



Ein Observatorium für Argelanders Stern

Die Sternwarte von Lissabon

VON VOLKER WITT

In der Geschichte der Astronomie dürfte es nicht allzu oft vorgekommen sein, dass die Streitfrage um eine Fixsternparallaxe genügend Anlass gab, ein neues Observatorium zu errichten. Dieser Tatsache aber verdankt die portugiesische Hauptstadt Lissabon ihre wunderschöne Sternwarte, die auch nach rund 150 Jahren ihres Bestehens noch den Glanz der Gründerjahre widerspiegelt.

Die Entwicklungen, die zur Gründung des Observatoriums von Lissabon führten, begannen im Jahr 1838. Damals gelang es Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) als erstem, die Parallaxe eines Sterns, nämlich von 61 Cygni, zu messen. Mit dieser Beobachtung am Königsberger Heliometer leitete

der Astronom eine Entwicklung ein, die es zumindest bei nahen Sternen ermöglichte, deren Entfernung auf der Basis von Positionsbestimmungen zu ermitteln. Solche Sterne verraten sich meist durch eine große Eigenbewegung.

Über die Entdeckung eines derartigen Kandidaten mit einer Eigenbewe-

gung von etwa sieben Bogensekunden pro Jahr berichtete Friedrich Wilhelm Argelander (1799–1875) im Jahre 1842 in den *Astronomischen Nachrichten*. Der Schnellläufer hieß seitdem »Argelanders Stern«. Er befindet sich im Sternbild Großer Bär, und seine scheinbare Helligkeit beträgt 6,5 mag. Das Objekt wird mit der Nummer 1830 in einem Katalog zirkumpolarer Sterne geführt, den Stephen Groombridge (1755–1832) erstellt hatte, und heißt deswegen auch »Groombridge 1830«. Der englische Astronom betrieb übrigens von 1806 bis 1827 ein Observatorium in Blackheath, unweit der Sternwarte von Greenwich, und war einer der Gründerväter der britischen Royal Astronomical Society.

▣ Abb. 1: Für das Königliche Observatorium zu Lissabon diente die Sternwarte von Pulkowo als Vorbild. Die römische Jahreszahl 1861 erinnert an das Datum der Grundsteinlegung.

Die Parallaxe des Sterns Groombridge 1830

An der Frage nach der Parallaxe des Sterns Groombridge 1830 entzündete sich nun an der Pariser Akademie der Wissenschaften eine langanhaltende und sehr lebhaft geführte Diskussion zwischen dem französischen Astronomen Hervé Faye (1814–1902) und Wilhelm Struve (1793–1864), dem Direktor des Observatoriums Pulkowo bei Sankt Petersburg. Während Faye aus seinen in Paris durchgeführten Beobachtungen im Jahre 1846 eine Parallaxe von 1,08 Bogensekunden abgeleitet hatte, ermittelte der deutsche Astronom Christian August Friedrich Peters (1806–1880) wenig später in Pulkowo mit einer anderen Methode einen Wert von 0,226 Bogensekunden.

Schon im Jahre 1842 führte dagegen in Königsberg Heinrich Schlüter (1815–1844) auf Bessels Anregung mit dem Fraunhoferschen Heliometer Parallaxenmessungen an Groombridge 1830 durch, deren spätere Reduktion einen Wert von 0,18 Bogensekunden ergab. Zudem maß Otto Struve (1819–1905), der Sohn Wilhelm Struves, in den Jahren 1848/49 in Pulkowo die Positionen von Groombridge 1830. Aus seinen Daten schloss er, dass die Parallaxe des Sterns weniger als eine zehntel Bogensekunde betragen müsse.

Pläne für das Königliche Observatorium

Im Februar 1850 schlug Faye vor, Beobachtungen des Sterns in Lissabon durchzuführen, eine der wenigen geeigneten Städte in Kontinentaleuropa, wo Groombridge 1830 den Zenit durchschneidet. Faye versprach sich hier die Möglichkeit einer genauen Parallaxenbestimmung mit einem selbst entwickelten Zenitrefraktor. Als diese Absicht in Portugal bekannt wurde, war man sich schnell einig, dass die entsprechenden Beobachtungen von portugiesischen Astronomen ausgeführt werden sollten, und zwar mit dem Instrument, das Faye aus Frankreich schicken würde.

Da sich bald herausstellte, dass das am Ufer des Tejo gelegene Marine-Observatorium nicht die nötigen Voraussetzungen für die empfindlichen Instrumente bot, entstanden Pläne zum Bau eines neuen Observatoriums. Dafür setzten sich bekannte Persönlichkeiten wie der Politiker Graf von Lavradio oder der Wissen-

schaftler Filipe Folque (1800–1874) ein. König D. Pedro V. stellte zur Errichtung des Observatoriums sowohl das Land als auch Geld und Baumaterial zur Verfügung. Die Grundsteinlegung erfolgte am 11. März 1861 im Schlosspark des Palácio da Ajuda. Noch heute erinnern die römischen Ziffern über dem Eingangsportikus der Sternwarte an das denkwürdige Datum (Abb. 1).

Der für das Observatorium ausgewählte Bauplatz befindet sich in Tapada da Ajuda, einer ursprünglich bewaldeten Gegend, in der früher königliche Jagden stattfanden. Heute ist die Umgebung parkähnlich angelegt und gewährt hübsche Ausblicke auf einen Teil der Stadt, auf den Fluss Tejo und die gewaltig dimensionierte Brücke des 25. April (portugiesisch: Ponte 25 de Abril).

Die Sternwarte in Pulkowo als Vorbild

Von Anfang an stand fest, dass die Sternwarte nach dem Vorbild des Observatoriums im russischen Pulkowo entworfen werden sollte, wobei man aber keine maßstabgetreue Kopie anstrebte. Die Sternwarte entwarf der in Paris lebende Architekt Jean Colson, der in den Jahren von 1856 bis 1859 die Pläne für das Bauwerk ausarbeitete. Eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Original in Pulkowo strebte Colson lediglich für den Zentralbau an, der eine möglichst repräsentative Wirkung entfalten sollte.

Es ist bemerkenswert, dass im Archiv der Sternwarte alle ihren Bau betref-

fenden Unterlagen noch vollständig erhalten sind. Dadurch lassen sich die verschiedenen Planungsstadien des Projekts im Detail nachverfolgen, wobei eine interessante Korrektur am ursprünglichen Entwurf offenbar wurde: Der Radius des zentral gelegenen, kreisförmigen Saals, der heute vor allem für Vorträge und Öffentlichkeitsarbeit genutzt wird (Abb. 2), war in Colsons Plan mit genau vier Metern angegeben. Das für Planung und Bau der Sternwarte zuständige Komitee setzte aber durch, dass der Radius auf genau 4,44 Meter vergrößert wurde.

Lange rätselte man später, warum die Bauherren gerade auf diesem eigenartigen Maß beharrten. Schließlich stellte sich heraus, dass Pulkowo nach einem alten russischen Längenmaß dimensioniert war, denn 4,44 Meter ergeben genau 100 Werschok. Diese Episode zeigt, wie sehr sich die Bauherren der Lissabonner Sternwarte dem Original in Russland verpflichtet fühlten.

Der Große Refraktor

Um die Beschaffung der Hauptinstrumente kümmerte sich Otto Struve, der seit 1862 als Nachfolger seines Vaters die Sternwarte in Pulkowo leitete. Zur Ein-

▣ Abb. 2: Der große runde Saal im Mittelbau der Sternwarte dient heute für Vortragsveranstaltungen und zur Öffentlichkeitsarbeit. Früher werteten die Astronomen hier ihre Beobachtungsergebnisse aus.



weisung in die Technik dieser Instrumente entsandte man den Ingenieur Frederico Oom (1830–1890) nach Russland, wo er vier Jahre in Pulkowo zubrachte. Oom sollte später auch der erste Direktor des neuen Observatoriums werden. Im Jahre 1867 war der Bau bis auf die Kuppel für den Großen Refraktor weitgehend abgeschlossen. Erste Beobachtungen mit dem Meridiankreis im Westflügel der Sternwarte begannen im Jahr 1869. Als Kuriosität sei angemerkt, dass zu dieser Zeit das Problem um die strittige Parallaxe von Groombridge 1830 bereits gelöst war, und dass weder Faye noch Peters den richtigen Wert von 0,11 Bogensekunden gemessen hatten.

Über dem Zentralbau erhebt sich der imposante Drehturm für den Großen Refraktor. Aus der Korrespondenz von Otto Struve mit der Münchner Firma Steinheil ist bekannt, dass dieses renommierte Un-

ternehmen der Königlichen Sternwarte von Lissabon ein Angebot über die Lieferung eines 14-Zoll-Refraktors unterbreitet hatte. Der Auftrag für die Optik erging dann tatsächlich nach München, aber nicht an Steinheil, sondern an die Firma Merz, die zu dieser Zeit schon viele hervorragende Refraktoren ausgeliefert hatte. Aus dem Objektivdurchmesser des Refraktors von 38,5 Zentimetern und seiner Brennweite von sieben Metern ergibt sich ein vergleichsweise kleines Öffnungsverhältnis von 1:18. Die Montierung des Instruments stammt in bewährter Weise von der Firma Repsold in Hamburg. Auch das Positionsmikrometer am Okularkopf des Refraktors weist mit der Gravur »A. & G. Repsold–Hamburg 1864« auf denselben Hersteller hin (Abb. 3).

Details über Neuerungen und Verbesserungen an diesem Instrument gegenüber seinen Vorgängermodellen enthält

ein Standardwerk von Johann Adolph Repsold (1838–1919), der die angesehene Firma in dritter Generation leitete [1]. Der Merz-Repsold-Refraktor ist voll funktionsfähig und wird noch bei Publikumsführungen eingesetzt. Auch die zylindrische Drehkuppel aus Stahl befindet sich in einem guten Zustand. Im Rahmen einer umfassenden Renovierung wurde sie mit einem schweren Kran vom Gebäude abgehoben und anschließend komplett überholt.

Bestimmung der Sonnenparallaxe

Das Observatorium entwickelte sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf dem Gebiet der Astrometrie zu einer weltweit sehr angesehenen Institution. Das eigentliche Arbeitspferd für die Positionsmessungen war der Meridiankreis aus dem Hause Repsold mit einer Brennweite von zwei Metern (Abb. 4). Mit Hilfe dieses Instruments lieferte Campos Rodrigues (1836–1919) seine viel beachteten Messungen als Beitrag für die in den Jahren 1900/01 international durchgeführte Kampagne zur Bestimmung der Sonnenparallaxe. Sie gibt an, unter welchem Winkel der Radius der Erde von der Sonne aus gesehen erscheint und ist somit äquivalent zur Angabe der Astronomischen Einheit.

Die Sonnenparallaxe ist eine der wichtigsten Größen der Astrometrie. Eine der klassischen Methoden zu ihrer Bestimmung beruht darauf, die Parallaxe eines erdnahen Planeten möglichst genau zu messen. Aus der Parallaxe lässt sich, zusammen mit der bekannten Distanz der Beobachter zueinander, die Entfernung des Planeten von der Erde berechnen. Mit Hilfe des dritten keplerschen Gesetzes, das die beobachtete Umlaufzeit eines Planeten mit der großen Halbachse seiner Bahn verknüpft, ergibt sich außerdem seine Entfernung zur Sonne. Zusammen mit der gemessenen Distanz des Planeten von der Erde folgt daraus die Entfernung der Erde zur Sonne beziehungsweise die Sonnenparallaxe (siehe Kasten »Entfernungsbestimmung im Sonnensystem«).

Erstmals wandten Astronomen diese Methode während der Perihelopposition des Mars in den Jahren 1671 und 1672 an und erhielten eine Sonnenparallaxe von 9,5 Bogensekunden. Wenn auch noch ungenau, so kam dieses Ergebnis dem richtigen Wert der Sonnenparallaxe wesentlich näher als alle bisherigen Messungen.

Johann Gottfried Galle (1812–1910), der Entdecker des äußersten Planeten Neptun, schlug 1873 vor, die Parallaxen lieber an einem Kleinplaneten bei großer Annäherung an die Erde zu messen. Aus astrometrischer Sicht ergäbe sich dann auch eine höhere Genauigkeit, weil sich



▲ Abb. 3: Die Optik des 14-Zoll-Refraktors stammt von der Münchner Firma Merz, die Montierung erstellte die Hamburger Firma Repsold in den Jahren 1858 bis 1865. Den Okularkopf des Refraktors mit dem Positionsmikrometer stattete die Firma Repsold mit zwei Handscheiben aus (links im Bild). Mit ihnen ließ sich die Rektaszensionsachse der Fernrohrmontierung direkt vom Okular aus feineinstellen und festklemmen.



▶ Abb. 4: Der Meridiankreis von Repsold war lange Zeit das »Arbeitspferd« der Sternwarte.

Entfernungsbestimmung im Sonnensystem

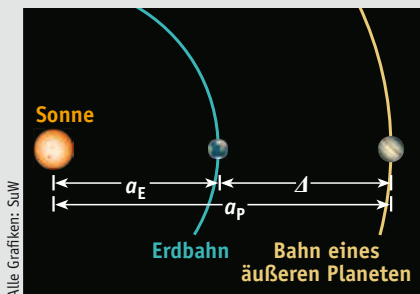
Aus der gemessenen Parallaxe eines äußeren Planeten lassen sich seine Entfernung von der Erde, die Entfernung der Erde von der Sonne und die Sonnenparallaxe berechnen. Die Parallaxe des Planeten lässt sich umso genauer messen, je näher er der Erde ist. Deshalb betrachten wir die Positionen der Sonne, der Erde und eines äußeren Planeten zum Zeitpunkt der Opposition (Abb. 1). Die drei Himmelskörper befinden sich dann auf einer Linie. Zur weiteren Vereinfachung seien die Planetenbahnen als kreisförmig angenommen.

Das dritte keplersche Gesetz verknüpft die Umlaufzeit T_E und T_P der Erde beziehungsweise des Planeten mit ihren Bahnradien a_E und a_P :

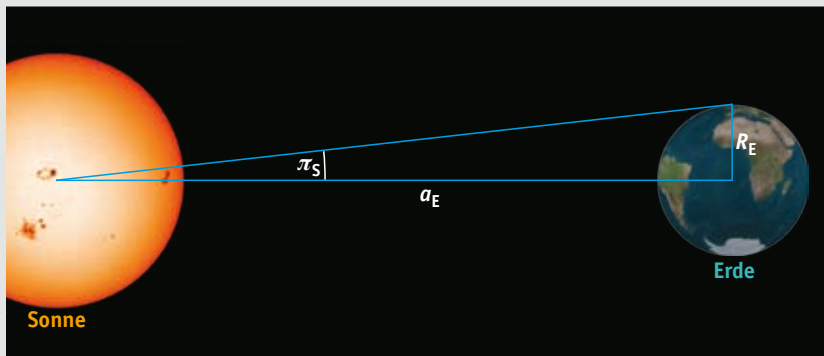
$$\frac{T_E^2}{T_P^2} = \frac{a_E^3}{a_P^3} \quad (1)$$

Die Umlaufzeiten seien als bekannt vorausgesetzt. Für a_E und a_P gilt gemäß der Abbildung 1:

$$a_P = a_E + \Delta.$$



▲ Abb. 1: Die Grafik zeigt die Bahnen der Erde und eines äußeren Planeten zum Zeitpunkt der Opposition. a_E ist die gesuchte Entfernung der Erde von der Sonne, a_P der Bahnradius des Planeten und Δ seine Distanz zur Erde.



Einsetzen in Gleichung (1) und Auflösen nach der gesuchten Distanz a_E ergibt:

$$a_E = \frac{\Delta}{(T_P/T_E)^{2/3} - 1} \quad (2)$$

Die Distanz Δ folgt aus der gleichzeitigen Messung der Position des Planeten durch zwei Beobachter. Diese Situation stellt die Abbildung 2 vereinfacht dar. Zwei Beobachter B_1 und B_2 mögen sich am Nordbeziehungsweise Südpol der Erde befinden, sodass der Abstand zwischen ihnen das Zweifache des Erdradius R_E beträgt.

Der gemessene Positionsunterschied ist die Parallaxe π des Planeten. Aus ihr lässt sich Δ berechnen:

$$\Delta = \frac{R_E}{\tan(\pi/2)}$$

Eingesetzt in die Gleichung (2) ergibt sich daraus die gesuchte Distanz der Erde zur Sonne:

$$a_E = \frac{R_E}{[(T_P/T_E)^{2/3} - 1] \times \tan(\pi/2)} \quad (3)$$

Der Entfernung a_E entspricht eine Sonnenparallaxe π_S . Sie ist der Winkel, unter dem der Erdradius von der Sonne aus gesehen erscheint. Diesen Zusammenhang verdeutlicht die folgende Abbildung.

Aus der Abbildung 3 folgt der Zusammenhang zwischen Sonnenparallaxe π_S , Entfernung Erde–Sonne a_E und Erdradius

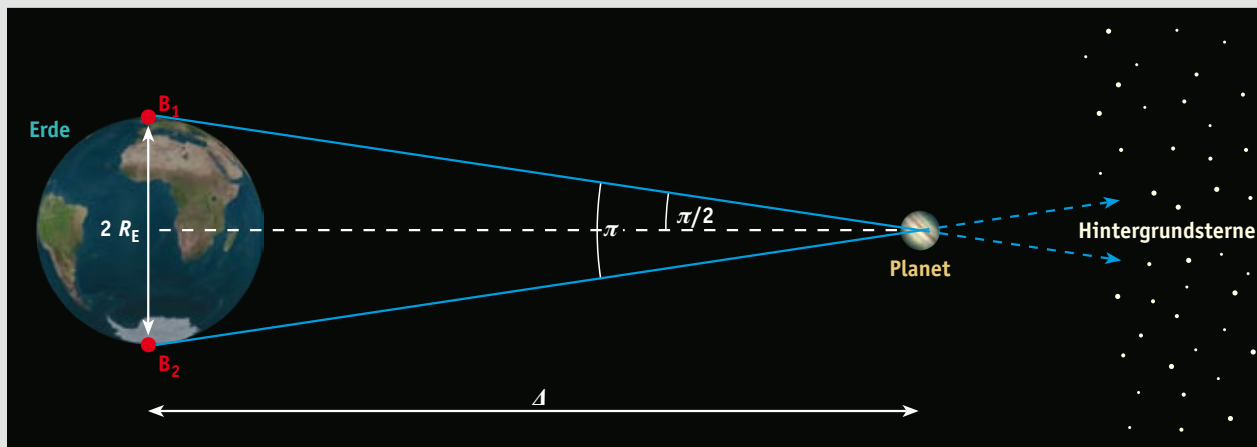
▲ Abb. 3: Von der Sonne aus gesehen erscheint der Erdradius R_E unter dem Winkel π_S .

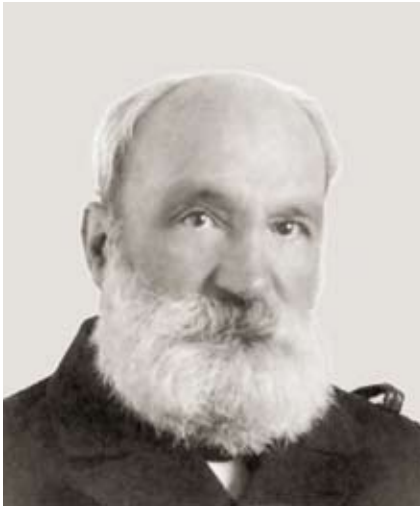
R_E : $\tan \pi_S = R_E/a_E$ beziehungsweise $\pi_S = \arctan(R_E/a_E)$, wobei das Verhältnis R_E/a_E durch die Gleichung (3) gegeben ist.

Die hier beschriebenen Überlegungen zur Entfernungsbestimmung mögen das Prinzip verdeutlichen, doch in der Praxis erweisen sich die Rechnungen als komplizierter. So befinden sich die Beobachter nicht an den Polen der Erde, weil je nach Jahreszeit nur einer der Pole im Dunkeln liegt. Zudem kann es vorkommen, dass sich das Objekt von einem der beiden Pole aus gesehen unter dem Horizont befindet. Eine von realistischen Voraussetzungen ausgehende Methode zur Parallaxenbestimmung ist in SuW 2/2008, S. 76, ausführlich beschrieben.

MARTIN J. NEUMANN

▼ Abb. 2: Zwei Beobachter B_1 und B_2 visieren einen Planeten gleichzeitig von den Polen der Erde aus an und sehen ihn bezüglich der Hintergrundsterne an unterschiedlichen Positionen. Der Winkel π zwischen diesen Positionen ist umso größer, je geringer die Distanz Δ zwischen Erde und Planet ist.





▲ Abb. 5: Die Akademie der Wissenschaften in Paris ehrte Campos Rodrigues (1836–1919) für seine hochgenauen Positionsmessungen bei der Opposition des Kleinplaneten Eros mit dem Valz-Preis.

▼ Abb. 6: Das von der Firma Repsold 1863 gebaute Durchgangsinstrument mit einer Brennweite von 2,31 Metern wurde für Messungen im Ersten Vertikal verwendet und diente im Rahmen des Internationalen Breitendienstes zur Beobachtung von Polhöhenchwankungen.



Mikrometermessungen punktförmig erscheinender Kleinplaneten besser an die Positionen der Fixsterne anschließen lassen als Messungen an einem flächenhaft erscheinenden Planeten.

Da fügte es sich gut, dass zwei Astronomen, Gustav Witt in Berlin und Auguste Charlois in Nizza, den Kleinplaneten (433) Eros am 13. August 1898 unabhängig voneinander entdeckten. Der heute als Mitglied der Amorgruppe bekannte Kleinplanet erwies sich als hoffnungsvoller Kandidat für eine Parallaxenmessung, da er sich während der Opposition zum Jahreswechsel 1900/1901 der Erde auf 0,32 Astronomische Einheiten nähern sollte. Zahlreiche Observatorien, vor allem in Europa und den USA, beteiligten sich an der Messkampagne zur Bestimmung der Parallaxe von Eros, darunter auch das Observatorium von Lissabon unter der Leitung von Campos Rodrigues (Abb. 5). Die Auswertung sämtlicher Messungen durch den englischen Astronomen Arthur Hinks (1873–1945) zog sich über mehrere Jahre hin und ergab schließlich für die Sonnenparallaxe den Wert $8,806 \pm 0,004$ Bogensekunden. Zum Vergleich sei auch der von der Internationalen Astronomischen Union im Jahre 1976 festgelegte moderne Wert angegeben. Er beträgt $8,794148 \pm 0,000007$ Bogensekunden.

Campos Rodrigues trug durch die hohe Genauigkeit seiner Messungen am Meridiankreis entscheidend zum Erfolg der Parallaxenbestimmung bei. Von Beginn an war in Lissabon klar, dass man sich wegen der zur Verfügung stehenden Instrumente auf die genaue Vermessung der Vergleichssterne beschränken würde. Dazu nahm Rodrigues am Meridiankreis etliche instrumentelle Verbesserungen vor.

Die Lissaboner Sternwarte lieferte von allen teilnehmenden Observatorien die höchste Anzahl von Beobachtungen – nämlich 3800 – und damit auch den höchsten Durchschnitt von annähernd sechs Einzelmessungen pro Vergleichssterne. Mit einem mittleren Fehler von $\pm 0,014$ Sekunden in Rektaszension und $\pm 0,15$ Bogensekunden in Deklination zählten die Positionsmessungen aus Lissabon zu den genauesten überhaupt [2]. Für diese Leistungen ehrte die Akademie der Wissenschaften in Paris Campos Rodrigues im Jahre 1904 mit dem Valz-Preis.

Sterndurchgänge im Ersten Vertikal

Einen ungewöhnlichen und besonders seltenen Instrumententyp zeigt die Abbildung 6. Dieses von Repsold auf Vorschlag von Struve gebaute »Durchgangsinstrument für alle Vertikale« basiert auf

▶ Abb. 7: Das Zeitsignal der Pendeluhr des Londoner Uhrenmachers Molyneux ließ sich elektrisch registrieren.

der Konstruktion eines schon im Jahre 1838 für die Sternwarte in Pulkowo gefertigten Durchgangsinstruments, das Messungen im so genannten Ersten Vertikal erlaubte [1]. Der Erste Vertikal ist ein Höhenkreis, der durch Ost- und Westpunkt, Zenit und Nadir verläuft und mit dem Meridian einen Winkel von neunzig Grad bildet. Entsprechend liegt die Achse des Durchgangsinstruments in Nord-Süd-Richtung, wie es zuerst der dänische Astronom Ole Rømer um das Jahr 1704 bei seinem Instrumentum aequinoctiorum ausgeführt hat (siehe auch SuW 11/2007, S. 88 ff.). Beim Durchgang durch den Ersten Vertikal erreicht die vertikale Bewegungskomponente eines Sterns ihre maximale Geschwindigkeit. Dies ermöglicht eine besonders genaue Zeitmessung aus beobachteten Zenitdistanzen.

Das in der Abbildung 6 gezeigte Durchgangsinstrument erlaubt grundsätzlich eine azimutale Drehung und damit Messungen in allen beliebigen Höhenkreisen [1]. In Lissabon kam es jedoch nur für Messungen im Ersten Vertikal zum Einsatz und diente in Zusammenarbeit mit dem Internationalen Breitendienst der Beobachtung von Polhöhenchwankungen. Ein Nachfolgemodell dieses 1863 für die Lissaboner Sternwarte entworfenen Instruments lieferte Repsold im Jahr 1879 für die Sternwarte in Straßburg [1].

Der Zeitdienst

Beim Rundgang durch die Sternwarte begegnet man auch vielen kleineren Instrumenten, wie beispielsweise einem Merz-Repsold-Refraktor, den ein Uhrwerk antreibt und der früher hauptsächlich zur Beobachtung der Sonne diente. Außerdem beherbergt die Sternwarte noch zahlreiche historisch bedeutsame Hilfsinstrumente, beispielsweise Chronographen und Barometer. Einige dieser Instrumente besitzen einen großen musealen Wert, nicht nur wegen ihres guten Erhaltungszustands, sondern auch weil die hier arbeitenden Astronomen die ursprüngliche Ausführung der Geräte geschickt modifizierten.

Eine wichtige Aufgabe der Lissaboner Sternwarte war und ist es auch heute noch, die offizielle Zeit im Land zu verbreiten. Dies erfolgte früher auf der Basis täglicher Transitbeobachtungen, mit denen sich der Gang sehr präziser Pendeluhrn kontrollieren ließ. Die Abbildung 7 zeigt eine Pendeluhr der Londoner Uhrenmacher Molyneux und Dent



mit angeschlossener elektrischer Registrierung. Das Zeitsignal wurde dann über Lichttelegrafen im Land verbreitet. Lange Zeit gab es im Hafen von Lissabon auch einen Zeitball, nach dem die Schiffsbesatzungen ihre Chronometer stellen konnten. Gegenwärtig betreibt das Observatorium mehrere Atomuhren und versendet das Zeitsignal via Internet über das so genannte Network Time Protocol (NTP).

Seit 1995 gehört das Observatório Astronómico de Lisboa (OAL) zur Natur-

wissenschaftlichen Fakultät der Universität von Lissabon. Das Hauptgebäude der Sternwarte hat nun weitgehend die Funktion eines Museums und dient vorwiegend der Öffentlichkeitsarbeit. Ein separates Seitengebäude, in dem früher die Astronomen und das Hilfspersonal wohnten, beherbergt die Verwaltung, den Zeitdienst, das Zentrum für Astronomie und Astrophysik (Centro de Astronomia e Astrofísica) sowie das historische Archiv. Das OAL betreibt auch moderne astronomische Forschung – allerdings mit

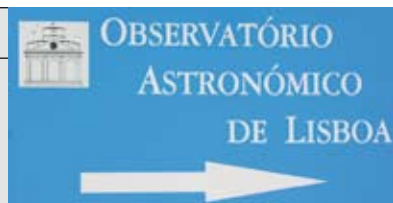
Daten, die an einer der großen führenden Sternwarten oder bei Weltraummissionen gewonnen werden. Und doch lagert hier bereits ein neu beschafftes Spiegelteleskop, das nur darauf wartet, der Lichtverschmutzung zum Trotz schon bald in den Lissabonner Himmel gerichtet zu werden. □

Ich danke herzlich Herrn Professor Rui Agostinho, dem Direktor des Observatório Astronómico de Lisboa, für die informative Führung durch das Observatorium.

Weitere Informationen

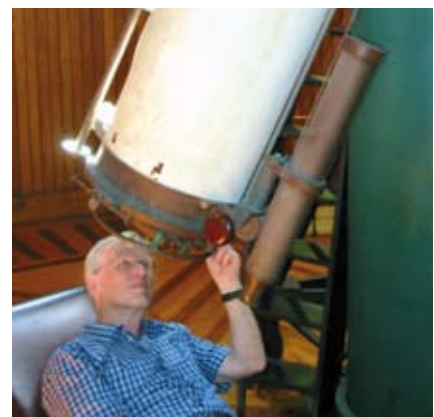
Anschrift: Observatório Astronómico de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa, Portugal, Tel.: +35 12 13 61 67-30 oder -39, Fax: +35 12 13 61 67-50 oder -52, E-Mail: info@oal.ul.pt, Web: www.oal.ul.pt

Nach Voranmeldung bietet die Sternwarte Tag- und Nachtführungen mit astronomischen Beobachtungen an. Sie befindet sich im Südwesten des Stadtgebiets von Lissabon, auf dem Gelände des Instituto Superior de Agronomia (ISA), und ist mit den Bussen Nr. 24 und 60 oder mit der Straßenbahn Nr. 18 zu erreichen. Vom Haupteingang des ISA erreicht man das Observatorium zu Fuß in rund zehn Minuten.



Literaturhinweise

- [1] **Joh. A. Repsold:** Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge, Bd. 2, Von 1830 bis um 1900, Leipzig, 1914 (Nachdruck 2004 PNO – Gerhard Sauer, Köln).
- [2] **Jose Afonso et al. (Hrsg.):** 2005: Past Meets Present in Astronomy and Astrophysics, Proceedings of the 15th Portuguese National Meeting, World Scientific Publishing, Singapore, 2006.



Volker Witt promovierte nach dem Studium der Physik auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie. Beruflich widmete er sich der Ausbildung angehender Augenoptiker an der Münchner Fachakademie für Augenoptik. Seit etwa zwanzig Jahren ist er in der Amateurastronomie aktiv.