

Reise von Gran Canaria nach St. Lucia

Wir beginnen wieder mit der Bestimmung der Koppelposition. Die letzte bekannte Position haben wir vom 28.11. um 14:52 UTC [In der ersten Version der Aufgabe wurde fälschlicherweise für diese Koppelposition die Uhrzeit 10:50 angegeben. Am Ende dieser Musterlösung findest Du das Ergebnis dafür]. Seitdem sind wir durchschnittlich mit 7,5 kn einen rechtweisenden Kurs von 260° gefahren. Wir suchen die Koppelposition am 02.12. gegen 11:30 UTC. Das sind ca. 92,5 Stunden, die Strecke entspricht also in etwa 694 sm.

Die Rechnung (wie bei Aufgabe 01 gezeigt) ergibt die folgende Position:

20°04'N
034°23'W

Bitte nicht genauer rechnen (z.B. minutengenaue Zeit) oder die Position mit Nachkommastellen angeben. Das würde eine Genauigkeit vortäuschen, die gar nicht vorhanden sein kann.

Die Position wurde mit dem Verfahren der Mittelbreite ermittelt, obwohl es immer heißt, dass es bei Strecken über 500 sm nicht verwendet werden soll. Wer mag, kann ja mal mit dem Verfahren der vergrößerten Breite (siehe Aufgabe 03) nachrechnen, wie groß der Fehler ist. Bei so niedrigen Breiten bleibt der Fehler auch bei längeren Strecken überschaubar.

Kurs und Geschwindigkeit bleiben gleich, bis zur Höhenmessung bei der Kulmination fahren wir 3,5 Stunden, also etwa 19 sm. Die Rechnung ergibt folgende Position:

20°01'N
034°43'W

Von dieser Position benötigen wir vorerst nur die Länge, um die Uhrzeit des Schiffsmittags zu bestimmen. Auf den Tagesseiten finden wir die Kulmination am Nullmeridian an diesem Tag mit 11:50 UTC angegeben. Je 15° westlicher Länge ist es 1 h später, für 30° also 2 h. Die entsprechende Zeit für $4^\circ 43'$ finden wir in den Schalltafeln. Dort entnehmen wir 18 min 52 sec. Der Schiffsmittag wird also ca. 14:10 UTC sein.

Die Vormittagsmessung behandeln wir mit den bisher schon gezeigten Rechen-Verfahren, bei der Mittags-Messung können wir ein deutlich einfacheres Verfahren anwenden, da es sich um den Sonnenhöchststand (Kulmination) handelt.

Es kommen die Verfahren mit Formeln und mit HO249-Tafeln zum Einsatz.

Trip from Gran Canaria to St. Lucia

Once again we start with the calculation of DR. The last known position is from November 28th at 14:52 UTC [In the first version of this exercise by fault for this FIX was given with 10:50. At the end of this sample solution you'll find the answers for that calculation]. Since then we travelled with a mean speed of 7.5 kt on a true course of 260° . We are looking for the DR position of December 02nd at 11:30 UTC. That are 92.5 hours, the distance is approx. 694 nm.

The calculation (as shown in exercise 01) finds the following position:

Please do not calculate any more accurate or give the position with decimals of the minutes. That would imply an accuracy that cannot be given.

In this case the position was calculated by the simple method while it is often said you should not use it with distances over 500 nm. Who likes may check with the more complicated method (see exercise 03) how big the error is.

In low latitudes the error is manageable even with larger distances.

Speed and course stay the same, until the sight of the sun at the culmination we travel 3.5 hours which is about 19 nm. The calculation finds following position:

At the moment of this position we only need the longitude to determine the time of noon.

On the daily pages we find Mer. Pass. at the Greenwich Meridian is 11:50 UTC.

For each 15° westerly longitude that is 1 h later, hence for 30° it is 2h. The remaining $4^\circ 43'$ we convert into time with the tables Increments and Corrections. We find 18 min 52 sec. Noon is at about 14:10 UTC.

The morning sight we treat with the methods as shown with the earlier exercises, the noon sight is a lot easier, since it was done at the highest altitude (culmination).

I will use the method with formulas and the one with HO249 Tables.

Astro-Navigation mit Formeln/with formulas

Gestirn celest body **Sun LL** Chr **11 33 03** Ah **3.5** m ft
LL: Lower Limb - 'Unterrand'

Datum date **02 12 24** UT1 **11 32 46**
Temp: °C / °F, Luft-Druck: Pa / inch

Grt (h) **347°36,5** Unt **0,3**
 GHA (h) **347°36,5** v **0,3**
 Zuwachs increment **8 11,5**
 Verb / β corr / SHA **+**

Grt GHA **355 48,0**
 Ok λ DR/EP LON **034°23,0** Ok ϕ DR/EP LAT **20°04,0**

t LHA **321 25,0**

t **321,41667** Ok ϕ **022,06667** δ **022,06167**

$hr = \arcsin(\sin A * \sin B + \cos A * \cos B * \cos C)$
 hr **33 47,764**
A, B, C, D: Vorschlag zur Speicherbelegung des Taschenrechners / Suggestion for use of calculator memory

hr **33 28,7**
 hb-hr **5,2**

$Az = \arccos \frac{\sin B - \sin D * \sin A}{\cos D * \cos A}$
 t > 180° : Az = Azr
 t < 180° : Az = 360 - Azr
 Az **136**

Sextant Ablesung **0**
 Ib **+**
 Ka **+**
 Gb **+**
 Zusatz-besch. **+**
 hb **+**

ho Sextant **33 09,1**
 index correction **0 2,9**
 DIP **- 3,3**
 apperant altitude **33 08,7**
 A2/A3 moon 1 **0 14,8**
 add corr moon 2 **+**
 A4 correction **+**
 Ho altitude **33 23,5**

Gestirn celest body **Sun LL** Chr **:** Ah **3.5** m ft
LL: Lower Limb - 'Unterrand'

Datum date **02 12 24** UT1 **14 10:**
Temp: °C / °F, Luft-Druck: Pa / inch

Grt (h) **022 04,6** Unt **0,3**
 GHA (h) **022 04,6** v **0,3**
 Verb / β corr / SHA **+**

Grt GHA **022 04,7**
 Ok λ DR/EP LON **0** Ok ϕ DR/EP LAT **0**

t LHA **0**

t **0** Ok ϕ **0** δ **0**

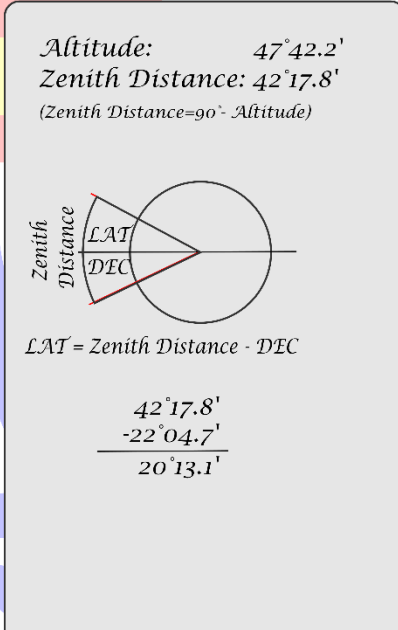
$hr = \arcsin(\sin A * \sin B + \cos A * \cos B * \cos C)$
 hr **47 27,2**
A, B, C, D: Vorschlag zur Speicherbelegung des Taschenrechners / Suggestion for use of calculator memory

hr **47 26,8**
 hb-hr **0,4**

$Az = \arccos \frac{\sin B - \sin D * \sin A}{\cos D * \cos A}$
 t > 180° : Az = Azr
 t < 180° : Az = 360 - Azr
 Az **136**

Sextant Ablesung **0**
 Ib **+**
 Ka **+**
 Gb **+**
 Zusatz-besch. **+**
 hb **+**

ho Sextant **47 27,2**
 index correction **0 2,9**
 DIP **- 3,3**
 apperant altitude **47 26,8**
 A2/A3 moon 1 **0 15,4**
 add corr moon 2 **+**
 A4 correction **+**
 Ho altitude **47 42,2**



Altitude: $47^{\circ}42.2'$
 Zenith Distance: $42^{\circ}17.8'$
 (Zenith Distance = 90° - Altitude)

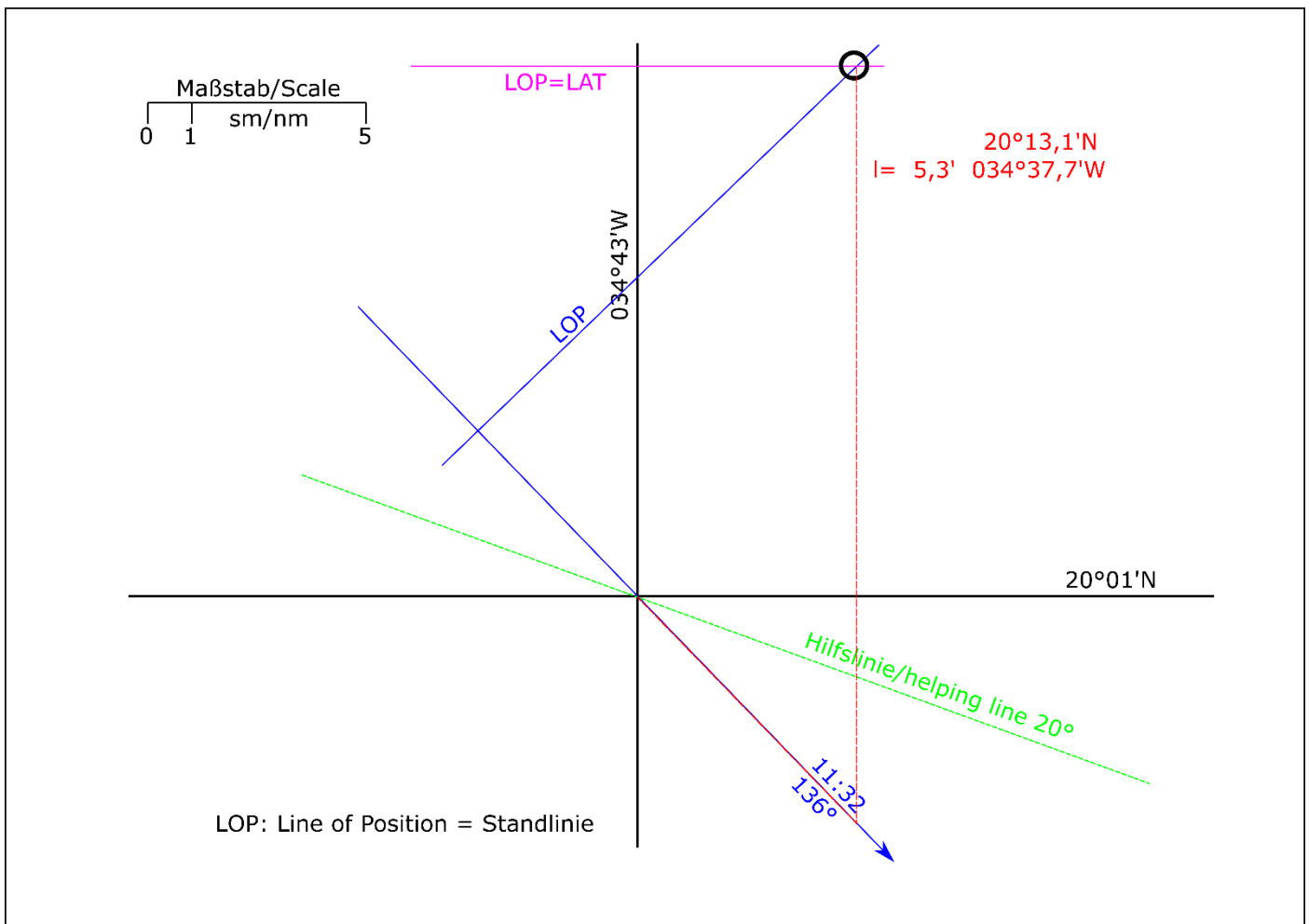
Zenith Distance
 LAT
 DEC

$LAT = Zenith\ Distance - DEC$

$42^{\circ}17.8'$
 $- 22^{\circ}04.7'$
 $20^{\circ}13.1'$

Bei der Mittagsbreite sparen wir uns einiges an Berechnungen. Die Sextantenbeschickung und die Berechnung der Deklination müssen wir noch wie gewohnt machen, aber dann sind es nur noch zwei einfache Subtraktionen, um die Breite zu erhalten.

With the noon sight there is a lot less to calculate. Altitude correction of the sextant reading an DEC need to be determined as usual, but then are only two simple subtractions to get the LAT.



Auch in der Zeichnung wird es mit der Mittagsbreite einfacher. Wir benötigen für diese Messung keine Azimut-Linie und keine darauf senkrechte Standlinie. Wir können die Breite direkt als eine Standlinie einzeichnen.

In the drawing as well the noon sight makes it easier. For this sight we do not need an Azimuth Line and the perpendicular LOP. We can draw the LAT directly as one LOP.

Zwischen den beiden Messungen wurde eine Strecke zurückgelegt, daher muss die Standlinie versetzt werden. Entweder, indem man das Koordinatensystem für den ersten Koppelort zeichnet und dann die Standlinie um die zurückgelegte Strecke parallel verschiebt, oder indem man den Koordinatenursprung in den zweiten Koppelort legt.

There is some distance travelled between both sights, so the LOP has to be moved according to that distance. That can be done by putting the origin of coordinates into the first DR and then move the LOP or by putting the origin of coordinates into the second DR and then draw the azimuth line from there.

Celestial Navigation with HO249 tables

celestial object: **Sun LL** clock: **11:33:03** Height of Eye: **3.5 m**
 clock corr.: **0 : 17** Temp: °C °F
 date: **02 12 24** UT1: **11:32:46** Air Pressure: hPa inch

GHA (h): **347° 36,5'** v: / Dec (h): **22° 03,5'** d: **0,3'** HP: /
 increment: **08° 11,5'** corr (d): **0,2'** (negative only possible for Venus)
 SHA corr (v): /
 GHA: **355° 48,0'** Dec: **22° 03,7'** (same / contrary)
 EP/DR Long: **E 034° 23,0'** EP/DR Lat: **S 20° 04,0'**

celestial object: **Sun LL** clock: **: : :** Height of Eye: **3.5 m**
 clock corr.: **+ : : :** Temp: °C °F
 date: **02 12 24** UT1: **14:10:** Air Pressure: hPa inch

GHA (h): / v: / Dec (h): **22° 04,6'** d: **0,3'** HP: /
 increment: / corr (d): **0,1'** (negative only possible for Venus)
 SHA corr (v): /
 GHA: / Dec: **22° 04,7'** (same / contrary)
 EP/DR Long: **E 0 : :** EP/DR Lat: **N 2 : :**

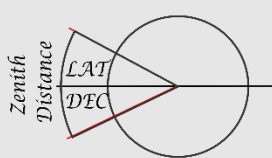
The HO249 tables work with whole degree values of Lat, Dec and LHA. Hence you need an **Assumed Position (AP)** for which Lat and LHA are whole degree values. AP Lat is the nearest whole degree to EP/DR Lat. AP Long and LHA you'll find following the case differentiations in the box.

Westerly Longitudes
 minutes of AP Long = minutes of GHA
 min GHA > 30 & min EP Lon < min GHA - 30 : **deg of AP Lon = deg of min GHA - 30 + min EP Lon**
 min GHA < 30 & min EP Lon > min GHA + 30 : **deg of AP Lon = deg of min GHA + 30 - min EP Lon**
 else : **deg of AP Lon = degree of EP Lon**
LHA = degree of GHA - degree AP Long

AP Long: **34° 48,0'** AP Lat (nwd): **20° 00,0'**
 LHA: **321° 00,0'** Dec rounded down: **22° 00,0'**
 nwd = nearest whole degree
 AP = Assumed Position

hs Sextant: **33° 09,1'**
 index correction: **0° 2,9'**
 DIP: **- 0° 3,3'**
 apparent altitude: **33° 08,7'**
 A2/A3 moon 1: **0° 14,8'**
 add corr moon 2: /
 A4 correction: /
 Ho altitude: **33° 23,5'**

Altitude: **47° 42,2'**
 Zenith Distance: **42° 17,8'**
 (Zenith Distance = 90° - Altitude)

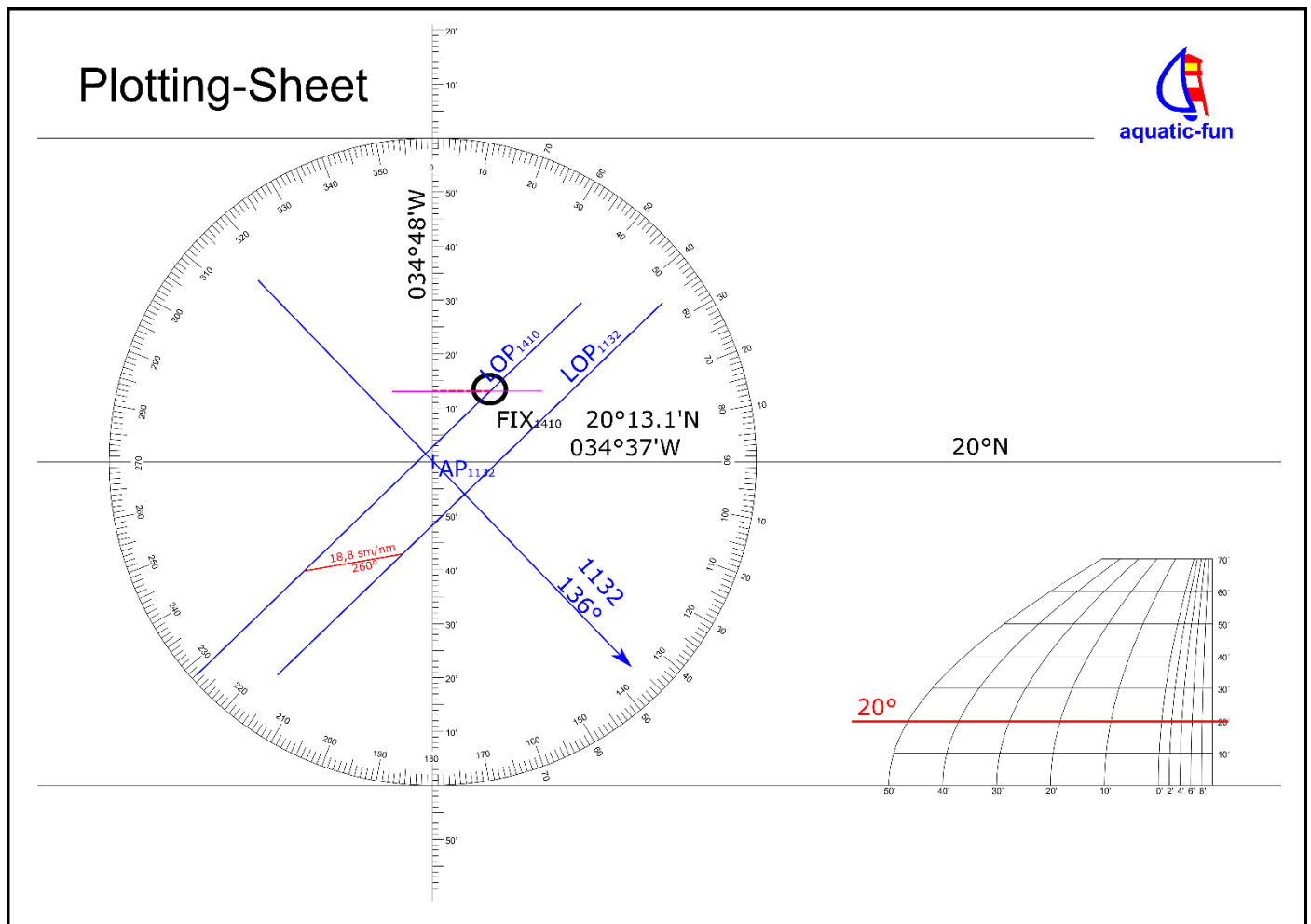


$LAT = Zenith\ Distance - DEC$

$$\begin{array}{r} 42^{\circ} 17,8' \\ - 22^{\circ} 04,7' \\ \hline 20^{\circ} 13,1' \end{array}$$

hs Sextant: **47° 27,2'**
 index correction: **0° 2,9'**
 DIP: **- 0° 3,3'**
 apparent altitude: **47° 26,8'**
 A2/A3 moon 1: **0° 15,4'**
 add corr moon 2: /
 A4 correction: /
 Ho altitude: **47° 42,2'**

HO249 tables: Hc: **33° 18'** d: **0° 43'** Z: **136°**
 table 5: **00° 03'**
 Hr: **33° 15'**
 Lat N: **360** LHA: **0-180** Lat S: **180**
 - **+** 180-360
 Z: **136°**
 Ho-Hr: **8,5'** A2: **136°**
 + is towards
 - is away



Für die weiteren Aufgaben gehe ich von folgender Mittagposition aus:

**20°13'N
034°40'W**

For following steps I take this as noon position:

Bei der Frage nach der kürzesten Distanz und dem momentanen Kurs zum Ziel geht es um die Großkreisbetrachtung.

Die Formeln für die Großkreisrechnung sind ganz ähnlich wie die Formeln der Astro-Navigation. Eigentlich berechnen wir auch das gleiche. Auf der einen Seite ist unsere Position, auf der anderen Seite der Bildpunkt des Gestirns bzw. der Zielpunkt. Die Strecke von unserer Position zum Zielpunkt entspricht der Zenit-Distanz zwischen diesen beiden Punkten. In der Astro-Navigation interessieren wir uns an der Stelle eher für die Höhe. Wegen $Zenitdistanz = 90^\circ - Höhe$ und $\sin x + \cos x = 1$, lassen sich die Formeln wie folgt umstellen:

With the question about shortest distance and starting course we are looking at great circle navigation.

The formulas for great circle navigation are very similar to those we use in Astro Navigation. Actually we are calculating just the same. On one side there is our position and on the other side the point where the celestial body is directly overhead or the destination. The distance from our position to the destination correlates with the zenith distance. In Astro Navigation at this point we are more interested in the altitude. Because of $Zenith\ Distance = 90^\circ - Altitude$ and $\sin x + \cos x = 1$, we can write the formulas as follows:

$$d = \arccos(\sin LAT_A * \sin LAT_B + \cos LAT_A * \cos LAT_B * \cos(LON_A - LON_B))$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{\sin LAT_B - \cos d * \sin LAT_A}{\cos LAT_A * \sin d}\right)$$

B east of A: course = α ; B west of A: course = $360^\circ - \alpha$

Die Distanz d wird mit dieser Formel in Grad berechnet. Um die Entfernung in Seemeilen zu erhalten, muss man diesen Wert mit 60 multiplizieren.

The distance d from this formula is in degree. To get it as nautical miles it needs to be multiplied by 60.

Mit den Werten dieser Aufgabe ergibt sich:

With values of this exercise we get:

$$d = \arccos(\sin 20.21667 * \sin 14.11667 + \cos 20.21667 * \cos 14.11667 * \cos(-34.66667 + 60.95))$$

$$d = 25.8^\circ \Rightarrow 1548 \text{ sm/nm}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{\sin 14.11667 - \cos 25.8 * \sin 20.21667}{\cos 20.21667 * \sin 25.8}\right)$$

$$\alpha = 99.5^\circ \Rightarrow \text{course} = 260.5^\circ$$

In der ersten Version der Aufgabe 04 war eine falsche Uhrzeit für die beobachtete Position am 28.11. mit 10:50 angegeben.

In the first version of exercise 04 there was a wrong time given for the FIX on November 28th at 10:50.

Geht man von dieser Uhrzeit für die Berechnung aus, dann legt man mit 7,5 kn in 96,5 Stunden eine Strecke von 724 sm zurück.

Taking this time we would have travelled with 7.5 kn for 96.5 hours. That would have been a distance of 724 nm.

Das führt zu einer Koppelposition am 02.12. um 11:30 von:

That leads to a DR on December 02nd at 11:30 of:

19° 59'N
034°55'W

Und zu einer Koppelposition um 14:10 von

And to a DR at 14:10 of:

19°56'N
035°15'W

Auch wenn die beiden Koppelpositionen deutlich von den im vorherigen Verlauf der Aufgabe berechneten abweichen, sehen wir am Beispiel des Verfahrens mit Formeln, dass wir im Ergebnis auf die annähernd gleiche Position kommen.

While both DR positions differ quite a bit from those earlier computed we find at the example of the method with formulas the more or less same result for the FIX.

Astro-Navigation mit Formeln/with formulas

Gestirn Sun LL Chr 11 33 03 Ah 3-5
LE Lower Limb = Unterrand Sid 0 : 17 Temp °C °F
Luft-Druck Pa inch

Datum 02 12 24 UT1 11 32 46

Grt (h) 347°36.3 Unit Dec (h) 22°03.5 Unit (h) 0,3'
kann nur für Venus negativ sein. negative only possible for Venus. Verb. corr 0°02'
 GHA 355°48.0 HP

OK & DR/EP LON 034°55.0 OK DR/EP LAT 19°59.0 Dec 22°03.7

t 320°53.0 t 320.88333 OK Φ 0.19.98333 δ 22.06167

$hr = \arcsin(\sin A * \sin B + \cos A * \cos B * \cos C)$
 hr 33°47'04.0 A, B, C, D: Vorschlag zur Speicherbelegung des Taschenrechners
Suggestion for use of calculator memory

hr 33°11.3
 LHA 12.2

$Azr = \arccos \frac{\sin B - \sin D * \sin A}{\cos D * \cos A}$
 t > 180° : Az = Azr
 t < 180° : Az = 360 - Azr
 Az 136.0

Sextant Ablesung /
 Ib /
 Ka /
 Gb /
 Zusatz-besch. /
 Nb /

ho Sextant 33°09.1
 index-correction 0°02.9
 DIP -03.3
 apparent altitude 33°08.7
 A2/A3 moon 1 0°14.8
 add corr moon 2 /
 A4 correction /
 Ho altitude 33°23.5

Gestirn Sun LL Chr : : : Ah 3-5
LE Lower Limb = Unterrand Sid + : : Temp °C °F
Luft-Druck Pa inch

Datum 02 12 24 UT1 14 10

Grt (h) 222°04.6 Unit (h) 0,3'
 Verb. corr 0°01'
 GHA 222°04.7 HP

Dec 22°04.7

t 0 t 0 OK Φ 0 δ 0

$hr = \arcsin(\sin A * \sin B + \cos A * \cos B * \cos C)$
 hr 47°27.2 A, B, C, D: Vorschlag zur Speicherbelegung des Taschenrechners
Suggestion for use of calculator memory

hr 47°27.2
 LHA 12.2

$Azr = \arccos \frac{\sin B - \sin D * \sin A}{\cos D * \cos A}$
 t > 180° : Az = Azr
 t < 180° : Az = 360 - Azr
 Az 136.0

Sextant Ablesung /
 Ib /
 Ka /
 Gb /
 Zusatz-besch. /
 Nb /

ho Sextant 47°27.2
 index-correction 0°02.9
 DIP -03.3
 apparent altitude 47°26.8
 A2/A3 moon 1 0°15.4
 add corr moon 2 /
 A4 correction /
 Ho altitude 47°42.2

Altitude: $47^{\circ}42.2'$
 Zenith Distance: $42^{\circ}17.8'$
 (Zenith Distance = $90 - \text{Altitude}$)

$LAT = \text{Zenith Distance} - DEC$

$$\frac{42^{\circ}17.8' - 22^{\circ}04.7'}{20^{\circ}13.1'}$$

