

Von Hipparchos über Bürgi zu Hipparcos (ESA)

B. Braunecker

Bürgische Sekunden

Eine der grossen Leistungen Bürgis war die Präzision seiner Instrumente und seiner Uhren, die ihm und den Astronomen seiner Zeit erlaubte, die Zeitsekunde ebenso wie die Bogensekunde als verlässlich messbare Grössen einzusetzen. Sternobjekte konnten von ihm präziser erfasst und somit bezüglich eines zeitlich und räumlich wohldefinierten Referenzsystems genauer katalogisiert werden. Wenn man dann zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Beobachtungsort die Position des Sterns benötigte, konnte man sie aus den Katalogwerten mit Hilfe sogenannter Epochentransformationen berechnen, wobei die Genauigkeit der erhaltenen Beobachtungsdaten von der Präzision der Katalogwerte abhing.

Hipparchos von Nicäa

Sternkataloge waren bereits in den letzten vorchristlichen Jahrhunderten in Griechenland im täglichen Gebrauch, meist als Navigationshilfen für die Flotte. Die Kataloge bauten auf assyrischen Sammlungen



aus den Jahren um 1100 vC auf, wie man einer Bemerkung in Eudoxos *Phaenomena* entnehmen kann, enthielten aber mehr und genauere Sternpositionen. Einer der leistungsstärksten Kataloge soll vom bedeutenden griechischen Astronomen Hipparchos von Nicäa (190-120) vC erstellt worden sein, der etwa 1000 Sternpositionen mit für damalige Zeiten hoher Genauigkeit von wenigen Bogengraden enthielt. Sein Katalog gilt als verloren, aber seine Daten wurden vermutlich in den *Almagest* von Ptolemäus eingearbeitet, waren also

in den ersten Jahrhunderten nach der christlichen Zeitenwende noch verfügbar.

Hipparcos Katalog der ESA

Neue Anforderungen der Astronomen bewogen die European Space Agency ESA zu einer gross aufgezogenen Satellitenmesskampagne in den Jahren 1989 bis 1993, um Sternpositionsdaten zu messen. In Anerkennung der Pionierleistungen von Hipparchos wurde der *Hipparcos* Katalog erstellt, ein Akronym für **High Precision Parallax Collecting Satellite**. Darin sind im Koordinatensystem des International Celestial Reference System **ICRS** die Positionsdaten von etwa 120 000 Sternen mit einer Genauigkeit von 1 milli-arcsec abgelegt, zusammen mit Daten der Sterneigenbewegung und der Sternentfernung, der Parallaxe. Neben dem Hipparcos-Katalog gibt es noch den **Tycho-Sternkatalog**, der sogar 1.2 Millionen Sterne mit allerdings leicht geringerer Genauigkeit enthält. Hier wäre der Name *Tycho-Bürgi* Katalog nach heutigen Erkenntnissen gerechtfertigt gewesen.

Moderne Anwendungen

Beide Kataloge werden nicht nur von Astronomen und Astrophysikern benutzt. Zwei aktuelle Anwendungen aus der Raumfahrt seien genannt: zum einen ist es die genaue Kenntnis der gegenseitigen *Ausrichtung* von Satelliten, wenn sie mittels Laserstrahlen miteinander kommunizieren. Jeder Satellit hat dazu einen Sternsensor, und man kann aus der Lage, Verdrehung und Verzerrung des gemessenen Sternmusters die aktuelle Position und Orientierung des Satelliten bestimmen. Wie das im Detail funktioniert, wird in meinem Samstagvortrag erläutert.

Ein zweiter wichtiger Anwendungsfall betrifft die *Kalibrierung* von motorisch bewegten und verstellbaren Teleskopen. Sowohl beim mechanischen Antrieb wie auch bei der optischen Abbildung gibt es stets konstruktiv bedingte Restfehler, die zudem von äusseren Bedingungen wie der Temperatur und

den Kippwinkeln des Teleskops abhängen können, und die zu eliminieren oder zumindest zu kompensieren sind. Letzteres nennt man kalibrieren oder eichen. Eine von uns einst erfolgreich praktizierte Kalibrieremethode war, ein bestimmtes Sternmuster mit dem Teleskop anzuzielen und zeitlich zu verfolgen. Die gemessene Sternbildersequenz wird mit den aus den Katalogdaten berechneten Sternmustern verglichen, und eventuell vorhandene Abweichungen, wenn sie mathematisch gesichert sind, werden als Eichdaten des Teleskops registriert. Wenn dann später das Teleskop zum Beispiel bei einer Bodenstation im Einsatz ist, um die von schnell sich bewegenden Satelliten zur Erde gesendeten Daten zu empfangen, wird die Motoransteuerung entsprechend den Eichwerten korrigiert. (Bild) ¹



Farnese Atlas

Nochmals zurück zum verlorenen Katalog von Hipparchos. Es war und ist seit Jahrhunderten ein stetes Anliegen von Historikern und Astronomen, Beweise für die Existenz des Katalogs zu finden. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Marmorstatue eines Atlas, der eine Himmelskugel trägt, und die in der Villa Farnese in Rom zu Beginn des 16. Jahrhunderts gefunden wurde und heute im naturwissenschaftlichen Museum in Neapel steht. Anscheinend ist sie eine um 250 nC erstellte römische Kopie eines griechischen Originals von etwa 100 vC. Wenn man nun die etwa 70 Sternkonstellationen photogrammetrisch vermisst und die oben erwähnte Epochentransformation anwendet, kann man die Zeit des Entstehens der Himmelskugel bestimmen. Auswertungen von Bradley E. Schaefer aus dem Jahre 2005 ergaben, dass die Sternkonfigurationen der Zeit (125 ± 50) vC entsprechen, also nur von Hipparchos stammen können und somit als Existenzbeweis des Katalogs dienen.² Das zu schöne Ergebnis wird allerdings von vielen Experten angezweifelt, aber das schmälert nicht die Faszination der Idee, irgendwann eine quantitative Momentaufnahme der Geschichte zu bekommen, also quasi eine ‚stehengebliebene‘ Uhr zu finden.



¹ Transportable Adaptive Optical Ground Station der Fa. Synopta GmbH / Eggersriet (SG)

² B.E. Schaefer, "The epoch of the constellations on the Farnese atlas and their origins in Hipparchus's lost catalogue", Journal for the history of astronomy, xxxvi (2005), 167-196