttafel</i>	
<i>Gr<sub>t</sub> gesamt</i>		<i>LHA</i>		<i>LHA aufger</i>	
<i>Der LHA ist vom Boot zum Gr<sub>t</sub> Richtung Westen. Die Pos. Boot so verschieben, das der ger. LHA stimmt = Rechenort</i>					
<i>Werte aus dem HO-249 Tafeln</i>					
<i>LAT</i>		<i>Deklination</i>		<i>LHA</i>	<i>SAME</i> <i>CONTRARY</i>
<i>H<sub>c</sub></i>		<i>d</i>		<i>Z</i>	
<i>Werte aus der TABLE 5</i>					
<i>d</i>		<i>Restminuten Deklination</i>		<i>Verbesserg.</i>	
<i>H<sub>c</sub>+Verb.</i>		<i>H<sub>b</sub> - H<sub>c</sub></i>			
<i>Skizze LHA+Rechenort</i>			<i>Skizze Standlinie</i>		
			Quelle: <a href="http://www.ankahe.de/Navigation.html">http://www.ankahe.de/Navigation.html</a> 		



## Rechenschema Astronavigation HO-Tafeln

**Datum:** \_\_\_\_\_ **Zeit UT1:** \_\_\_\_\_ (Chronometerstand: \_\_\_\_\_ +/- Stoppuhr: \_\_\_\_\_)

**O<sub>k</sub> : geg. Breite  $\varphi$  (LAT) = \_\_\_\_\_ geg. Länge  $\lambda$  (LON) = \_\_\_\_\_ Gestirn: \_\_\_\_\_**

. Messung (Ah= __ m)	Nautisches Jahrbuch	
Ableseung Sextant: _____	Grt: _____	Dec. $\delta$ : _____
+/- Indexberichtigung: _____	+ Zuw.: _____	+/- Verb. (UNT: _____): _____
= <b>Kimmabstand:</b> _____	<b>Grt ges.:</b> _____	<b>Dec. <math>\delta</math> korr.:</b> _____
+/- Gesamtbeschickung: _____	+/- $\lambda$ : _____	<b>Dec. <math>\delta</math> vollgr.:</b> _____ N/S
+/- Zusatzbeschickung: _____	(+ bei $\lambda$ E / - bei $\lambda$ W)	(abgerundet für Einstieg in HO-Tafel)
<b>Höhe H<sub>b</sub> korr. :</b> _____	<b>LHA (t):</b> _____	

### HO 249

<b>LHA vollgr.:</b> _____	<b>LAT vollgr. / <math>\varphi</math> RO =</b> _____ N/S $\rightarrow$ same / contrary Dec <b>d =</b> _____	
<u>bei <math>\lambda</math> E :</u>	H <sub>C</sub> : _____	Z: _____
LHA vollgr: _____	+/- Table 5 (für ___ ' $\delta$ ): _____	Zn = Z / Z +/- 360° / 180° +/- Z
- Grt: _____	<b>H<sub>C</sub> korr.:</b> _____	<b>Zn =</b> _____ ( <b>Azimet</b> )
= $\lambda$ <b>RO:</b> _____	H <sub>b</sub> korr.: _____	<input type="checkbox"/> H <sub>b</sub> > H <sub>C</sub> : O <sub>b</sub> / Standlinie liegt näher am Bp
<u>bei <math>\lambda</math> W :</u>	- H <sub>C</sub> korr.: _____	<input type="checkbox"/> H <sub>b</sub> < H <sub>C</sub> : O <sub>b</sub> / Standlinie weiter vom Bp entf.
Grt: _____	= $\Delta_H$ : (in sm) _____	Versegelung: ___ min x ___ kn : 60 = ___ sm
- LHA vollgr: _____	<b>Ob: <math>\varphi</math> =</b> _____ <b><math>\lambda</math> =</b> _____ <b>BV =</b> _____ ° / ___ sm	
= $\lambda$ <b>RO:</b> _____		

**Datum:** \_\_\_\_\_ **Zeit UT1:** \_\_\_\_\_ (Chronometerstand: \_\_\_\_\_ +/- Stoppuhr: \_\_\_\_\_)

**O<sub>k</sub> : geg. Breite  $\varphi$  (LAT) = \_\_\_\_\_ geg. Länge  $\lambda$  (LON) = \_\_\_\_\_ Gestirn: \_\_\_\_\_**

. Messung (Ah= __ m)	Nautisches Jahrbuch	
Ableseung Sextant: _____	Grt: _____	Dec. $\delta$ : _____
+/- Indexberichtigung: _____	+ Zuw.: _____	+/- Verb. (UNT: _____): _____
= <b>Kimmabstand:</b> _____	<b>Grt ges.:</b> _____	<b>Dec. <math>\delta</math> korr.:</b> _____
+/- Gesamtbeschickung: _____	+/- $\lambda$ : _____	<b>Dec. <math>\delta</math> vollgr.:</b> _____ N/S
+/- Zusatzbeschickung: _____	(+ bei $\lambda$ E / - bei $\lambda$ W)	(abgerundet für Einstieg in HO-Tafel)
<b>Höhe H<sub>b</sub> korr. :</b> _____	<b>LHA (t):</b> _____	

### HO 249

<b>LHA vollgr.:</b> _____	<b>LAT vollgr. / <math>\varphi</math> RO =</b> _____ N/S $\rightarrow$ same / contrary Dec <b>d =</b> _____	
<u>bei <math>\lambda</math> E :</u>	H <sub>C</sub> : _____	Z: _____
LHA vollgr: _____	+/- Table 5 (für ___ ' $\delta$ ): _____	Zn = Z / Z +/- 360° / 180° +/- Z
- Grt: _____	<b>H<sub>C</sub> korr.:</b> _____	<b>Zn =</b> _____ ( <b>Azimet</b> )
= $\lambda$ <b>RO:</b> _____	H <sub>b</sub> korr.: _____	<input type="checkbox"/> H <sub>b</sub> > H <sub>C</sub> : O <sub>b</sub> / Standlinie liegt näher am Bp
<u>bei <math>\lambda</math> W :</u>	- H <sub>C</sub> korr.: _____	<input type="checkbox"/> H <sub>b</sub> < H <sub>C</sub> : O <sub>b</sub> / Standlinie weiter vom Bp entf.
Grt: _____	= $\Delta_H$ : (in sm) _____	Versegelung: ___ min x ___ kn : 60 = ___ sm
- LHA vollgr: _____	<b>Ob: <math>\varphi</math> =</b> _____ <b><math>\lambda</math> =</b> _____ <b>BV =</b> _____ ° / ___ sm	
= $\lambda$ <b>RO:</b> _____		



Semisversus mit Logarithmentafeln ( Fulst ) – zeitaufwendig.

Mit Rechner/PC schnell und sicher, aber was ist bei Stromausfall?

**Wir entscheiden uns für die Lösung mit H.O.249 Tafelwerken !!!**

Die HO249 Tafelwerke sind während des 2. Weltkrieges entwickelt worden, damit die Flieger in Minutenschnelle ihre Position feststellen konnten.

In den HO249 Tafelwerken finden wir die ganzgradigen Eingänge:

LHA , Declination u. gegißte Schiffsbreite

sowie die Tafelausgänge:

Hc ( Höhenwinkel computed ), Z ( führt zum Azimut ) und d ( Differenz zur Verbesserung der Minuten der Declination ).

N. Lat. { LHA greater than 180° ..... Zn=Z  
LHA less than 180° ..... Zn=360-Z

DECLINATION (15°-29°) SAME NAME AS LATITUDE

LHA	15°			16°			17°			18°			19°			20°			21°			22°			23°			24°			25°			26°			27°			28°			29°			LMA					
	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z									
0	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180	65 00	+60	180

S. Lat. { LHA greater than 180° ..... Zn=180-Z  
LHA less than 180° ..... Zn=180+Z

DECLINATION (15°-29°) SAME NAME AS LATITUDE

LAT 40°

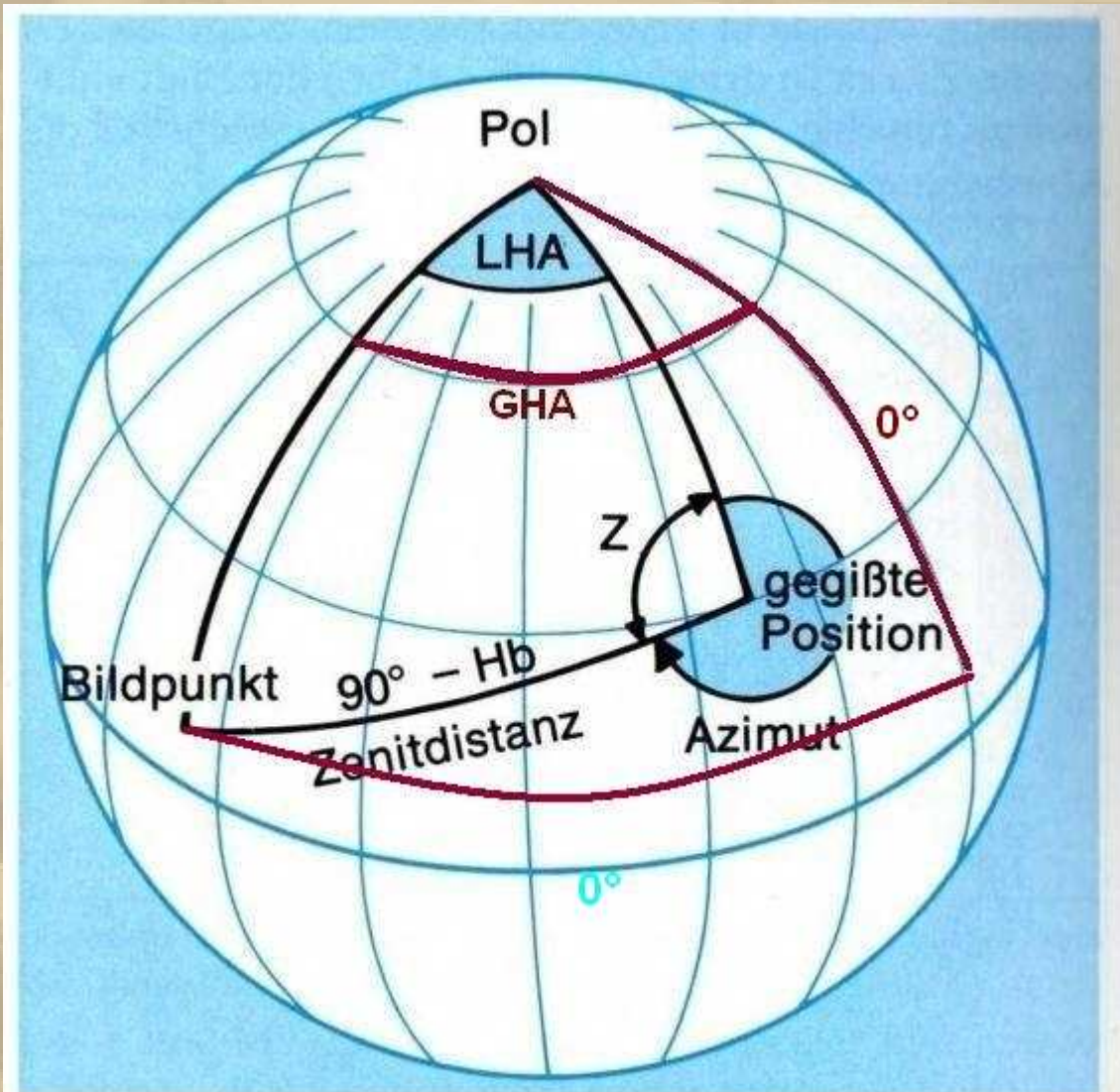
LHA	15°			16°			17°			18°			19°			20°			21°			22°			23°			24°			25°			26°			27°			28°			29°			LMA																																			
	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z																																				
0	64 00	+60	180	65 00	+60	180	66 00	+60	180	67 00	+60	180	68 00	+60	180	69 00	+60	180	70 00	+60	180	71 00	+60	180	72 00	+60	180	73 00	+60	180	74 00	+60	180	75 00	+60	180	76 00	+60	180	77 00	+60	180	78 00	+60	180	79 00	+60	180	80 00	+60	180	81 00	+60	180	82 00	+60	180	83 00	+60	180	84 00	+60	180	85 00	+60	180	86 00	+60	180	87 00	+60	180	88 00	+60	180	89 00	+60	180	90 00	+60	180

LAT 40°

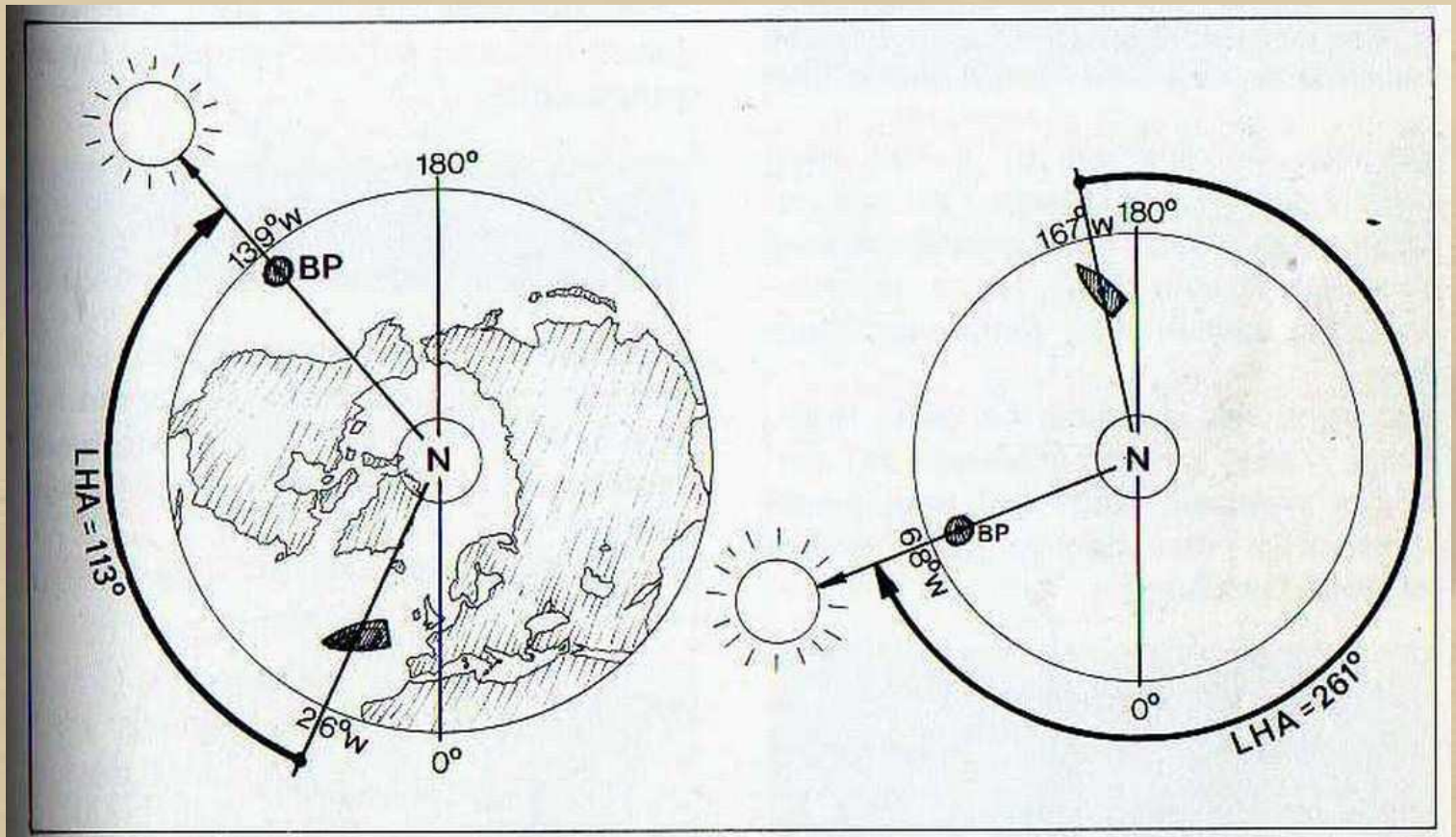
DECLINATION (15°-29°)



## Der LOCAL HOUR ANGLE ( LHA )



*Das sphärisch-astronomische Grunddreieck mit den Ecken Pol, Beobachter und Bildpunkt*



**Der Local Hour Angle zählt nur von der Schiffslänge nach Westen !!!**

**Schiffsposition auf Westlänge, dann lautet die Regel:**

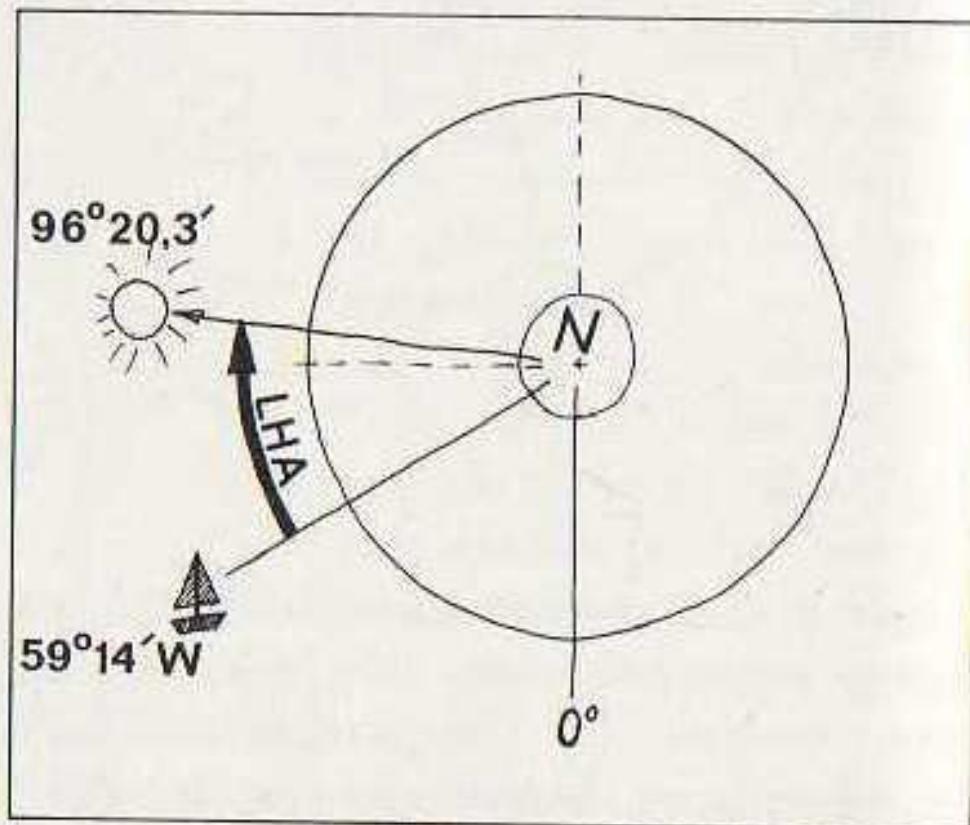
**LHA = Greenwichwinkel – Westlänge**

**Schiffsposition auf Ostlänge, dann lautet die Regel:**

**LHA = Greenwichwinkel + Ostlänge**

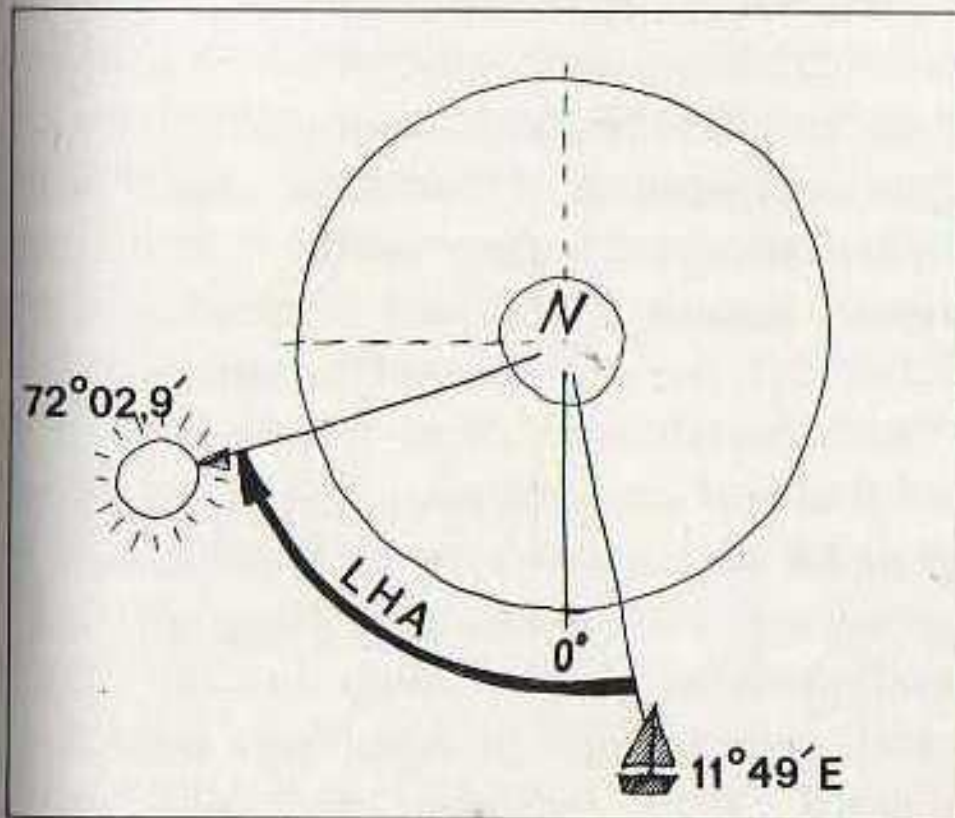
**- stur auswendig lernen -**

Am 1. 4. 77 um 18 h 29 m 10 s MGZ befinden wir uns auf  $40^{\circ} 24' N$  und  $59^{\circ} 14' W$ . Wie groß ist der LHA? Beim Rechnen immer eine Handskizze zu Hilfe nehmen!



Grw.Stw.	$89^{\circ} 02,8'$
Zuwachs	$+ 7^{\circ} 17,5'$
<hr/>	
	$96^{\circ} 20,3'$
Schiffslänge	$- 59^{\circ} 14'$
<hr/>	
LHA	$= 37^{\circ} 06,3'$
<hr/> <hr/>	

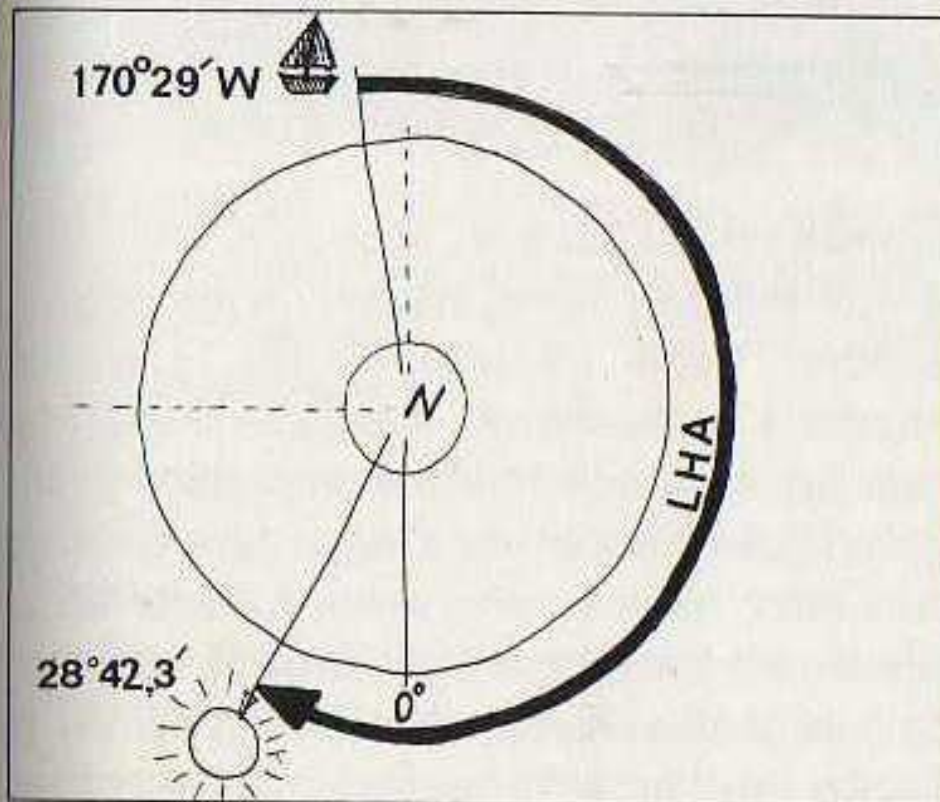
Die Schiffslänge am 31. 3. 77 um 16 h 52 m 20 s MGZ beträgt  $11^{\circ} 49' E$ . Wie groß ist der LHA?



Grw.Stw.		$58^{\circ} 57,9'$
Zuwachs	+	$13^{\circ} 05,0'$
		<hr/>
		$72^{\circ} 02,9'$
Schiffslänge	+	$11^{\circ} 49'$
		<hr/>
		$83^{\circ} 51,9'$
		<hr/>

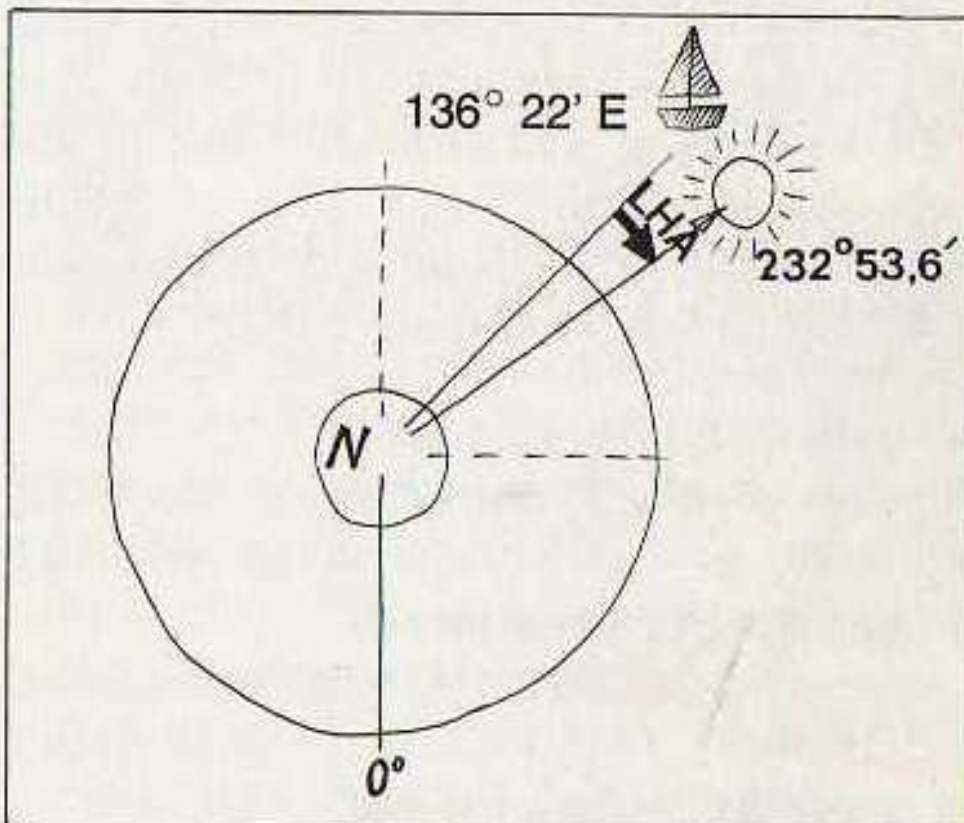


Am 11. 6. 77 beträgt die Schiffslänge um 13 h 54 m 22 s MGZ  $170^{\circ} 29' W$ . Wie groß ist der LHA?



Grw.Stw.	15° 06,8'
Zuwachs	+ 13° 35,5'
<hr/>	
	28° 42,3'
	+ 360°
<hr/>	
	388° 42,3'
Schiffslänge	- 170° 29'
<hr/>	
LHA	= 218° 13,3'
<hr/>	

Am 11.6.77 beträgt die Schiffslänge  
 $136^{\circ} 22' E$  um 03 h 31 m 02 s MGZ. LHA?



Grw.Stw.	$225^{\circ} 08,1'$
Zuwachs	$+ 7^{\circ} 45,5'$
	$232^{\circ} 53,6'$
Schiffslänge	$+ 136^{\circ} 22'$
	$369^{\circ} 15,6'$
	$- 360^{\circ} 00,0'$
LHA	$= 9^{\circ} 15,6'$

## Übung:

Und nicht vergessen:

- Der LHA zählt von der Schiffslänge nach Westen!

Die Handskizze mit Blick auf den Pol – wie Seite 48/49 – erleichtert die Lösung der Aufgabe wesentlich! Der LHA ist deshalb so wichtig, weil er ein Eingang in die H.O. 249 ist. Also: Ohne LHA – keine Astronavigation – weder mit Semiversus noch mit Rechner noch mit Tafeln!

- a) geite Schiffslänge am  
11. 6. 77 um 17 h 29 m 10 s MGZ  
14° 22' W. LHA?
- b) geite Schiffslänge am  
11. 6. 77 um 02 h 53 m 21 s MGZ  
111° 14' W. LHA?
- c) geite Schiffslänge am  
1. 4. 77 um 09 h 30 m 49 s MGZ  
10° 19' E. LHA?
- d) geite Schiffslänge am  
12. 6. 77 um 22 h 54 m 04 s MGZ  
120° 29' W. LHA?
- e) geite Schiffslänge am  
1. 4. 77 um 08 h 31 m 11 s MGZ  
94° 02' E. LHA?
- f) geite Schiffslänge am  
11. 6. 77 um 23 h 31 m 14 s MGZ  
160° 24' E. LHA?
- g) geite Schiffslänge am  
1. 4. 77 um 01 h 54 m 09 s MGZ  
179° 27' W. LHA?
- h) geite Schiffslänge am  
31. 3. 77 um 22 h 30 m 47 s MGZ  
174° 39' E. LHA?

Antworten von Seite 50

- |               |               |
|---------------|---------------|
| a) 68° 01,8'  | b) 112° 14,5' |
| c) 332° 02,4' | d) 43° 04,6'  |
| e) 40° 50,7'  | f) 333° 18,0' |
| g) 28° 04,9'  | h) 331° 19,9' |

## Die Rechenortlänge, die zum ganzgradigen LHA führt:

Es reicht nicht aus, den LHA einfach auf- oder abzurunden, sondern wir müssen

auch die genaue Rechenortlänge wissen, die zu dem ganzgradigen LHA geführt hat. Denn:

Der Unterschied zwischen berechnetem und gemessenem Winkel muß am Schluß in der Seekarte vom *Rechenort* zum Gestirn hin- oder vom Gestirn weg getragen werden. Die Ergebnisse der H.O. 249 beziehen sich ja ausschließlich auf den Rechenort. Der gegebene Schiffsort hat nur eine einzige Aufgabe:

Er muß den Navigator zum *nächstgelegenen* Rechenort führen.

Ist der Rechenort mit der *nächstgelegenen* ganzgradigen Breite, dessen Länge mit dem Greenwichwinkel (Länge des Bildpunktes) den *nächsten* ganzgradigen LHA bildet, gefunden, so kann der gegebene Schiffsort ruhig vergessen werden.

Der Tafeleingang „LHA“ wird also in drei Schritten gefunden:

1. Der LHA wird aus Greenwichwinkel und gegebener Schiffslänge genau ausgerechnet (Seite 48/49).
2. Dieser LHA wird zum *nächsten* ganzgradigen LHA auf- oder abgerundet. Noch ist aber nicht die Rechenortlänge bekannt, die mit dem (vom Meßzeitpunkt genau festgelegten) Greenwichwinkel den ganzgradigen LHA bildet.
3. Bei Ost-Schiffslänge wird vom *ganzgradigen* LHA die Bildpunktlänge abgezogen, um die genaue Rechenortlänge zu erhalten.

Bei West-Schiffslänge wird von der Bildpunktlänge der *ganzgradige* LHA abgezogen, um die genaue Rechenortlänge zu erhalten.

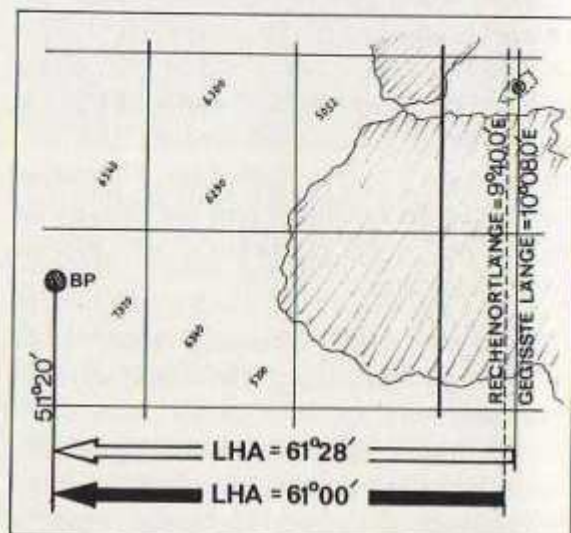
Der dritte Schritt hat also nur die Aufgabe, die Rechenortlänge zu finden, die den ganzgradigen LHA gebildet hat.

Also beispielsweise: geschätzte Schiffslänge am 31. 3. 77 um 15 h 29 m 29 s MGZ ca.  $10^{\circ} 08' E$ .

Grw.Stw.	$43^{\circ} 57,7'$
Zuwachs	$7^{\circ} 22,3'$
	$51^{\circ} 20,0'$
Schiffslänge (Ost) +	$10^{\circ} 08,0'$
LHA	$= 61^{\circ} 28,0'$

Der *nächste* ganzgradige LHA ist  $61^{\circ}$  – nicht etwa  $62^{\circ}$ , weil letzterer ja mehr als  $30'$ , nämlich  $32'$  von  $61^{\circ} 28,0'$  „entfernt“ ist. Welche Rechenortlänge bildet aber nun den LHA von  $61^{\circ}$ ? Hierzu „holen“ wir die Bildpunktlänge aus dem LHA einfach wieder heraus (siehe oben Nr. 3)!

	$61^{\circ} 00,0'$
	$- 51^{\circ} 20,0'$
Rechenortlänge:	$9^{\circ} 40' E$



Oder: geschätzte Schiffslänge am 1. 4. 77  
um 16 h 52 m 12 s MGZ ca.  $109^{\circ} 31' W$ .

	59° 02,4'
	13° 03,0'
	72° 05,4'
	+ 360° 00,0'
	432° 05,4'
	- 109° 31,0'
LHA	= 322° 34,4'

Nächster ganzgradiger LHA:  $323^{\circ}$

Bildpunktlänge	72° 05,4'
	+ 360° 00,0'
	432° 05,4'
ganzgradiger LHA	- 323° 00,0'
Rechenortlänge	109° 05,4' W

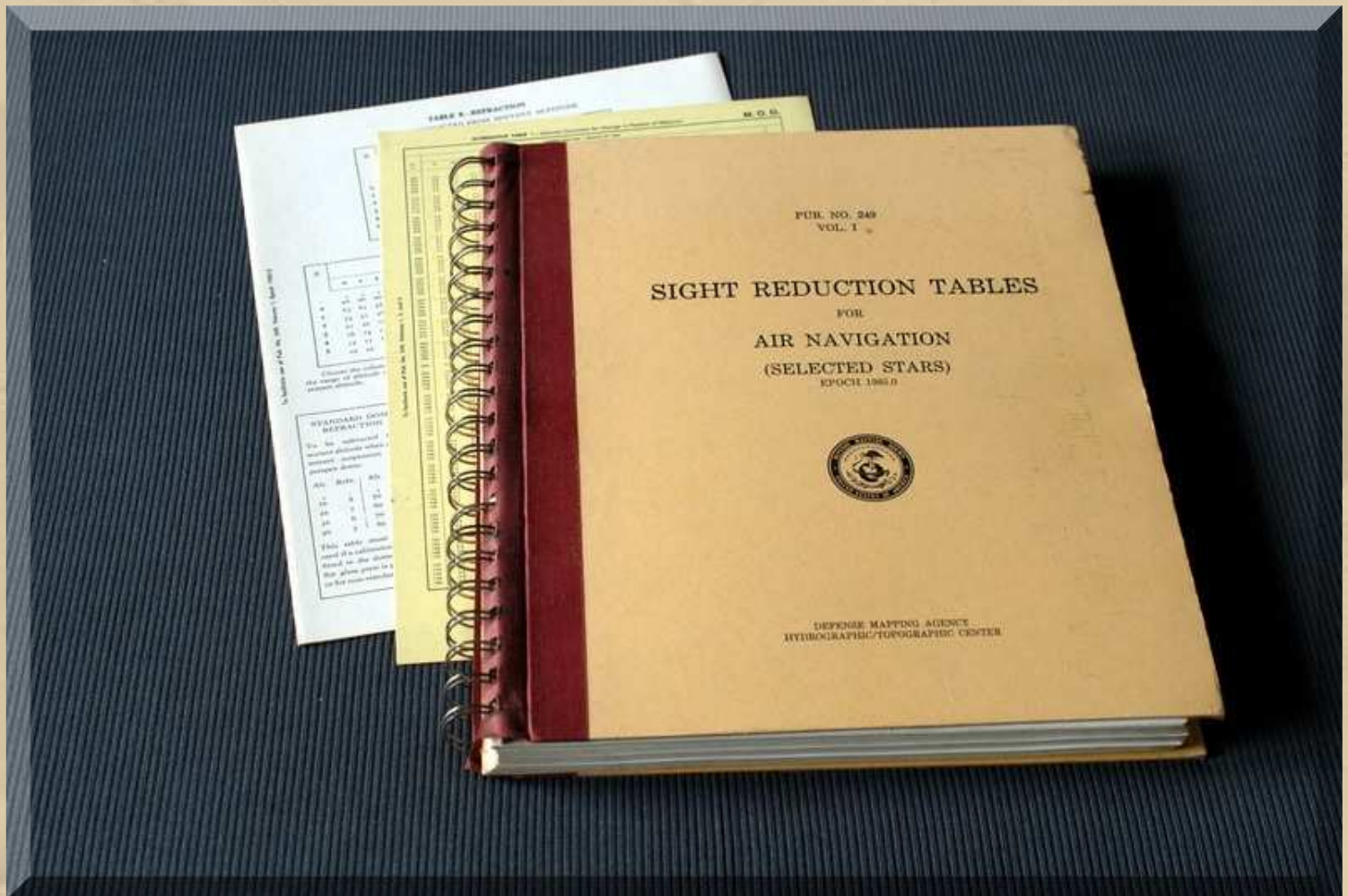
### Übung:

Bitte rechnen! Gefragt ist jeweils der nächste ganzgradige LHA und die Rechenortlänge.

- a) Am 1. 4. 77 um 17 h 53 m 24 s MGZ beträgt die gegebene Schiffslänge ca.  $65^{\circ} 24' W$ .
- b) Am 31. 3. 77 um 22 h 54 m 10 s MGZ ist das Schiff auf ca.  $140^{\circ} 01' E$ .
- c) Am 31. 3. 77 um 19 h 28 m 14 s MGZ wird die Schiffslänge mit ca.  $161^{\circ} 29' W$  gegeben.
- d) Am 12. 6. 77 um 22 h 30 m 21 s MGZ ist das Schiff ungefähr auf  $178^{\circ} 19' E$ .

- a)  $22^{\circ}/65^{\circ} 23,6' W$  b)  $303^{\circ}/140^{\circ} 28,4' E$
- c)  $310^{\circ}/161^{\circ} 02' W$  d)  $336^{\circ}/178^{\circ} 22,1' E$ .

## HO 249 Tafelwerke:



### Tafeleingänge:

ganzgradige Breite des geißten Schiffsortes,

ganzgradige Breite des Sonnenbildpunktes

ganzgradiger LHA

### Tafelausgänge:

Hc= Hight computed

Azimuth = Richtung zum Bildpunkt der Sonne

d = Differenzkorrektur der Minuten der Bildpunktbreite

- bitte gut einprägen -

Und nun die letzten Unklarheiten: Wie wir gesehen haben, benötigt man zum Zeichnen einer Standlinie den errechneten Winkel (in den Tafeln bezeichnet mit Hc = height computed) und das Azimut. Ein Blick in die Tafel zeigt uns aber, daß dort als Ergebnis drei Zahlen stehen, nämlich:

„Hc“, sowie  
 „Z“, eine Zahl, die uns dann zum Azimut führt und  
 „d“ (difference).

**Berechneter Höhenwinkel ( Hc ) :**

Direkt aus der HO249 ablesen

**Azimutermittlung ( Zn / Z ):**

Regel steht auf den HO249 Tabellen oben links und unten links

N. Lat.		DECLINATION (0°-14°) SAME NAME AS LATITUDE																																			
LHA		0°			1°			2°			3°			4°			5°			6°			7°			8°			9°			10°					
		Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z
0	49 00	+60	180	50 00	+60	180	51 00	+60	180	52 00	+60	180	53 00	+60	180	54 00	+60	180	55 00	+60	180	56 00	+60	180	57 00	+60	180	58 00	+60	180	59 00	+60	180				
1	48 59	60	179	49 59	60	178	50 59	60	178	51 59	60	178	52 59	60	178	53 59	60	178	54 59	60	178	55 59	60	178	56 59	60	178	57 59	60	178	58 59	60	178				
2	48 58	60	177	49 58	60	177	50 58	59	177	51 57	60	177	52 57	60	177	53 57	60	177	54 57	60	177	55 57	60	177	56 57	60	176	57 57	60	176	58 57	60	176				
3	48 55	60	175	49 55	59	175	50 54	60	175	51 54	60	175	52 54	60	175	53 54	60	175	54 54	60	175	55 54	60	175	56 54	59	175	57 53	60	174	58 53	60	174				
4	48 50	60	174	49 50	60	174	50 50	60	174	51 50	60	174	52 50	59	173	53 49	60	173	54 49	60	173	55 49	60	173	56 49	59	173	57 48	60	173	58 48	60	172				
5	48 45	+60	172	49 45	+59	172	50 44	+60	172	51 44	+60	172	52 44	+59	172	53 43	+60	172	54 43	+60	171	55 43	+59	171	56 42	+60	171	57 42	+59	171	58 41	+60	171				

S. Lat.		DECLINATION (0°-14°) SAME NAME AS LATITUDE																																						
LHA		0°			1°			2°			3°			4°			5°			6°			7°			8°			9°			10°								
		Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z	Hc	d	Z
65	18 36	+41	107	19 17	+42	106	19 59	+41	106	20 40	+41	105	21 21	+40	104	22 01	+41	103	22 42	+40	102	23 22	+40	102	24 02	+39	101	24 41	+40	100	25 21	+39								
66	17 53	41	106	18 34	41	106	19 15	41	105	19 56	41	104	20 37	40	103	21 17	40	102	21 57	40	102	22 37	40	101	23 17	40	100	23 57	39	99	24 36	39								
67	17 09	41	106	17 50	41	105	18 31	41	104	19 12	40	103	19 52	41	103	20 33	40	102	21 13	40	101	21 53	39	100	22 32	40	99	23 12	39	99	23 51	39								
68	16 25	41	105	17 06	41	104	17 47	41	103	18 28	40	103	19 08	40	102	19 48	40	101	20 28	40	100	21 08	40	99	21 48	39	99	22 27	39	98	23 06	39								
69	15 42	40	104	16 22	41	103	17 03	40	103	17 43	41	102	18 24	40	101	19 04	40	100	19 44	39	100	20 23	40	99	21 03	39	98	21 42	39	97	22 21	39								

**“d“ = difference:**

Da wir in die HO249 Tabellen mit der ganzgradigen Declination eingehen, müssen wir noch die Verbesserung mit Hilfe der Table 5 feststellen.

Dieses „d“ zeigt lediglich eine Verbesserung an, die wir deshalb bei Hc noch vornehmen müssen, weil wir in die Tafel nicht mit der minutengenauen Declination eingegangen sind, sondern lediglich volle Grade benutzt haben.

Um Mißverständnisse hier auszuschalten, sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Benutzung des Einganges für die Declination nur deshalb *zunächst* ganzgradig erfolgt, weil später mit Hilfe von „d“ die Declination um ihre Minuten verbessert wird. Dies hat nichts mit den Auf- oder Abrundungen der Rechenortbreite oder des LHAs zu tun.

Sehen wir uns deshalb einmal in der Tafel für 41° Breite und 18° Declination (beides mit gleichen Vorzeichen, also beides Nord oder Süd) den berechneten Winkel „Hc“ bei einem LHA von 35° an.

„Hc“ beträgt dort 52° 15'. Rücken wir eine Spalte weiter nach rechts, dann haben wir ein Hc für eine Declination von 19° mit 52° 57'. Der Unterschied zwischen diesen beiden Winkeln beträgt genau 42', also die Anzahl, die durch „d“ angegeben ist. Das Ganze läuft auf eine ganz einfache Dreisatzrechnung hinaus, die da lautet: Wenn Hc bei 18° Declination 52° 15' und bei 19° Declination 52° 57' war, wie groß ist „Hc“ beispielsweise bei einer Declination von 18° 30'?

Um diese Ausrechnung zu erleichtern, ist in der H.O. 249 die Tafel 5 (Anlage 3) mit den beiden Eingängen „d“ und der Minutenanzahl der Declination beigegeben – Ergebnis: 21'.

Ob die Verbesserung hinzuzuzählen oder abzuziehen ist, ergibt sich entweder aus einem Vergleich des Hc's bei 18° Declination und dem Hc bei 19° Declination – oder (viel einfacher!) aus dem Vorzeichen bei „d“, das aus Gründen der Übersichtlichkeit nur bei jeder fünften LHA-Zeile in der H.O. 249 geschrieben ist.

Aber nochmals: Im Gegensatz zum Tafelgang der Breite wird die Declination nicht etwa auf- oder abgerundet, sondern man geht in die Tafel zunächst mit der vollen Gradzahl der Declination ein und verbessert anschließend Hc wegen der verbleibenden Minutenzahl der Declination. Deshalb wird – anders als bei Breite und LHA – immer die nächst niedere volle Gradzahl der Declination benutzt!

Dabei wird klar, warum es unsinnig ist, die Bildpunktweite (Declination) auf Bruchteile von Minuten zu berechnen (Seite 20). Denn in der Tafel 5 finden nur volle Minuten Eingang, so daß es nicht

N. Lat.		LHA greater than 180°..... 2n-2		LHA less than 180°..... 2n-360-2		DECLI						
		15°		16°		17°		18°		19°		
LHA	Hc	d	z	Hc	d	z	Hc	d	z	Hc	d	
0	06 00	+08	180	05 00	+08	180	06 00	+08	180	07 00	+08	180
1	06 59	00	178	04 59	00	178	05 59	00	178	06 59	00	178
2	05 57	39	176	04 56	39	176	05 56	39	176	06 56	39	176
3	05 52	46	174	04 52	46	174	05 52	46	174	06 52	46	174
4	05 46	46	171	04 46	46	171	05 46	46	171	06 46	46	171
5	05 36	00	169	04 38	00	169	05 37	00	168	06 36	00	168
6	05 29	59	167	04 28	59	167	05 27	59	166	06 26	59	166
7	05 18	59	165	04 17	59	164	05 15	59	164	06 14	59	163
8	05 05	59	163	04 04	59	162	05 02	59	162	06 00	59	161
9	04 51	58	161	03 49	58	160	04 47	57	159	05 44	56	157
10	04 35	+08	159	03 35	+08	158	04 30	+08	157	05 27	+08	156
11	04 18	32	157	03 15	32	156	04 12	32	155	05 08	32	154
12	04 09	32	155	02 56	32	154	03 52	32	153	04 48	32	152
13	04 01	39	153	02 33	39	152	03 31	39	151	04 26	39	150
14	03 18	55	151	02 13	55	150	03 08	55	149	04 03	54	148
15	03 05	+08	149	01 50	+08	148	02 43	+08	147	03 39	+08	146
16	02 51	55	147	01 26	55	146	02 19	55	145	03 13	55	144
17	02 06	54	146	01 00	54	145	01 53	54	144	02 46	54	143
18	01 49	52	144	00 53	52	143	01 25	52	142	02 18	52	141
19	01 13	52	142	00 05	52	141	00 57	52	140	01 49	51	139
20	00 45	+08	141	00 36	+08	140	00 28	+08	138	01 19	+08	137
21	00 15	35	139	00 06	35	138	00 57	35	137	00 47	35	136
22	00 18	33	137	00 36	33	136	00 26	33	135	00 15	33	134
23	00 14	30	136	00 04	30	135	00 53	30	134	00 42	30	133
24	00 42	29	134	00 31	29	133	00 20	29	132	00 09	29	131
25	00 09	+08	133	00 58	+08	132	00 48	+08	131	00 38	+08	130
26	00 35	49	132	00 24	49	131	00 12	49	129	00 59	48	128
27	00 01	48	130	00 49	48	129	00 36	48	128	00 23	48	127
28	00 26	47	129	00 13	47	128	00 00	47	127	00 46	46	126
29	00 51	46	128	00 37	46	127	00 24	46	126	00 09	46	125
30	01 14	44	126	00 01	44	125	00 46	44	124	00 31	44	123
31	00 37	46	125	00 25	46	124	00 08	46	123	00 53	46	122
32	00 00	45	124	00 45	45	123	00 30	45	122	00 14	45	121
33	00 22	44	123	00 07	44	122	00 51	44	121	00 35	44	120
34	00 44	44	121	00 20	44	120	00 12	44	119	00 55	44	118
35	00 05	+08	120	00 49	+08	119	00 32	+08	118	00 15	+08	117
36	00 26	43	119	00 09	43	118	00 52	43	117	00 35	43	116
37	00 46	43	118	00 29	43	117	00 12	43	116	00 56	43	115
38	00 06	43	117	00 49	43	116	00 31	43	115	00 14	43	114
39	00 25	43	116	00 08	43	115	00 50	43	114	00 31	43	113
40	00 44	42	115	00 26	42	114	00 08	42	113	00 49	42	112
41	00 03	42	114	00 45	42	113	00 26	42	112	00 07	42	111
42	00 22	41	113	00 03	41	112	00 44	41	111	00 24	41	110
43	00 40	41	112	00 21	41	111	00 02	41	110	00 42	40	109



nur praktischer, sondern bei Verwendung der H.O. 249 auch richtiger ist, gleich bei der Berechnung der Bildpunktbreite großzügig auf volle Minuten auf- oder abzurunden.

Nun haben wir alles zum Zeichnen der Standlinie, bis auf das Azimut, denn die Zahl Z ist nicht immer das Azimut. Je nachdem, ob wir auf der Nordhalbkugel oder auf der Südhalbkugel herumskippeln, müssen wir die Zahl Z noch geringfügig umrechnen, um das Azimut zu bekommen. Auch hier werden wir der Gedankenarbeit enthoben durch die Merkgeregeln auf jeder Tafelseite links unten und links oben, die uns genau angeben, wie wir Z noch umrechnen müssen. Für den Englischsprechenden kein Problem, für uns gute Deutsche noch einmal übersetzt:

LAT. (latitude)	= Breite
greater than	= größer als
less than	= kleiner als
Zn	= Azimut

Nebenbei: Die Nichtbeachtung dieser kleinen Regel in der H.O. 249 durch zwei deutsche Schiffsoffiziere (!) hat 1958 zur Strandung des Motorschiffes „Pelion“ bei Mombasa geführt.

Die Standlinie ergibt sich dann wie folgt: In die Seekarte wird der Rechenort eingezeichnet, durch den Rechenort das Azimut gelegt und anschließend der Unterschied in Minuten zwischen berechneter und gemessener Höhe festgestellt. Erinnern wir uns an das Beispiel mit dem

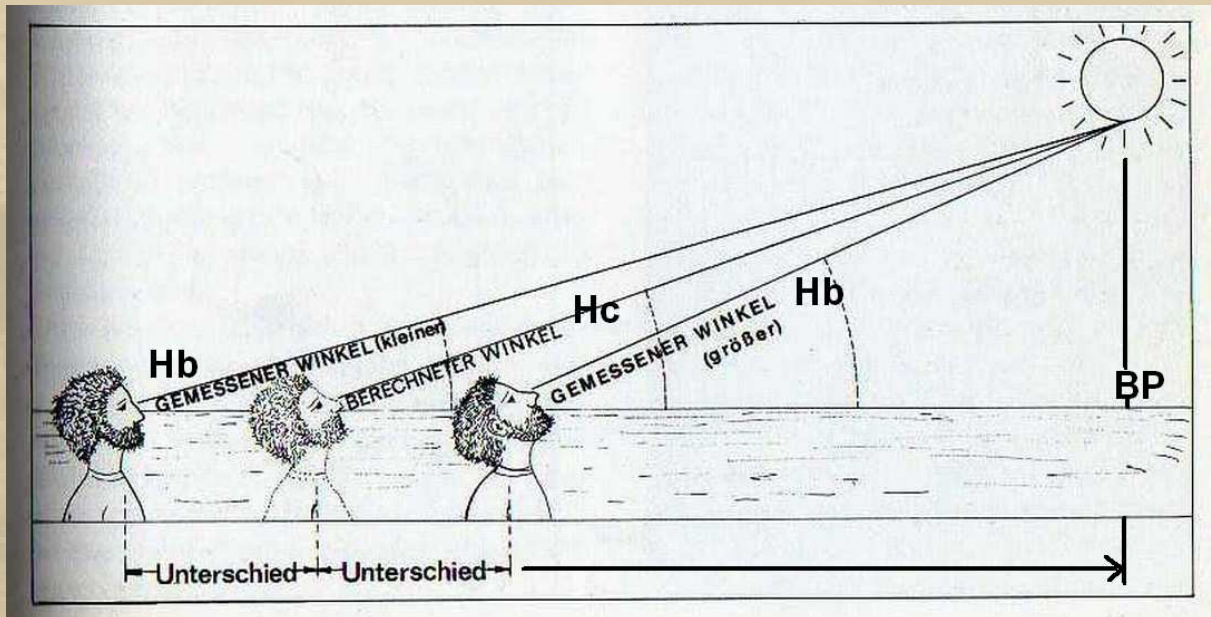
Leuchtturm! Ist der gemessene Winkel größer gewesen, müssen wir also mehr zum Leuchtturm aufsehen, so sind wir tatsächlich näher dran und müssen den Unterschied in Minuten als Seemeilen von dem Rechenort (für den also der Winkel berechnet worden war) zum Gestirn auf dem Azimutstrahl abtragen und dann senkrecht auf dem Azimut die Standlinie errichten. Wir denken doch noch daran: Die Standlinie ist ein Stückchen des Kreises um den Bildpunkt des Gestirns (analog zu unserem Beispiel von dem Kreis um den Fußpunkt des Leuchtturms). Eine Gerade können wir nur deshalb zeichnen, weil der Kreis außerordentlich groß ist.

Bevor jetzt das erste Beispiel einer Standlinie gleich mal durchgerechnet wird, erinnern wir uns noch einmal daran, daß jede Gestirnmessung für die Arbeit auf dem Papier von Unzulänglichkeiten in der Praxis (Lichtbrechung, Höhe des Beobachters, fehlende Sichtverhältnisse zum wahren Horizont, Messung des Sonnenunterrandes usw.) mit der Gb „gereinigt“ werden muß. Schon bei der Mittagsbreite haben wir zu diesem Zweck die Anwendung der Gb-Tafel (Anlage 9) kennengelernt. Natürlich kann jeder Leser so genau rechnen, wie er es gerne tut. Ich empfehle aber in der Praxis bei Sonnenmessungen die vereinfachte Gb-Tafel von Seite 28, deren drei Zahlen wir überallhin notieren können. Allen Übungsaufgaben in diesem Buch liegt die vereinfachte Gb-Tafel mit einer Augeshöhe von 2 Metern zugrunde.





**PAUSE**



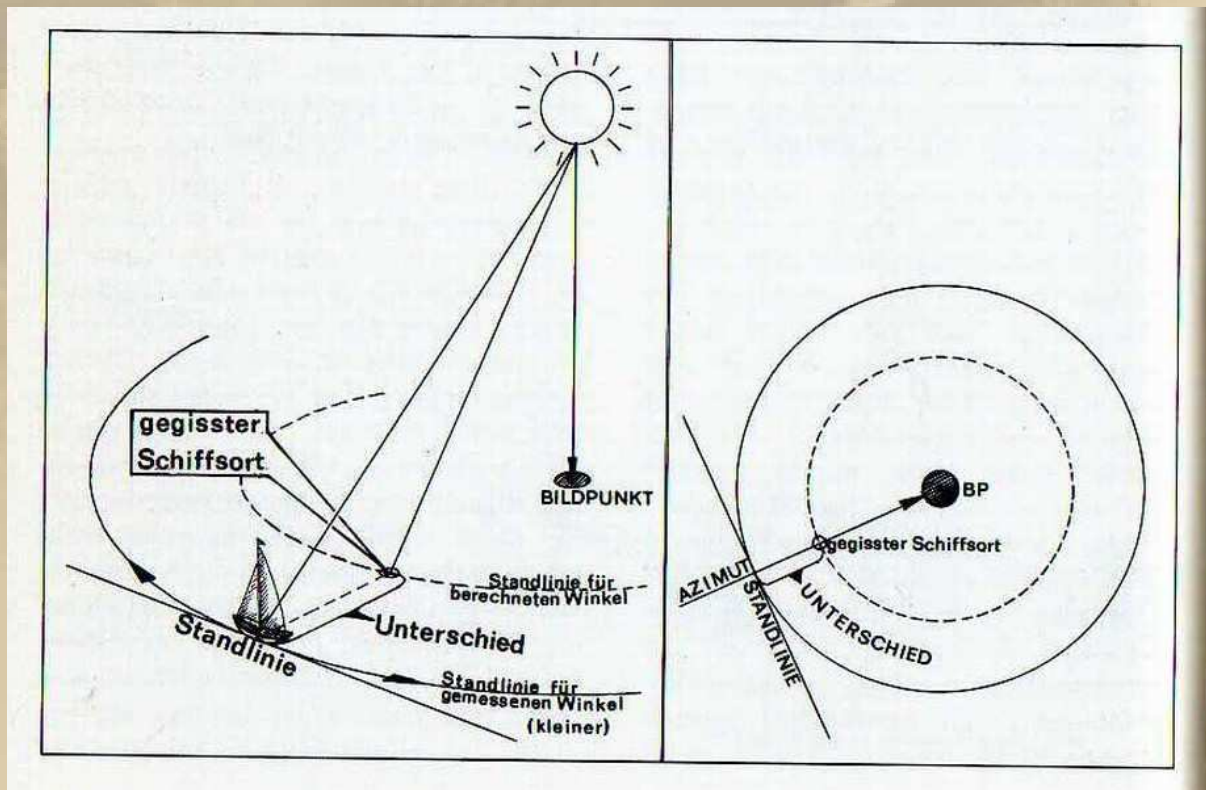
### Der Trick mit dem gegißten Schiffsort

Feststellung:

$H_b > H_c$ , dann befindet man sich näher dran am Bildpunkt

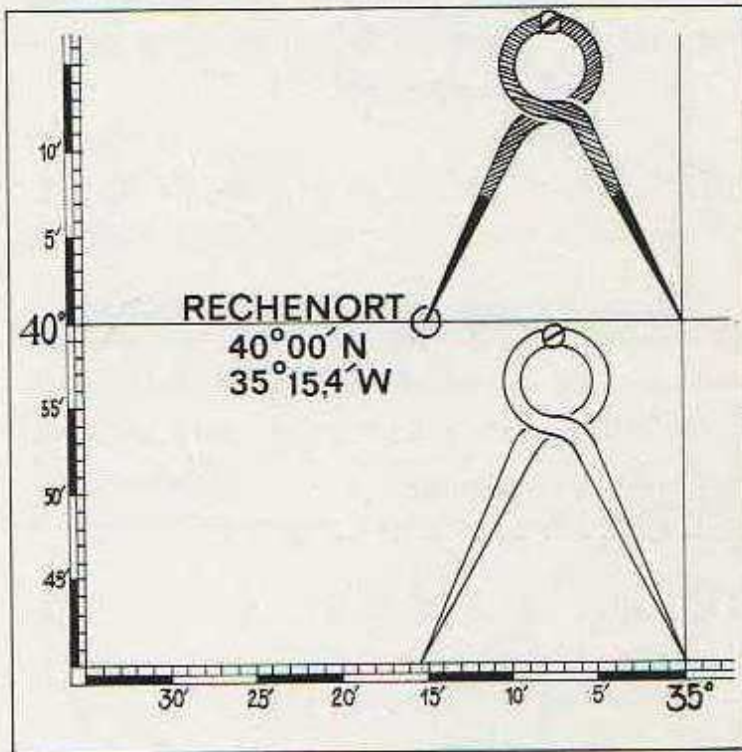
$H_c > H_b$ , dann befindet man sich weiter weg vom Bildpunkt

- stur auswendig lernen -

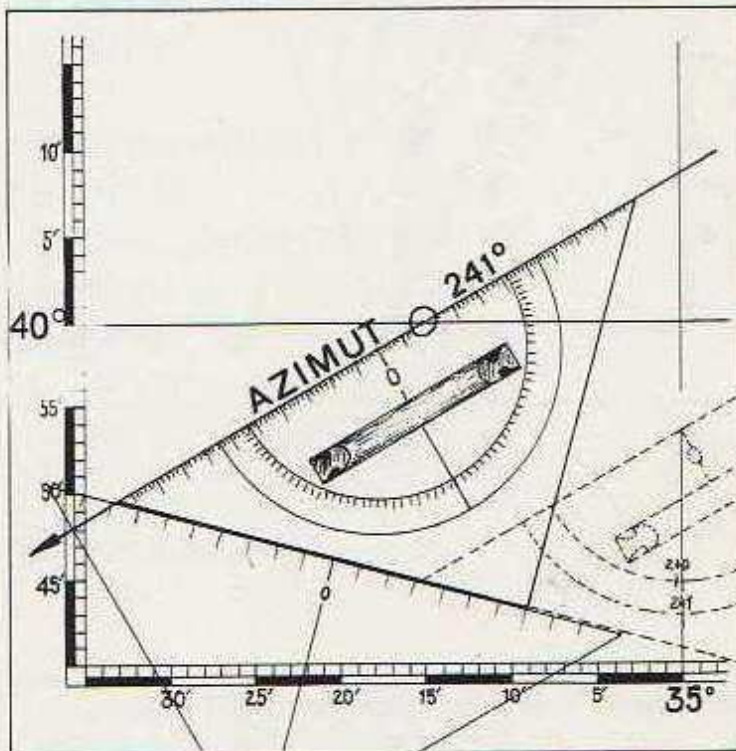


## Das Zeichnen einer Standlinie:

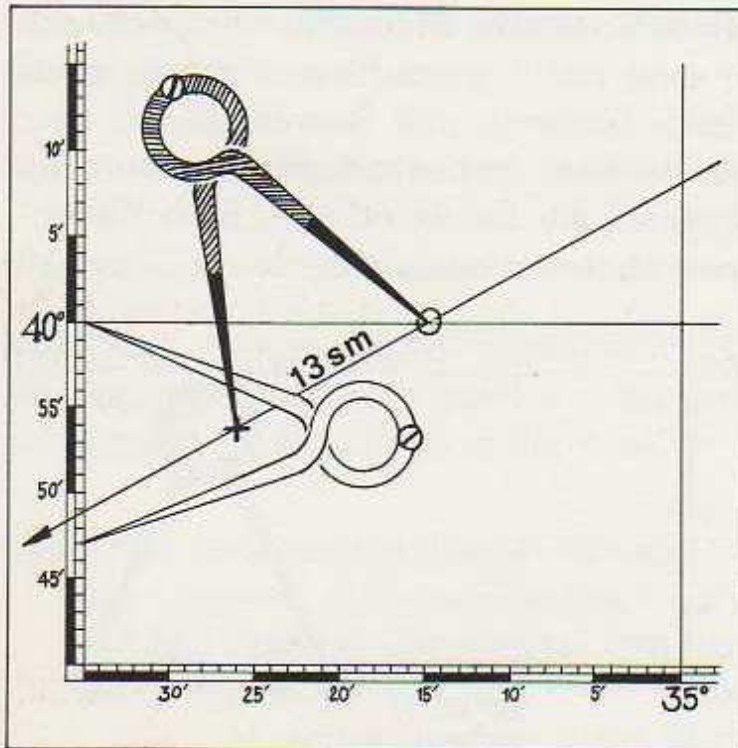
### 1. Rechenort einzeichnen



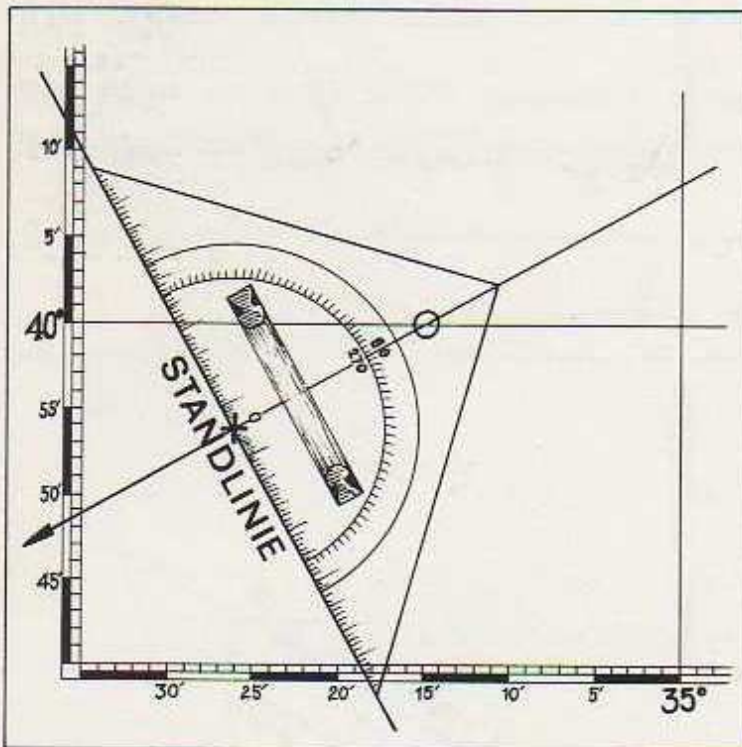
### 2. Azimut einzeichnen



### 3. Unterschied einzeichnen



### 4. Standlinie zeichnen



..... aber in der Praxis hat man sicherlich keine Seekarte (Übersegler) in diesem Maßstab, um eine Standlinie zu zeichnen.

## Die hausgemachte Seekarte:

# XVI. Die hausgemachte Seekarte

Wenn sich weder die Seekarte gerade zur Astronavigation eignet, noch eine Leerkarte zur Verfügung steht, so läßt sich auf einfache Weise auf jedem Blatt Papier eine Leerkarte „konstruieren“. Das ist nicht etwa eine Notlösung, sondern bei nur wenig Übung sicher die praktischste Lösung. Ich habe mit dieser Methode jahrelang mit Vergnügen gearbeitet.

Das Prinzip besteht darin, daß zeichnerisch auf simple Art das für die jeweilige Breite richtige Verhältnis in Längen- und Breitenminuten (das auch der Mercator-Projektion zugrundeliegt) dargestellt

wird. Der Clou ist eine Hilfslinie, die durch den Schnittpunkt des betreffenden Breitengrades mit einem Längengrad verläuft und mit dem Breitengrad genau den jeweiligen Winkel der betreffenden Breite bildet. Als Maßstab nehme man am besten 2 mm pro Breitenminute oder Seemeile. Dann können Entfernungen und Breitenminuten direkt gemessen oder gezeichnet werden. Die Länge dagegen muß senkrecht (zum Breitengrad) auf die Hilfslinie übertragen werden, um sie dann nur von der Hilfslinie mit 2 mm pro Längenminute herauszumessen. Will man eine Länge einzeichnen, gehe man den umgekehrten Weg: Längenminuten zu je 2 mm auf der Hilfslinie auftragen und durch den so erhaltenen Punkt eine Senkrechte (zum Breitengrad) ziehen.\*) Manchem Leser ist das jetzt zu schnell gegangen, deshalb gleich eine Standlinie:

Am 12. 6. 77 um 11 h 31 m 12 s MGZ wird bei Totenflaute der Sonnenunterrand mit  $39^{\circ} 25'$  am Sextanten gemessen. Der Skipper schätzt seinen Schiffsort auf:  $40^{\circ} 04' N$ ;  $50^{\circ} 10' W$ .

Das Gedankenschema von Seite 56 zugrunde gelegt ergibt jeweils folgende Antworten:

(Bitte vor dem Weiterlesen unbedingt selbst – ohne zu „spicken“ – die Antworten Nr. 1–17 niederschreiben! Wenn sie nicht alle richtig sind, sofort dem Fehler auf den Grund gehen. Wenn noch etwas unklar ist, hilft vielleicht Seite 101 weiter.)

1.  $40^{\circ} N$
2.  $23^{\circ} 10' N$
3.  $23^{\circ}$
4. LAT  $40^{\circ}$  DECLINATION SAME NAME AS LATITUDE (Anlage 1)
5. Grw.Stw.  $345^{\circ} 04,0'$   
Zuwachs  $+ 7^{\circ} 48,0'$   

---

 $352^{\circ} 52,0'$
6.  $352^{\circ} 52,0'$   
 $- 49^{\circ} 52,0'$   

---

LHA  $303^{\circ} 00,0'$
7.  $49^{\circ} 52,0' W$
8.  $39^{\circ} 26' / + 33/92^{\circ}$
9.  $33/10$
10. 6
11. hinzugezählt
12.  $39^{\circ} 32'$
13. Z = Azimut (Zn), also  $92^{\circ}$
14. siehe Nr. 1 und Nr. 7
15.  $39^{\circ} 37'$
16.  $39^{\circ} 37'$   
 $- 39^{\circ} 32'$   

---

 $05'$
17. zur Sonne hin

\*) Aufpassen! Bei Westlänge zählt die Länge nach „links“ – bei Ostlänge nach „rechts“.

WERTE ZUM ZEITPUNKT DER SEXTANTENMESSUNG ( Sonne ): UNTERRAND

Datum: 12 T 06 M 77 J

UTC: 11 h 31 min 12 sec

Og: N / ~~W~~ 40 ° 04 ' ; W / ~~N~~ 050 ° 10 ' Hb: 39 ° 25 '

Logge: \_ \_ \_ sm Kurs: \_ \_ \_ ° Kn: \_ , \_ Vers: \_ \_ , \_ sm

TABELLEN- u. RECHENWERTE:

BILDUNKTBREITE ( DECLINATION ) ( ganzgradig )	<u>23</u> ° ( <u>10</u> ' ) N / <del>W</del> <<=====	
Grw.Stw. ( volle UTC h )	<u>345</u> ° <u>04</u> , <u>0</u> ' TTT	
" Zuwachs ( für <sup>11</sup> min. , <sup>12</sup> sec. )	+ <u>07</u> ° <u>48</u> , <u>0</u> ' AAA	
BILDUNKTLÄNGE ( 1 )	<u>352</u> ° <u>52</u> , <u>0</u> ' FFF	
falls Westlänge > Bildpunktlänge	+ <u>360</u> <u>00</u> <u>0</u> EEE	
BILDUNKTLÄNGE ( 2 )	<u>352</u> ° <u>52</u> , <u>0</u> ' LLL	
./ . West- + Ostlänge	+ / <del>W</del> <u>050</u> ° <u>10</u> , <u>0</u> ' EEE	
Local Hour Angel ( LHA )	<u>302</u> ° <u>42</u> , <u>0</u> ' III	
falls LHA > 360	- <u>360</u> <u>00</u> <u>0</u> NNN	
L H A	<u>302</u> ° <u>42</u> , <u>0</u> ' GGG	
GANZGRADIGER L H A	<u>303</u> ° <<===== HHH	
BILDUNKTLÄNGE ( 1 bzw. 2 )	<u>352</u> ° <u>52</u> , <u>0</u> ' OOO	
* RECHENORTLÄNGE ( die LHA ganzgradig macht )	W / <del>N</del> <u>049</u> ° <u>52</u> , <u>0</u> ' 222	444
* GANZGRADIGE RECHENORTBREITE ( Og )	<u>40</u> ° <u>00</u> <u>0</u> ' N / <del>W</del> <<=====	999
TAFELANGÄNGE: ( HO 249 )	Hc d Z	
	<u>39</u> ° <u>26</u> ' + <u>33</u> <u>092</u> ° 360	
Hc Ber.f. ( <u>10</u> ' )	+ <u>06</u> ' + - Z _ _ _	
Min. d. Decl.	+ + + >>> <u>092</u> * AZIMUT	
Genauer Hc	<u>39</u> ° <u>32</u> ' + + + >>> <u>092</u> * AZIMUT	
Hb ( incl. Gb )	<u>39</u> ° <u>37</u> ' ( Hb <u>39</u> ° <u>25</u> ' + Gb Sonne <u>12</u> ' )	
* DELTA H	<u>05</u> sm zum BP hin / <del>vom BP weg</del>	

Gb Sonne für Hb bei Ah=2m : >20 = 11' >25 = 12' >40 = 13'

Hb > Hc , dann Delta H in Richtung Bildpunkt abtragen

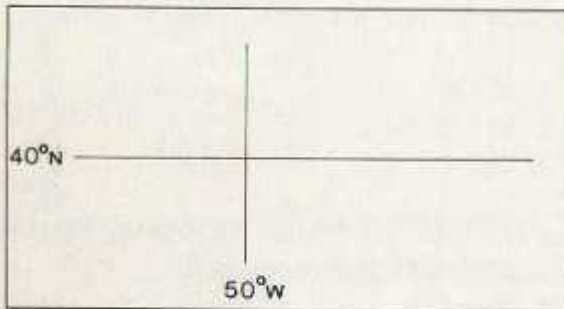
\* = WERTE FÜR SEEKARTENEINTRAGUNG



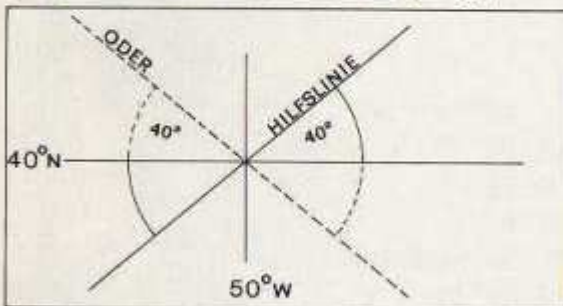
Und so wird die Standlinie in unsere „hausgemachte Seekarte“ hineinkonstruiert:

Die Arbeitsgänge sind also in dieser Reihenfolge:

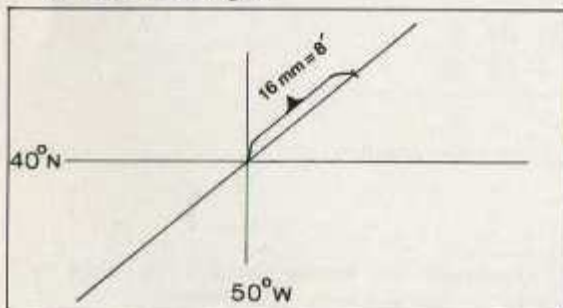
1. Koordinatensystem mit  $40^\circ$  N und  $50^\circ$  W zeichnen.



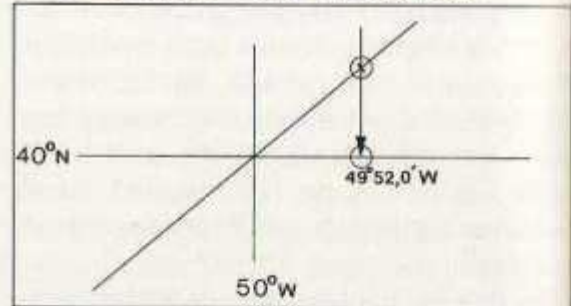
2. Hilfslinie mit Winkel der betreffenden Breite (also  $40^\circ$ ) errichten. (Ob sie von links unten nach rechts oben oder umgekehrt verläuft, ist gleichgültig.)



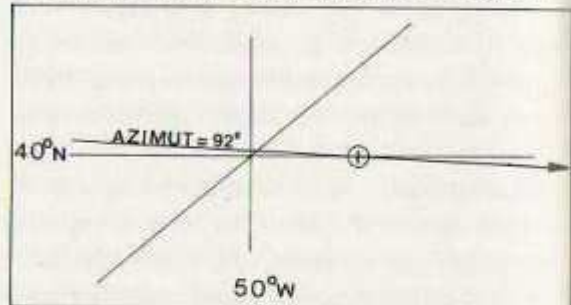
3. 8 Längenminuten auf der Hilfslinie als 16 mm auftragen.



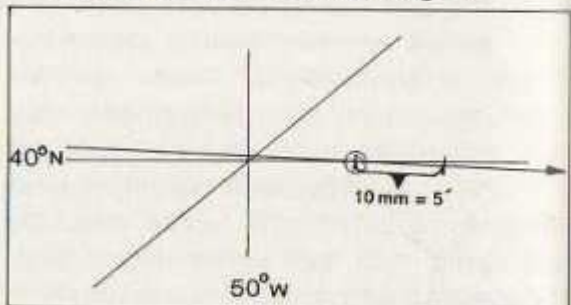
4. Senkrecht darunter den Rechenort auf  $40^\circ$  N mit  $49^\circ 52,0'$  W zeichnen.



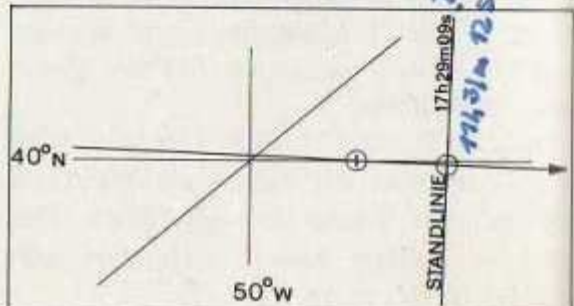
5. Azimut ( $92^\circ$ ) durch Rechenort legen.



6. Den Unterschied ( $5' = 10$  mm) auf dem Azimut zur Sonne hin abtragen.



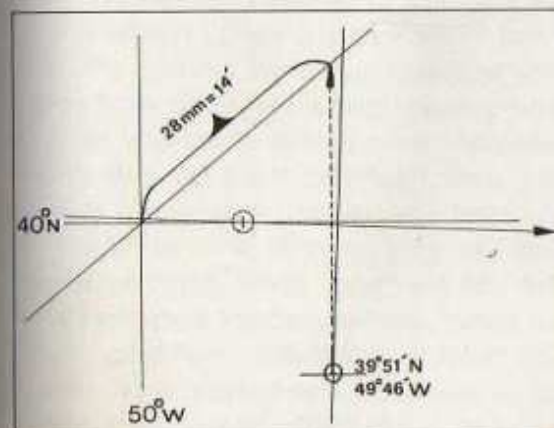
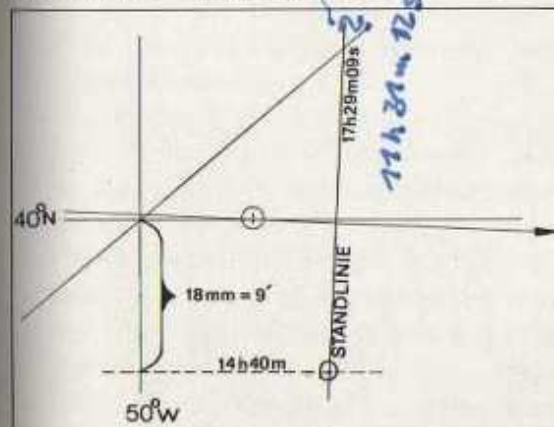
7. Dort senkrecht zum Azimut: Standlinie



Eine Standlinie ist zwar unter Umständen schon eine Menge wert, doch ein Schiffsort ergibt sich immer erst aus dem Schnittpunkt zweier Standlinien. Deshalb mißt der Skipper im obigen Beispiel gegen 14 h 40 m MGZ die Mittagsbreite, wobei der Sonnenunterrand am Sextanten mit  $73^{\circ} 06'$  abgelesen wird. (Seite 27)

$$\begin{array}{r}
 \text{Breite} = \quad 90^{\circ} 00' \\
 \quad \quad + 23^{\circ} 10' \\
 \hline
 \quad \quad 113^{\circ} 10' \quad (\text{Sextanten-} \\
 \quad \quad - 73^{\circ} 19' \quad \text{winkel} + \text{Gb}) \\
 \hline
 \quad \quad 39^{\circ} 51'^*
 \end{array}$$

Das ergibt dann einen fertigen Schiffsort, der in folgenden Schritten – umgekehrt wie vorher – herausgemessen wird:



Jetzt der Ernstfall: Am 12. 6. 77 dümpelt die Yacht *Circe* bei Flaute mit kaputter Maschine auf einem gegibtten Schiffsort von  $41^{\circ} 10' N$  und  $22^{\circ} 22' W$ . Um 10 h 54 m 14 s MGZ mißt der Navigator bei einer Augeshöhe von ca. 2 m den Sonnenunterrand mit  $52^{\circ} 36'$ . Gegen Schiffsmittag mißt er noch einmal den Sonnenunterrand um 13 h 29 m 32 s MGZ in einem Winkel von  $71^{\circ} 50'$ .

Wie lautet der Schiffsort?

Weitere zwei Stunden später – es bläst immer noch kein Hauch – wird noch einmal der Sonnenunterrand um 15 h 30 m 12 s MGZ mit  $58^{\circ} 56'$  gemessen. Ist irgendeine Stromversetzung festzustellen?

Beim Zeichnen haben wir sicher festgestellt, daß die Vielzahl der Linien (Hilfslinie, Standlinie, Azimut) leicht zur Verwirrung führen kann. Man versuche deshalb anfangs, das Azimut jeweils so leicht wie möglich zu zeichnen, um es dann mit fortschreitender Übung ganz weglassen zu können. Gerade die in Deutschland gebräuchlichen Kartendreiecke gewährleisten auch dann Zuverlässigkeit, wenn das Azimut überhaupt nicht mehr gezeichnet wird.

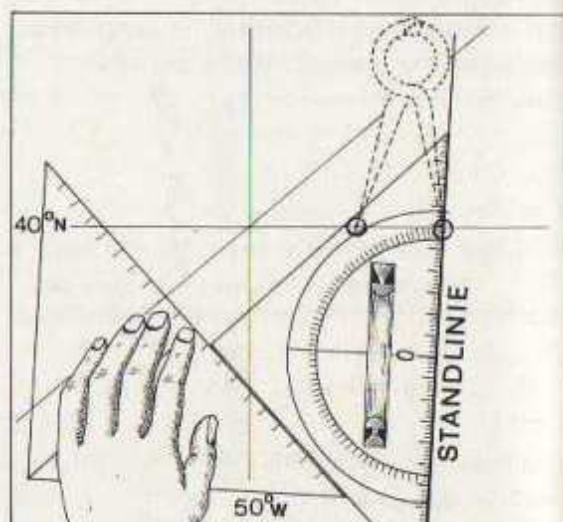
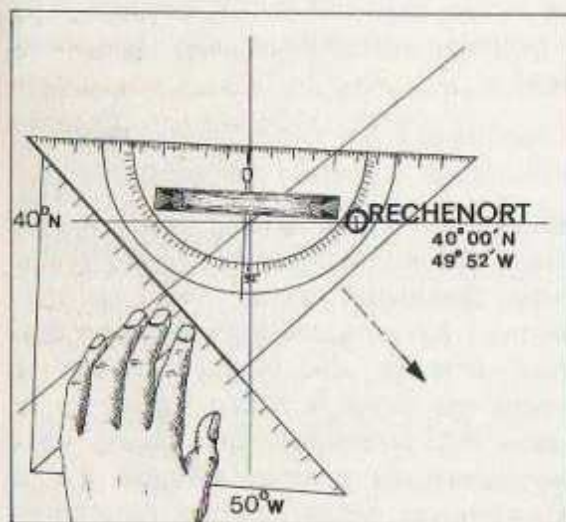
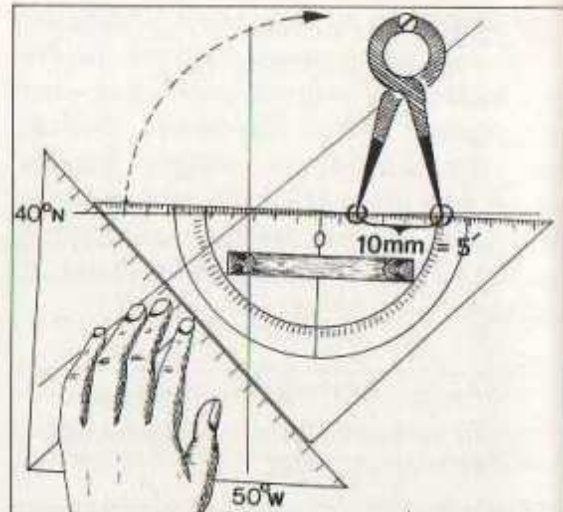
\*) Übrigens: Bequemer läßt sich das rechnen, wenn für  $90^{\circ} 00'$  einfacher gleich  $89^{\circ} 60'$  genommen wird, was ja dasselbe ist ( $60' = 1^{\circ}$ )

$$\begin{array}{r}
 89^{\circ} 60' \\
 + 23^{\circ} 10' \\
 \hline
 112^{\circ} 70' \\
 - 73^{\circ} 19' \\
 \hline
 39^{\circ} 51' \text{ Breite}
 \end{array}$$

Der „Trick“ besteht lediglich darin, daß auf der langen Seite des Dreiecks (= Azimut) der Unterschied mit dem Zirkel deutlich markiert wird. Anschließend wird das Dreieck um 90 Grad gedreht und wiederum die lange Seite durch die Markierung gelegt. Die Standlinie ist fertig.

(Hierzu ein paar Tips: Den „Unterschied“ schon vor Zeichenbeginn mit dem Zirkel abgreifen; während des ganzen Zeichenvorganges das Anlegedreieck fest auf die Unterlage legen.)

Unbedingt mit Dreiecken nachvollziehen!



### XVII. Die „Versegelung“ astronomischer Standlinien

Zunächst noch eine Aufgabe: Am 1. 4. 77 befindet sich die Yacht *Südwind* bei ihrer Reise nach Tokio auf einem gegißten Schiffsort von  $40^{\circ} 33' N$  und  $152^{\circ} 22' E$ . Der rechtweisende Schiffskurs beträgt  $292^{\circ}$  und die Geschwindigkeit der *Südwind* ist unter Vollzeug gleichbleibend 7 Knoten. Am späten Vormittag, genau um 0 h 29 m 26 s MGZ mißt der Skipper aus einer Augeshöhe von 2 m den Sonnenunterrand und erhält einen Winkel am Sextanten von  $48^{\circ} 44'$ . Bitte unbedingt vor dem Weiterlesen nunmehr die Standlinie zeichnen! Übrigens befand sich die Yacht *Circe* am 12. 6. 77 auf  $41^{\circ} 07' N$  und  $22^{\circ} 39' W$ . Deutlicher Stromeinfluß konnte bis zur dritten Messung nicht festgestellt werden.\*)

Der Skipper der *Südwind*, der ja mit einer Vormittagsstandlinie alleine nicht sehr viel anfangen kann, entschließt sich, noch die Mittagshöhe zu messen, um so zu einem guten Schiffsort zu kommen. Natürlich wird er den ungefähren Zeitpunkt für die Mittagshöhe vorausberechnen (siehe Seite 30). Wir wissen doch noch: Schiffsmittag ist dann, wenn sich die Sonne (und ihr Bildpunkt) auf der gleichen Länge wie das Schiff befindet. Wir können für diese Vorausberechnung trotz der erheblichen Geschwindigkeit in westlicher Richtung der *Südwind* ruhig den gegißten Schiffsort vom Vormittag hernehmen, da sich die Sonne ja – scheinbar – 4 Minuten lang auf dem höchsten Punkt ihrer Bahn aufhält. Diesen Zeitpunkt können wir aber auch mit dem gegißten Schiffsort ausreichend genau vorausberechnen, auch wenn die *Südwind* zwischenzeitlich ihre Länge um

einige Längenminuten verändert haben sollte. Zu welcher ungefähren Uhrzeit muß also der Navigator der *Südwind* an Deck gehen?

Anschließend mißt der Navigator den Sonnenunterrand mit einem Winkel von  $53^{\circ} 23'$ , nachdem er zuvor im Sextanten aufmerksam beobachtet hat, daß die Sonne mehrere Minuten lang nicht mehr gestiegen ist. Auf welcher Breite befindet sich die *Südwind*?

Natürlich kann jetzt die Standlinie von 0 h 29 m 26 s MGZ nicht einfach mit der Mittagsbreite zum Schnittpunkt gebracht werden, um so einen Schiffsort zu erhalten. Denn seit der Sonnenmessung um 0 h 29 m 26 s MGZ ist die *Südwind* ja auf einem rechtweisenden Kurs von  $292^{\circ}$  und einer Geschwindigkeit von 7 Knoten weitergelaufen. Das macht immerhin bis zu Schiffsmittag um 1 h 55 m MGZ eine Strecke von 10 sm. Würde der Navigator für den Mittagsstandort des Schiffes also die Vormittagsstandlinie einfach verwenden, so wäre diese Standlinie um diese Anzahl von Seemeilen falsch. Das ist eine ganze Menge, wenn man bedenkt, daß die Vormittagsstandlinie immerhin bei guter Messung auf ein bis zwei Seemeilen genau sein könnte.

Glücklicherweise gibt es ein sehr einfaches Mittel, um mit dieser Schwierigkeit fertig zu werden: Die Vormittagsstandlinie muß *versegelt* werden. Hierzu brauchen wir sie in der Zeichnung nur in der rechtweisenden Kursrichtung um die

\*) Auf Grund von Zeichnungsgenauigkeiten und uneinheitlichen Auf- und Abrundungen können durchaus Abweichungen von den Musterlösungen von 1 Seemeile entstehen. Beträgt die Abweichung aber 2 Seemeilen und mehr, liegt ein Fehler vor.

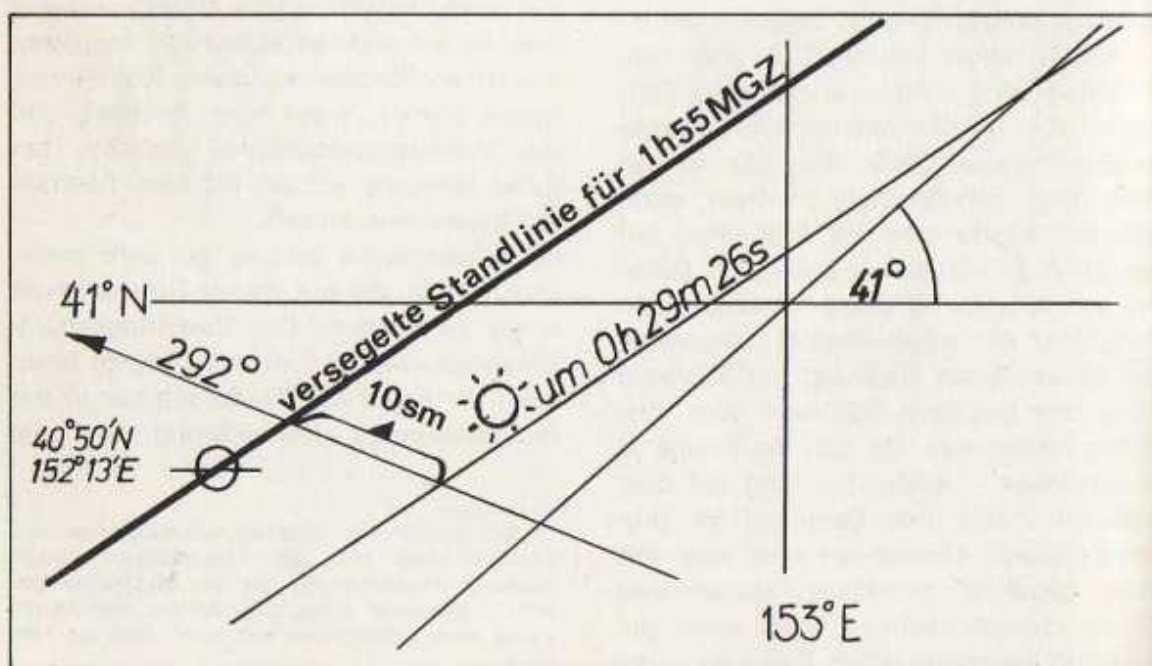
zwischen den beiden Meßzeitpunkten zurückgelegte Strecke parallel zu verschieben.

Erst jetzt sollten wir die Mittagsbreite in die Zeichnung einsetzen. Ihr Schnittpunkt mit der versiegelten Standlinie ist der Schiffsort der *Südwind* um 1 h 55 m MGZ. Welche Koordinaten hat er?

Klar, daß bei der Versiegelung einer Standlinie Steuerungenauigkeiten, Strom, etc. als — unwesentliche — Fehler in den Schiffsort eingehen. Man sollte aber hier nicht päpstlicher als der Papst sein, sondern bedenken, daß astronomische Standlinien zwar auch in der terrestrischen Navigation durchaus verwendet werden können, doch der Regelfall ihre Anwendung auf hoher See ist. Was aber nicht heißen soll, daß eine astronomische Standlinie ungenauer als alle terrestrischen Standlinien ist. Bei einer Entfernung eines Peilobjektes von

30 Seemeilen (Berg etc.) kann eine Standlinie mit Hilfe der Sonne durchaus genauer sein als eine Kompaßpeilung. In erster Linie liegt das natürlich nicht an der Genauigkeit der Rechnung, sondern an der Geübtheit des Navigators in der Handhabung eines Sextanten.

Der Mittagsort der *Südwind* war  $40^{\circ} 50' N$ ,  $152^{\circ} 13' E$ .



\* \* \* \* \*

(kopie)

Manfred Kurth

Gerding Str. 6B  
3000 Hannover 72  
den 4. Jan. 1990

Herrn B. Schenk  
c/o  
Verlag Delius, Klasing & Co.  
PF  
4800 Bielefeld

Sehr geehrter Herr Schenk,

ich bin ein interessierter Leser Ihrer Fachbücher und möchte Ihnen meine Anerkennung für die wirklich 'simple' Darstellung des Lehrstoffes aussprechen.

Beim Studium der Astronavigation ging mir ein echtes Licht auf und Ihre Anmerkungen bezüglich der 'Banalität' dieses für so schwierig erachteten Stoffes sind wirklich zutreffend.

Da ich Schritt für Schritt vorgegangen bin, sind mir m.E. zwei 'Flüchtigkeitsfehler' aufgefallen. Vielleicht sind Ihnen diese schon bekannt, wenn nicht, wäre das bei einer Neuauflage sicherlich Wert, korrigiert zu werden.

1) Buch Astronavigation S.64/65:

Die UTC der Standlinie müßte lauten: 11h 31m 12s

2) Buch Yachtnavigation 3.Auflage S.230:

Der Grw.Stw. müßte 344 52,2' lauten. Die Differenz von 0,3' spielt zwar keine gewichtige Rolle, aber ich finde, die Übereinstimmung mit dem NJ hilft dem 'Greenhorn' beim Studium.

Ferner würde ich die Himmelsrichtung bei der Rechenortbreite und -länge ( N u. E ) im Rechenbeispiel nochmals wiederholen.

Im Mai werde ich einen Balearentörn machen und die Theorie in die Praxis umsetzen. Hoffentlich ergeben meine 'Sextantenschüsse' in Folge eine schöne Gerade.

Ihnen und Ihrer Frau wünsche ich immer eine Handbreit Wasser unter dem Kiel und persönliches Wohlergehen, damit Sie Ihre Leserschaft weiterhin mit Reiseberichten und Ihren Erfahrungen erfreuen werden.

Mit freundlichen Grüßen



**Bobby Schenk**

Tel 08141/42330

Veit-Stoß-Straße 12  
8080 Fürstenfeldbruck

An Herrn  
Manfred Kurth

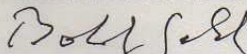
Gerding Str. 6b  
3 Hannover 72

3.2.1990

Sehr geehrter Herr Kurth,

sehr herzlichen Dank für Ihr Schreiben vom 4. Januar 1990. Ich bedanke mich für die darin enthaltenen Berichtigungshinweise und werde diese in einer Neuauflage mit Sicherheit berücksichtigen.

Mit freundlichen Grüßen

  
(Bobby Schenk)



**"Big Max" & Meylino auf dem Bodensee - ohne Astro -**



## Übungen:

### 5 komplette Aufgaben der Astronavigation lösen.

Damit sind wir fit für die Praxis. Keine Schwierigkeit wird es bereiten, die folgenden Standorte auszurechnen. Als Augeshöhe wird hierbei immer 2 m angenommen, und – solange nichts anderes gesagt ist – der Sonnenunterrand gemessen.

1. Am 31. 3. 77 befindet sich die Yacht *Mustang* auf ca.  $39^{\circ} 46' N$  und  $52^{\circ} 24' W$ . Ihr rechtweisender Kurs ist

$110^{\circ}$ , ihre Geschwindigkeit 6 kn. Um 13 h 53 m 24 s MGZ ergibt eine Sonnenmessung am Sextanten  $47^{\circ} 41'$ . Um 15 h 52 m 20 s MGZ wird die Sonne nochmals mit  $53^{\circ} 59'$  gemessen. Standort?

2. Am 11. 6. 77 segelt die *Thalassa* auf einem rechtweisenden Kurs von  $170^{\circ}$  mit 6 kn. Der gegebene Schiffsort ist  $41^{\circ} 22' N$  und  $166^{\circ} 35' E$ . Um 22 h 29 m 21 s MGZ wird die Sonne mit  $54^{\circ} 40'$  gemessen. Später ergibt eine Mittagsbreite  $71^{\circ} 38'$ . Wo befindet sich die *Thalassa*?

3. Am 1. 4. 77 dümpelt die Yacht *Gammler* in einer Flaute. Der Schiffsort wird mit  $39^{\circ} 48' N$  und  $51^{\circ} 20' W$  geschätzt. Der Skipper beabsichtigt nun, seinen Standort mit Hilfe einer „Mittagslänge“ (Seite 33) und einer Mittagsbreite festzustellen. Hierzu ergibt die erste Messung um 14 h 05 m 34 s MGZ  $49^{\circ} 52'$ . Als der Skipper mittags die Sonne messen will, setzt sich für ca. 15 Minuten eine dunkle Wolke vor die Sonne, so daß eine Messung nicht

möglich ist. Um 16 h 53 m 12 s MGZ kann dagegen der gleiche Winkel wie vormittags, nämlich  $49^{\circ} 52'$  gemessen werden. Wie lautet der Standort, wenn der Skipper die zweite Messung sowohl für die Mittagslänge als auch für eine Standlinie nach der H.O. 249 verwendet?

4. Am 12. 6. 77 befindet sich die *Seewind* auf einem gegebenen Schiffsort von  $40^{\circ} 11' N$  und  $169^{\circ} 44' W$ . Der rechtweisende Kurs beträgt  $106^{\circ}$ , die Geschwindigkeit 7 kn. Um 21 h 53 m 12 s MGZ wird die Sonne mit  $65^{\circ} 02'$  gemessen. Um 23 h 29 m 18 s MGZ ergibt eine weitere Sonnenmessung einen Winkel am Sextanten von  $72^{\circ} 36'$ . Schiffsort?
5. Am 31. 3. 77 gibt der Navigator der *Lord Jim* seinen Schiffsort mit  $40^{\circ} 32' N$  und  $31^{\circ} 02' W$ . Der rechtweisende Kurs beträgt  $110^{\circ}$ , seine Geschwindigkeit 6,5 kn. Um 15 h 53 m 24 s MGZ ergibt eine Sonnenmessung  $46^{\circ} 25'$  und um 17 h 54 m 58 s MGZ  $27^{\circ} 30'$ . Wo befindet sich *Lord Jim*?

**Ergebnisse zu den 5 kompletten Übungen:**

1.  $39^{\circ} 46' N$ ,  $51^{\circ} 58' W$
2.  $41^{\circ} 17' N$ ,  $166^{\circ} 43' E$
3.  $39^{\circ} 51' N$ ,  $51^{\circ} 23' W$
4.  $40^{\circ} 11' N$ ,  $169^{\circ} 23' W$
5.  $40^{\circ} 50' N$ ,  $31^{\circ} 10' W$

**Musterlösungen auf den folgenden Seiten .....**

① SY MUSTANG

1. Standlinie

WERTE ZUM ZEITPUNKT DER SEXTANTENMESSUNG ( Sonne ):

Datum: 22 T 03 M 77J UTC: 13 h 53 min 24 sec  
Og: (N) / S 39° 46' ; (W) / W 052° 24' Hb: 47° 41'  
Logge: \_ \_ \_ sm Kurs: 110° Kn: 6,0 Vers: \_ \_ , \_ sm

TABELLEN- u. RECHENWERTE:

BILDPUNKTBREITE ( DECLINATION ) ( ganzgradig )	04° ( 14' ) N / S <<=====	
Grw.Stw. ( volle UTC h )	13 013° 57,4'	TTT
" Zuwachs ( für min., sec. )	53, 24 + 13° 21,0'	AAA FFF
BILDPUNKTLÄNGE ( 1 ) falls Westlänge > Bildpunktlänge	027° 18,4' + 3 6 0 0 0 0	EEE LLL
BILDPUNKTLÄNGE ( 2 )	387° 18,4'	EEE III
./ West- + Ostlänge	W / W - 052° 24,0'	NNN GGG
Local Hour Angel ( LHA ) falls LHA > 360	334° 54,4' <del>360 0 0 0</del>	AAA NNN GGG EEE
L H A	334° 54,4'	
GANZGRADIGER L H A	335° <<=====	HHH OOO
BILDPUNKTLÄNGE ( 1 bzw. ( 2 ) )	387° 18,4'	
* RECHENORTLÄNGE ( die LHA ganzgradig macht )	W / W 052° 18,4'	222 444 999
* GANZGRADIGE RECHENORTBREITE ( Og )	40° 0 0 0' N / S <<=====	

TAFELAUSGÄNGE:  
( HO 249 )

	Hc	d	Z	
	47° 31'	52	141°	3 6 0
Hc Ber.f. ( 14' )	+ 12'		+	
Min. d. Decl.			+	- Z
Genauer Hc	47° 43'		+	
			+	141 * AZIMUT
Hb ( incl. Gb )	47° 54'	( Hb 47° 41' + Gb Sonne 13' )		

\* DELTA H 11 sm zum BP hin / vom BP weg

Gb Sonne für Hb bei Ah=2m : >20 = 11' >25 = 12' >40 = 13'

Hb > Hc , dann Delta H in Richtung Bildpunkt abtragen

\* = WERTE FÜR SEEKARTENEINTRAGUNG

2. Standlinie

WERTE ZUM ZEITPUNKT DER SEXTANTENMESSUNG ( Sonne ):

Datum: 31 T 03 M 77 J UTC: 15 h 52 min 20 sec  
 Og: N / ~~8~~ 39° 46' ; W / ~~7~~ 052° 24' Hb: 53° 59'  
 Logge: \_ \_ \_ sm Kurs: 170° Kn: 6,0 Vers: 12, \_ sm (rd. 2h)

TABELLEN- u. RECHENWERTE:

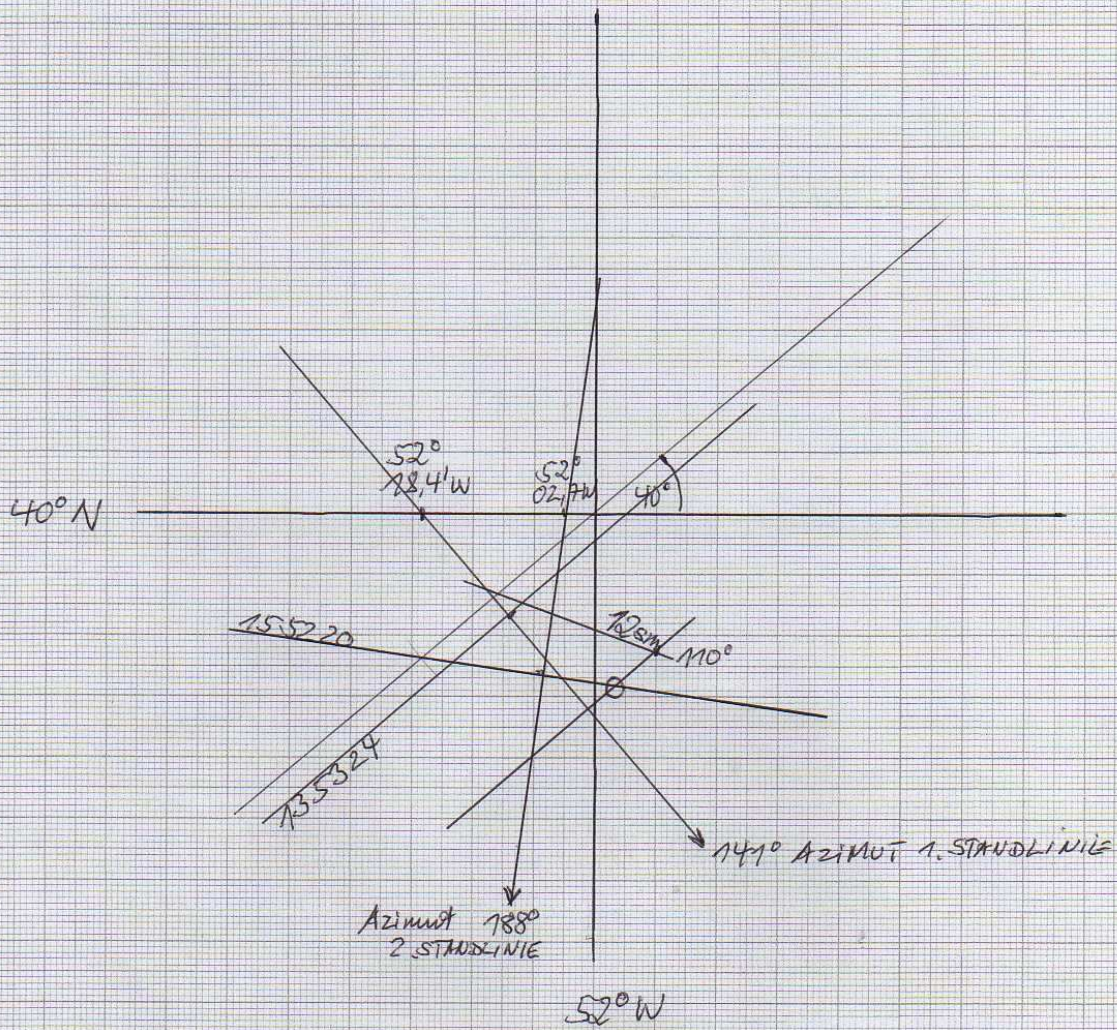
BILDPUNKTBREITE ( DECLINATION ) (ganzgradig)	04° ( 16' ) N / S <<=====	
Grw.Stw. ( volle UTC h )	15 043° 57,7'	TTT
" Zuwachs ( für min., sec. )	52, 20 + 13° 05,0'	AAA FFF EEE
BILDPUNKTLÄNGE (1) falls Westlänge > Bildpunktlänge	057° 02,7' + 3 6 0 0 0 0	LLL
BILDPUNKTLÄNGE (2)	057° 02,7'	EEE
./ . West- + Ostlänge	411 - 052° 24, _'	III NNN GGG
Local Hour Angel ( LHA ) falls LHA > 360	004° 38,7' - 3 6 0 0 0 0	AAA NNN GGG EEE
L H A	004° 38,7'	
GANZGRADIGER L H A	005° <<=====	HHH OOO
BILDPUNKTLÄNGE ( 1 bzw. (2) )	057° 02,7'	
* RECHENORTLÄNGE (die LHA ganzgradig macht)	W / <del>8</del> 052° 02,7'	222 444 999
* GANZGRADIGE RECHENORTBREITE ( Og )	40° 00' N / <del>8</del> <<=====	
TAFELAUSGÄNGE: ( HO 249 )	Hc d Z 53° 43' 60 172° 360	
Hc Ber. f. ( 16' ) + 16'	+ + - Z 172	
Min. d. Decl.	+ + + >>> 188 * AZIMUT	
Genauer Hc	53° 59'	
Hb (incl.Gb)	54° 12' ( Hb 53° 59' + Gb Sonne 13' )	
* DELTA H	13 sm zum PP hin / vom BP weg	

Gb Sonne für Hb bei Ah=2m : >20 = 11' >25 = 12' >40 = 13'

Hb > Hc , dann Delta H in Richtung Bildpunkt abtragen

\* = WERTE FÜR SEEKARTENEINTRAGUNG

① SY MUSTANG



○ Schiffahrt 39° 46' N  
057° 58' E

1' = 2 mm

..... und noch eine:

② SY THALASSA

WERTE ZUM ZEITPUNKT DER SEXTANTENMESSUNG ( Sonne ):

Datum: 11 T 06 M 77 UTC: 22 h 29 min 21 sec  
 Og: N / ~~W~~ 41° 22' ; ~~N~~ / E 166° 35' Hb: 54° 40'  
 Logge: \_\_\_ sm Kurs: 170° Kn: 6, 0 Vers: \_\_, \_\_ sm

TABELLEN- u. RECHENWERTE:

BILDUNKTBREITE ( DECLINATION ) ( ganzgradig )	<u>23</u> ° ( <u>07</u> ' ) N / S <<=====	
Grw.Stw. ( volle UTC h )	<u>22</u>	TTT
" Zuwachs ( für min., sec. )	<u>29</u> , <u>21</u>	AAA
BILDUNKTLÄNGE ( 1 ) falls Westlänge > Bildpunktlänge	<u>150</u> ° <u>05</u> , <u>7</u> ' + <u>07</u> ° <u>20</u> , <u>3</u> ' ----- <u>157</u> ° <u>26</u> , <u>0</u> ' + <u>360</u> ° <u>00</u> ° <u>0</u> ' ----- - - - ° - - - , - '	FFF EEE LLL
BILDUNKTLÄNGE ( 2 ) <del>West</del> + Ostlänge	+ / <del>W</del> <u>166</u> ° <u>35</u> , <u>0</u> ' ----- <u>324</u> ° <u>01</u> , <u>0</u> ' - <u>360</u> ° <u>00</u> ° <u>0</u> ' ----- <u>324</u> ° <u>01</u> , <u>0</u> '	EEE III NNN GGG AAA
Local Hour Angel ( LHA ) falls LHA > 360		NNN GGG EEE
L H A	<u>324</u> ° <<=====	HHH
GANZGRADIGER L H A	<u>324</u> °	000
BILDUNKTLÄNGE ( 1 bzw. 2 )	<u>157</u> ° <u>26</u> , <u>0</u> '	222
* RECHENORTLÄNGE ( die LHA ganzgradig macht )	<del>W</del> / E <u>166</u> ° <u>34</u> , <u>0</u> '	444 999
* GANZGRADIGE RECHENORTBREITE ( Og )	<u>41</u> ° <u>00</u> ° <u>00</u> ' N / <del>W</del> <<=====	
TAFELAUSGÄNGE: ( HO 249 )	Hc d Z <u>54</u> ° <u>55</u> ' <u>38</u> <u>110</u> ° 360	
Hc Ber.f. ( <u>07</u> ' ) + <u>4</u> '	+ + - Z - - -	
Min. d. Decl.	+ + + >>> <u>110</u> ° * AZIMUT	
Genauer Hc	<u>54</u> ° <u>59</u> '	
Hb ( incl. Gb )	<u>54</u> ° <u>53</u> ' ( Hb <u>54</u> ° <u>40</u> ' + Gb Sonne <u>13</u> ' )	
* DELTA H	<u>6</u> sm zum BP hin / vom BP weg	

Gb Sonne für Hb bei Ah=2m : >20 = 11' >25 = 12' >40 = 13'

Hb > Hc , dann Delta H in Richtung Bildpunkt abtragen

\* = WERTE FÜR SEEKARTENEINTRAGUNG

② SY THALASSA

$$\text{Mittagsbreite} = 90^\circ + \text{Abw} - (\text{Hb} + \text{Gesber.})$$

am 11.06.77      Hb =  $71^\circ 38'$

Wann ist etwa Schiffsmittag?

bei Längel (  $166^\circ 35' E$  )

$$\begin{array}{r} 360^\circ = 359^\circ 60' \\ - 166^\circ 35' \\ \hline 193^\circ 25' \text{ GrStw} \end{array}$$

$$180^\circ 05' = 00 \text{ Uhr}$$

$$\hline 13^\circ 20' = 53 \text{ min } 20 \text{ sec}$$

Schiffsmittag ist um 00h 53:20  
am 12.6.77

Mittagsbreite

$$\begin{array}{r} 90^\circ 00' \\ + 23^\circ 08' \text{ Abw. f. 01 Uhr} \\ \hline 113^\circ 08' = \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 112^\circ 68' \\ - 71^\circ 51' \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Hb} = 71^\circ 38' \\ \text{Gesber. } 73' \\ \hline \end{array}$$

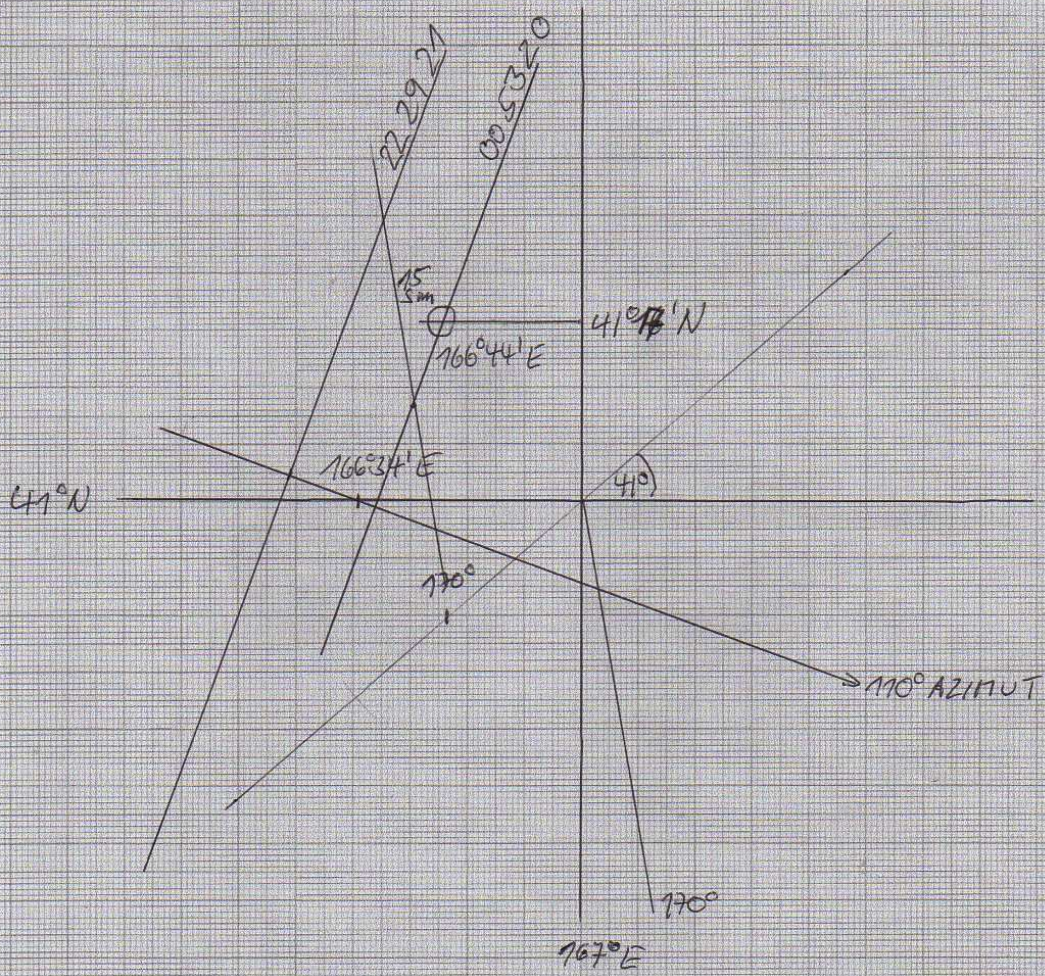
$$71^\circ 51'$$

$$\hline \hline 41^\circ 17' \text{ Mittagsbreite}$$

Versegerung für id 2,5 h = 15 sm

2

# SY THALASSA



⊗ 41°17' N  
166°44' E

1' = 2 mm



## **Viel Spaß in der Praxis**



**Advanced Yachting Seminar  
im IBM Klub Böblingen e.V.  
am 30.Okt. u. 6.Nov. 2010  
Moderator: Manfred 'Big Max' KURTH**

**[www.big-max-web.de](http://www.big-max-web.de)**