

## Die Macht der genauen Uhren

Stammanlass des CCS Zürich vom 30. April 2007

Mit grösster Selbstverständlichkeit bestimmen wir heute unsere Position auf offener See mit Hilfe des GPS und sind uns dabei kaum bewusst, welche zentrale Rolle genaue Uhren bei diesem Vorgang spielen. Die Breite ist relativ einfach über den Sonnenstand oder die Sterne zu bestimmen – ein Vorgehen, das schon den Polynesiern bekannt war und seit dem Ende des 15. Jahrhunderts systematisch zur Navigation benutzt worden ist. Schwieriger ist die Bestimmung der geografischen Länge, da hier kein gegebener Nullpunkt wie der Äquator zur Verfügung steht. Nur durch die Verwendung genauer Uhren wurde es möglich, die Länge durch Vergleich der Zeiten des Sonnenhöchststandes an einem unbekanntem Ort und einem Referenzort – später dem Nullmeridian – zu bestimmen.

Die Geschichte der Entwicklung solcher genauen Uhren bis hin zu den heute in den GPS-Satelliten verwendeten Atomuhren mit relativen Genauigkeiten besser als  $10^{-14}$  hat uns Hans Erb, begeisterter Hochseesegler und Inhaber eines 'Delikatessengeschäfts' für Uhren in der Berner Altstadt (siehe [www.uhrsachen.ch](http://www.uhrsachen.ch)), in seinem spannenden und reich illustrierten Referat an unserem Aprilstamm näher gebracht. Die Bedeutung der Genauigkeit von Uhren in der Seefahrt ergibt sich aus einer einfachen Rechnung. Unsere Erde dreht sich einmal um ihre Achse in 24 Stunden. Ein Punkt am Äquator legt in dieser Zeit somit eine Strecke von ca. 40'000 km zurück. Pro Sekunde sind das gut 460 Meter, pro Minute über 15 Seemeilen.

Das Festhalten der exakten Zeitdifferenz gegenüber einem Referenzort im Zeitpunkt einer Positionsbestimmung ist deshalb von grösster Wichtigkeit. Diese Tatsache war natürlich auch den Briten, Herrscher über ein Reich mit einer riesigen geographischen Ausdehnung, schon lange bekannt. 1714 wurde deshalb das 'Board of Longitude' einberufen, das einen Preis von £20'000 für die Entwicklung eines Geräts aussetzte, das unter den harten klimatischen und physikalischen Bedingungen auf einem seefahrenden Schiff die Längenbestimmung mit einer Genauigkeit von mindestens 30 Bogenminuten erlaubte. Dies entspricht einer zeitlichen Toleranz von maximal zwei Minuten.

John Harrison, Schreiner von Beruf, nahm die Herausforderung an und entwickelte zwischen 1730 und 1760 in mehreren Anläufen schliesslich eine verhältnismässig kompakte Uhr von ca. 13 cm Durchmesser. Bei deren Überprüfung 1761 auf einer Reise nach Jamaica zeigte sie nach 61 Tagen eine Abweichung von nur 5.1 Sekunden, ein hervorragendes Resultat, das die geforderte Genauigkeit bei weitem übertraf. Obwohl dieser Wert auf einer zweiten Reise bestätigt wurde, bezeichnete man die Ergebnisse als reinen Zufall. Insbesondere der Hofastronom Lord Maskelyne, der eine alternative, auf der Entfernung des Mondes basierende Methode propagierte, begegnete Harrisons Entwicklung mit grosser Skepsis. 1770 wurde ihm wenigstens die Hälfte des ausgesetzten Preises zugesprochen, und erst 1773, nachdem seine Uhr von einem Uhrmacher nachgebaut worden war, wurde ihm ein weiterer Betrag von £8'750 ausbezahlt.

Damit war die Aufgabe im Prinzip gelöst. Weitere Erfindungen und Verfeinerungen englischer und französischer Uhrmacher folgten mit dem Ziel, tragbare Marine-Chronographen mit vertretbarem Aufwand in grösseren Stückzahlen produzieren zu können. Erstaunlicherweise beteiligte sich auch eine Firma aus dem Binnenland Schweiz an diesen Entwicklungen. 1876 übergab Ulysse Nardin das erste Exemplar eines Marine-Chronometers dem Observatorium in Neuenburg zur Prüfung. Bis in die 70er Jahre des letzten Jahrhunderts baute die Firma über 10'000 solche Uhren für namhafte Werften und Flotten in der ganzen Welt und heimste dafür Tausende von Preisen und Anerkennungen ein.

Ein Marine-Chronometer muss grundsätzlich folgenden Bedingungen genügen:

- Er muss eine Genauigkeitsprüfung nach vorgegebenem Prozedere bestehen.
- Die halbe oder ganze Sekunde muss hörbar geschlagen werden.
- Die Gangreserve muss 48 Stunden plus einige Stunden Reserve betragen.
- Seine Konstruktion muss ein unbeabsichtigtes Verstellen verhindern.
- In einem zur Uhr gehörenden Dokument muss die Gangabweichung festgehalten werden.

Am Anfang des 20. Jahrhunderts erwuchs dann den mechanischen Chronographen eine erste Konkurrenz durch per Funk ausgestrahlte Zeitsignale. Den weiteren Niedergang läutete die Entwicklung von Quarzuhren in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein. Ab 1974 produzierte Omega einen quarzgesteuerten Marine-Chronometer fürs Handgelenk mit einer Abweichung von weniger als einer Sekunde pro Tag. Schliesslich bedeutete aber der Aufbau eines Satelliten-Navigationssystems das endgültige Aus der Marine-Chronometer, aber auch der Sextanten und anderer nautischer Instrumente. 1978 erfolgte der Start des ersten GPS-Satelliten, 1993 kreisten bereits 24 Satelliten um die Erde. Zu Beginn noch eine teure Exklusivität für die Berufsschiffahrt versetzt uns heute nicht einmal mehr ein Mobiltelefon oder eine Armbanduhr mit GPS-Empfänger in Erstaunen.

Mechanische Marine-Chronometer sind dafür zu gesuchten Sammlerstücken geworden. Ein Exemplar der Firma Ulysse Nardin sowie weitere Prachtstücke aus dem Angebot von Hans Erb sorgten anschliessend an das Referat für angeregte Gespräche zwischen ihm und unseren Mitgliedern. Ein interessanter und spannender Stammanlass, für dessen Gestaltung wir Hans Erb nochmals ganz herzlich danken, fand damit seinen Abschluss.

Jürg Ziegler.