

Vordrucke für die Sterne

Astronavigation ist nicht ganz einfach. Wer dennoch seine Position ohne elektronische Helfer ermitteln will, kann nun auf spezielle Berechnungsvorlagen zurückgreifen. Die hat Profiskipper und RYA Yachtmaster Ocean Instructor Leon Schulz entwickelt. Er erklärt, wie sich damit eine Standlinie bestimmen lässt – in nur zehn Minuten!

Viele Segler überqueren heute ganze Ozeane ohne das geringste Wissen von Astronavigation. Das Risiko, sich ausschließlich auf die Bordelektronik zu verlassen, muss jeder selbst tragen. Doch es gibt auch andere Gründe, weshalb noch immer – und wieder zunehmend mehr – Tausende neuer Sextanten pro Jahr hergestellt und verkauft werden. Zum einen geht es um die intellektuelle Befriedigung, Navigation genau zu verstehen, die Freude daran, dass es tatsächlich exakt funktioniert. Und es spielt auch ein romantischer Aspekt eine Rolle: die Weitergabe einer jahrtausendealten Tradition und Kulturtechnik.

Es gibt tolle Kurse, in denen statt auf die komplizierten Logarithmentafeln auf die einfachere HO249-Methode zurückgegriffen wird, auf der auch die neuen Vorlagen basieren (siehe dazu „Meilensteine der Astronavigation“ auf Seite 42). Das bringt rasch Erfolgserlebnisse. Das Problem: Nach ein paar Monaten hat man ohne konstante Übung oftmals vieles wieder vergessen. Zumal die verschiedenen Himmelskörper wie Sonne, Mond, Planeten und Sterne unterschiedlich behandelt werden müssen. Zudem muss die Messung der nur im Dunkeln sichtbaren Körper wie Sterne und Planeten für die Zeit

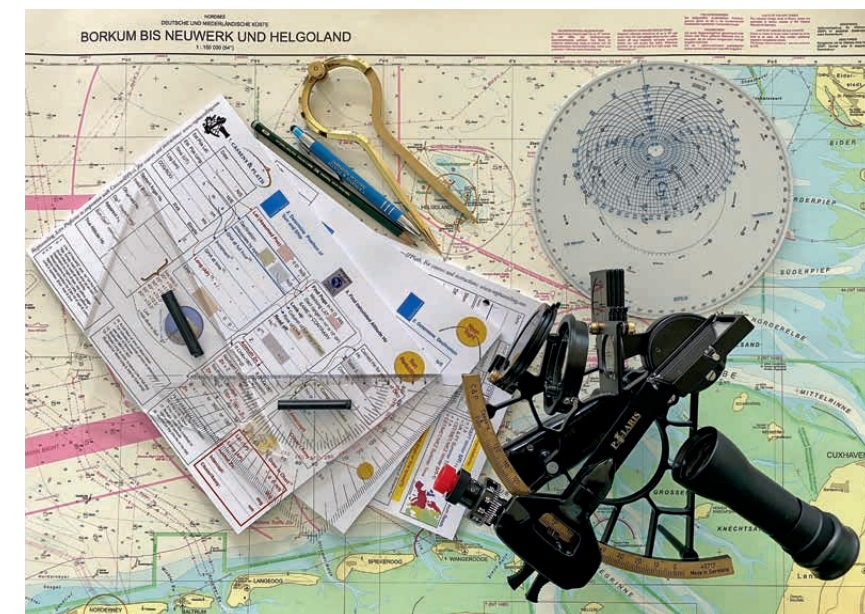
der Dämmerung vorbereitet werden. Wer dann nach der seit über 50 Jahren etablierten Methode mit den HO249-Tafeln navigiert, hat eine klare To-do-Liste mit fünf nacheinander abzuarbeitenden Punkten im Kopf. Eine der ersten Aufgaben lautet, einen in der unmittelbaren Umgebung gelegenen Rechenort zu bestimmen, für den dann Daten aus der Tafel entnommen werden können. Diese Wahl des Rechenortes liegt für den Neuling jedoch nicht ganz auf der Hand.

Es klingt auf den ersten Blick auch absurd: Um einen Rechenort in unmittelbarer Nähe zu seiner Position wählen zu können, scheint man ja erst einmal wissen zu müssen, wo man sich überhaupt befindet – was doch das Ziel der ganzen Übung war, oder?!

Doch genau so geht es: Man muss seine Position erst ungefähr gegisst haben (EP, Estimated Position), um sie danach mittels Astroberechnung exakt bestimmen zu können (Fix). Und das funktioniert wie folgt: Meist ist der Fix des Vortages auf ein paar Meilen genau bestimmt worden. Oder man ist gerade erst von einem Hafen aus lossegelt. Mit Hilfe des gesegelten Kurses und der Strecke liegt der gekoppelte, gegiste Ort nach 24 Stunden wohl kaum mehr als ein halbes Grad, das heißt 30 Meilen, daneben. Das genügt, um auf eine Genauigkeit von wenigen Meilen für den zu errechnenden Fix zu kommen.

Liegt man wegen tagelang bedeckten Himmels, Sturm oder aus anderen Gründen mit seiner gegisteten Position (EP) sehr viel mehr daneben als ein halbes Grad und wählt daher einen Rechenort, der gar nicht in unmittelbarer Nähe liegt, wird das Resultat zwar ungenauer, jedoch nicht komplett falsch. Die Messung des darauffolgenden Tages wird dann wieder auf ein paar Meilen genau.

Kontinuierliche Kopplung, also Kurs und Distanz auf der Seekarte für eine näherungsweise Ortsbestimmung einzuzeichnen, ist mithin wichtiger Bestandteil der Astronavigation. Neu entwickelte Vorlagen dienen seit Kurzem als praktischer Leitfa- ➤



Neu: Vorlagen für die Astronavigation samt Anleitung, wie sie anzuwenden sind. Damit soll auch klarkommen, wer sich nur sporadisch mit Sextant und Winkelmessung beschäftigt

FOTOS: LEON SCHULZ

Die Sonne schießen mit dem Sextanten: Astronavigation erfreut sich unter Seglern zunehmender Beliebtheit

den für alle fünf Schritte nach HO249. Der Astronavigator kann sich damit selbst nach monatelangem Nicht-Benutzen die einzelnen Berechnungsschritte sofort wieder in Erinnerung rufen. Fußnoten dienen dabei als Gedächtnisstützen, und Pfeile zeigen, wo bestimmte vorgegebene oder selbst ermittelte Informationen (Input/Output) weiterverwendet werden sollen. Zugehörige Erklärvideos, wie die Vorlagen zu benutzen sind, gibt es zudem im Internet.

Auf einer einzigen DIN-A4-Seite wird die gesamte Sight Reduction pro Himmelskörper vorgenommen. Für Planeten und Sterne werden gleich mehrere Himmelskörper auf ebenfalls einer Seite simultan vorbereitet und dann auf einer Folgeseite parallel berechnet. So gelangt man an mehrere Standlinien gleichzeitig und dadurch zu einer Position, für die keine Versiegelung erforderlich ist. Am Ende können die Standlinien in den neu überarbeiteten Seekarten-

vordruck eingezeichnet werden, der sowohl für die nördliche als auch für die südliche Halbkugel funktioniert. Analog zu den Vorlagen, werden auf dem Seekartenvordruck praktische Anweisungen und Gedankenstützen gegeben und quasi als universelles Stück Seekarte präpariert.

Wie das Ganze im Detail aussieht beziehungsweise, was wann zu tun ist, ist in der nachfolgenden Schritt-für-Schritt-Anleitung dokumentiert.

Leon Schulz

In fünf Schritten zur Position

Vom Schießen der Sonne bis zum Einzeichnen der Standlinien in die Seekarte



Schritt 1: die Messung

Input:

- Aufnahme von Zeit, gegisster Position, Kurs, Logge
- Ablesen am Sextanten (Hs)

Output:

- Beobachtete Sonnenhöhe (Ho)

Im ersten Schritt werden auf dem Vordruck alle zu merkenden Kennzahlen notiert, sodass keine für die spätere Berechnung vergessen wird. Festgehalten werden die gegisste Position (EP), die genaue Zeit des Sonnenschusses, der Stand der Logge und der gegisste Kurs sowie die Geschwindigkeit über Grund. Im Schritt eins wird auch der am Sextanten abgelesene Winkel (Hs) notiert und nacheinander über eine Reihe von Korrekturen zur tatsächlich beobachteten Sonnenhöhe (Ho) geleitet.

Schritt 2: das „Nautische Jahrbuch“

Input:

- Gegisste Position (EP, aus Schritt 1)
- Tag und Zeit der Beobachtung (aus Schritt 1)

Output:

- Gewählter Rechenort (Lat, Long)
- Breitengrad der Sonne (Deklination)
- Ortsstundenwinkel (Local Hour Angle, LHA)

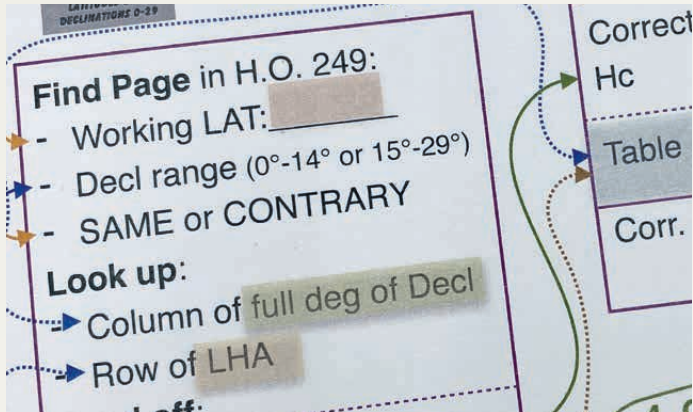
Der zweite Schritt beginnt mit dem „Nautischen Jahrbuch“ („Nautical Almanac“). Mit dessen Hilfe gilt es, einen in unmittelbarer Nähe gelegenen Rechenort zu wählen, der dann im dritten Schritt für die Ermittlung von Hc und Azimut eingesetzt werden kann. Als Breitengrad des Rechenortes wird durch Auf- oder Abrunden die nächstgelegene ganzzahlige Breite gewählt. Die Wahl des Längengrades für den Rechenort ist dagegen etwas gewöhnungsbedürftig. Denn nicht der absolute Längengrad des Rechenortes soll ganzzahlig sein, sondern stattdessen der sogenannte Stundenwinkel zwischen der Sonne (GHA, Greenwich Hour Angle) und dem Rechenort. Es geht also nicht um den absoluten Längengrad, sondern um den relativen Winkel zwischen dem Schiff und der Sonne. Das ist genial durchdacht, denn der Sonnenhöhe Hc ist es schnuppe, welchen absoluten Längengrad wir haben. Für die Höhe Hc ist nur re-

levant, wie Schiff und Sonne zueinander in Relation stehen. Es ist dieser „relative Winkelabstand“ (Stundenwinkel) zwischen Schiff und Sonne, der die Sonnenhöhe bestimmt. Dieser wird Ortsstundenwinkel (LHA, Local Hour Angle) genannt, und genau diesen gilt es nun, ganzzahlig zu bekommen, damit er in der HO249-Tafel in Schritt drei später eingesetzt werden kann.

Die Position der Sonne können wir natürlich nicht ändern, wohl aber den Längengrad unseres Rechenortes, um den es ja geht! Also wird kurzerhand der Längengrad des Rechenortes so gewählt, dass der Ortsstundenwinkel zwischen Schiff und Sonne (LHA) ganzzahlig wird. Wer aufmerksam ist, sieht, dass zwei Felder des Vordrucks für Schritt zwei rot markiert sind, was so viel wie „Bingo!“ bedeutet. Sobald nämlich etwas in Rot erscheint, ist dies eine Größe, die fürs Einzeichnen in die Seekarte in Schritt fünf benötigt wird. Sämtliche roten Resultate



landen als gesuchte Größen ganz unten rechts auf dem Vordruck im roten Zielkästchen. Breiten- und Längengrad des Rechenortes sind genau solche roten Resultate, die schon nach Schritt zwei dort eingetragen werden können. Somit ist der Rechenort gewählt. Nun fehlt noch das Azimut und das Intercept, die sich aus Schritt drei beziehungsweise vier ergeben.



Schritt 3: die HO249-Tafel

Input:

- Ganzzahliger Breitengrad des Rechenortes (aus Schritt 2)
- Ganzzahliger Ortsstundenwinkel (LHA, aus Schritt 2)
- Breitengrad der Sonne (Deklination, aus Schritt 2)

Output:

- Richtung zur Sonne (Zn, Azimut)
- Berechnete Sonnenhöhe (Hc)

Nun legen wir das „Nautische Jahrbuch“ zur Seite, und es geht endlich mit der HO249 weiter, welche die gesuchte Richtung zur Sonne (Azimut) sowie den vorkalkulierten Höhenwinkel (Hc) liefern soll. Schon nach ein paar Schritten und Hilfestellungen auf dem Vordruck lassen sich beide Werte der Tafel entnehmen.

Das Azimut ist in Rot gekennzeichnet und wird somit in das Zielkästchen ganz unten rechts übertragen. Es wird später bei der Bearbeitung von Schritt fünf wieder relevant.



Der Mühe Lohn: Die in die Karte übertragenen Daten ergeben eine Standlinie

FOTOS: LEON SCHULZ

Schritt 4: Ermittlung des Intercepts

Input:

- Berechnete Sonnenhöhe (Hc, aus Schritt 3)
- Beobachtete Sonnenhöhe (Ho, aus Schritt 1)

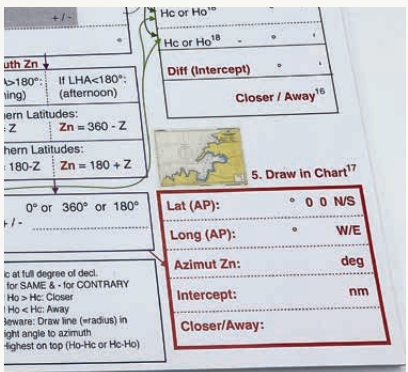
Output:

- Intercept in nautischen Meilen
- Closer/Away entlang des Azimuts

Es gilt noch, den gemessenen Winkel Ho mit dem vorkalkulierten Winkel Hc zu vergleichen, was in Schritt vier vollzogen wird. Weiterhin ist die Frage zu klären, ob wir uns, im Vergleich zum Rechenort, näher zur Sonne hin oder weiter von ihr entfernt befinden.

Das Intercept berechnet sich aus der Differenz zwischen Hc und Ho. Somit ist es rot und kommt wieder in das Zielkästchen unten rechts.

Falls Ho größer ist als Hc, sind wir näher an der Sonne, im umgekehr-



ten Fall weiter von ihr entfernt. Dieser Wert für „Closer“ oder „Away“ kommt als letzter Output in das rote Zielkästchen.

Die in den einzelnen Schritten ermittelten Werte werden jeweils im roten Feld erfasst

Schritt 5: Eintrag in Seekartenvordruck

Input:

- Breitengrad des Rechenortes
- Längengrad des Rechenortes
- Richtung zur Sonne (Azimut)
- Intercept
- Closer/Away

Output:

- Standlinie im rechten Winkel zum Azimut

Alles, was ganz unten rechts im roten Zielkästchen für Schritt fünf notiert worden ist, wird für das Einzeichnen in die Seekarte beziehungsweise in den Seekartenvordruck benötigt. Eingezeichnet wird zunächst die Position des Rechenortes (Lat, Long) und von dort dann die Richtung zur Sonne (Azimut). Das Intercept wird entlang des Azimuts abgetragen, entweder zur Sonne hin oder von ihr weg. Durch diesen ermittelten Punkt wird die Standlinie im rechten Winkel zum Azimut abgetragen. Irgendwo auf dieser Linie befindet sich das Schiff.

Warum es eine Standlinie und noch keine Position ist, wird in der YACHT 22/2016 sowie im kommenden YACHT-Webinar erklärt. Ein zweiter Sonnenschuss ein paar Stunden später oder eine klassische Mittagsbreite zum Schiffsmittag ergibt dann eine zweite Standlinie. Die erste Standlinie wird laut Kurs und gesegelter Distanz (aus Schritt 1) versiegelt, und wo sich die beiden Standlinien schneiden, ist dann die tatsächliche Position (Fix).



Von der Kerbe im Holz zur Computer-App

Wie sich die Kunst der Navigation mit Hilfe der Sterne seit den Anfängen der Seefahrt bis heute entwickelt hat – Meilensteine

Das der Schatten am Schiffsmittag den Breitengrad der eigenen Position verrät, wussten schon die Wikinger. Diese schnitzten sich eine Kerbe auf die Ruderbank, wo das Ende des Schattens vom Sillrand hinfiel, wenn der Schatten des Tages am kürzesten war. So konnten sie den Breitengrad eines Ortes wie Shetland, Island oder Grönland wiederfinden. Der Schatten ist natürlich nicht nur breitengrad-, sondern auch jahreszeitenabhängig. Im Winter ist der Schatten bekanntlich länger als im Sommer. Aber wer jährlich im Juni von Norwegen nach Island aufbricht und jeweils im August wieder zurücksegelt, braucht nur zwei Kerben für die Ruderbank: eine für die Hin- und eine zweite für die Rückfahrt.

Prinzipiell nicht viel anders funktionierte die Navigation bis tief ins 18. Jahrhundert. Mit zunehmend präziseren Instrumenten (Sextant) sowie einem stets genaueren

„Nautischen Jahrbuch“ für die Ermittlung des Breitengrades der Sonne (Deklination) konnte der eigene Breitengrad immer besser bestimmt werden.

Aber eben nur der Breitengrad! Schiffe segelten beispielsweise wie die von Kolumbus von den Kanarischen Inseln stur gegen Süden oder Südwesten, bis der gewünschte Breitengrad mittels Sonnenbeobachtung gefunden wurde. Dann wurde nach Westen gedreht und einfach abgewartet, bis irgendwann Land in Sicht kam. Über die Schiffsgeschwindigkeit konnte der Navigator dabei zumindest grob einschätzen, wann das der Fall sein müsste.

Chronometer vs. Lunar-Distanz-Methode

Einen Quantensprung der Astronavigation erreichte John Harrison. 1736 entwickelte er seinen ersten Chronometer, der so genau war, dass eine Position nicht nur mit Breiten-, sondern auch mit einem Längengrad

ermittelt werden konnte. Es gab aber auch andere Wege, den Längengrad zu bestimmen, beispielsweise mit Hilfe der Lunar-Distanz-Methode: Hier wurde der Winkelabstand zwischen Mond und anderen Himmelskörpern gemessen.

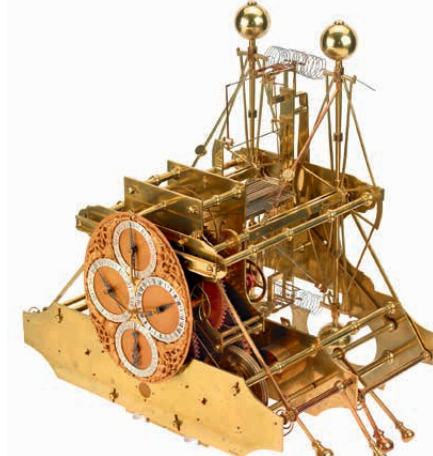
Die Theorie war schon 1524 aufgestellt worden, aber erst viele Jahre nach Harrisons Entwicklung des genauen Chronometers, ab 1763, waren die Tabellen für die Mond-Methode so weit ausgereift, dass sie bis Mitte des 19. Jahrhunderts eingesetzt wurden. Eigentlich ist die Lunar-Methode die robustere, denn kein teurer und empfindlicher Chronometer musste an Bord mitgeführt werden. Aber: Die Berechnungen waren sehr kompliziert und konnten nicht an allen Tagen im Monat angestellt werden.

Heute wohl kaum vorstellbar, aber Ende des 18. Jahrhunderts machte der Preis für einen Harrison-Chronometer stolze 30 Prozent des gesamten Schiffswertes aus! Es war

Das Astrolabium war eines der ersten Hilfsmittel zur Ermittlung des Höhenwinkels der Sonne



Heute stehen Astro-Apps zur Verfügung, die mit den gemessenen Winkeln gefüttert werden



Die H1 ermöglichte die exakte Zeitbestimmung auf See. Nun ließ sich der Längengrad errechnen



Programmierbare Taschenrechner lösten in den Achtzigern die Arbeit mit Logarithmen-Tafeln ab

jedoch nur eine Frage der Zeit, bis die Produktionskosten eines Chronometers so weit gesunken waren, dass die Lunar-Methode schließlich ganz verdrängt wurde.

Die HO249-Methode

Bis zum Zweiten Weltkrieg mussten Segler sich danach mit schwerfälligen Logarithmentafeln quälen, die sich übrigens bis heute nicht ganz aus den Klassenzimmern der Astronavigation verdrängen ließen. Wer den SHS geschafft hat, weiß ein Lied davon zu singen. Aber wieso so kompliziert, wenn es doch einfacher geht?

Die US-Amerikaner waren es, die Mitte der Dreißiger „Tables of Computed Altitude and Azimuth 1936–1945“ als „H. O. Pub. No. 214“ veröffentlichten. Ein weiterer Meilenstein in der Geschichte der Astronavigation. Die US-Langstreckenbomber brauchten eine rasche Standortbestimmung, und so entstanden schließlich die genialen HO249-Tafeln „for Air Navigation“ in nur drei Bänden, die bis heute gern auch von Seglern genutzt werden, die keine Lust auf Logarithmentafeln haben. Es gibt zwar daneben die genaueren nautischen Tafeln HO224, bestehend aus ganzen sechs Bänden; für Segler reichen aber die weniger umfangreichen Tafeln für die Fliegerei völlig aus.

Was aber ist so genial daran? Nun, statt mit Hilfe von Logarithmentafeln selbst rechnen zu müssen, sind für eine schier unvorstellbar große Anzahl von Positionen der dort zu messende Höhenwinkel zur Sonne (Hc) sowie die Richtung zur Sonne (Azimut) schon in Voraus berechnet worden. Beide Werte können einfach aus den Büchern abgelesen werden. Die Berechnung ist also für den Nautiker bereits erledigt!

Wenn sich der Segler nun zufällig an einem dieser Rechenorte befände, müsste er den dort abgedruckten Höhenwinkel (Hc) am eigenen Sextanten ebenfalls messen. Das wäre natürlich ein riesiger Zufall, und so wird in der Praxis ein anderer Winkel als der Sollwinkel des Rechenortes beobachtet. Daher muss nun der eigene Beobachtungswinkel am Sextanten (Ho) mit dem aus der HO249-Tafel (Hc) verglichen werden. Es gilt gewissermaßen, den Unterschied zwischen Ist- und Soll-Wert zu finden. Die Differenz zwischen Hc und Ho gibt dann an, wie weit man vom Rechenort entfernt ist (Intercept).

Man beweist also quasi, dass man sich eben nicht am Rechenort befindet, sondern man errechnet vielmehr die genaue Abweichung von diesem. In die Seekarte wird erst



Rechenkünstler

John Harrison ermöglichte mit dem Chronometer die Längengradbestimmung. Bobby Schenk machte Astronavigation für alle verständlich

der Rechenort und danach die ermittelte Abweichung entweder zur Sonne hin oder von der Sonne weg entlang des Azimuts eingezeichnet. Das Resultat ist schließlich eine Standlinie.

Elektronische Astronavigation

Einer der Ersten, der die in den achtziger Jahren gerade auf den Markt gekommenen programmierbaren Taschenrechner für die Astronavigation geschickt einzusetzen wusste, war Bobby Schenk. Vorteil: Wer seinen Hc und Azimut per Taschenrechner für einen x-beliebigen Ort selbst errechnen kann, braucht überhaupt keine Tafeln mehr!

Heute gibt es moderne Apps, die genau das machen, was Bobbys „Astro Classic“ auch schon konnte: die Richtung zur Sonne (Zn, Azimut) sowie den an der gegissten

Position (EP, Estimated Position) zu erwartenden Höhenwinkel zur Sonne (Hc) per Knopfdruck zu ermitteln. Einige Apps sind wunderschön illustriert und berechnen für zwei aufeinanderfolgende Messungen und die Versegelung dazwischen direkt eine Position. Das erspart sogar das Zeichnen.

Die Nutzung von Astro-Programmen ist selbstverständlich zweckmäßig und bequem. Wenngleich man von der Stromversorgung für den Computer, das Tablet oder Smartphone abhängig bleibt. Die meisten verstehen bei der Anwendung einer App ohnehin kaum den Hintergrund der Berechnungen. Sie freuen sich stattdessen einfach übers Resultat. Eingegeben werden zwei zirka zwei bis drei Stunden auseinandergelegene Sonnenhöhen mitsamt genauer Beobachtungszeit sowie die gesegelte Strecke dazwischen. Die App spuckt sodann die Schiffsposition aus!

Die persönliche Befriedigung bei der Nutzung von Sextant und Computer ist in folgedessen nicht sehr groß. Wer zur Astronavigation ein Computerprogramm benötigt, kann eigentlich auch gleich mit GPS, Galileo oder anderen Satellitensystemen navigieren. Wer hingegen auf die elektronischen Hilfsmittel verzichtet und zu seinem Ziel findet, wird sich ungleich mehr über das eigene Wissen und Können freuen. In den kommenden YACHT-Webinaren (siehe Hinweis unten) erhalten interessierte Segler Gelegenheit, genau dieses Wissen aufzufrischen oder überhaupt erst zu erlangen.

Leon Schulz

YACHT-Astronavigations-Webinare

Für Segler, die sich zum ersten Mal mit Astronavigation beschäftigen, klingt diese Art zu navigieren vielleicht zunächst etwas kompliziert. Ist man gerade dabei, Astronavigation nach HO249 zu lernen, oder hat man schon einen Kurs besucht, werden die neuen Vorlagen schnell extrem hilfreich. Das Ausfüllen ist in weniger als zehn Minuten vollbracht und somit fast schneller als das Zeichnen und Versegeln der Standlinien!

Die YACHT bietet nun einen Astro-Blitzkurs im Rahmen der Webinarreihe 2023/24 an, und zwar am 30. November und 1. Dezember 2023. Hier wird eine Positionsbestimmung nach dem HO249-Verfahren und anhand der neuen Berechnungsvorlagen Schritt für Schritt erklärt. Wer an den Abenden nicht dabei sein kann, hat die Möglichkeit, sich die Webinare 30 Tage lang danach anzusehen, auch mehrmals. Vorausgesetzt, man hat sich zum Webinar über folgende Webseite angemeldet: [YACHT.DE/WEBINARE](https://www.yacht.de/webinare)

Für diejenigen, die sich tiefer ins Thema einarbeiten und auch nach Sternen, Planeten und dem Mond navigieren möchten, bietet sich ein RYA-Yachtmaster-Ocean-Theoriekurs an, in dem die vorgestellten Vorlagen eingesetzt werden. Infos unter: [REGINASAILING.COM](https://www.reginasailing.com)