

erwarteten Weggang des Regleurs, kam das Reglageproblem plötzlich auf Paul Thielemann zu. Er wich nicht aus, im Gegenteil, er griff die Chance, Regleur zu werden, mit Feuereifer auf. Mit welchem Erfolg, das bewiesen bald die von ihm erzielten zahlreichen Preise.

Meisterhaft verstand es der Jubilar von Anfang an, Gangergebnisse (Gangregister) auszuwerten, das heißt, aus den Gangergebnissen aufzuspüren, wo und was an dem Instrument noch vervollkommen werden mußte. Diese Kunst des Fehler-Aufspürens ist größer, als leichtin angenommen wird. Wie zum Beispiel kommt die Unruh eines Chronometers dazu, an einem x-beliebigen Tage, anstatt 172 800 Schwingungen zu machen, eine mehr zu vollführen, also 172 801? Das ist eine plötzliche Differenz von einer halben Sekunde, - das ist ein „Sprung“ und das beunruhigt den Regleur sehr! Wie unwahrscheinlich klein und geringfügig muß doch die Ursache sein, die einzelne Schwingung plötzlich um $\frac{1}{172\,800}$ zu beschleunigen. Nur die einzelne Schwingung kann man doch beeinflussen, und welche Kunst gehört dazu, bei der Abhilfe nicht über das Ziel hinauszuschießen.

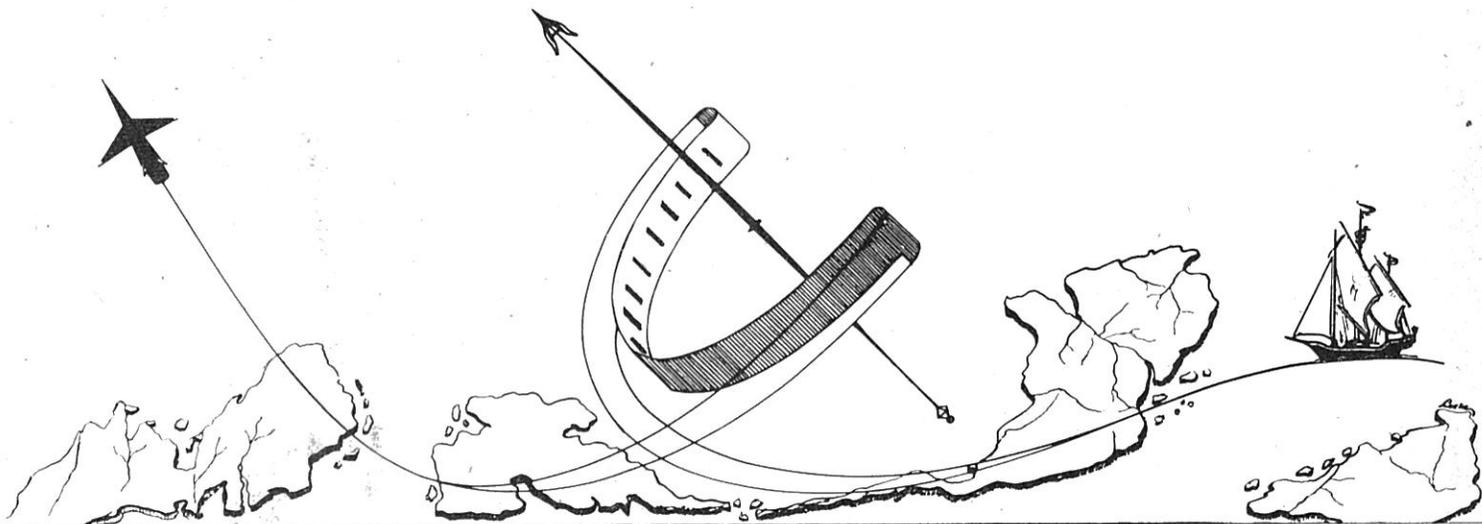
Auch das alte Problem der „Wiederaufnahme des Ganges“ hat Paul Thielemann von Anfang an gereizt. Man versteht darunter: Das Chronometer soll, nachdem es in Kälte und in

Wärme ausgiebig geprüft worden ist, in Mitteltemperatur denselben Gang wiederaufnehmen, den es vor der Temperaturprüfung hatte. Hier muß nur zu oft mit unbefriedigendem Gang gerechnet werden, aber gerade hier ist Paul Thielemann durch unentwegtes Forschen an die Grenzen der Genauigkeit herangekommen.

Es wird die Frage auftauchen: Warum hat Meister Thielemann dieses seltene Spezialwissen nicht in einem Buch festgelegt? Es wird ihm ergangen sein wie so manchem Forscher: Immer hofft man, diese Spezial-Erkenntnisse noch zu vervollkommen, das mühsam Erreichte macht bescheiden und man getraut sich darum nicht, seine Erfahrungen als abgeschlossen zu veröffentlichen.

Meister Thielemann hat Besseres getan, als ein Buch zu schreiben, denn ein Fachbuch kann gelesen werden oder auch nicht. Er hat sein Wissen unmittelbar von Mensch zu Mensch mitgeteilt, indem er die nächste Generation von Chronometermachern und Regleuren angelernt hat. Es gibt jetzt nicht nur einen Regleur, sondern deren mehrere, die ihr Können schon genugsam bewiesen haben.

Wenn unser Paul Thielemann mit 75 Jahren freudig erklärt, sein Leben sei in jeder Beziehung erfolgreich gewesen, dann soll er herzlich beglückwünscht sein, dieser im wahren Sinne des Wortes selbstgemachte Mann!



Die Zeitmessung im Dienste der Navigation

Von Lothar M. Loske

Mit dem Wort Navigation bezeichnet man die Gesamtheit aller Methoden, die der Besatzung eines Schiffes oder eines Flugzeuges gestatten, den genauen Standort zu bestimmen und die weitere Richtung des Weges zu ihrem gewünschten Ziel festzulegen. Als die wichtigsten und meist angewandten Verfahren können die folgenden drei bezeichnet werden:

1. Sichtorientierung und Navigation nach Landmarken

Anwendbar bei Küstenumsegelung und Flügen in niedrigen Höhen.

2. Astronomische Navigation

Orientierung nach den Gestirnen, bestehend aus den Kenntnissen der Kosmographie (astronomische Beschreibung des

Weltalls) und der Methodologie (Kenntnisse der praktisch anzuwendenden Navigationsverfahren und ihrer Hilfsmittel).

3. Funknavigation

Mit Hilfe der durch Funk- und Radargeräten erzeugten elektromagnetischen Wellen.

Werden diese drei Verfahren sorgfältig miteinander kombiniert, so ist auf und über jedem Ort der Erde eine besonders präzise Feststellung des Standortes möglich. Als die klassische Methode und den Interessen der Uhrenfachkreise am nächsten liegende dürfte die astronomische Navigation gelten. Hierzu gehören auch die Kenntnisse der astronomischen Zeitbestimmung und ihrer Hilfsmittel, die Zeit zu „bewahren“. Letzteres bildete Jahrhunderte lang das schwierigste Problem der See-

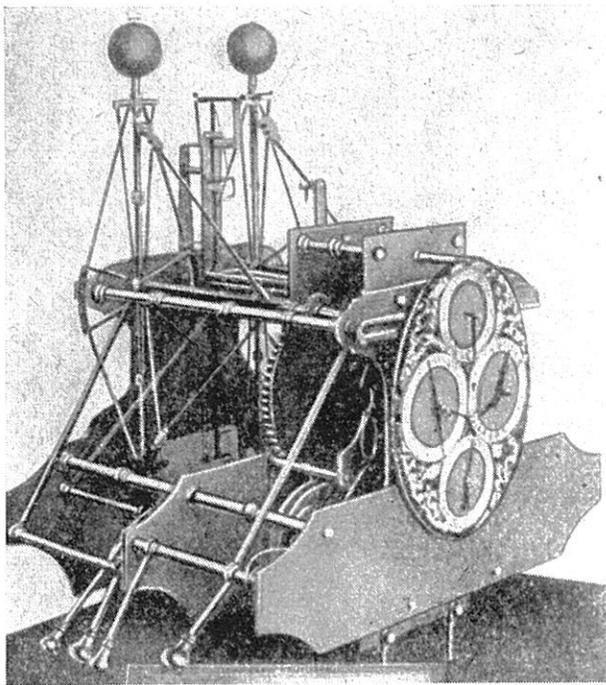


Abb. 1: Das erste Schiffschronometer von Harrison. Die beiden Kugeln dienten als Balanciers und haben ein Gewicht von je 5 Pfund.

fahrt. Von dem Gelingen, die Zeit des Heimathafens an Bord „aufzubewahren“, hängt die Genauigkeit der Längengradbestimmung ab. Noch bis in das 18. Jahrhundert waren die Seeleute darauf angewiesen, ihre Navigation unter Verwendung von Sanduhren auszuführen. Daß allerdings bei Anwendung derartig primitiver Hilfsmittel zahlreiche Schiffsunglücke durch fehlerhafte Navigation verursacht wurden, ist nicht gerade verwunderlich. So ist es auch zu verstehen, daß die seefahrenden Nationen ganz besonderes Augenmerk auf die Entwicklung der Zeitmeßkunst richteten. Beispielsweise ist geschichtlich bezeugt, daß der englische Staat im Jahre 1714 ein Preisausschreiben erließ, worin er 20 000 Pfund Sterling demjenigen zuerkannte, dem es gelingen würde, eine Uhr zu konstruieren, die auf hoher See benutzbar wäre und den Standort eines Schiffes bis auf einen halben Grad genau bestimmen könne.

John Harrison, geboren 1693 in Forsby, war der geniale Erfinder einer Uhr, die den gestellten Anforderungen entsprach. Am 18. November 1761 ging er in Portsmouth auf dem „Deptford“ unter Segel, der den Gouverneur Littleton nach Jamaika bringen sollte. Nach 18tägiger Fahrt befand sich das Schiff nach dem Schiffsregister in $13^{\circ} 50'$ Länge, aber nach der Seeuhr von Harrison in $15^{\circ} 9'$. Trotz des Unterschiedes von $1^{\circ} 19'$ beharrte Harrison darauf, daß man die Insel Portland am nächsten Morgen in Sicht haben müsse, falls sie richtig auf der Karte angegeben sei. Der Kapitän steuerte darauf zu, und wirklich sah man am anderen Morgen gegen 7 Uhr die Insel vor sich liegen.

Dieses Chronometer differierte nach 156 Tagen Seereise nur 54 Sekunden. Hätte damals Harrison seine im voraus angegebenen Abweichungen auch den Differenzen der höheren Temperaturen während der Reise anzupassen gewußt, so hätte die Zeit sogar bis auf 15 Sekunden genau ermittelt werden können, was einer täglichen Abweichung von nur $\frac{1}{10}$ Sekunde gleichgekommen wäre. Das Zeitmaß von einer Sekunde entspricht übrigens am Aequator einer metrischen Länge von 463.

Trotz seiner eminenten Verdienste um die Schifffahrt war Harrison vielen Widerwärtigkeiten ausgesetzt. Auch seine Belohnung wurde ihm nicht in gerechter Weise zuteil, da er erst als hoher Siebziger den Rest der Prämie erhielt.

Die Erfindung und Weiterentwicklung des Marinechronometers hat der Menschheit unzählige Opfer erspart und Milliardenwerte erhalten, die früher wegen der schlechten Orientierungsmöglichkeit durch Schiffbrüche verloren gingen.

Es fehlten einfach die technischen Mittel, um die Zeit des Ursprungmeridians verlässlich an Bord weiterzuführen, um sie im Augenblick einer Standortbestimmung mit der ermittelten Ortszeit vergleichen zu können.

Heute sind allerdings alle diese Sorgen überwunden, und selbst die jahrzehntelange Gewohnheit, aus Sicherheitsgründen und zum Vergleich der Ganggenauigkeit mehrere Chronometer (in der Regel drei) an Bord zu haben, hat sich erübrigt. Einmal ist die Qualität der heutigen im Handel befindlichen Chronometer auf einem äußerst hochwertigem Stand, und zweitens stehen dem Seefahrer seit einigen Jahrzehnten die periodischen Zeitzeichen der Seewarten und Rundfunkstationen zur Verfügung. Für den Luftverkehr genügen heutzutage sogar die Gangergebnisse der ersten Qualität Armbanduhren (mit offiziellem Gangschein), da es sich im Luftverkehr um relativ kurze Flugdauer einer Reise von A nach B handelt.

Als Ausgangspunkt für die Zeitmessung zum Zwecke der Ortsbestimmung ist der Durchgang eines bestimmten, sei es wirklichen, sei es fiktiven Ortes der Himmelskugel durch den



Abb. 2: Marinechronometer von Ulysse Nardin, Le Locle. Die Firma Nardin ist die einzige in der Schweiz, die noch Marinechronometer herstellt.

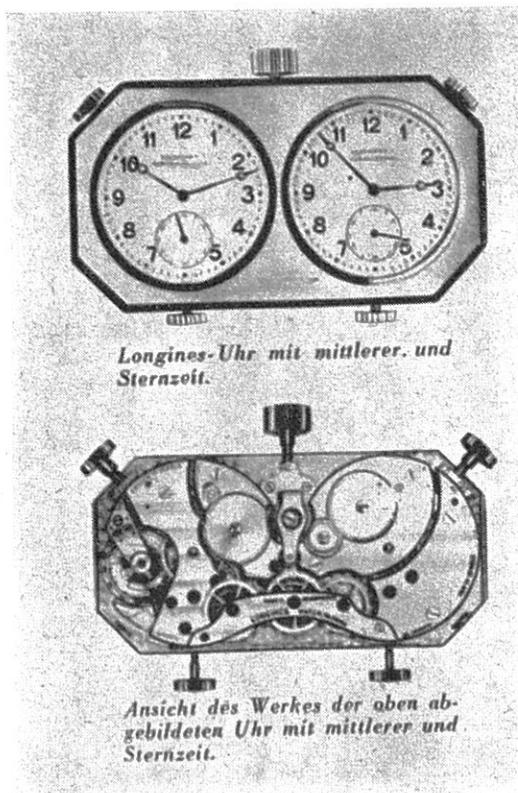


Abb. 6: Longines-Uhr für die Angabe der „mittleren“ Zeit und der Sternzeit. (Zifferblatt und Werkseite.)

gehen, läßt sich eine ahnende Vorstellung gewinnen, welch vielseitiges Wissen um die Zeitmeßkunde von einem mit Navigator bezeichneten Besatzungsmitglied an Bord eines Schiffes oder Flugzeuges, verlangt wird.

In der Regel erfolgt die Standortbestimmung, soweit es sich um eine Methode der astronomischen Navigation handelt, in drei einander folgenden Schritten:

1. Messung der Höhe eines oder mehrerer Gestirne über dem Horizont;
2. Berechnungen unter Benutzung von Spezialtabellen;

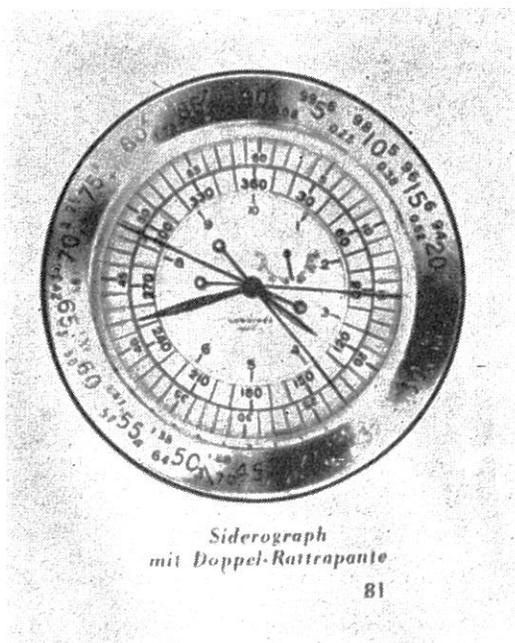


Abb. 7: Siderograph mit Doppel-Rattrapante für die Luftfahrt von Compagnie des Montres Longines, St-Imier (Schweiz).

3. Graphische Eintragung in die Karten.

Die verschiedenen Hilfsmittel, die zur Durchführung dieser drei Operationen Verwendung finden, sind:

- der Sextant
- das Chronometer
- die nautischen Jahrbücher (Ephemeriden)
- die Karten.

Kürzlich wurden dem Uhrenmuseum in La Chaux-de-Fonds zwei Spezialuhren für die Luftfahrt-Navigation von der Compagnie des Montres Longines als Geschenk übergeben. Eine dieser Uhren (Abb. 6) zeigt auf zwei nebeneinander liegenden Zifferblättern die „mittlere“ Zeit und die Sternzeit an. Der Antrieb erfolgt durch zwei Zugfedern; es ist aber nur ein Echappement vorhanden. Beide Federhäuser werden durch die mittlere Krone aufgezogen, hingegen ist die Zeigerstellung getrennt durch die beiden äußeren Kronen einstellbar.

Die zweite Uhr, Siderograph genannt (Abb. 7), verfügt über zwei Nachhol- oder Rattrapantezeiger. Die Zeit wird in Winkelwerten angegeben. Auf Sternzeit eingestellt, entspricht die Zeigerstellung dem Rhythmus der sichtbaren täglichen Bewegungen der Sterne. Somit kann diese Uhr den Zeitwinkel des Frühlingspunktes im Verhältnis zum Meridian von Greenwich fortlaufend angeben.

Zur Anwendung des Siderographen mit der Sonne, fügt man der Angabe des Zeitwinkels noch die aus Sternkarten zu entnehmende Ergänzung des geraden Aufstieges des Sterns bei.



Anfragen, die unter der Rubrik „Briefkasten“ aufgenommen werden sollen, sowie alle Antworten auf hier vorgenommene Veröffentlichungen, erbitten wir stets an unsere Schriftleitung, Frankfurt/Main, Schumannstr. 27

Fragen

- H. R. Hü. Ich suche ein englisches Wörterbuch mit Fachausdrücken, evtl. sogar mit kurzen Verkaufsgesprächen. Wer kann mir eine Bezugsquelle nachweisen?
- H. D. Hü. Wer kann mir witterungs- und spannungsbeständigen Kitt zum Befestigen von Metallbuchstaben an die Schaufensterscheibe empfehlen?
- U. H. He. Wer kann mir Thermometer speziell für Gärtnereien liefern?
- A. H. En. Ich suche eine Patentschnalle für ein Lederband mit Verschlussklappe, die der Stift sichert. Wer übernimmt das Vergolden einer Pariser Pendule?

Antworten

- P. W. H. (aus Nr. 16/55). Feuerzeuge mit Uhr liefert die Firma Albert Schwab, Karlsruhe-Rüppurr, Langestr. 155.
- P. P. We. (aus Nr. 16/55). Eintag-Einsteckwerke, Durchmesser von 55 mm, liefert die Firma Albert Schwab, Karlsruhe-Rüppurr, Langestr. 155.
- U. G. Wü. (aus Nr. 16/55). Glasstürze in jeder gewünschten Ausführung in Plexiglas, mit dem Vorzug der Leichtigkeit und Bruchsicherheit, fertigt die Firma Lange & Co. K.G., München 15, Mittererstr. 3.
- F. W. Al. (aus Nr. 15/55). Die Reparatur genannter Uhr, die evtl. Altersbestimmung und die vermutliche Wertangabe, übernimmt Ernst Carstensen, Holzwickede b. Unna.

Meridian zu wählen, wie etwa die Sonne, ein Fixstern oder der Frühlingspunkt usw.

Umzurechnen sind danach lediglich die Stundenwinkel in Rektaszensionen, da die astronomischen Stundenkoordinaten mit den Aequatorialkoordinaten des gleichen Gestirns jeweils die Deklination gemeinsam haben. Primär hängen die Stundenwinkel von der Tagesbewegung der Himmelskugel ab, weshalb man für diese Umrechnung ein Zeitmaß benötigt, das der Stundenwinkel des Frühlingspunktes (Ursprung der Rektaszensionen) liefert. Den Stundenwinkel des Frühlingspunktes bezeichnet man als die Sternzeit des Beobachtungsortes.

Ein Sternzeit-Tag ist folglich jene Zeit, die zwischen zwei aufeinander folgenden Durchgängen des Frühlingspunktes durch den gleichen Meridian verstreicht. Gleich unserem bürgerlichen Tag wird auch der Sternzeit-Tag in Sternzeit-Stunden, Sternzeit-Minuten und Sternzeit-Sekunden unterteilt. Passiert der Frühlingspunkt den Ortsmeridian, so ist es Null Uhr lokale Sternzeit. In der Regel wählt man den Stundenwinkel des Frühlingspunktes als Ausgangsmeridian der Sternzeit gegenüber dem Greenwich-Meridian für die Normalzeit (Greenwich-Mean-Time).

Für die rechnerischen Operationen werden in den einzelnen Ländern verschiedene Bezeichnungen angewandt, so z. B. AHag für den astronomischen Stundenwinkel eines Gestirns (= der Winkel zwischen dem Ortsmeridian und seinem Deklinationkreis), gemäß der Air France (Cours de navigation aérienne). Die lokale Sternzeit heißt hierbei AHsg und der entsprechende Stundenwinkel gegenüber dem Ursprungsmeridian AHao. Die Sternzeit des Ausgangsmeridians tritt in der Formel als AHso auf.

Bezeichnet man die Stundenwinkel zweier aufeinanderfolgender Stellungen (A1 und A2) des Gestirns A mit AHag1 und



Abb. 4: Moderner Marine-Sextant in Anwendung.

Diese Zeitbegriffe sind:

1. Sternzeit (Stundenwinkel des Frühlingspunktes)
2. „Wahre“ Zeit (Stundenwinkel der wirklichen Sonne)
3. „Mittlere“ Zeit (Stundenwinkel der „mittleren“ gedachten Sonne)
4. Universalzeit (Stundenwinkel der „mittleren“ Zeit am Nullgradmeridian — Greenwich-Mean-Time)

Ohne in diesem Zusammenhang näher auf die Entwicklung und Gesetzmäßigkeiten dieser einzelnen Zeitbegriffe einzu-

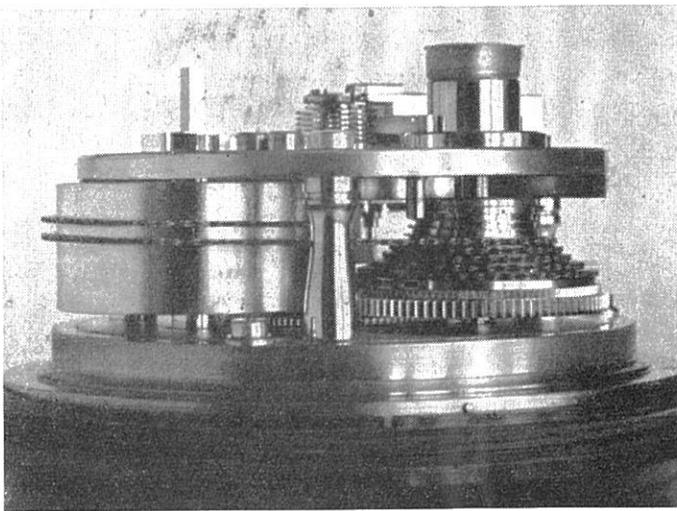


Abb. 3: Werkansicht eines Marinechronometers von Ulysse Nardin. Die Gangdauer beträgt zwei Tage; die Übertragung der Federkraft auf das Räderwerk wird mittels „Schnecke“ und Kette ausgeglichen und reguliert. In der Gangpartie arbeitet eine Guillaume-Unruh mit zylindrischer Spiralfeder.

AHag2, so ist die Differenz $AHag2 - AHag1$ der Sternzeit, die während der Bewegung von A aus der Stellung A1 in die Stellung A2 verfließen ist.

Zur Vervollständigung seiner Aufgabe hat der Navigator noch eine Reihe weiterer Berechnungen auszuführen, ehe eine graphische Eintragung seines Standortes in die Karten möglich ist. Die Zusammensetzung und Folge der einzelnen Formelkombinationen setzt sich aus den vier verschiedenen Zeitbegriffen zusammen, die wir uns bis zum heutigen Tag aus den verschiedensten Gründen eingerichtet haben.

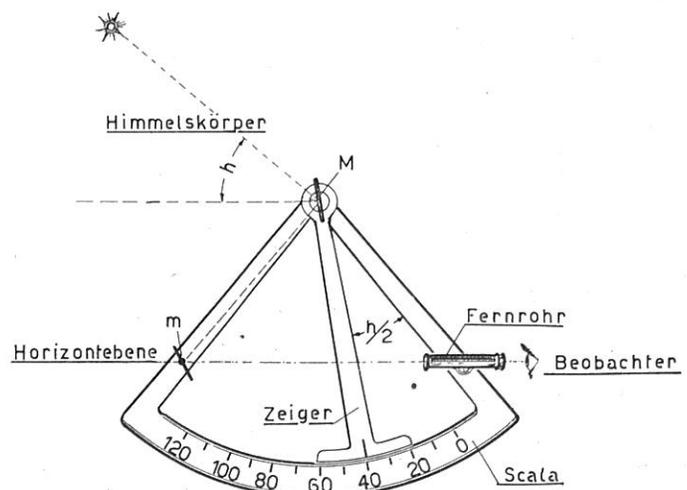


Abb. 5: Prinzip des Marine-Sextanten. Mit dem Fernrohr sieht man gleichzeitig den zweimal — von M und m — reflektierten Lichtstrahl des Himmelskörpers und die Horizontlinie des Meeres (letztere durch die transparente Hälfte von m). Der mit dem oberen Spiegel M starr verbundene Zeiger („Alhidade“) gibt auf der Limbus-Skala die Gestirnhöhe h an. Der effektive Alhidadenwinkel beträgt nur $h/2$, weshalb ein Skalenmaßstab von 1:2 gewählt ist.