Die Methoden der Chronometerkontrolle. Da für die Ortsbestimmungen auf See die genaue Angabe der Greenwicher Zeit eine der wesentlichen Voraussetzungen bildet, so ist es wichtig, daß etwaige Störungen im Gang des Chronometers möglichst früh erkannt werden. Es sind eine Reihe von Einrichtungen geschaffen und Verfahren ersonnen worden, um dieses Zeitmeßinstrument sorgfältig kontrollieren zu können. Es handelt sich dabei um regelmäßig von festen Stationen abgegebene Zeitzeichen und um astronomische Zeitbestimmungsverfahren. Die Chronometerstandbestimmung erfolgt

1. Durch Funk-Zeitsignale. Fast überall auf der Erde können Schiffe mit Funkempfänger zu verschiedenen Tageszeiten Zeitsignale aufnehmen. Da die meisten funkentelegraphischen Zeitsignale automatisch ausgelöst werden, so besitzen sie den größtmöglichen Grad der Genauigkeit.

2. Durch Zeitball, Zeitlichtsignale oder Zeitschallzeichen. In verschiedenen Häfen werden täglich zu bestimmten Zeiten Zeitzeichen verschiedener Art zur Kontrolle der Chronometer gegeben. Die optischen Signale sind einwandfreier und schärfer zu beobachten als die akustischen.

3. Durch Vergleich mit einer Normaluhr. Der Vergleich mit der Normaluhr einer Sternwarte oder eines Telegraphenamtes geschieht am einfachsten unter Benutzung des Fernsprechers. Die Hamburger Sternwarte sendet ständig ein telephonisches Zeitsignal, das von jedem Fernsprecher des Deutschen Reiches gehört werden kann.

4. Durch astronomische Zeitbestimmung. Durch Rechnung läßt sich für einen gegebenen Ort aus der beobachteten Höhe eines Gestirns der Stundenwinkel desselben bestimmen. Aus diesem kann die mittlere Ortszeit abgeleitet werden. Durch Anbringung der geographischen Länge des Ortes, die allerdings genau bekannt sein muß, erhält man die mittlere Greenwicher Zeit, mit welcher die Chronometerzeit verglichen wird.

Der tägliche Gang des Chronometers wird aus dem Unterschied zweier Chronometerstände berechnet.

Bei der Bedeutung der genauesten Zeitbestimmung für die Sicherheit der Navigation ist es verständlich, daß meistens mehrere Chronometer an Bord benutzt werden, wenigstens auf allen größeren Schiffen. Früher waren meistens drei Chronometer im Gebrauch; heute gelten zwei als ausreichend. Schiffe, die mehr als einen Chronometer an Bord haben, führen in der Regel ein von der Deutschen Seewarte herausgegebenes Chronometer-Tagebuch, in das täglich die Angaben über den Schiffsort, die Temperatur im Chronometerspind, der tägliche Gang, der Stand im mittleren Greenwicher Mittag, Chronometervergleiche und Bemerkungen über heftige Schiffsbewegungen in schwerer See usw. eingetragen werden. Die See-Berufsgenossenschaft schreibt vor, daß Chronometer vor ihrer Neubeschaffung durch die Deutsche Seewarte zu prüfen sind und alle 3 Jahre, außerdem nach jeder größeren Haverie, einer Reinigung und einer Gang- und Standbestimmung zu unterziehen sind.

Das Chronometer gehört zu den Gipfelleistungen der Uhrmacherkunst. Mit ihm hat sie dem Seefahrer das Instrument in die Hand gegeben, das neben dem Sextanten die wichtigste Voraussetzung für eine sichere Führung der Seeschiffe bildet.

Dr. Giebel, Meisterschule Glashütte (Sachs.):

Trigonometrie in der Berechnung der Uhr

(Fortsetzung von Seite 208)

VI. Das schiefwinklige Dreieck

Die Berechnung im rechtwinkligen Dreieck ist eine unmittelbare Anwendung der Winkelfunktionen. Für die allgemeine Dreiecksberechnung spielt — ebenso wie in der Konstruktion (siehe Abschnitt I) — das schiefwinklige Dreieck eine viel größere Rolle, so daß man eigentlich erst hier von Trigonometrie sprechen kann. Wie in den Betrachtungen über die Dreieckskonstruktion (Abschnitt I) gezeigt wurde, lassen sich die Aufgaben immer darauf zurückführen: Von einem Dreieck sind drei Stücke gegeben; die anderen Stücke sind zu suchen. Wir kamen dort auf vier Grundaufgaben, die uns jetzt bei der Berechnung wieder begegnen. Diese vier Aufgaben lassen sich trigonometrisch lösen mit Hilfe von zwei Sätzen, die hier kurz besprochen werden sollen.

1. Der Sinussatz

Wenn wir in dem beliebigen Dreieck A B C (Abb. 24) eine Höhe, z. B. von C auf c, fällen, so entstehen zwei rechtwinklige Dreiecke ADC und BDC, wo D der Fußpunkt der Höhe ist. In diesen Dreiecken ist:

$$\frac{h}{b} = \sin \alpha$$

$$\frac{h}{a} = \sin \beta$$

nach h aufgelöst:

$$h = b \cdot \sin \alpha$$
$$h = a \cdot \sin \beta$$

Die beiden Ausdrücke für h können wir gleichsetzen:

$$b \cdot \sin \alpha = a \cdot \sin \beta.$$

Diese Produktgleichung als Proportion geschrieben:

$$\boxed{a : b = \sin \alpha : \sin \beta}$$

In Worten: Zwei Dreiecksseiten verhalten sich wie die Sinus der gegenüberliegenden Winkel.

Also ein Satz über das Seitenverhältnis im Dreieck. Auch die Planimetrie kennt einen solchen Satz: Der größeren von zwei Dreiecksseiten liegt der größere Winkel gegenüber. Diese ziemlich unbestimmte Beziehung ist durch den Sinussatz ganz bestimmt zahlenmäßig verwertbar geworden.

2. Der Cosinussatz

Aus der Planimetrie kennen wir einen Satz, der oft als „erweiterter Pythagoras" bezeichnet wird: Das Quadrat über einer Dreiecksseite, die einem spitzen (stumpfen) Winkel gegenüberliegt, ist gleich der Summe der Quadrate über den beiden anderen Dreiecksseiten, vermindert (vermehrt) um das doppelte Rechteck aus einer dieser Seiten und der Projektion der anderen auf sie:

a) für den spitzen Winkel γ (Abb. 25)

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2\,bp,$$

b) für den stumpfen Winkel γ (Abb. 26)

$$c^2 = a^2 + b^2 + 2\,bq.$$

Drücken wir p aus dem rechtwinkligen Dreieck B D C (Abb. 25) aus

$$\frac{p}{a} = \cos \gamma$$

$$p = a \cdot \cos \gamma,$$

und q aus dem rechtwinkligen Dreieck B E C (Abb. 26)

$$\frac{q}{a} = \cos \gamma'$$

$$q = a \cdot \cos \gamma'.$$

γ' ist der Supplementwinkel von γ, also ist

$$\cos \gamma' = -\cos \gamma,$$

also

$$q = -a \cdot \cos \gamma.$$

Setzen wir nun diese Werte von p und q in die obigen Gleichungen ein, so ergeben beide denselben Ausdruck:

$$\boxed{c^2 = a^2 + b^2 - 2\,a \cdot b \cdot \cos \gamma}$$

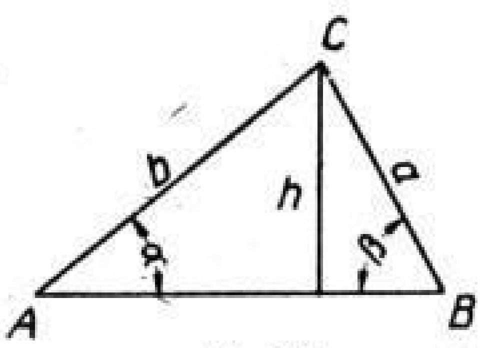

Abb. 24

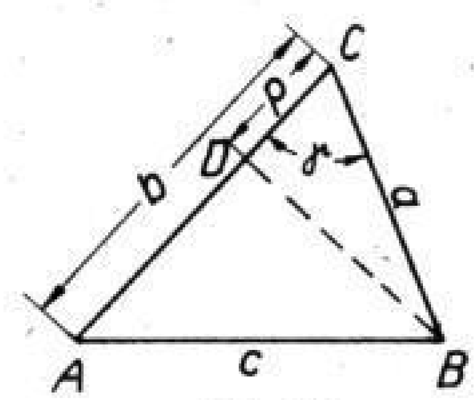

Abb. 25

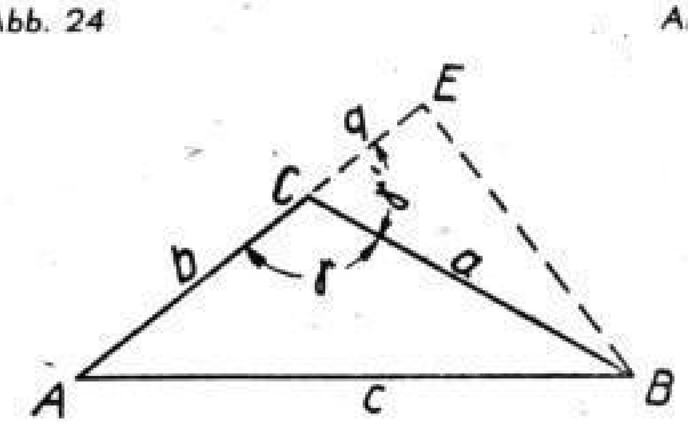

Abb. 26

In Worten: Das Quadrat über einer Dreiecksseite ist gleich der Summe der Quadrate über den beiden anderen Seiten, vermindert um das doppelte Produkt aus diesen beiden Seiten und dem Cosinus des von ihnen eingeschlossenen Winkels.

Der Satz braucht also nicht mehr wie in der Planimetrie in doppelter Form ausgesprochen zu werden. Bei stumpfem Winkel tritt in der Rechnung von selbst das Pluszeichen auf, wenn man vom zweiten Quadranten in den ersten übergehen muß.