

Die Bestimmung des Längengrades auf See

Die Lösung eines jahrhundertealten nautischen Problems

Die Stadt Toulon wird von vielen als westlicher Zugang zur französische Riviera bezeichnet, hier geht die Côte d'Azur so richtig los. Die wechselhafte Geschichte der Stadt zeugt von einer lebendigen Handels- und Seefahrertradition. Daher wundert es auch nicht, dass Toulon oft Ziel militärischer Interessen war, so auch 1707, als im politischen Zusammenhang mit der Suche nach einem spanischen Thronfolger und etlichen Erbfolgekriegen die englische Flotte Toulon belagerte. Allerdings war das ziemlich erfolglos, und man kehrte mit 21 Schiffen unverrichteter Dinge ins Königreich zurück.

Zunächst ging es an Gibraltar vorbei, das man auf dem Hinweg 1704 von den Spaniern erobert hatte. Ein einfacher Trick hatte Erfolg gehabt: man hatte nicht wie üblich im Morgengrauen angegriffen, sondern die Verteidiger während einer nachmittäglichen Siesta überrascht. Als die Flotte sich nach tagelanger Fahrt in sicheren Gewässern unweit der Bretagne wähnte, befand sie sich jedoch viel weiter westlich als berechnet – und steuerte unter Admiral Sir Cloudesly Shovel mit vollen Segeln auf die Scilly-Inseln vor der Südwestspitze Englands zu. Vier Schiffe liefen auf die vorgelagerten Felsen und sanken sofort. Sie nahmen mehr als 1500 Seeleute mit in den Tod. Die Ursache für das Desaster war schnell klar: ein kapitaler Navigationsfehler. Der letzte bekannte Standort war Gibraltar gewesen, von dort aus navigierte man ohne Landsicht und nur mithilfe von Kompass und Logge, indem der Navigator Kurs und Geschwindigkeit bestimmte und daraus während der gesamten Fahrt den jeweils vermuteten Standort errechnete. Weit ab von Küsten war das aber viel zu ungenau, später ermittelte man anhand des Logbuchs Fehler von bis zu 75 Seemeilen.



Die Sonne, Bezugspunkt zur Bestimmung von geografischer Breite und Ortszeit, lugt hinter dem Mast der *Mariquita* hervor.

Außerhalb der Sichtweite von Landmarken ist die Kenntnis von Längen- und Breitengrad, auf dem man sich gerade befindet, zur Positionsbestimmung erforderlich. Die geografische Breite zu berechnen war schon damals kein Problem, indem man nachts den Winkel zwischen Horizont und Nordstern oder tagsüber den zwischen Horizont und Sonne nahm und daraus die geografische Breite mit ein paar einfachen Formeln und Tabellenwerten ausrechnete.

Die Ermittlung des Längengrades dagegen war problematisch: Man benötigte neben der genauen Ortszeit auch die Uhrzeit für einen Referenzort, dessen Längengrad man kannte. Man beobachtete



Der Kompass, hier auf der *Moonbeam of Fife*, seit Jahrhunderten zuverlässiger Helfer beim Navigieren.

beispielsweise den mittäglichen Sonnenhöchststand, den Schiffsmittag. Wenn man nun wüsste, dass der Mittag an einem bekannten Referenzort schon zwei Stunden vorher war, konnte man problemlos aus der mittäglichen Zeitdifferenz zwischen Schiffsort und Referenzort den Längengrad am Schiffsstandort bestimmen¹.

Das Problem war aber, die genaue Uhrzeit an Bord zu wissen. Allerlei Zeitberechnungen auf astronomischem Wege waren zu kompliziert, als dass sie auf Schiffen zuverlässig zu bewerkstelligen waren. Die tragischen Ereignisse bei den Scillys

veranlasste daher die britische Regierung, 1714 den Longitude Act zu erlassen, ein Gesetz, das 20.000 Pfund Belohnung für denjenigen aussetzte², dem es gelinge, das sog. Längenproblem auf See endlich zu lösen. Schließlich stand für das Vereinigte Königreich der Ruf als Seemacht auf dem Spiel.

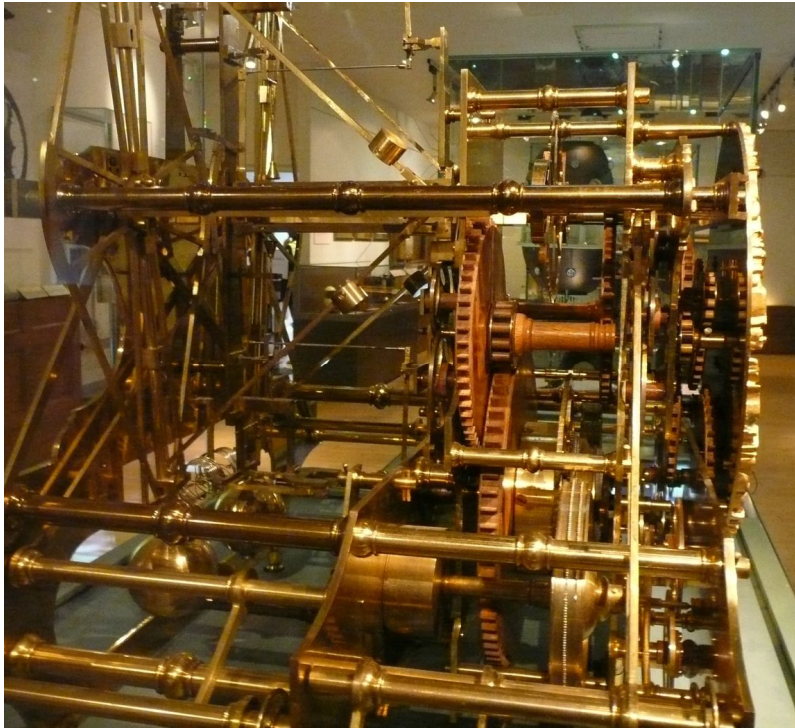
Für die Bereithaltung einer Referenzzeit an Bord gab es verschiedene Ansätze. Die Astronomen favorisierten eine Zeitbestimmung über Finsternisse der Jupitermonde. Allein, mit unhandlichen und empfindlichen Teleskopen und einer Fülle von notwendigen Tabellen und Berechnungen war diese Methode zum Hantieren auf See ebenso ungeeignet, wie die Navigatoren mit der Berechnung überfordert waren.

Es gab seit langem Pendel- und Taschenuhren, sie waren aber auf einem schaukelnden Schiff unbrauchbar, weil aus dem Tritt kommende Pendel und unpräzise Mechaniken zu Fehlgängen von täglich oft weit über 15 Minuten führten, viel zu ungenau für eine verlässliche Standortbestimmung.

¹ Auf einer internationalen Konferenz wurde 1884 festgelegt, dass der sog. Nullmeridian, also der Längengrad 0, genau durch die Sternwarte von Greenwich verläuft. Aufgrund moderner Messmethoden und verschiedener kleiner Anpassungen und auch der Kontinentalverschiebung liegt der tatsächliche Längengrad 0 heute etwa 100 Meter östlich der Sternwarte mitten im Park.

² 2016 entsprach das etwa 2,5 Mio. Pfund.

1735 schließlich stellte der Londoner Tischler und Uhrmacher John Harrison mit der H1 seinen Entwurf einer seegehenden Uhr vor³. Auf ersten Testfahrten, zunächst auf dem River Humber, dann



Die H1 von John Harrison, ein komplexes Uhrwerk höchster Präzision, aber noch viel zu groß für den Gebrauch auf See.

Harrison ließ sich dennoch nicht entmutigen, und am Ende erfüllte seine Uhr H4, die wie eine große Taschenuhr⁴ aussah, auf einer Testfahrt 1761 zu den Westindischen Inseln (heute die Karibik) alle Kriterien des Longitude Act. Der erlaubte Fehlgang von 20 Winkelminuten wurde mit 95 Winkelsekunden sehr deutlich unterschritten. Wenig später bescheinigte auch James Cook nach einer Forschungsreise in die südliche Hemisphäre die Zuverlässigkeit der Harrison-Uhr.

Viele Generationen nutzten Borduhren wie diese hier, die ehemals auf dem deutschen Segelschulschiff *Gorch Fock* ihren Dienst tat.

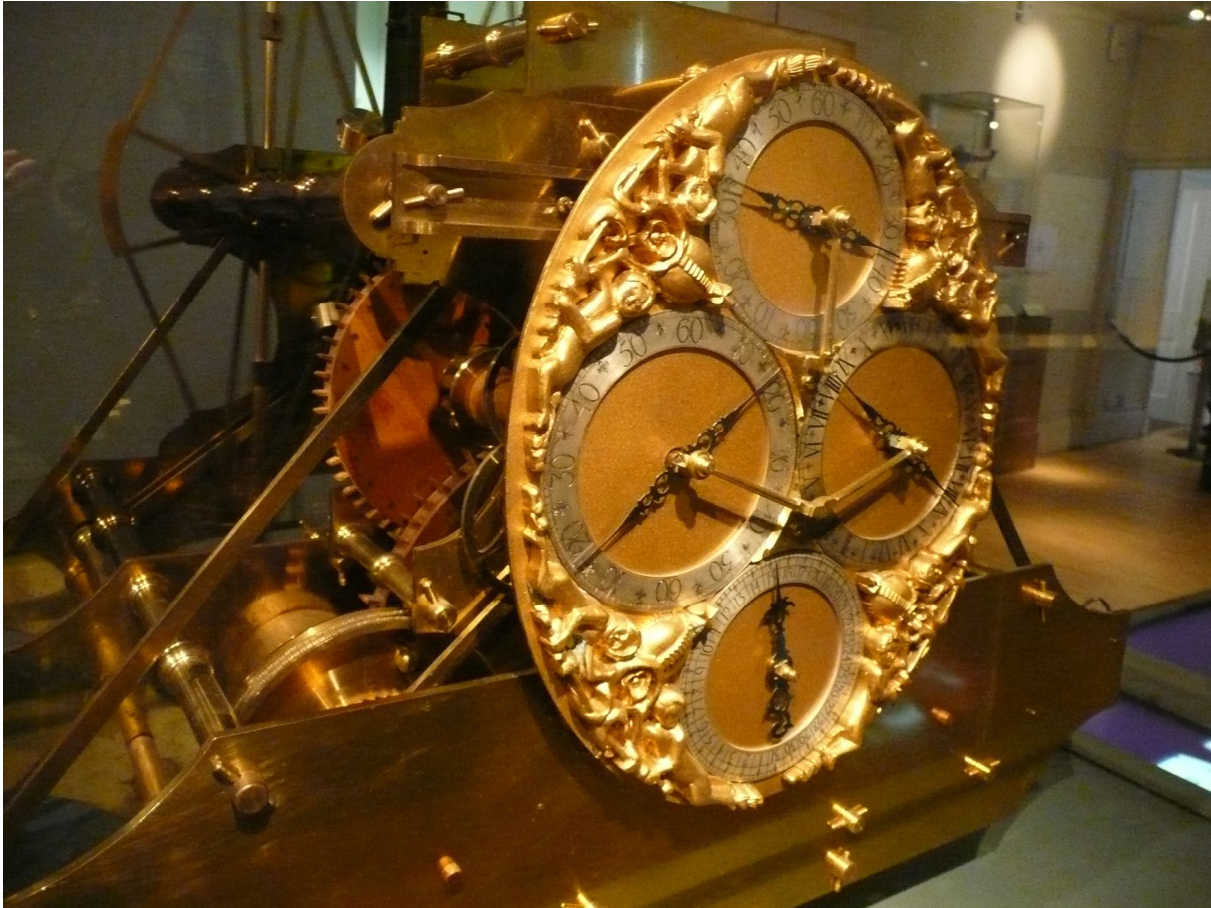


nach Lissabon und zurück, erfüllte die Uhr die gestellten Anforderungen mit Bravour. Weitere 24 Jahre experimentiert der Tüftler, doch die königlichen Astronomen, denen die Bewertung der eingereichten Vorschläge oblag, legten Harrison, der für die Erklärung seiner komplizierten Uhr mehrere Tage brauchte, ständig neue Anforderungen in den Weg. Vielleicht wollten sie auch nicht wahrhaben, dass ein einfacher Handwerker statt der hochgebildeten und anerkannten Astronomen und Mathematiker des Rätsels Lösung gefunden hatte.

³ Er erfand eine spezielle Hemmung, das „Dosierungsorgan“ der Uhr, das das unkontrollierte Ablaufen der Uhr verhinderte und dem die Schaukelbewegungen nichts anhaben konnte, sowie die Verwendung von Bimetall, das die Uhr unempfindlich gegen Temperaturschwankungen machte. – Die H1 war aber ein Monstrum: sie maß 60 x 60 cm, wog 33 kg und hatte mehr als 1.200 Einzelteile.

⁴ Die H4 hatte einen Durchmesser von 13 cm und wog fast eineinhalb Kilo.

So setzten sich Harrisons Erfindungen in der Seefahrt wie im gesamten Militär in wenigen Jahrzehnten durch, und ebenso wuchs das Interesse an der zivilen Nutzung. Gleichwohl dauerte es noch einige Zeit, bis die Technik und Herstellung verfeinert und optimiert werden konnten, was sich auch auf den Kaufpreis und die Verbreitung positiv auswirkte. Und bis heute gehören die mechanischen Uhren in nahezu unveränderter Technik zur Standardausrüstung auf See.



Harrisons H1, Ziffernblatt



Harrisons H4, mit der er letztlich den
Längenpreis gewann

Bild: National Maritime Museum