

Tycho de Brahe – Wegbereiter der modernen Astronomie



Arthur G. Sutsch
Lord of Grimthorpe
Member New York Academy of Sciences

© August 2003

Die Verdienste des dänischen Astronomen Tycho de Brahe (1546 – 1601) werden nur ungenügend gewürdigt; seine Leistungen für die Wissenschaft der Astronomie, wie wir sie heute kennen, insbesondere die Vermessung der Mars-Bahn unter den Fixsternen, sind von fundamentaler Bedeutung. Seine Arbeiten liegen an der Grenze der Renaissance zur Neuzeit.

Copernicus hatte 1543 auf dem Totenbett den ersten Abzug seines das Weltbild verändernden Werkes ‚De Revolutionibus Orbium Celestium‘ gesehen, in welchem er die Zentrumposition der Welt von der Erde zur Sonne verschiebt, wie Aristarch von Samos - leider ohne Erfolg - vor ihm vor 2300 Jahren.

Tycho de Brahe, geboren drei Jahre nach dem Tod des Copernicus, war der letzte bedeutende Beobachter mit blossem Auge vor der Einführung des Teleskops durch Galileo Galilei 1608. Neben einer Beschreibung der bedeutendsten Supernova der Zeit im Jahre 1572 (was ihm internationale Beachtung einbrachte), widerlegten seine Beobachtungen eines Kometen die Vorstellungen des Aristoteles, dass Kometen in der Atmosphäre der Erde ihre Bahnen laufen. Seine fundamentalen Arbeiten über die Bewegungen der Planeten, insbesondere der Mars-Bahn, legten den Grundstein für die moderne Astronomie und Physik: es war die Präzision der Messungen des Tycho de Brahe, die es erst Kepler ermöglichte, seine Planetengesetze zu formulieren, aus denen die weitaus späteren Bewegungs- und Kraftgesetze des Isaac Newton (1643 – 1727) abgeleitet werden können.



Statue des Tycho de Brahe und Brunnen (nach Tycho's Angaben) auf der Sternwarte Alterswil. Der ausgestreckte Arm zeigt zukunftsweisend auf die Kuppel des ersten Computer-gesteuerten Teleskops.

Wissenschaft, wie wir sie heute betreiben, basiert auf der Wiederholbarkeit von Experimenten und Denkvorgängen durch andere. Durch die unterschiedlichen Ansätze der Modelle und Paradigmen werden bestehende Ergebnisse konstant neu überprüft und ggf. korrigiert oder komplett umgestossen. Intuition, ‚educated guesses‘ und Erfahrung spielen eine übergeordnete Rolle im Sprengen der Grenzen des menschlichen Geisteshorizontes.

Das Teleskop auf der Sternwarte Alterswil (installiert 1979) stellte eine neue Herausforderung an die Wissenschaft im Sinne der Instrumentierung für die Astronomie dar: der Autor entwarf Ende der sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts die Vision eines Computer-gesteuerten Teleskops, welches durch Eingabe von Objektkoordinaten automatisch an den jeweiligen Ort fährt und dann dem Objekt mittels Computer in Rückkoppelung mit der Information aus dem Sternenlicht nachgeführt wird. Der wesentliche Vorteil für den Astronomen bestand darin, dass er sich nicht mehr um Motoren, Getriebe, Elektronik und Eigenheiten des Teleskops und der Kuppel kümmern muss, sondern sich auf seine eigentliche Arbeit, die Messung und Datenaufnahme, konzentrieren kann. Zuerst angezweifelt, dass ein solches Unterfangen überhaupt möglich wäre, sollte dann 1978 durch das Instrument auf der Sternwarte Alterswil (800 mm Ritchey-Chrétien Spiegelteleskop) erstmals gezeigt werden, dass Computer sehr wohl in der Lage sind, ein sehr kompliziertes, extrem genau arbeitendes astronomisches Instrument unter ihre Kontrolle zu stellen. Fünf Jahre später folgte ein weiterer logischer Schritt dieser Entwicklung durch den Bau einer Sternwarte für den Staat Kuwait. Dieses Teleskop konnte von Alterswil aus via Satellitenleitung (Telefon) gesteuert werden.



Sternwarte Alterswil

Heute, anfangs des 21. Jahrhunderts, ist es eine Selbstverständlichkeit, dass alle astronomischen Teleskope bis hin zu ‚normalen‘ Amateurteleskopen mit einer Computersteuerung versehen sind und es kommt niemandem mehr in den Sinn, den Wert einer solchen Steuerung in Frage zu stellen.

Die Beschäftigung mit den Grundfesten der Wissenschaft legte es für Arthur G. Sutsch nahe, den Ursprüngen der heutigen Astronomie auf den Grund zu gehen. So führten die Entdeckungen des Johannes Kepler (1571-1630) automatisch zum ‚Datenlieferanten‘, um den Ausdruck einer modernen Sprache zu gebrauchen, Tycho de Brahe. Umso erstaunlicher war es, dass keines der vortrefflichen Instrumente, mit denen der Grundstein zur modernen Astronomie gelegt wurde, mehr zugänglich ist: alle 27 Instrumente sind verschwunden, zerstört wahrscheinlich durch die Elemente, die ein Interesse daran hatten, dass die alte Weltordnung bestehen blieb.

Diese hervorragenden Instrumente waren u.a. grosse, vollbewegliche Sextanten bis zu 2 m Länge, Quadranten (Viertelkreise), beweglich und fix an eine Referenzmauer Nord-Süd als Mauerquadranten bis 4,5 m im Radius gearbeitet, Armillarsphären bis zu 4,5 m im Durchmesser (Messapparate, bei denen mittels Kreisen am Umfang verschiedene Messungen simultan durchgeführt werden können). Tycho de Brahe liess sie in seinen Werkstätten selbst anfertigen. Er gilt u. A. als der Erfinder des Sextanten. Die Präzision der Instrumente war für die damalige Zeit unvorstellbar. Eine Messung mit Kimme und Korn als Prinzip und damit Genauigkeiten erreichen, die es gestatten, die Ellipsenform der Planetenbahnen (genauer gesagt, des Mars, dessen Opposition und nächste Entfernung zur Erde in einigen Tausend Jahren wir am 27. August 2003 erleben konnten) zu bestimmen

gegenüber einer Kreisbahn, dem vollendeten Mass in der Antike und seit Aristoteles das überlieferte Weltbild in der Form des Ptolemaeus, ist auch heute sehr schwer vorstellbar.

Es lag nahe, dass Arthur G. Sutsch sich mit der Person Tycho de Brahe und seinem Lebenswerk näher beschäftigen würde. Vor allem müssen Kopien der Instrumente der Wissenschaft zugänglich gemacht werden, dass man die Messungen des Tycho nachvollziehen kann! Es fand sich leider im Umkreis niemand, der bereit war, nach den Anleitungen des Tycho diese Instrumente als Kopien zu bauen. Astronomen sind von Natur aus sehr genaue Menschen und schreiben alles auf, was wichtig erscheint. So auch Tycho de Brahe: er veröffentlichte 1598 ein Buch über den Bau seiner Instrumente mit relativ genauen Anweisungen über die Eigenarten und speziellen Anwendungen des jeweiligen Instrumentes, die „Astronomiae Instauratae Mechanica“. Arthur G. Sutsch entschloss sich, zwei der Hauptinstrumente nachzubauen, leider auf modernen CNC Maschinen, die natürlich die inhärenten Fehler der alten Instrumente nicht aufweisen: den grossen vollbeweglichen Sextant (1,8 m Schenkellänge) und die Armillarsphäre von 4,5 m im Durchmesser. Als nächstes Projekt wird wahrscheinlich der grosse Mauerquadrant zum Leben erweckt. Die Instrumente befinden sich im Bau und sollten demnächst fertig gestellt sein. Mit diesen Nachbildungen wird es möglich sein, die Art und Weise, wie Tycho gemessen hat, nachzuempfinden – und es wird sich herausstellen, welche anderen ‚Tricks‘ Tycho de Brahe noch anwand, um auf die Präzision der Ortsbestimmung des Mars am Himmel gegenüber den Fixsternen zu kommen.



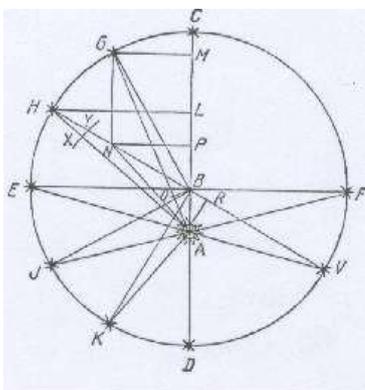
Statue des Tycho de Brahe mit Sockel des großen Sextanten

Sein grösstes Problem – und er beschwerte sich in seinen Aufzeichnungen konstant darüber – war die Zeitkonstanz der verwendeten Uhren. Eine astronomische Messung steht und fällt mit der genauen Zeitvorgabe. Im Ausgang des 16. Jahrhunderts war die Präzision der Zeitmessung meilenweit von der heutigen entfernt und die Interpolation über Messungen der Sterndurchgänge am Mauerquadranten lieferten u.a. die Korrekturen der Uhren auf der Sternwarte des Tycho de Brahe. Heutige Caesium-Uhren kommen leicht auf 1/2'000'000 Sekunde Genauigkeit; im 16. Jahrhundert waren 30 Sekunden pro Tag eine Meisterleistung.

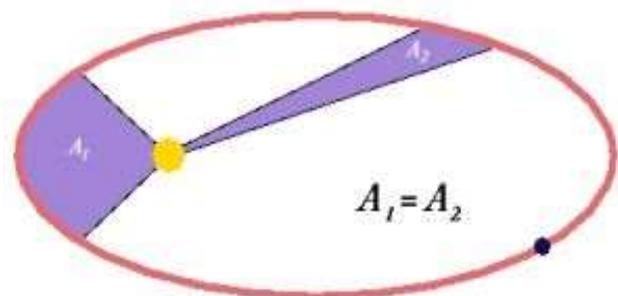
Die Bewältigung der ganzen Problematik mit Zeitmessung (ungenauere Uhren), Instrument (Ausdehnung durch Feuchte, Temperaturschwankungen), Messart (Kimme und Korn) stellt heute ein schwer vorstellbares Phänomen dar.

Johannes Kepler hat 6 Jahre lang (von 1601 bis 1607) versucht, Fehler in den Messwerten des Tycho de Brahe zu finden (nach seinem Tod im Jahre 1601 hatte Tycho de Brahe ihm die ganzen Mess-Unterlagen vermacht mit seinem letzten Ausspruch auf dem Totenbett: ‚lasset meine Arbeit nicht umsonst gewesen sein!‘). Er musste feststellen, dass alle Fehlerkorrekturen richtig ausgeführt waren. Kepler selbst war verhaftet in der alten Welt, aber er vermochte es, dem Copernicanischen Weltbild zu folgen. Für ihn existierte immer noch die „Harmonices Mundi“ (Veröffentlichung 1619), die Weltharmonie. Er sah, wie Tycho auch, natürlich in den Messreihen sofort die Unmöglichkeit einer Kreisbahn des Mars um die Sonne. Aber es sollte Jahre dauern, bis er die Tatsache akzeptierte, dass Planeten in Ellipsen um die Sonne laufen (in „Astronomia Nova“ 1609). Weiter gestatteten ihm die Daten des Tycho de Brahe, die drei fundamentalen Gesetze der Bewegungsmechanik des Himmels zu finden:

1. Planeten laufen in ellipsenförmigen Bahnen um die Sonne, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.
2. Der imaginäre ‚Fahrstrahl‘ Sonne – Planet überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen, d.h. Planeten bewegen sich schneller auf ihrer Bahn um die Sonne, wenn sie nahe der Sonne laufen und langsamer, wenn sie im entferntesten Bereich ihrer Ellipsenbahn laufen.



2. Kepler'sches Gesetz
Alte Darstellung



2. Kepler'sches Gesetz, moderne Darstellung

3. Die Quadrate der Umlaufzeiten verhalten sich wie die dritten Potenzen der grossen Halbachsen der Planetenbahnen zueinander.

Die Welt der Renaissance bezog den Menschen als ganzheitliches Phänomen in die Welt ein. Wir haben heute dieses Verhältnis durch unsere Spezialisierung geteilt und den Menschen ausserhalb dieses Ganzen gestellt. Der Mensch hat mehr und mehr Mühe, seine Position im Kosmos zu finden und stösst schnell an die Grenzen des eigenen Verständnisses, ohne Antworten auf seine Fragen um den Zustand und Zusammenhalt des Kosmos zu erhalten. Die Physik löst uns zwar jeden Tag einige Rätsel – jedoch wirft sie immer mehr neue solche Rätsel auf.

Mit seinen grundlegenden Arbeiten der Messungen des Laufes der Mars-Bahn unter den Fixsternen hat Tycho de Brahe entscheidend zur Wissenschaft der Astronomie und ihrer Formgebung weg von der Astrologie beigetragen. In diesem Sinne war er ein sehr moderner Mensch und verdient seinen Platz in den Rängen der ganz Grossen der Wissenschaftshistorie.