

# Der Kampf um die geografische Länge

1. Juli 2005

Erschienen in P.M.

**Den geografischen Breitengrad konnten die Seefahrer schon lange nach dem Stand der Sonne berechnen. Nicht aber den Längengrad. Deshalb konnten die Kapitäne ihren Kurs nur schätzen – und viele segelten in den Tod. 1714 lobte das britische Parlament 20 000 Pfund aus für denjenigen, der dieses Problem löst. Jetzt begann ein dramatischer Wettlauf – zwischen einem unbekanntem Uhrmacher und den berühmtesten Astronomen.**

Christoph Columbus und Co. waren zwar große Entdecker – auf hoher See aber ziemlich orientierungslos. Wenn sie kein Land mehr am Horizont sahen, wussten sie nicht, wo auf der Ost-West-Achse sie sich befanden. Es war keine Methode bekannt, um den Längengrad zu bestimmen. Die geografische Breite, die Position auf der Nord-Süd-Achse, ließ sich relativ leicht anhand des Sonnenstands oder der Sterne bestimmen. Aber auf welchem Längengrad man sich befand, das konnten die Seeleute ohne Küste in Sicht nur grob schätzen. Das verlängerte die Reisen teilweise um Monate. Trinkwasser und Lebensmittel wurden knapp; viele Männer wurden krank oder starben.

Kurz: Ohne den Längengrad waren die Navigatoren bis ins 18. Jahrhundert auf einem Auge blind. Die Suche nach einer Methode zu seiner Bestimmung galt deshalb über Jahrhunderte als eines der größten wissenschaftlichen Probleme. »Wenn man de Länge so korrekt könnte hebben als de Brede, so wäre de Kunst van de Seevaerd t vollkommen«, schreibt 1655 Johann Tangermann in seinem »Wechwyser tho de Kunst de Seevaerd«.

1714 lobt das britische Parlament den sagenhaften Preis von 20000 Englischen Pfund aus – nach heutigem Maßstab über zehn Millionen Euro. Dieses Vermögen sollte bekommen, wer bei einer Fahrt in die Karibik die Länge auf mindestens ein halbes Grad genau bestimmen konnte. Eine hochkarätig besetzte Längenkommission soll über die korrekte Einhaltung der Regeln wachen.

Schnell spricht sich der lukrative Wettbewerb unter den Astronomen herum. Die Gelehrten sind damals der Überzeugung, Gott habe den Menschen Sonne, Mond und Sterne geschenkt, damit sie dank dieser Gestirne sicher über die Meere finden konnten. Da muss es doch auch möglich sein, das Uhrwerk des Universums zu entschlüsseln, um darin endlich den Längengrad ablesen zu können.

Der Mond – darin herrscht Einigkeit – ist der Zeiger auf der Himmelsuhr, als Zifferblatt dienen Sonne, Planeten und Fixsterne. Doch: Um diese Uhr zu lesen, müssen zuerst noch der Himmel kartiert und der komplizierte Lauf des Mondes entschlüsselt werden. In der Vergangenheit hatten schon viele große Geister nach Lösungen gesucht und dabei Antworten auf Fragen gefunden, die eigentlich gar nicht gestellt wurden, etwa nach dem Gewicht der Erde, der exakten Lichtgeschwindigkeit oder der Entfernung einzelner Gestirne. Die Berechnung des Längengrades aber war allen Astronomen bislang versagt geblieben.

Der Wettbewerb ruft auch die Uhrmacher auf den Plan. Sie verfolgen eine andere Lösung für das Problem: Vielleicht ließe sich der Längengrad auch mit einer Uhr bestimmen. Die Überlegungen dahinter: Binnen 24 Stunden dreht sich die Sonne scheinbar um die Erdkugel,

die bereits Ptolemäus in 360 Längengrade eingeteilt hat. Da die Sonne stets mit derselben Geschwindigkeit wandert, legt sie pro Stunde 15 Grad zurück, in zwei Minuten also ein halbes Grad. Anders ausgedrückt: Es gibt jederzeit eine Nord-Süd-Achse, auf der die Sonne im Zenit steht, auf der es also zwölf Uhr mittags ist. Und diese Achse wandert gleichförmig von Ost nach West. Meridiane und Sonnenlauf verbindet also ein lineares Raum-Zeit-Verhältnis.

Mit einer exakt gehenden Uhr an Bord, die stets die Uhrzeit des Heimathafens anzeigt, wüsste man jederzeit und überall auf See, wie spät es gerade zu Hause ist. Wenn ein Schiff gen Westen segelt, die Sonne über diesem Schiff im Zenit steht und die Heimatuhr zum Beispiel elf Uhr anzeigt, beträgt der Zeitunterschied zwischen Schiff und Heimathafen also eine Stunde – 15 Grad. Auf dem Äquator bedeutet ein Grad etwa 111 Kilometer. Nach Norden und Süden nimmt die Distanz ab, bis sie an beiden Polen null ergibt. Rechnet man nun den Breitengrad ein, auf dem sich das Schiff befindet, erhält man dessen exakte Position.

Natürlich gibt es 1714 schon Uhren, doch sie gehen auch auf festem Boden mindestens eine Minute pro Tag falsch. Noch schlimmer auf rauer See: Hier geraten die Pendel völlig außer Kontrolle. Zudem sind die Metallteile und das Öl in den Uhrwerken anfällig für die Temperaturschwankungen an Bord. Das Metall verändert seine Größe, was zu unkontrollierbaren Fehlern führt, bei Kälte verlangsamt das zähflüssige Öl die Uhr, bei Hitze treibt es die Zeiger immer schneller vor sich her.

Der »Chronometer« aber – so hatten Uhrmacher die Schiffsuhr genannt, die sie zu bauen hofften – darf pro Tag maximal drei Sekunden falsch gehen. Damit läge der Fehler nach der etwa sechswöchigen Reise in die karibische Inselwelt unter zwei Minuten, was weniger als ein halbes Grad bedeutet.

Während die Uhrmacher über der Konstruktion der perfekten Schiffsuhr ohne Pendel und ohne Öl brüten, mokieren sich die gelehrten Astronomen über diese einfachen Handwerker, die sie abfällig »Mechaniker« nennen. Wie sollen Männer, die noch nicht einmal studiert haben, das größte Rätsel jener Zeit mit einer profanen Uhr lösen können? Undenkbar!

Einer dieser »Mechaniker« ist der 1693 in einfachen Verhältnissen geborene John Harrison. Der wissbegierige Junge hat bei seinem Vater das Tischlerhandwerk gelernt und nebenher Bücher über Mechanik und Astronomie verschlungen. Bereits 1713 baut er eine funktionstüchtige Pendeluhr komplett aus Holz. 1722 folgt eine Turmuhr in seiner Heimatstadt Hull, die bis auf den heutigen Tag fast reibungsfrei und ohne einen Tropfen Öl läuft.

In den folgenden Jahren konstruiert der geniale Uhrmacher zwei Standuhren mit Pendeln aus kombinierten Messing- und Stahlstäben. Deren unterschiedliches Ausdehnungsverhalten hebt sich gegenseitig auf und macht die Uhren immun gegen Temperaturschwankungen. Die neuartige Hemmung, die den Rhythmus bestimmt, läuft reibungsfrei. Die Abweichung der beiden Uhren beträgt nur eine Sekunde pro Monat!

Ermutigt durch seine Erfolge, setzt sich Harrison in den Kopf, den vom Parlament ausgeschriebenen Preis zu gewinnen. Eine reibungsfreie Uhr hat er bereits. Und dazu schon wieder eine gute Idee: Damit die Uhr den Schiffsbewegungen standhalten kann, ersetzt er das Pendel aus zwei Metallen durch zwei gegeneinander schwingende Arme. 1735 präsentiert er einen Chronometer: 32 Kilogramm schwer und in einem Gehäuse von 1,2 Meter Kantenlänge. Wegen dieses Monstrums tagt die Längenkommision erstmals vollzählig in ihrer 21-jährigen Geschichte. Alle bisherigen Vorschläge waren dermaßen abstrus, dass stets ein Mitglied allein

die Absage begründen konnte. Harrisons Uhr aber wird zu einer Erprobungsfahrt nach Lissabon geschickt.

Zurück aus Portugal, lobt der Kapitän den Chronometer in höchsten Tönen, doch zu einer offiziellen Erprobungsfahrt in die Karibik kommt es dennoch erst einmal nicht. Das liegt nicht zuletzt an Harrison selbst: Anstatt seine Uhr an den Start zu schicken, blockiert er die Entscheidung der Längenkommision mit Selbstkritik und Verbesserungsvorschlägen. Nur zu gern kommt die von Astronomen beherrschte Kommission schließlich Harrisons bescheidenem Wunsch nach, gegen eine finanzielle Unterstützung einen verbesserten Chronometer zu bauen.

Bereits 1741 präsentiert er seine neue Uhr, die H-2. Sie ist wieder groß wie ein Möbelstück und ausgestattet mit wegweisenden Neuerungen: einem Mechanismus für gleichmäßigeren Antrieb und einer reaktionsfähigeren Temperaturkompensation. Mit Bravour besteht das gute Stück extreme Tests der Royal Society an Land. Fazit der Gelehrten: »Der Gang dieser Uhr ist hinreichend exakt, um die Länge eines Schiffes innerhalb der vom Parlament festgelegten Grenzen zu bestimmen, und wahrscheinlich sogar noch viel genauer.«

Doch statt sein Werk nun endlich ins Rennen zu schicken, beschäftigt sich der introvertierte Tüftler bereits mit neuen Ideen für einen noch präziseren Chronometer. Mit einer weiteren Finanzspritze von der Längenkommision verschwindet er wieder in seiner Werkstatt – für fast 20 Jahre.

Inzwischen haben die Astronomen ihrerseits die Entschlüsselung der Himmelsuhr weit vorangetrieben. Ende der 1750er Jahre ist der Sternenhimmel fertig kartiert, und auch der Quadrant ist entwickelt, der bald zum Sextanten perfektioniert werden wird. Mit dem Instrument kann man den Winkel zwischen zwei Himmelskörpern am Firmament messen.

Auch die schwierigste Aufgabe – die Entschlüsselung der Laufbahn des Mondes – ist fast gelöst. Jetzt weiß man: Der Mond dreht sich elliptisch um die Erde, allerdings in einem Rhythmus von 18 Jahren. Somit ändern sich permanent die Relationen am Himmel, weshalb man in endlosen Mondtabellen für jede Stunde dieser 18 Jahre die Mondabstände in der Himmelskarte festschreiben muss.

Auch in dieser allerletzten Aufgabe ist man ziemlich weit fortgeschritten, als Harrison 1759, nach 19 Jahren in Klausur, seine H-3 vorstellt. Darin verbergen sich zwei sensationelle Entwicklungen, die bis heute Stand der Mechanik sind: das gegen Temperaturschwankungen resistente Bimetall und das nahezu reibungsfreie Kugellager.

Schon im folgenden Jahr präsentiert Harrison endlich sein ultimatives Meisterwerk, die H-4, die schon bald ehrfürchtig »The Watch« genannt wird. »Die Uhr« ist sensationell klein und geht so genau wie keine Uhr jemals zuvor. Harrison hat darin auch noch eine letzte Fehlerquelle eliminiert: Die H-4 bleibt während des Aufziehens nicht mehr stehen! Jetzt ist er endlich überzeugt, den Preis verdient zu haben.

Eine unglaubliche Parallelität der Ereignisse! Jahrhundertlang hat die Seefahrt verzweifelt nach einer Methode zur Bestimmung des Längengrads gesucht – jetzt kommen zwei Lösungen fast zeitgleich auf den Markt. Allerdings ist die Methode der Astronomen sehr aufwändig, jede Positionsbestimmung dauert bis zu vier Stunden. Und es gibt ein Problem: Bei bewölktem Himmel oder in einer mondlosen Nacht ist sie nicht anwendbar.

Dennoch geben sich die Astronomen nicht geschlagen. Insbesondere ein gewisser Nevil Maskelyne bekämpft den Konkurrenten und seine Uhr mit höchst unfairen Mitteln. Maskelyne arbeitet selbst an der Methode der Mondstrecken und ist Günstling eines Mitglieds der Längenkommission – James Bradley. Monatelang verzögert sich die Abreise der H-4, die eigentlich 1742 auf dem Weg nach Jamaika getestet werden sollte. Der Verdacht liegt nahe, dass Bradley dahinter steckt – vielleicht will er Zeit für Maskelyne und seine letzten Mondtabellen gewinnen.

Als es endlich losgeht, ist Harrisons jüngster Sohn William mit an Bord, der seit Jahren seinen Vater bei der Uhrmacherei unterstützt. Nach 81 Tagen kommt das Schiff in Port Royal an – die Uhr geht nur fünf Sekunden falsch. Selbst nach der überaus stürmischen Rückfahrt liegt der Fehler bei nur knapp zwei Minuten. Das reicht locker für den Preis!

Doch die Kommission hat noch immer Einwände, flüchtet sich in dubiose Vorwürfe und ordnet eine zweite Testreise an. Im März 1762 ist die H-4 erneut unterwegs in die Karibik. Zu Harrisons großem Schrecken ist diesmal auch Maskelyne an Bord, dieser will seine nun fertigen Berechnungen testen. Vor lauter Aufregung aber verhaspelt sich der Astronom, während es dem Uhrmacher gelingt, die Länge von Barbados auf 10 Meilen genau zu berechnen. Nun endlich erkennt die Kommission – wenn auch zähneknirschend – die H-4 als »hinreichend genau« an.

Allerdings wird Harrison nur die Hälfte des Preisgelds zugesprochen, und auch dies nur unter der Bedingung, dass er die Uhr und die vollständige Beschreibung der H-4 der Kommission übergibt. Wahrscheinlich eine Vorsichtsmaßnahme für den Fall, dass Harrison stirbt. Außer ihm kennt niemand alle Geheimnisse des Meisterwerks, das womöglich wirklich die Lösung des großen Problems darstellt – auch dann, wenn Wolken den Himmel verhängen.

Tatsächlich aber stirbt in genau dieser Phase der königliche Astronom, zum Nachfolger wird im Januar 1765 ausgerechnet Nevil Maskelyne ernannt. Damit ist Harrisons erbitterter Gegner automatisch Mitglied der Längenkommission. Geradezu sadistisch lässt er Harrison vor Fachleuten seine H-4 auseinander nehmen, haarklein alle Geheimnisse preisgeben und vor aller Augen wieder zusammenbauen. Dann muss Harrison seine H-4 nebst Originalzeichnung der Kommission übergeben. Gedemütigt und um das halbe Preisgeld geprellt, verlässt er die Kommission.

Um die volle Summe zu bekommen – teilt man ihm mit –, müsse er die H-4 in der königlichen Sternwarte testen lassen – von Maskelyne. Darüber hinaus hat er auch seine drei ersten Chronometer der Sternwarte abzutreten. Maskelyne höchstpersönlich steht im April 1766 unangemeldet vor Harrisons Haustür, um die Apparate abzuholen. Seine Arbeiter lassen dabei die H-1 fallen, »aus Versehen«, wie es heißt.

Bei den Tests erweist sich die H-4 als unzuverlässig. Liegt es wirklich an der Uhr – oder an Maskelyne? Kein Mensch nämlich hat den Kontrolleur Maskelyne kontrolliert. Dessen Fazit nach zehnmonatiger Prüfung: Die Uhr ist zu ungenau für die Längengradbestimmung. Allein zur Unterstützung der Mondstreckemethode sei sie geeignet.

Mit stoischer Ruhe beugt sich Harrison auch dieser Demütigung: Um das volle Preisgeld zu bekommen, müsse er auch noch zwei Nachbauten der H-4 abliefern. Ohne dass man ihm die H-4 oder zumindest die Originalzeichnung aushändigt, konstruiert der alte Mann binnen fünf Jahren die erste Kopie seiner Uhr.

Doch dann ist dem inzwischen 79-jährigen Uhrmacher wohl doch der Kragen geplatzt. Im Januar 1772 schreibt er einen Brief an König George III. von England. Der Monarch bittet Vater und Sohn Harrison tatsächlich auf sein Schloss. Als diese alle unfairen Details und Kränkungen von Seiten der Längenkommission erzählen, murmelt der König: »Diese Leute sind grausam behandelt worden.« Laut sagt er: »Bei Gott, Harrison, ich werde dafür sorgen, dass Ihr zu Eurem Recht kommt.«

Höchstpersönlich überwacht er einen Test der H-5 auf seiner Sternwarte und ist nach zehn Wochen überzeugt, dass die Uhr nur eine Drittel Sekunde pro Tag falsch geht. Jetzt muss die Längenkommission dem Parlament verkünden, das Problem der Längengradbestimmung sei gelöst. Im Juni 1773 erhält Harrison das restliche Geld in Höhe von 8750 Pfund – fast 40 Jahre nach der Portugalreise der H-1!

Im März 1776 stirbt der geniale Uhrmacher John Harrison an seinem 83. Geburtstag. Er hatte gerade eben noch den Boom miterleben dürfen, den sein spät geehrtes Lebenswerk im englischen Uhrmacherhandwerk ausgelöst hat. Nachdem der berühmte Kapitän Cook Harrisons Chronometer in den höchsten Tönen gelobt hat, will nämlich jeder Kapitän das moderne Navigationswerkzeug an Bord haben. Über die umständliche Methode der Mondstrecken spricht schon bald niemand mehr.