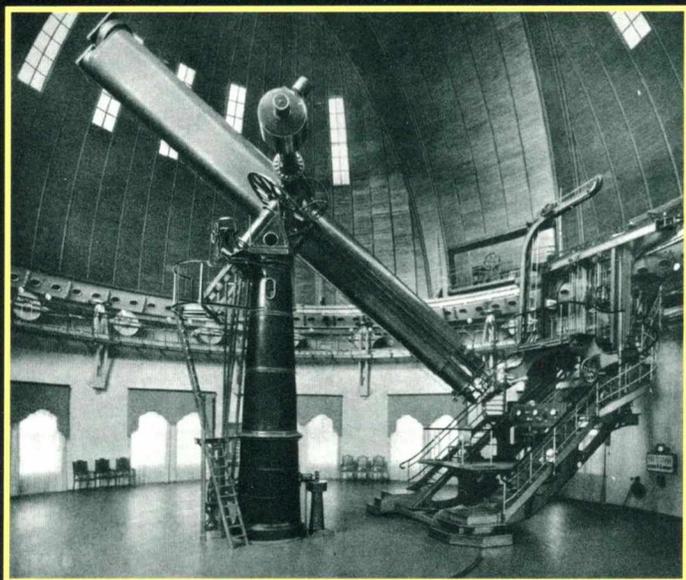


# Der Große Refraktor auf dem Potsdamer Telegrafenberg

herausgegeben von  
Ernst-August Gußmann, Gerhard Scholz  
und Wolfgang R. Dick



Acta Historica Astronomiae Vol. 11

Verlag  
Harri  
Deutsch



## Der Große Refraktor auf dem Potsdamer Telegrafenberg

# **Acta Historica Astronomiae**

## **Vol. 11**

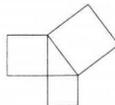
Im Auftrag des  
Arbeitskreises Astronomiegeschichte  
in der Astronomischen Gesellschaft

herausgegeben von  
Wolfgang R. Dick und Jürgen Hamel

# **Der Große Refraktor auf dem Potsdamer Telegrafenberg**

Vorträge zu seinem 100jährigen Bestehen

herausgegeben von  
Ernst-August Gußmann, Gerhard Scholz  
und  
Wolfgang R. Dick



Verlag Harri Deutsch

Die Einsendung von Manuskripten und Korrespondenz für die „Acta Historica Astronomiae“ wird an die Herausgeber erbeten:

Dr. Wolfgang R. Dick, Otterkiez 14, D-14478 Potsdam

Dr. Jürgen Hamel, c/o Archenhold-Sternwarte, Alt Treptow 1, D-12435 Berlin

Dieser Band wurde mit freundlicher Unterstützung des Astrophysikalischen Instituts Potsdam gedruckt.

Umschlagbild:

Der Große Refraktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam auf dem Telegrafenberg vor 1905. Aus: Vogel, H. C.: Die zwei Doppelrefraktoren des Observatoriums. Potsdam 1907 (Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam; 15,45)

*Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme*

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei

Der Deutschen Bibliothek erhältlich.

Zu recherchieren auch unter:

<<http://www.ddb.de/online/index.htm>>

ISBN 3-8171-1642-X

ISSN 1422-8521

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches - oder von Teilen daraus - sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

Zu widerhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

1. Auflage 2000

© Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main, 2000

Druck: Rosch-Buch, Druckerei GmbH, Scheßlitz

Printed in Germany

# Inhalt

Vorwort	6
Grußwort des Ministers für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, Steffen Reiche	9
Grußwort des Direktors des Astrophysikalischen Instituts Potsdam, Prof. Dr. Günther Hasinger	12
Grußwort des Vorsitzenden des Fördervereins Großer Refraktor Potsdam e.V., Dr. Ernst-August Gußmann	15
Immo Appenzeller <i>Der Vorstoß in die Tiefen des Universums. 100 Jahre Großteleskope</i>	20
Hans-Joachim Giersberg <i>Preußens Bauten für die Wissenschaft</i>	37
Ernst-August Gußmann <i>Der Große Refraktor – das Hauptinstrument des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam</i>	45
Gerhard Scholz <i>Über einige wissenschaftliche Beiträge aus den ersten Jahrzehnten des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam</i>	61
Jürgen Staude <i>Sonnenphysik in Potsdam</i>	81
Hermann Carl Vogels Bericht über eine Reise nach England, Schottland und Irland im Jahr 1875	97
Wolfgang R. Dick <i>Telegrafenberg oder Telegraphenberg?</i>	127
Verzeichnis der Firmen und Instrumentenhersteller	132
Personenverzeichnis	133

## Vorwort

Am 26. August 1999 beging der Große Refraktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam sein 100jähriges Jubiläum. Aus diesem Anlaß hatte das Astrophysikalische Institut Potsdam, in dem das Astrophysikalische Observatorium 1992 aufgegangen war, gemeinsam mit dem Förderverein Großer Refraktor Potsdam e.V. am darauffolgenden Tage zu einer ganztägigen Festveranstaltung eingeladen, die unter der Schirmherrschaft des Ministers für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, Steffen Reiche, stand. Als Veranstaltungsort war der Große Hörsaal der wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Telegrafenberg mit seiner modernen technischen Ausrüstung gewählt worden. Der Kuppelsaal des Großen Refraktors selbst, der vor 100 Jahren Schauplatz der glanzvollen Einweihungszeremonie in Anwesenheit von Kaiser Wilhelm II. gewesen war, vereinte die Teilnehmer zu einem mittäglichen Empfang. Hier hatten sie Gelegenheit, den zwar nicht funktionsfähigen, aber soeben entrosteten und im Originalfarbton angestrichenen Jubilar zu besichtigen. Ironischerweise meldete sich am selben Tag die Vergangenheit bedrohlich zurück, in der bei dem verheerenden Luftangriff auf Potsdam am 14. April 1945 der Große Refraktor schwer beschädigt worden war: Wegen der Entschärfung eines nahebei aufgefundenen Blindgängers, der von diesem Angriff stammte, mußte die Nachmittagssitzung stark verkürzt werden!

Auf der Jubiläumsfeier wurde auch des 125. Gründungstages des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam gedacht, das am 1. Juli 1874 als weltweit erstes astronomisches Institut mit dem Ziel gegründet worden war, sich ausschließlich dem jungen Forschungsweig Astrophysik zu widmen. In dessen Geschichte ist der Große Refraktor ein Meilenstein. Er wurde 25 Jahre nach Gründung des Observatoriums als neues Hauptinstrument beschafft, um die vor allem auf dem Gebiet der photographischen Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten der Sterne mit bescheidenem Instrumentarium erreichte Vorrangstellung des Instituts zu behaupten.

Der vorliegende Band vereint in sich die auf der Festveranstaltung gehaltenen Vorträge, angeführt von den Grußansprachen des Schirmherrn und der Veranstalter. Die beiden folgenden Hauptvorträge sind zwei völlig unterschiedlichen

Themen gewidmet, die aber in enger Beziehung zum Großen Refraktor stehen. Dieser gehört in die Familie der ersten Großteleskope, die Ende des 19. Jahrhunderts entstanden und durch ihre bis dahin nicht erreichte Lichtsammelleistung den Weg öffneten, in die Tiefen des Weltalls vorzustoßen. Zugleich markiert er aber auch – unabhängig von seinen zu Tage getretenen individuellen Schwächen – die Grenze, an die die Technologie der Linsenteleskope gestoßen war. Wie auch die anderen großen Refraktoren mußte er in der Folge das Feld den neu entwickelten Spiegelteleskopen überlassen, die den stürmischen Aufschwung der beobachtenden Astrophysik erst ermöglichten.

Der Kuppelbau des Großen Refraktors mit dem gleichzeitig errichteten Beamtenwohnhaus und Kleinen Maschinenhaus waren die vorerst letzten Bauten auf dem Potsdamer Telegrafenberg, die als herausragendes Beispiel der für Preußen typischen Institutsarchitektur des ausgehenden 19. Jahrhunderts gelten und ebenso wie das Teleskop selbst unter Denkmalschutz stehen. Ihre gelb-rote und mit Friesen aus farbigen gebrannten Kacheln geschmückte Backsteinarchitektur, die auf Schinkelsche Bautradition zurückgeht, wurde von Paul Spieker geschaffen, und auch in Berlin haben einige seiner Bauten den Krieg überdauert. Mit dem Einsteinturm von Erich Mendelsohn und den behutsam angepaßten modernen Bauten nach 1990 ist der Kuppelbau des Refraktors Mittelpunkt eines in eine Parklandschaft eingebetteten bedeutenden Architekturensembles.

Die drei Vorträge der Nachmittagssitzung wenden sich in stärkerem Maße der Geschichte und den wissenschaftlichen Leistungen des Großen Refraktors und des Astrophysikalischen Observatoriums zu. Die Sonnenphysik, die von Anfang an einen bedeutenden Platz im Forschungsprofil des Observatoriums einnahm, ist dabei mit einem eigenständigen Bericht vertreten.

Die beiden hier im Anhang gegebenen Beiträge waren nicht Bestandteil des Vortragsprogramms. Wegen ihres unmittelbaren Bezugs zur Thematik der Veranstaltung haben wir uns jedoch entschlossen, sie in diesen Band aufzunehmen. Für die Gründungsgeschichte des Astrophysikalischen Observatoriums ist der Bericht von Hermann Carl Vogel über seine Studienreise, die er in den Monaten Juni und Juli 1875 nach Großbritannien im Hinblick auf das neu zu errichtende Observatorium unternommen hatte, eine wichtige Quelle. Unseres Wissens wird dieses Zeitdokument hier zum ersten Mal veröffentlicht. Ein kurzer Aufsatz befaßt sich mit der Schreibweise des geographischen Ortes, an dem das Astrophysikalische Observatorium und der Große Refraktor errichtet wurden. Obwohl dort erläutert wird, daß die amtliche Schreibweise diejenige mit ph ist, haben wir uns mehrheitlich für die Fassung »Telegrafenberg« entschieden, die auch im Titel des Buches vorkommt, da sie seit mehreren Jahrzehnten von den ansässigen Instituten gebraucht wird.

Dieser Band ist ein weiterer Beitrag zur Erforschung und Darstellung der Geschichte des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, von der es leider noch keine ausführliche Gesamtdarstellung gibt, und der regionalen Geschichte der Astronomie insgesamt. Er ergänzt die kürzlich erschienene Sammlung von Aufsätzen über 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam<sup>1</sup>.

In den Texten sind in der Regel keine Lebensdaten der genannten Personen gegeben. Diese Daten sowie Vornamen können dem Personenverzeichnis am Ende des Bandes entnommen werden. Da ein wissenschaftliches Instrument im Fokus dieses Buches steht und zahlreiche weitere erwähnt werden, spielen Instrumentenhersteller und Firmen hier eine besondere Rolle. Aus diesem Grunde wurde ein Verzeichnis von Herstellern beigelegt.

Wir danken den Autoren, die ihre als mündlichen Vortrag konzipierten Beiträge für den Druck aufbereitet haben, so daß sie hier als »Festschrift« erscheinen können. Unser Dank gilt auch dem wissenschaftlichen Vorstand des Astrophysikalischen Instituts Potsdam, Günther Hasinger, und seinem Vorgänger Karl-Heinz Rädler für ihr stets förderndes Interesse während der Vorbereitung der Festveranstaltung und für die Bereitstellung eines Druckkostenzuschusses, der das Erscheinen dieses Bandes sicherstellte.

Potsdam, im Oktober 2000

Ernst-August Gußmann,  
Gerhard Scholz,  
Wolfgang R. Dick

---

<sup>1</sup> Wolfgang R. Dick, Klaus Fritze (Hrsg.): 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Eine Sammlung von Aufsätzen aus Anlaß des Gründungsjubiläums der Berliner Sternwarte. Thun und Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch 2000, 252 S. Der Band enthält auch eine umfangreiche Bibliographie, die u.a. Publikationen zur Geschichte des AOP und des Großen Refraktors aufführt.

## Grußwort des Ministers für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg, Steffen Reiche

Meine sehr geehrten Damen und Herren,

dieser Raum hat seine eigene Feierlichkeit. Vor einer solchen Kulisse kann man verstehen, daß Astronomie ihre eigene Faszination hat und eine der ältesten Wissenschaften in der menschlichen Kulturgeschichte ist.

Für Immanuel Kant war »der Himmel über mir« eine Angelegenheit bedingungsloser Ehrfurcht. Dem Himmel über uns – wir sprechen ja lieber vom Kosmos – gilt unsere ständige Neugier. Alle Epochen haben um Erkenntnisse über das Weltall gerungen. Die Astronomie ist eine majestätische Wissenschaft.

Vor wenigen Tagen war eine Sonnenfinsternis zu erleben, und sie wurde zu einem regelrechten Kulturspektakel. Das war schon ein lebendiges Beweisstück, daß wir auch heute noch in unserer Bewußtseinslage Kinder des Weltalls sind. Ob nun das schlichte Gemüt den Himmel als geordnetes All, als eine »harmonices mundi« betrachtet, oder ob es dem Wissenschaftler glückt, die partiellen kosmischen Phänomene durch Forschung besser zu verstehen, respektvolles Staunen bleibt in jedem von uns. In diesem Kuppelbau erfährt man das ganz gegenständlich, denn dieser Raum hat seine eigene Würde.

Diese Feierstunde heute am 27. August 1999 erinnert an Geschichte, an ein Stück preußisch-deutscher, brandenburgischer Wissenschaftsgeschichte. Hier oben auf dem Telegrafenberg stand – im Bilde gesprochen – eine Wiege der Astrophysik. Die im 19. Jahrhundert geradezu stürmisch verlaufende Entwicklung dieser Wissenschaft verlangte nach einer eigenen Infrastruktur. Hier war der geeignete Platz: hübsch gelegen, 16 Hektar groß, günstige Klimabedingungen, saubere Luft. Kronprinz Friedrich war Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts von der Idee, ein astrophysikalisches Observatorium zu bauen, überzeugt worden. Er und sein Sohn Wilhelm waren viele Jahre hindurch entscheidende Förderer der Astrophysik.

Interessant ist der Telegrafenberg natürlich zuallererst, weil Spitzenwissenschaftler hier gewirkt haben und wichtige Wissenschaftsleistungen durch Beobachtung und Berechnung erbracht wurden. Interessant aber ist der Telegrafenberg auch, weil hier sich königliches Bauen fortsetzt. Wir verharren mit unserer Bewunderung für Schlösser und Parks gern bei Sanssouci, Glienicke, Babelsberg und dem Neuen Garten. Als große Baukönige gelten Friedrich II. und Friedrich Wilhelm IV. Mir erscheint aber der Begriff Park im Zusammenhang mit Wissenschaftspark deshalb treffend gewählt, weil auf dem Telegrafenberg ein interessantes Bau- und Landschaftsensemble geschaffen wurde. Nach unserem heutigen Verständnis ist der Telegrafenberg eine würdige Ergänzung zum Weltkulturerbe der Schlösser und Parks. Man muß sich schon Zeit lassen, um all das Schmückende dieser Häuser zu erfassen: Fensterführungen, Farben der Verklammerung, Gesimsgestaltungen, Kapitelle, Mosaik – alles ist beste Bausprache des späten 19. Jahrhunderts. Der Telegrafenberg gehört somit zum festen Bestandteil der Kulturlandschaft Potsdams.

Der Große Refraktor hat seine Geschichte und diese Geschichte hat auch eine politische Dimension. Die Leistung der Wissenschaft war eben zugleich auch eine Leistung, die das Ansehen des Deutschen Reiches förderte. Zumindest Wilhelm II. hat solche Überlegungen verfolgt. Der Kaiser war »höchstselbst« zugegen, als am 26. August 1899 Kuppelbau und Großer Refraktor eingeweiht, fast möchte man sagen »geweiht«, wurden. Im Bericht darüber heißt es: »Der Direktor des Observatoriums hatte die hohe Ehre, Seine Majestät in den Kuppelraum geleiten zu dürfen, woselbst Seine Majestät gegenüber einem in der Nähe der Instrumentensäule aufgestellten Rednerpulte Platz nahmen und den Befehl zum Beginn der Feier zu erteilen geruhten.« Eine Motette wurde gesungen und der Direktor Hermann Carl Vogel hielt die Ansprache. In seiner Einweihungsrede sprach Vogel von »einem Tempel der Wissenschaft«, und man habe sich versammelt, um diesem Tempel »die feierliche Weihe zu verleihen«. Wissenschaft wurde eben als ein Hochamt des menschlichen Geistes verstanden. Wir sind heute in unserer Sprache nüchterner, aber jedem von uns ist es möglich nachzuempfinden, daß in ihrem Kern solche Aussagen auch für uns noch gültig sind.

Dieser Refraktor ist gewiß Teil des Fortschritts der beobachtenden Astrophysik. Die großen Objektivdurchmesser ermöglichten wichtige, weltweit beachtete Forschungsergebnisse. Aber die Leistungsentwicklung gerade auf dem Gebiet der Astrophysik ist äußerst dynamisch. Heute ist Internationalität angesagt, und es stehen unseren Forschern die besten Plätze auf der Erde oder satellitengestützte Beobachtungsmöglichkeiten zur Verfügung. Der Telegrafenberg verliert eben deshalb an Bedeutung, weil Teneriffa/Spanien oder das Hochgebirge Amerikas den Forschern bessere Bedingungen bieten. Die Projekte heißen »Stella« und »LBT« (Large Binocular Telescope).

Der Große Refraktor aber ist Geschichte; er ist ein Denkmal der Wissenschaft!

Meine Damen und Herren; »Geschichte braucht Zukunft« – dieser Slogan ist übernommen, aber er darf auch für den Großen Refraktor zum Motto werden. Er ist ein Zeugnis unserer Wissenschaftswurzeln. Bei der Gründung des Astrophysikalischen Instituts Potsdam, dem AIP, spielte die Wissenschaftstradition des Standortes Potsdam eine ganz entscheidende Rolle. Tradition ist eben ein sehr tragfähiges Fundament, und Tradition muß verdeutlicht werden.

Deshalb gilt mein besonderer Dank dem »Förderverein Großer Refraktor e.V.«. Herr Dr. Gußmann, Sie und Ihre Freunde haben die Initiative ergriffen, das Haus und das wissenschaftliche Gerät zu bewahren. Denn wenn wir auf dem Telegrafenberg die Idee umsetzen, für die Bürgerinnen und Bürger und für die Gäste aus nah und fern den Wissenschaftspark zu öffnen, wofür sich die »Forschungsinitiative Brandenburg e.V.« einsetzt, dann ist gerade die Begegnung mit einem so imposanten Gerät wie dem Großen Refraktor ein besonderer Anziehungspunkt. Der Kuppelraum wird schon heute für Ausstellungen genutzt, und das sollte Fortsetzung finden.

Wissenschaft braucht Öffentlichkeit!

Gerade das Gebäude des Großen Refraktors bietet den geeigneten Raum und die interessante Kulisse, um Forschung in Geschichte, Gegenwart und Zukunft allgemeinverständlich erlebbar zu machen.

Meine Damen und Herren, Wissenschaft braucht Öffentlichkeit, weil Wissenschaft öffentliches Geld braucht. Aber die Bereitschaft zur Einsicht in die Unverzichtbarkeit von Wissenschaft in unserer Gesellschaft muß über das öffentliche Bewußtsein eingeworben werden. Ich denke, der Telegrafenberg, insbesondere der Große Refraktor und das Ambiente des Wissenschaftsparks – wozu ich auch die Neubauten des GeoForschungsZentrums zähle –, bieten vorzügliche Bedingungen dafür. Mit dem Pfund Telegrafenberg, mit dem Ensemble des Wissenschaftsparks kann gewuchert werden.

Lassen Sie mich abschließend folgendes sagen:

Es soll nicht verschwiegen werden, daß sich das Land Brandenburg an dieser ersten Restaurierung mit 50.000,- DM beteiligt hat. Ich habe potentiellen Sponsoren das Renovierungsprojekt »Großer Refraktor« ans Herz gelegt, was auch Erfolg hatte. Ich werde mich auch weiterhin bemühen, daß Restaurierung und Werterhaltung möglich bleiben.

Mein Dank gilt allen, die sich für den Großen Refraktor, seine Rekonstruktion und seine Zukunft mit Geld, Ideen und der praktischen Tat eingesetzt haben.

## Grußwort des Direktors des Astrophysikalischen Instituts Potsdam, Prof. Dr. Günther Hasinger

Sehr geehrte Festgemeinde,

die Astronomie und Astrophysik im Raum Berlin-Brandenburg kann mit Stolz auf eine 300jährige Geschichte zurückblicken und hat eine wichtige Rolle in der Entwicklung der Wissenschaft der gesamten Region gespielt. Im Jahre 1700 wurde die Sternwarte in Berlin gegründet und ihr vom Kurfürsten das Kalendermonopol erteilt. Mit Hilfe dieser Gelder konnten die Sternwarte und die Brandenburgische Sozietät, die spätere Akademie der Wissenschaften, finanziert werden. In der von Karl Friedrich Schinkel erbauten zweiten Berliner Sternwarte, im Jahre 1835 am Berliner Stadtrand – wegen der unzutraglich gewordenen Beobachtungsbedingungen am bisherigen Standort inmitten der Stadt – errichtet, wurden die damals besten Himmelskarten herausgegeben, die im Jahre 1846 bei der spektakulären Entdeckung des Neptuns mit Hilfe des Fraunhoferschen Refraktors eine wesentliche Rolle spielten. Bis zu dieser Zeit war die Astronomie im wesentlichen himmelsmechanischer Natur.

Nachdem Joseph von Fraunhofer Anfang des 19. Jahrhunderts die Absorptionslinien im Spektrum der Sonne entdeckt und Kirchhoff und Bunsen die quantitative Spektralanalyse im Labor entwickelt hatten, wurde die Spektroskopie in die Astronomie eingeführt, um physikalische Größen der Sterne abzuleiten – die Astrophysik entstand. Auf Vorschlag des in Anklam als Gymnasiallehrer wirkenden Astronomen Gustav Spörer und auf Betreiben des Direktors der Berliner Sternwarte, Wilhelm Foerster, wurde das Astrophysikalische Observatorium Potsdam (AOP) gegründet, das erste Institut weltweit, das die Verbindung von Astronomie und Physik im Namen führte. Potsdam und Berlin können deshalb mit Fug und Recht als Wiege der Astrophysik bezeichnet werden. Der Astrophysiker Hermann Carl Vogel wurde zum ersten Direktor des AOP berufen; eine seiner Großtaten war die erste Bestimmung der Radialgeschwindigkeitskurve eines spektroskopischen Doppelsterns.

Die Gründung des AOP stellte den Einzug der Wissenschaften in das vom preußischen Beamtentum und Militär dominierte Potsdam dar. Noch vor dem Bau des Astrophysikalischen Observatoriums auf dem Telegrafenberg, das 1879 fertiggestellt wurde, unternahm Gustav Spörer die ersten Sonnenbeobachtungen vom Monopteros des Potsdamer Militärwaisenhauses aus. Im Jahre 1881 führte der Physiker Albert A. Michelson während eines Forschungsaufenthaltes in Deutschland im Keller des Hauptgebäudes des AOP auf dem Telegrafenberg den ersten Versuch zur Messung der Erdgeschwindigkeit relativ zu dem damals noch angenommenen »Äther« aus. Michelson wiederholte später in den USA den berühmt gewordenen Versuch mit wesentlich höherer Genauigkeit. Die von ihm entwickelte Interferometrie spielt auch heute noch eine entscheidende Rolle an der Spitze der Grundlagenforschung, z.B. bei den optischen Riesenteleskopen und den Gravitationswellendetektoren. Auch die Gründung des Meteorologisch-Geomagnetischen Observatoriums sowie die Errichtung des Geodätischen Instituts und damit die Geschichte der Geowissenschaften auf dem Telegrafenberg stehen im Zusammenhang mit der Existenz des Astrophysikalischen Observatoriums.

Von Hermann Carl Vogel wurde die Vervollkommnung des Instrumentariums des Observatoriums intensiv vorangetrieben und fand ihren Höhepunkt in dem mit kaiserlicher Hilfe durchgesetzten Bau des Großen Refraktors, dessen feierlicher Eröffnung im Jahre 1899 wir heute gedenken. Der Doppelrefraktor mit seinen beiden Objektiven von 80 und 50 cm Durchmesser ist bis heute eines der größten Linsenfernrohre der Welt. Er stellte in verschiedener Hinsicht die damals existierende Technologie auf die Probe, im Durchmesser der Linse, in der Länge des Rohres und der damit notwendigen riesigen Größe der Kuppel, insbesondere aber in der feinmechanisch-optischen Bearbeitung des Glases für das 80-cm-Objektiv, das H. C. Vogel für die photographische Spektroskopie im blauen Bereich des sichtbaren Lichts optimieren wollte. Wie sich später herausstellte, gelang es nicht, dieses Objektiv in der für eine Spitzenoptik notwendigen Qualität herzustellen.

Der erste Blick durch den Großen Refraktor, das »First Light«, muß für die Potsdamer Astrophysiker eine herbe Enttäuschung gewesen sein. Durch eine Kombination aus Linsenfehlern, der durch die Schwerkraft verursachten Durchbiegung der großen Objektive, sowie der Luftunruhe im Teleskoprohr und in der Kuppel (das »seeing«) zeigten die Bilder nicht die erwartete Schärfe und die Reichweite war nicht wesentlich größer als bei den bis dahin existierenden Geräten. Dennoch wurde der Refraktor zum Hauptinstrument des Observatoriums, mit dem einige wesentliche Entdeckungen gelangen, allen voran die Entdeckung des interstellaren Gases im Jahre 1904 durch Johannes Hartmann. Als Nachfolger von Vogel wurde im Jahr 1909 Karl Schwarzschild berufen, der mit Fug und Recht als

einer der größten Astrophysiker des 20. Jahrhunderts bezeichnet werden kann. Mit ihm kam auch der berühmte Sternphysiker Ejnar Hertzsprung nach Potsdam.

Der Große Refraktor stellt das »Karma« der Potsdamer Astrophysik dar. Wenige Jahre nach seiner Indienststellung waren die technischen Schwierigkeiten der mechanischen und thermischen Instabilität bei großen Glasspiegeln überwunden, und damit konnten die ersten großen Spiegelteleskope im Westen der USA ihren Betrieb aufnehmen – die ironischerweise nach einer von Karl Schwarzschild entwickelten Theorie gebaut wurden. Die Potsdamer Astrophysik hatte damit in der Beobachtung die Weltspitze eingebüßt, große Entdeckungen, wie z.B. die Galaxienfluchtbewegung durch Hubble, blieben den USA vorbehalten. Bei allen Schwierigkeiten – »man weiß nie, wofür es gut ist«: Die heroischen Anstrengungen, die optischen Fehler der Refraktorobjektive zu verstehen und zu korrigieren, haben signifikant zur Weiterentwicklung der optischen Technologie beigetragen. Johannes Hartmann entwickelte speziell dafür eine Methode zur Prüfung großer Fernrohre – den Hartmann-Lochmasken-Test, der in einer weiterentwickelten Form heute den Kern der Methode der adaptiven Optik bei Großteleskopen darstellt. Bernhard Schmidt, dem späteren Erfinder des Schmidt-Teleskops, gelang es, das für visuelle Beobachtungen optimierte 50-cm-Objektiv perfekt zu korrigieren.

Auch heute ist das Astrophysikalische Institut Potsdam an der Entwicklung und dem Bau astronomischer Großgeräte beteiligt, sei es an bodengebundenen Teleskopen, wie zum Beispiel dem »Large Binocular Telescope«, sei es an Satelliteninstrumenten, wie z.B. ABRIXAS, DIVA und XMM und in der Zukunft vielleicht XEUS. Auch wir sind vor technologischen Fehleinschätzungen und experimentellen Rückschlägen nicht gefeit. Im Streben nach immer besserer Technologie und immer größeren Teleskopen sind wir mit unseren Vorgängern verbunden.

## Grußwort des Vorsitzenden des Fördervereins Großer Refraktor Potsdam e.V., Dr. Ernst-August Gußmann

Sehr geehrter Herr Minister, sehr geehrter Herr Oberbürgermeister,  
sehr geehrte Damen und Herren!

Im Namen des Fördervereins Großer Refraktor Potsdam e.V. begrüße ich Sie sehr herzlich zu unserer heutigen Festveranstaltung, die dem 100jährigen Jubiläum des Großen Refraktors auf dem Potsdamer Telegrafenberg gewidmet ist. Von Anbeginn war es ein Anliegen des Fördervereins, dieses Ereignis nicht unbeachtet verstreichen zu lassen. Die Gefahr, es zu übergehen, war indessen groß. Noch vor wenigen Wochen präsentierte sich dieser bedeutende Zeuge der astrophysikalischen Forschung und der feinmechanisch-optischen Technik des ausgehenden 19. Jahrhunderts als ein über drei Jahrzehnte sich selbst überlassenes und verfallendes Fernrohr. So erlebten ihn die zahllosen Besucher, die die zu Füßen des Teleskops gezeigte Ausstellung über seine Geschichte und die des benachbarten hochberühmten Einsteinturms besichtigten, ebenso die Teilnehmer von Empfängen und Pressekonferenzen, für die der imposante Kuppelraum eine begehrte Kulisse abgab, und schließlich auch Fachkollegen als Besucher des eigenen Instituts oder der Nachbarinstitute auf dem Telegrafenberg, denen mit schamhaftem Stolz der geschichtsträchtige, wenn auch hinfallige Veteran vorgeführt wurde.

Zu seinem 100. Geburtstag erlebt nun der Große Refraktor den Glücksfall, daß ein erster Schritt getan worden ist, um seinem fortschreitenden Verfall Einhalt zu gebieten. Das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg hat dem Astrophysikalischen Institut Potsdam Sondermittel angewiesen, um Entrostungs- und Anstricharbeiten am Fernrohr, seiner Montierung und dem Beobachtungsstuhl durchführen zu lassen. Von vornherein war klar, daß die regulären Haushaltsmittel, die vornehmlich für die Durchführung aktueller Forschungsaufgaben bestimmt sind, selbst für diesen bescheidenen Beginn der Restaurierung eines historischen Forschungsinstruments nicht ausreichen würden. Der Förderverein Großer Refraktor sieht daher eine seiner Aufgaben darin, Spon-

soren zu werben, um zusätzliche Geldmittel zu beschaffen. Er befindet sich damit in keiner schlechten Gesellschaft. Bereits bei der Planung des Großen Refraktors hat der damalige Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums, Hermann Carl Vogel, sich »an die Großzügigkeit und Opferwilligkeit deutscher Männer« gewandt und eine Darlehenssumme von 600 000 Mark zusammengebracht, nachdem ihm der Fiskus mehrfach die Bewilligung der benötigten Finanzen für den Bau des Großteleskops versagt hatte. Zu seiner großen Enttäuschung genehmigte aber das preußische Finanzministerium die Annahme des Darlehens nicht, obwohl selbst Hermann von Helmholtz dieses Vorgehen gebilligt hatte. Zu unserer großen Freude stellen sich dem Förderverein 100 Jahre später solche Hindernisse nicht in den Weg, vielmehr kann er auf die Zustimmung des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur bauen. Ganz besonders möchte ich im Namen des Fördervereins an dieser Stelle noch einmal Herrn Minister Reiche dafür Dank sagen, daß er es sich nicht nehmen ließ, in persönlichen Schreiben Sponsoren um Spenden zur Erhaltung und Wiederbelebung des Großen Refraktors anzusprechen. Der Förderverein sieht hierin eine starke Ermutigung und wirksame Unterstützung seines Vorhabens.

Durch diese gemeinsamen Anstrengungen war der Förderverein in der Lage, Spendenmittel für die vorgesehenen Sanierungsarbeiten aufzubringen, ohne die die Finanzierung nicht gesichert gewesen wäre. Hierfür sei den folgenden Sponsoren unser Dank ausgesprochen<sup>1</sup>:

- Rotary-Club Berlin-Spandau
- Mittelbrandenburgische Sparkasse Potsdam
- Prof. Peter Brosche, Daun
- Prof. Hans Ehrenberg, Mainz
- Siemens AG, Berlin
- Daimler-Benz GmbH, Ludwigsfelde
- Prof. Lore Oetken, Wildenbruch
- Rolf-Dieter Willach, Tägerwilen (Schweiz)
- Dr. Luz Becker, Potsdam
- Johann und Charlotte Czeschka, Potsdam
- Artur und Deti von Casimir-Ludendorff, München
- Frank Toussaint, Hamburg
- Ulrich Fritz, Schwaikheim
- und nicht zu vergessen, auch weiteren ungenannt bleibenden Mitgliedern und Freunden des Fördervereins Großer Refraktor

---

<sup>1</sup> Die Liste wurde nachträglich ergänzt und entspricht dem Stand vom August 2000.

Nicht weniger gilt unser Dank der Firma Sika-Chemie GmbH in Stuttgart, die durch die freundliche Vermittlung von Herrn Dr. Otto Vogt aus eigenem Antrieb mit dem Förderverein in Verbindung trat und die benötigte Farbe als Sachspende zur Verfügung stellte. Ebenso möchten wir uns bei dem Ing.-Büro Tygör bedanken, das dem Förderverein in vielen Fragen ohne finanzielle Abgeltung bereitwillig zur Verfügung steht. Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß trotz aller Anstrengungen eine Lücke in der Finanzierung offen geblieben ist, zu deren einstweiliger Schließung – wie zu Vogels Zeiten – dem Förderverein von privater Seite ein Darlehen gewährt worden ist. Wir sagen dem Darlehensgeber, der ungenannt bleiben möchte, unseren herzlichen Dank und sind zuversichtlich, daß die Rückzahlung nicht auf den Sankt-Nimmerleins-Tag verschoben werden muß.

Der Förderverein nimmt nicht für sich in Anspruch, den ersten Anstoß zur Rettung des Großen Refraktors gegeben zu haben. In dieser Hinsicht ist an vorderster Stelle Prof. Johann Wempe, der langjährige und letzte Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums, zu nennen. Er, der die Wiederherstellung und Modernisierung des Refraktors nach den schweren Beschädigungen bei Kriegsende miterlebt und mitgestaltet und die an ihm durchgeführten Arbeiten mit starkem Interesse gefördert hat, war tief betroffen von der anbefohlenen Stilllegung des Instruments. In Wort und Schrift versuchte er, dieser Fehlentscheidung entgegenzuwirken. Eindrucksvoll hat er in einem Kolloquium zum 70. Geburtstag des Teleskops, als dieses bereits nicht mehr wissenschaftlich eingesetzt wurde aber noch voll funktionsfähig war, dessen Vorzüge dargestellt und Programme für seine wissenschaftliche Nutzung vorgeschlagen. Der Förderverein sieht es daher als legitim und erstrebenswert an, einen Teil des von Prof. Wempe dem damaligen Zentralinstitut für Astrophysik hinterlassenen Erbes, für dessen Verwendung immer noch keine Entscheidung getroffen worden ist, zur Restaurierung des Großen Refraktors einzusetzen. Er weiß sich darin einig mit den Mitarbeitern, die in persönlichem Umgang über Jahre und sogar Jahrzehnte Prof. Wempe in seinem Wesen kennen und schätzen gelernt haben. Sie sind sich sicher, daß damit in seinem Sinne gehandelt und zugleich ein würdiges und sichtbares Zeichen des Gedenkens an den langjährigen und verdienstvollen Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums gesetzt wird.

Erwähnung finden sollte auch ein Projekt zur Wiederbelebung des Großen Refraktors, das Mitarbeiter der ehemaligen feinmechanischen und elektronischen Werkstätten des Astrophysikalischen Observatoriums unmittelbar nach den politischen Umwälzungen des Jahres 1989 entwickelt haben. Sie besaßen langjährige Erfahrungen mit diesem Teleskop und suchten damit auch eine Aufgabe, die ihre bedrohten Arbeitsplätze sichern helfen sollte. Besonderes Verdienst erwarb sich hierbei der inzwischen verstorbene langjährige Leiter der Werkstätten, Dr. Hans-Jürgen Hubrig. Nach anfänglich erfolgversprechenden Verhandlungen, die

schon bis zu Finanzierungsmöglichkeiten vorgedrungen waren, kam eine Realisierung des Projekts jedoch nicht zustande. Der Refraktor wurde weitere 10 Jahre einem ungewissen Schicksal überlassen.

Die zur Jubiläumsfeier abgeschlossenen Sanierungsarbeiten am Großen Refraktor sind nur ein erster Schritt; darin stimmen alle Verantwortlichen überein. Der Förderverein verfolgt das Ziel, langfristig den unter Denkmalschutz stehenden Großen Refraktor als erlebbares und demonstrierbares technisches Denkmal in seiner Funktionalität wiederherzustellen, wie es den Anforderungen des Denkmalschutzes entspricht. Die Ämter für Denkmalpflege des Landes Brandenburg und der Stadt Potsdam tragen dieses Konzept mit. Wir vergleichen es gerne mit der wiederaufgebauten Windmühle im Park Sanssouci: Dem Besucher wird der technische Ablauf vor Augen geführt von den sich drehenden Flügeln über das arbeitende Mahlwerk bis zu dem aus den gemahlenden Getreidekörnern gewonnenen Mehl, ohne daß im entferntesten an eine professionelle Nutzung gedacht wird. Der Große Refraktor ist zudem der Historischen Mühle überlegen, indem er nicht als Kopie nachgebaut werden muß, sondern als originaler Zeitzeuge lediglich der Wiederinstandsetzung bedarf.

Es ist das Konzept des Fördervereins, nach der erfolgten Restaurierung des Teleskops dieses in ein Programm einzubinden, das den Telegrafenberg mit seinem einmaligen Dreiklang von Wissenschaft, Architektur und gestalteter Parklandschaft einem allgemein kulturell interessierten Publikum öffnet. Die auf Schinkel zurückgehende und für die wissenschaftlichen Institutsbauten in Preußen typische polychrome Backsteinarchitektur hat in dieser Form, eingebettet in eine Parklandschaft, nur in Potsdam überdauert, und von Anfang an hat Erich Mendelsohns Einsteinturm Scharen von Besuchern angezogen. Das Land Brandenburg und die Stadt Potsdam verfügen mit diesem Ensemble über ein Potential, dessen touristische Anziehungskraft bisher viel zu wenig erschlossen worden ist. Potsdam sollte mit seinen Pfunden wuchern! Im Vorfeld dieses Jubiläums hat der Förderverein gemeinsam mit dem Urania-Verein »Wilhelm Foerster« e.V. Führungen über den Telegrafenberg veranstaltet, die diesen Aspekt zum Inhalt hatten. Sie wurden mit erfreulich großer Resonanz angenommen und bestätigen unsere Auffassung, daß hier ein breites öffentliches Interesse besteht. Neben diesem weitgespannten touristischen Anliegen ist der Große Refraktor unverzichtbar als ein wissenschaftshistorischer Höhepunkt in der Öffentlichkeitsarbeit der Institute auf dem Telegrafenberg und des Astrophysikalischen Instituts. Vor allem aber sollte er die Erinnerung daran wachhalten, daß 1874 weltweit erstmals auf dem Potsdamer Telegrafenberg ein Institut gegründet wurde, dessen Aufgabe es war, sich ausschließlich dem neu entstandenen Forschungszweig Astrophysik zu widmen. Nach der Preisgabe des eigentlichen Ursprungs, nämlich des Hauptgebäudes des Astrophysikalischen Observatoriums, die einen Astrophysiker

schmerzlich berührt, ist der Große Refraktor der einzige faßbare und lebendige Zeuge der frühen Astrophysik auf dem Telegrafenberg.

Der Förderverein sieht in dem Jubiläum des Großen Refraktors erst den Anfang seiner Arbeit, und er wird Mahner bleiben, daß die Anstrengungen zur Bewahrung des Teleskops mit diesem Datum nicht erlahmen. Er ist sich dessen bewußt, daß die aus seiner Sicht uneigennütigen Aktivitäten nicht immer willkommen sind oder gar als unerwünschte Einmischung in Dinge empfunden werden, für die ihm letztlich die Entscheidungen nicht zustehen. Hierin teilt er aber das Schicksal nahezu aller Fördervereine. Wir vertrauen darauf, daß wir auch zukünftig mit unseren Partnern eine gute Übereinstimmung finden, und lassen uns leiten von dem Ausspruch eines Philosophen, der als Gast im Schloß Sanssouci für kurze Zeit auf einem anderen berühmten Potsdamer Berg sein Zuhause hatte, François-Marie Voltaire:

*»Nichts wird vollbracht ohne ein klein wenig Begeisterung.«*

# Der Vorstoß in die Tiefen des Universums: 100 Jahre Großteleskope

*Immo Appenzeller, Heidelberg*

## 1 Einleitung

In der Geschichte der Naturwissenschaften findet man für alle experimentellen Forschungsbereiche eine enge und direkte Verknüpfung zwischen dem wissenschaftlichen Fortschritt und Fortschritten bei der Entwicklung der benutzten technischen Hilfsmittel. Wegen der riesigen Entfernung ihrer Forschungsobjekte ist die Abhängigkeit wissenschaftlicher Ergebnisse von technischen Entwicklungen für die Astronomie aber ganz besonderes ausgeprägt und von größerer Bedeutung als für andere Wissenschaften.

Seit ihrer Erfindung vor 400 Jahren sind die Teleskope die wichtigsten technischen Hilfsmittel der Astronomen. Fortschritte im Teleskopbau haben daher wesentlich die Entwicklung der Astronomie bestimmt. Gerade in den letzten 100 Jahren, dem Zeitraum seit dem Bau des großen Potsdamer Refraktors, war dieser Fortschritt besonders stürmisch und damit die Erweiterung unseres Welthorizonts durch immer tiefere Blicke in den Kosmos besonders rasant. Abgesehen davon, daß wir in den letzten Jahrzehnten immer tiefer in den Weltraum blicken konnten, haben wir aber auch sehr viel mehr über die Natur und die Eigenschaften der kosmischen Objekte gelernt. Dies ist hauptsächlich das Verdienst der astronomischen Spektrographen, die ebenso wichtig wie die Teleskope für die moderne Astronomie geworden sind. Erst durch die Kombination von Großteleskopen und leistungsfähigen Spektrographen gelang es, die Physik der Sterne und der Galaxien zu enträtseln und den Kosmos großräumig auszumessen. Sowohl zur Entwicklung der Teleskope als auch bei den Spektrographen haben Potsdamer Astronomen fundamentale Beiträge geleistet. Im Falle der astronomischen Spektroskopie kann man sogar feststellen, daß hier die entscheidenden Anstöße zur Entwicklung dieser Technik gegeben wurden. Im folgenden möchte ich darlegen, wie die technischen Erfolge der letzten 100 Jahre den zunehmend tieferen Vorstoß in die

Tiefen des Universums erlaubten, so daß wir heute fast den ganzen uns theoretisch zugänglichen Bereich des Kosmos mit astronomischen Methoden überblicken können. Gleichzeitig möchte ich diese Gelegenheit nutzen, zu demonstrieren, wie groß die Rolle Potsdams für die Entwicklung der beiden wichtigsten technischen Hilfsmittel der Astronomen war.

## 2 Die ersten Großteleskope

Schon lange vor der Erfindung der Teleskope gab es große astronomische Anlagen. Zu den frühesten Beispielen gehören gewaltige Steinsetzungen der vorgeschichtlichen Megalithkulturen, die primär zwar sicher religiösen Zwecken dienten, aber häufig eine genaue astronomische Ausrichtung aufweisen und recht exakte astronomische Zeit- und Richtungsmessungen erlaubten. Islamische Astronomen bauten in Indien, Usbekistan und anderswo riesige Peilgeräte, die ohne jede Optik sehr genaue Sternpositionen zu messen erlaubten. Und Tycho Brahes Mauerquadranten von 1584 waren ebenfalls bereits eindrucksvolle Großgeräte. Im Vergleich zu solchen Anlagen waren die ersten Teleskope des 17. Jahrhunderts mit ihren wenige Zentimeter großen Objektivlinsen ziemlich kleine Instrumente. Entsprechend gering war ihre Lichtsammelleistung. Aber bereits im 18. Jahrhundert wurden Spiegelteleskope mit Öffnungen von über einem Meter Durchmesser gebaut. So wies William Herschels »40-Fuß-Teleskop« von 1789 bereits einen Spiegeldurchmesser von rund 120 cm auf. Herschel war damit aber auch an die Grenze dessen gekommen, was die Technologie des 18. Jahrhunderts zuließ. Sowohl die Herstellungsverfahren für die verwendeten Metallspiegel als auch die mechanischen Unterstützungssysteme der Spiegel waren für so große Teleskope eigentlich überfordert, und das 40-Fuß-Teleskop erreichte nicht die Bildqualität bereits existierender kleinerer Instrumente. Fortschritte brachten erst die systematische Untersuchung und Verbesserung der Teleskoptechnologie durch einen englischen Adligen, den Earl of Rosse, der neben kleineren Instrumenten 1845 auf einer seiner Besitzungen in Irland ein Spiegelteleskop mit 182 cm Öffnung in Betrieb nahm. Die große Lichtstärke dieses in Bild 1 wiedergegebenen Instruments erlaubte es zum ersten Mal, die Spiralstruktur der Galaxien zu sehen und zu studieren.

Obwohl Linsenteleskope nie mit vergleichbar großen Öffnungen gebaut werden konnten, wurden sie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts populärer als die großen Spiegel, da sie geringere Lichtverluste aufwiesen als die immer noch verwendeten Metallspiegel und da mit geeigneten Linsenkombinationen größere Gebiete am Himmel abgebildet und mit der neu entwickelten Technik der Photographie aufgenommen werden konnten. Dies dürfte auch der Grund dafür gewe-

sen sein, daß für das Astrophysikalische Observatorium Potsdam 1895 ein großer Refraktor und nicht ein Spiegelteleskop bestellt wurde.

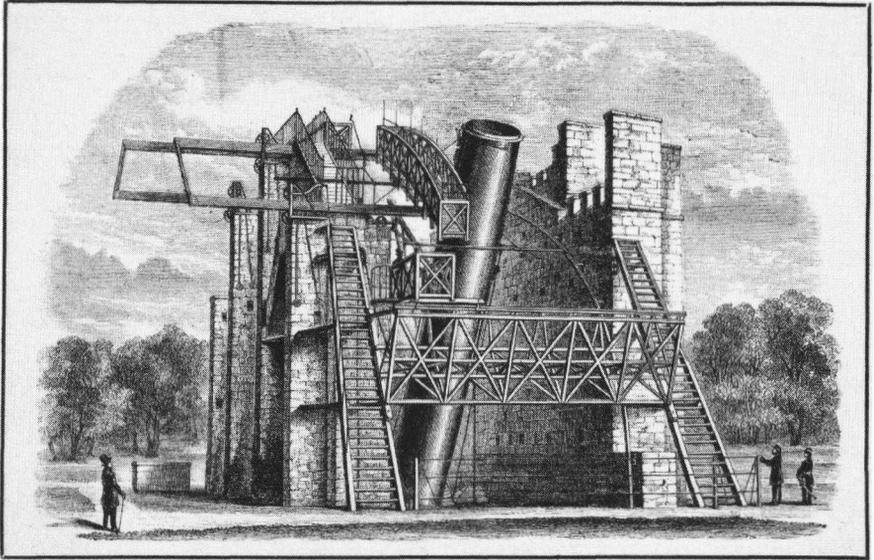


Bild 1 Das Spiegelteleskop mit 182 cm Öffnung des Earl of Rosse aus dem Jahre 1845. Aus: Chambers, Handbook of Astronomy, Oxford 1890

### 3 Die Geburt der Astrophysik

Die entscheidende Erfindung, die zur Entwicklung der modernen Astrophysik führte, wurde in einem Chemie-Labor gemacht. Es war die Erfindung der Spektralanalyse durch den Physiker Kirchhoff und den Chemiker Bunsen im Jahre 1859 im Chemischen Institut der Universität Heidelberg. Ihre Entdeckung hatte große Bedeutung für die Chemie, die Physik und viele andere Wissenschaften. Die größte Auswirkung hatte die Erfindung der Spektralanalyse aber für die Astronomie, da Astronomen für ihre Forschung fast ausschließlich auf die Analyse des Lichts angewiesen sind und mit der Spektralanalyse zum ersten Mal ein leistungsfähiges Verfahren zur Ferndiagnose der Zusammensetzung, der physikalischen Bedingungen und der Vorgänge in Sternen und anderen astronomischen Objekten erhielten. Die große Bedeutung der neuen Technik für die Astronomie wurde am klarsten im naturwissenschaftlich damals sehr fortschrittlichen Königreich Preußen erkannt und mit der Gründung des ersten spezifisch astrophysi-

kalischen Forschungsinstituts im Jahre 1874 aufgegriffen. Folgerichtig wurde Gustav Kirchhoff an die Berliner Universität berufen und ihm die Leitung des neuen Instituts angetragen. Kirchhoff kam damals auch nach Berlin, lehnte aber die Leitung des inzwischen auf dem Telegrafenberg als Astrophysikalisches Observatorium Potsdam installierten Instituts ab. Direktor des Instituts wurde dann schließlich Hermann Carl Vogel (Bild 2), der von Anfang an als Observator am Institut tätig gewesen war.



Bild 2 Hermann Carl Vogel, der erste Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam und Begründer der photographischen Astrospektroskopie. Aus: Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft 42 (1907), S. 322

Vogel leistete in den folgenden Jahren die entscheidende Pionierarbeit für die Entwicklung der Astrophysik. Sein wichtigster Beitrag war dabei die Entwicklung der photographischen Astrospektroskopie. Spektroskopische Beobachtungen astronomischer Objekte hatte es bereits vorher gegeben. Dabei waren ausreichend helle Sterne, Planeten oder die Sonne mit einfachen Spektroskopen visuell beobachtet worden. Auch Vogel benutzte in Potsdam zunächst diese visuelle Metho-

de und gewann damit interessante neue Ergebnisse. So veröffentlichte er (zusammen mit G. Müller) 1883 den ersten Katalog mit spektralen Eigenschaften von Sternen. Wegen der vergleichsweise geringen Empfindlichkeit des Auges und da das Auge Bilder nicht speichern kann, waren auf diese Weise jedoch nur recht begrenzte Informationen verfügbar. Insbesondere konnte man die Wellenlängen von Spektrallinien nur recht ungenau bestimmen. Aus diesem Grunde verband Vogel 1887 zum ersten Mal ein Spektroskop mit einer photographischen Kamera und konnte damit auf Anhieb sehr viel genauere Wellenlängenmessungen erhalten. Bild 3 zeigt eine verbesserte Version dieses Spektrographen, die Steinheil und Toepfer 1888 für Vogel anfertigten und die Vorbild für Generationen von Astro-spektrographen werden sollte.

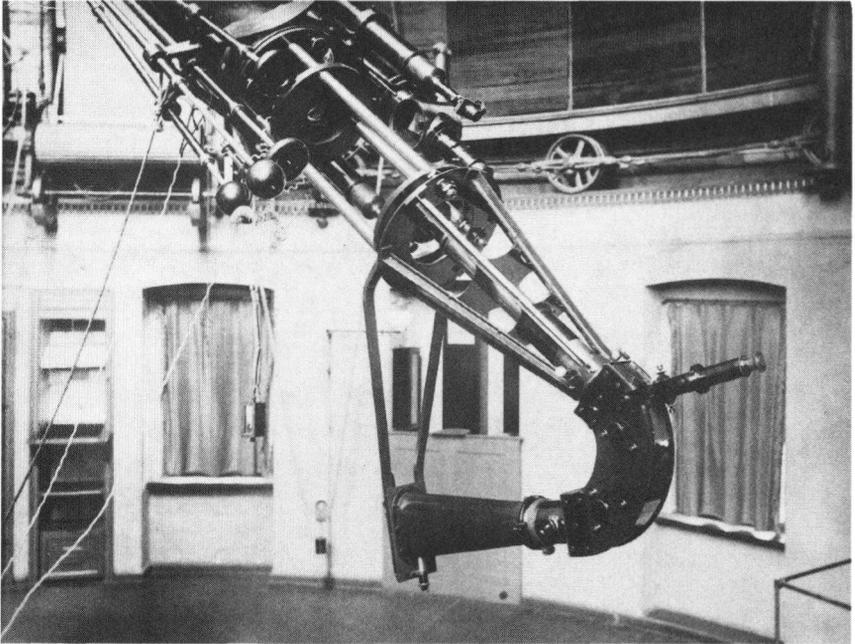


Bild 3 Der von Steinheil und Toepfer nach den Plänen H. C. Vogels 1888 für das AOP gefertigte Spektrograph. Archiv AOP

Vogel hatte seinen Spektrographen am 30-cm-Refraktor des Astrophysikalischen Observatoriums installiert, da dies damals das größte Instrument des Instituts war. Obwohl die folgenden Jahre beachtliche Erfolge mit dem Spektrographen brach-

ten, zeigte sich aber auch schnell, daß die Anwendung des neuen Geräts durch die geringe Lichtsammelleistung des Teleskops empfindlich eingeschränkt wurde. Wie viele Astronomen nach ihm mußte Vogel erkennen, daß für die Spektroskopie wegen der Aufteilung des Lichtes in viele Wellenlängenintervalle eine hohe Lichtsammelleistung des Teleskops besonders wichtig ist.

Dies war der Anlaß, für das Astrophysikalische Observatorium Potsdam ein neues, wesentlich größeres Teleskop in Auftrag zu geben, nämlich den »Großen Refraktor«, dem dieser Band gewidmet ist. Dieser Refraktor war damit das erste Großteleskop, das gezielt für spektroskopische Anwendungen konzipiert worden war. In der Tat gelangen in den ersten Jahren des 20. Jahrhunderts mit dem neuen Refraktor dann eine Reihe von wichtigen Entdeckungen im Bereich der astronomischen Spektroskopie, so zum Beispiel genaue Radialgeschwindigkeitsmessungen und der erste Nachweis des interstellaren Gases anhand der stationären Linien in den Spektren von Doppelsternen. Insgesamt gesehen erwies sich der Große Refraktor aber als eine Enttäuschung. Der Gewinn an Beobachtungszeit und an Grenzhelligkeit blieb weit hinter den erwarteten Werten zurück, da die Bildqualität des Teleskops nicht die berechneten Werte erreichte. Aber auch dieser partielle Fehlschlag war ein Beitrag zur Entwicklung der astronomischen Technik. Er demonstrierte nämlich die fundamentalen Probleme, die bei großen Linsenteleskopen auftreten. Bei einer Linse genügt es nämlich nicht, daß die Oberflächenform sehr exakt eingehalten wird, sondern darüber hinaus muß auch das Glas im Inneren extrem homogen sein, um nicht durch Brechzahlvariationen Wellenfrontfehler und damit Bildfehler zu erzeugen. Da Glas gezielt verunreinigtes Siliziumdioxid ist, ist es gerade bei großen Linsen, in denen die optischen Wege lang sind, sehr schwierig, eine ausreichende Homogenität zu erreichen. Ein weiteres Problem ist, daß auch Glas sich unter dem Einfluß der Schwerkraft durchbiegt. Da Linsen nur am Rand gefaßt werden können, führt dies bei großen Linsen zu einer beachtlichen Verformung, die von der Richtung abhängt, in die ein Linsenteleskop blickt. Dies erzeugt ebenfalls wieder Bildfehler. Es war ein anderer berühmter Potsdamer Astronom, Karl Schwarzschild (Bild 4), der diese Probleme am sorgfältigsten analysierte und in einer fundamentalen Arbeit 1905 – damals noch in Göttingen – zum Ergebnis kam, daß für sehr große Teleskope Spiegel als Lichtsammelner technisch günstiger sind als Linsen. Schwarzschild, nach H. C. Vogel der zweite Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, gilt allgemein als der bedeutendste deutsche Astronom des 20. Jahrhunderts. Neben seinen fundamentalen Beiträgen zu vielen Gebieten der Astronomie und der Physik hat er nicht nur den grundsätzlichen Vorteil der Spiegelteleskope erkannt, sondern er hat in einer umfangreichen Arbeit, veröffentlicht in den »Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen« im Jahre 1905, auch

eine Theorie der Spiegelteleskope geliefert, die bis heute Bestand hat und die die Grundlage für alle Großteleskope des 20. Jahrhunderts bilden sollte.



Bild 4 Karl Schwarzschild, der die theoretischen Grundlagen für den Bau großer Spiegelteleskope entwickelte. Privatbesitz

#### 4 Die Epoche der klassischen großen Spiegel

Während Schwarzschild die theoretischen Grundlagen erarbeitet hat, wurde die Technologie zum Bau der modernen Spiegelteleskope hauptsächlich in England

und in den USA entwickelt. Ausgangspunkt waren allerdings Arbeiten des deutschen Optikers Steinheil, der zum ersten Mal bei kleinen Spiegelteleskopen statt Metallspiegel solche aus Glas einsetzte, die auf chemischem Wege eine dünne Reflexionsschicht aus Silber erhielten. Es gelang ihm damit, die leichtere Polierbarkeit von Glas mit der relativ hohen Reflektivität und besseren Beständigkeit von Silberschichten zu vereinigen. Dieses Prinzip einer dünnen Reflexionsschicht (heute meist aus Aluminium) auf einer polierten Glas- oder Glaskeramikfläche setzte sich schnell durch und wird heute noch angewandt. Der erste größere (91-cm-) Spiegel nach dieser Technik wurde in England hergestellt und dort zunächst in der Privatsternwarte Edward Crossleys eingesetzt. 1895 kam dieses Teleskop an das Lick-Observatorium in Kalifornien, wo es über viele Jahrzehnte sehr erfolgreich genutzt wurde. Die guten Erfahrungen mit dem Crossley-Reflektor (und ähnlichen etwas später gebauten Instrumenten) führten dann in Kalifornien zum Bau eines 1,5-m-Spiegelteleskops (das 1908 fertiggestellt wurde) und schließlich des 2,5-m-Teleskops auf dem Mt. Wilson östlich von Los Angeles. Erst mit diesem Teleskop, das 1917 während des ersten Weltkriegs in Betrieb genommen wurde, konnte der 1,8-m-Reflektor des Earl of Rosse von 1845 übertroffen werden.

Dank der neuen Spiegeltechnik, dem besseren Klima und den für ihn entwickelten effizienten Spektrographen sollte der Mt. Wilson-Reflektor eine enorme Bedeutung für die Astronomie erlangen. Das wohl bekannteste Ergebnis, das mit diesem Teleskop gewonnen werden konnte, war die Entdeckung der Rotverschiebung der Galaxienspektren und damit der Expansion des Weltalls durch E. Hubble im Jahre 1929. Bereits vorher war mit dem 2,5-m-Teleskop die extragalaktische Natur der Spiralnebel nachgewiesen und die Entfernung der nächsten Galaxien abgeleitet worden. Viele Arten von Sternen und andere Objekte konnten mit den Spektrographen an diesem Teleskop zum ersten Mal identifiziert werden, und für die Physik der Sterne und der galaktischen Nebel wurde wesentliche Pionierarbeit geleistet. Der große Erfolg des 2,5-m-Teleskops führte in den folgenden Jahren zur Planung des noch größeren Mt. Palomar-Teleskops mit 5 m Öffnung, dessen Spiegel 1931 in Auftrag gegeben wurde. Es stellte sich aber schnell heraus, daß man mit dieser Spiegelgröße wieder an die Grenzen der damaligen technischen Möglichkeiten gestoßen war. Deshalb dauerte es fast zwei Jahrzehnte, bis das Teleskop 1950 (im zweiten Versuch) endlich seinen wissenschaftlichen Betrieb aufnehmen konnte. Sowohl die Fertigung des großen Spiegels als auch die mechanische Unterstützung der 20 t schweren Glasscheibe warfen große Probleme auf, zu denen Temperatureffekte auf Grund der langen thermischen Zeitkonstanten der großen Glasmasse hinzu kamen.

Die technischen Schwierigkeiten bei der Realisierung des 5-m-Teleskops führten dazu, daß zunächst nicht weiter versucht wurde, noch größere Teleskope

zu konstruieren. Unter den zehn Großteleskopen, die zwischen 1959 und 1988 nach dem Prinzip des Palomar-Instruments gebaut wurden, hatten neun Öffnungen zwischen 3,0 m und 4,2 m, während nur eines (in Zelenchuk, Rußland) mit 6 Metern den Palomar-Spiegel übertraf. Ähnlich wie Herschels 1,2-m-Spiegel erreichte der russische 6-m-Spiegel aber nie die Abbildungsqualität der kleineren Teleskope seiner Zeit.

Trotz der technischen Schwierigkeiten erwiesen sich aber auch das 5-m-Teleskop und die später gebauten 3- bis 4-m-Teleskope als wissenschaftlich sehr erfolgreich. Zu den wichtigsten Entdeckungen des 5-m-Teleskops gehören die Identifikation der Radiogalaxien und der Quasare. Quasare sind, wie wir heute wissen, Kerne von Galaxien, die massereiche Schwarze Löcher enthalten, in deren Gravitationsfeld sehr effizient Energie erzeugt werden kann. Quasare sind daher heller als die Hunderte von Milliarden Sterne der Galaxien zusammen, in denen sie sich befinden. Sie sind so hell, daß die hellsten Quasare mit einem 5-m-Teleskop und den heutigen Detektoren praktisch im ganzen Bereich des Kosmos gesehen werden können, der uns überhaupt zugänglich ist. Wegen der endlichen Lichtgeschwindigkeit und dem endlichen Weltalter können wir nämlich – selbst dann, wenn der Kosmos räumlich unendlich ausgedehnt ist – nur in eine so große Entfernung blicken, wie das Licht seit dem Urknall zurücklegen konnte. Wegen der Lichtlaufzeit wurde die Strahlung, die uns aus großen Entfernungen erreicht, offensichtlich auch immer bereits vor langer Zeit ausgesandt, wobei das Licht vom Rand des uns zugänglichen Bereichs zur Zeit des Urknalls ausgesandt worden sein muß. Tatsächlich kennen wir seit 1965 die kosmische Mikrowellenstrahlung, die nur etwa 100 000 Jahre (entsprechend etwa 0,001 % des Weltalters) nach dem Urknall ausgesandt worden ist, als unser Kosmos (der beim Urknall wegen der hohen Dichte und Temperatur zunächst völlig undurchsichtig war) begann, durchsichtig zu werden. Diese Strahlung ist also in der Tat »Licht vom Rand der Welt«. Die ersten Galaxien, für die Hubble Entfernungen bestimmte, hatten dagegen nur wenige Prozent der Entfernung, aus der uns die Mikrowellenstrahlung erreicht. Die ersten Quasare, die 1963 entdeckt wurden, hatten aber bereits etwa 25 % der maximal möglichen Entfernung. Schon 1975 übersahen wir dann im Licht der Quasare fast 90 % der maximalen Entfernung, und inzwischen sind es rund 95 %.

Eine Sonderstellung unter den klassischen (auf der Technologie der Mt. Wilson- und Mt. Palomar-Teleskope beruhenden) Reflektoren nimmt das Hubble Space Telescope (HST) ein, das 1990 in eine Erdumlaufbahn gebracht wurde. Mit 2,4 Metern Öffnung ist es zwar nicht einmal so groß wie das Mt. Wilson-Teleskop von 1917, das Fehlen der störenden Erdatmosphäre und die daraus resultierende ausgezeichnete Bildqualität machen es trotzdem zu einem der leistungsfähigsten Instrumente der gegenwärtigen Astronomie. Sein wichtigster Beitrag zum Vorstoß

in die Tiefen des Universums sind zwei extrem lang belichtete Aufnahmen in mehreren Farben, die sogenannten »Hubble Deep Fields« (HDF). Auf diesen Aufnahmen findet man Galaxien, die ebenso weit oder weiter entfernt sind als die entferntesten bekannten Quasare. Auch das Licht dieser Galaxien wurde ausgesandt, als unser Kosmos erst einige Prozent seines gegenwärtigen Alters erreicht hatte.

Während das Hubble-Weltraumteleskop ein ausgezeichnetes Instrument zum Auffinden und zur Abbildung weit entfernter Galaxien ist, hat es eine zu geringe Lichtsammelleistung, um die weit entfernten Galaxien auch spektroskopisch zu untersuchen. Wie einst 1890 in Potsdam stand die Astronomie daher in den letzten Jahrzehnten wieder vor dem Problem, daß die aktuellen spektroskopischen Aufgaben Teleskope mit größeren Öffnungen erforderten. Andererseits konnten diese mit der bisherigen Technik aber offenbar nicht realisiert werden. Daß in den letzten Jahren dann doch größere Instrumente gebaut werden konnten, liegt an der Entwicklung einer neuen Teleskoptechnologie, die statt starrer optischer Komponenten aktive Spiegelsysteme verwendet.

## 5 Generationswechsel an der Schwelle des 21. Jahrhunderts

Richtungweisendes Vorbild für die neue Generation von Großteleskopen, die zur Zeit im Bau sind, sich in der Erprobung befinden oder sogar schon fertiggestellt werden konnten, war das sogenannte »Multiple Mirror Telescope« (MMT), das 1979 auf dem Mt. Hopkins in Arizona in Betrieb genommen wurde (Bild 5). Ausgangspunkt war eine Spende der US-Luftwaffe an die Staatsuniversität von Arizona in Form von sechs ursprünglich für militärische Anwendungen konzipierten Teleskopspiegeln mit je 180 cm Durchmesser. Techniker an der Universität von Arizona setzten nun diese sechs Spiegel in eine gemeinsame Montierung und vereinigten die konvergenten Lichtbündel der Einzelteleskope in einem gemeinsamen Fokus. Daß dies funktionierte, lag daran, daß die thermische Abhängigkeit der Spiegel und die Durchbiegungseffekte der Montierung zu jedem Zeitpunkt exakt gemessen und mit Nachstellmotoren ausgeglichen wurden. Dieses »aktive« optische System erwies sich als erstaunlich erfolgreich. Mit diesem Instrument erhielt die Universität von Arizona ein Teleskop mit einer Lichtsammelleistung, die dem des Mt. Palomar-Spiegels fast entsprach, das aber mit nur einem Bruchteil der Kosten und der technischen Probleme verbunden war.

Ausgehend vom Erfolg des MMT wurden nach 1980 Pläne für eine ganze Reihe neuer größerer Spiegelteleskope entworfen (oder wieder aufgegriffen), die alle auf dem Prinzip aktiver Spiegelsysteme beruhten. Der erste Durchbruch zu größeren Spiegelflächen gelang dabei mit den beiden Keck-Teleskopen, die von

zwei kalifornischen Universitäten (teilweise mit Unterstützung der NASA) auf dem Mauna Kea in Hawaii installiert wurden. Die beiden identischen Teleskope bestehen aus jeweils 36 Einzelspiegeln mit einem gemeinsamen Fokus. Im Gegensatz zum MMT sind die Keck-Spiegel aber nicht rund sondern sechseckig, so daß sie eng aneinander gefügt werden können. Bei jedem der beiden Keck-Teleskope bilden die 36 Einzelspiegel daher eine fast durchgehende Fläche, die etwa einem runden Einzelspiegel von 10 Metern Durchmesser entspricht. Obwohl sie als Einzelteleskope gebaut wurden, kann das Licht der beiden Teleskope mit Hilfsspiegeln auch zusammengeführt werden. Das erste der Keck-Teleskope wurde bereits 1992 fertiggestellt. Keck II folgte 1996.

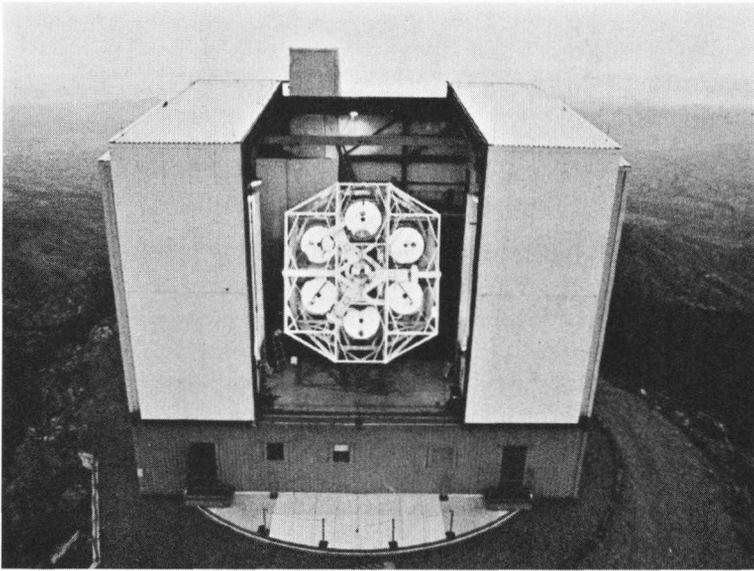


Bild 5 Das Multiple Mirror Telescope der University of Arizona

Neben den Keck-Teleskopen sind zur Zeit zehn weitere Teleskope mit aktiven optischen Systemen und Öffnungen über 6 m im Aufbau, in der Erprobung oder bereits im Einsatz. Das komplexeste und größte dieser neuen Teleskopsysteme ist das Very Large Telescope (VLT) des Europäischen Süd-Observatoriums (ESO) in Chile (Bild 6). Das VLT besteht aus vier Einzelspiegeln mit je 8,2 m Durchmesser in getrennten, ortsfesten Montierungen sowie drei zusätzlichen 1,8-m-Spiegelteleskopen, die auf Schienen zu verschiedenen Meßpositionen gefahren werden

können. Die einzelnen 8,2-m-Spiegel bestehen zwar jeweils aus einem einzigen Glaskeramikkblock, sie sind aber (mit einer Dicke von 17,5 cm) so dünn, daß ihre Oberfläche nicht starr ist, sondern auf einem aktiven Unterstützungssystem mit 150 Stellmotoren in eine optimale Form gebracht und gehalten werden kann.

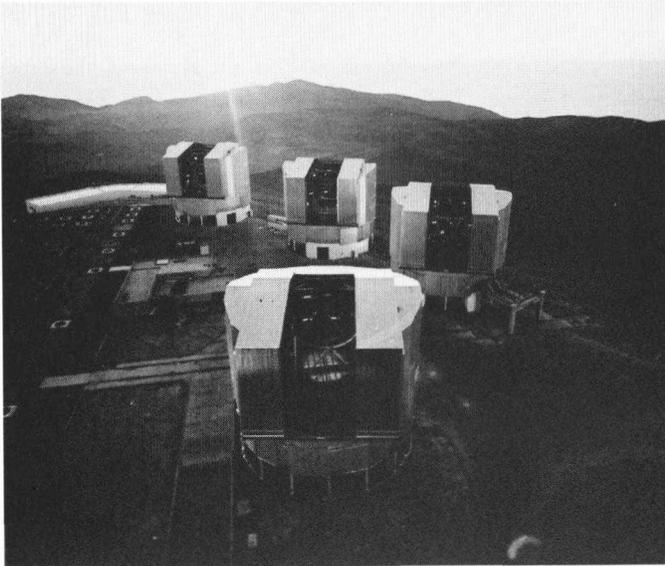


Bild 6 Das Very Large Telescope (VLT) des Europäischen Süd-Observatoriums ESO auf dem Berg Paranal in Chile. Die vier zylindrischen Gebäude enthalten die vier großen (8,2-m-) Spiegel. Links erkennt man die Fundamente für die Schienen, auf denen später die fahrbaren 1,8-m-Spiegel bewegt werden können. ESO Presse-Foto

Die vier 8,2-m-Spiegel des VLT können sowohl als Einzelteleskope betrieben als auch mit Hilfsspiegeln optisch zu einem gemeinsamen Fokus untereinander verbunden werden, wobei das Licht der drei fahrbaren kleineren Teleskope hinzuaddiert werden kann. Durch diese Strahlenvereinigung wird die Anlage im Endausbau als Interferometer für kleine Felder die gleiche maximale Winkelauflösung erreichen können wie ein beugungsbegrenztes Einzelteleskop von 200 m Öffnung.

Der erste der vier großen Spiegel des ESO-VLT wurde 1998 fertiggestellt und ist seit April 1999 im normalen astronomischen Beobachtungsbetrieb. Der zweite

Spiegel begann seine Routinearbeit im April 2000, und ab dem Frühjahr 2001 werden voraussichtlich alle vier 8,2-m-Spiegel als Einzelteleskope normal arbeiten. Die kleinen Teleskope werden 2002 hinzukommen, und Ende 2003 dürfte das ganze System voll funktionsfähig sein.

Obwohl das VLT, wie der obige Zeitplan zeigt, zur Zeit immer noch eine Baustelle ist, haben die beiden ersten Einzelspiegel bereits in den ersten Monaten ihres Betriebs spektakuläre Ergebnisse geliefert. So konnten Galaxien und andere Himmelsobjekte auch bereits mit den Einzelteleskopen mit einer Auflösung abgebildet werden, die auf entsprechend großen Feldern weder von anderen bodengebundenen Teleskopen noch mit dem HST erreicht werden konnten. Als Beispiel für die hervorragende Bildqualität des VLT zeigt Bild 7 die Aufnahme einer Spiralgalaxie, die mit einer Winkelauflösung von 0,25 Bogensekunden über ein Feld von  $3,5 \times 3,5$  Bogenminuten aufgenommen werden konnte.



Bild 7 VLT-FORS-Aufnahme der Spiralgalaxie NGC 2779 mit einer Winkelauflösung von 0,25 Bogensekunden. ESO Presse-Foto

Die besten bis jetzt mit dem VLT gewonnenen Aufnahmen zeigen Sternbilder mit einem Halbwertsdurchmesser von weniger als 0,2 Bogensekunden. Sie haben damit die gleiche (durch den Detektor begrenzte) Auflösung wie Einzelaufnahmen der Wide-Field-Kamera des Hubble-Weltraumteleskops. Eine so hohe Bildqualität war nicht erwartet worden und zeigt, daß unter optimalen Wetterbedingungen die Erdatmosphäre vom Boden aus schärfere Bilder erlaubt, als dies bis jetzt angenommen worden war. Daß mit den klassischen Spiegelteleskopen nie so gute Bilder gewonnen werden konnten, lag an den größeren optischen Fehlern der starren Spiegelsysteme. Das VLT lieferte damit den endgültigen Beweis dafür, daß mit aktiven optischen Systemen nicht nur größere Spiegel gebaut werden können, sondern daß auch eine sehr viel bessere Abbildungsqualität erreicht werden kann.



Bild 8 Das Universalinstrument FORS1 am Cassegrain-Fokus des ersten Einzelspiegels des VLT kurz nach der Installation von FORS1 im September 1998. Vor dem Instrument steht das erfolgreiche FORS-Montageteam.

Eine wichtige Voraussetzung für die hohe Qualität der VLT-Bilder waren aber auch die Fokalinstrumente, mit denen die Bilder gewonnen wurden. Dies gilt insbesondere für die zwei FORS-Instrumente (die Abkürzung steht für »Focal Redu-

cer Spectrograph«), mit denen die erwähnten VLT-Bilder höchster Auflösung aufgenommen wurden. FORS 1 und 2 (die jeweils an den beiden VLT-Spiegeln Nr. 1 und 2 installiert wurden) sind Universalgeräte zur Abbildung, Photometrie, Spektroskopie und Polarisationsmessung schwacher astronomischer Objekte. Sie wurden gemeinsam von der Landessternwarte Heidelberg und den Universitäts-Sternwarten Göttingen und München für ESO gebaut. Bild 8 zeigt FORS 1 unmittelbar nach seiner Montage am VLT-Spiegel Nr. 1 im September 1998.

Als Spektrographen haben die FORS-Instrumente im Prinzip einen ganz ähnlichen Aufbau wie Vogels erster Spektrograph in Bild 3. Entsprechend den Dimensionen des VLT ist FORS mit fast drei Metern Länge und einem Gewicht von rund 2,5 t allerdings weniger handlich und seine Komponenten sind entsprechend größer. So enthalten beide FORS-Instrumente in ihrem Inneren neben anderen optischen Komponenten Linsen, die gerade etwa so groß sind wie die Objektivlinsen des Refraktors, an dem Vogel in Potsdam seinen ersten Spektrographen installiert hatte.

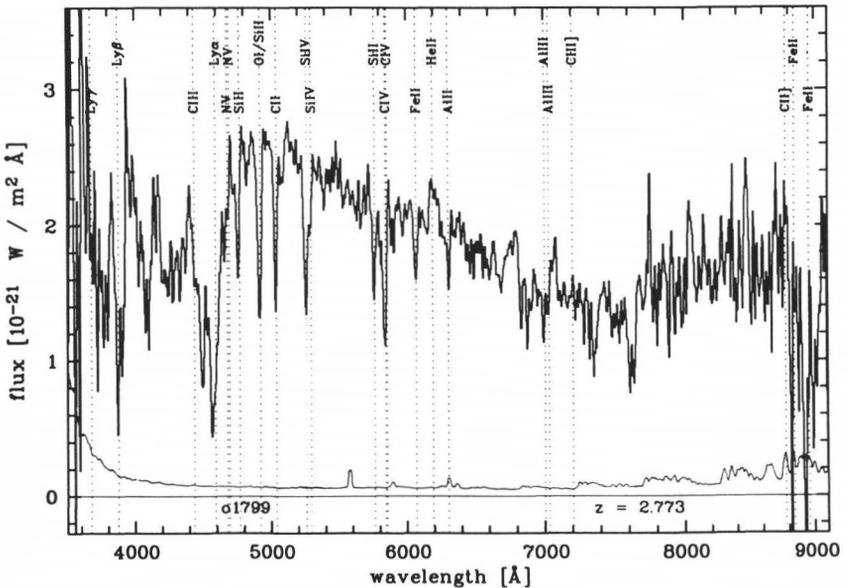


Bild 9 Beispiel für ein mit FORS1 und dem VLT aufgenommenes Spektrum einer fernen Galaxie. Wegen der Rotverschiebung erscheinen die Spektrallinien des ultravioletten Spektralbereichs bei einer um den Faktor 3,77 größeren Wellenlänge im visuellen und roten Licht.

Wie erhofft, erwies sich das VLT mit den FORS-Instrumenten aber nicht nur als Quelle eindrucksvoll scharfer Bilder, sondern auch als ein sehr effizienter Spektrograph für weit entfernte Galaxien. Bild 9 zeigt als Beispiel das FORS-Spektrum einer Galaxie in einer Entfernung von rund 11 Milliarden Lichtjahren. Wegen der Rotverschiebung sehen wir Spektrallinien wie  $\text{Ly}\alpha$ , die im ultravioletten Spektralbereich ausgesandt werden, im visuellen und roten Spektralbereich. Die Analyse dieser Linien liefert wichtige Informationen über das Universum zum Zeitpunkt, als das Licht ausgesandt worden ist und unsere Welt erst 15 % ihres gegenwärtigen Alters erreicht hatte. Inzwischen wurden mit dem VLT und FORS viele weitere Spektren von Objekten mit Rotverschiebungen bis zu  $\Delta\lambda/\lambda = 5$  aufgenommen, die zur Zeit ausgewertet und in den nächsten Jahren wertvolle Informationen über den fernen Kosmos liefern werden.

## 6 Ausblick ins neue Jahrhundert

Obwohl im Rahmen geplanter Shuttle-Service-Missionen auch die Leistung des Hubble-Weltraumteleskops mit neuen Fokalinstrumenten verbessert werden wird, ist klar, daß im kommenden Jahrzehnt die bodengebundenen 8- bis 10-m-Teleskope die wichtigsten Werkzeuge der Astronomen beim Vorstoß in die verbliebene Lücke zwischen den entferntesten Galaxien und dem Horizont der kosmischen Mikrowellenstrahlung sein werden. Zu den interessantesten Instrumenten, die noch im Bau sind, gehört dabei das Large Binocular Telescope (LBT), das von einem internationalen Konsortium, bei dem auch das Astrophysikalische Institut Potsdam beteiligt ist, in Arizona errichtet wird. Mit dem LBT wird es möglich werden, Galaxienbilder mit noch höherer Auflösung zu gewinnen, als das mit den VLT-Einzelspiegeln oder mit dem HST erreicht werden kann. Als Interferometer kann das VLT zwar noch größere Winkelauflösungen als das LBT erreichen, allerdings nur in sehr kleinen Feldern und nicht mit einer so guten Detailqualität wie beim LBT.

Ebenfalls einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der entferntesten Galaxien und der Entstehung der Galaxien und Quasare dürfte innerhalb eines Zeitraums von etwa 10 Jahren das geplante »Atacama Large Millimeter Array« (ALMA) liefern. ALMA ist ein sehr großes Interferometer mit voraussichtlich 64 Einzelspiegeln für kurze (mm) Radiowellenlängen. Auch dieses Instrument wird in Chile an einem klimatisch günstigen und hoch gelegenen Standort errichtet werden. Mit ALMA wird es möglich werden, auch bei Radiowellenlängen eine dem VLT vergleichbare Empfindlichkeit und Auflösung zu erreichen. Es wird insbesondere solche weit entfernten Objekte beobachten können, deren als Infrarotstrahlung ausgesandtes Licht in den mm-Wellenbereich rotverschoben wurde.

Ein noch interessanteres – und aufwendigeres – Zukunftsprojekt ist das Next Generation Space Telescope (NGST), das voraussichtlich in etwa 10 Jahren von der amerikanischen NASA und der europäischen ESA gemeinsam in den Weltraum gebracht werden wird. Dieses neue Weltraumteleskop wird ebenfalls ein Instrument der neuen Generation mit einem aktiven optischen System sein und ebenfalls eine Öffnung von etwa 8 m besitzen. Es wird für den infraroten Spektralbereich spezialisiert sein, der vom Boden aus wegen der atmosphärischen Absorption nur schwer zugänglich ist. Mit dem Start des NGST wird dann wahrscheinlich die Weltraumastronomie wieder die führende Rolle bei der Erforschung der Tiefen des Universums übernehmen. Allerdings wahrscheinlich nur vorübergehend, denn auch für die bodengebundene Astronomie wird bereits an Plänen für eine weitere Generation von Großteleskopen mit Öffnungen von 30 oder sogar 100 m gearbeitet. Mit den gewaltigen Fortschritten der letzten 100 Jahre hat der Teleskopbau also keineswegs einen Abschluß gefunden, und die nächsten 100 Jahre versprechen mindestens so spannend zu werden wie der in diesem Bericht skizzierte Zeitraum.

*Anschr. d. Verf.:* Prof. Dr. Immo Appenzeller, Landessternwarte, Königstuhl,  
D-69117 Heidelberg; e-mail: I.Appenzeller@lsw.uni-heidelberg.de

## Preußens Bauten für die Wissenschaft

*Hans-Joachim Giersberg, Potsdam*

Am 10. Oktober 1739 schrieb der Kronprinz Friedrich, der spätere preußische König Friedrich der Große, aus Rheinsberg an Voltaire: »Ich habe einen Turm bauen lassen, in dem ich oben ein Observatorium einrichten werde. Das Erdgeschoß wird eine Grotte; die erste Etage ein Saal für physikalische Instrumente; in die zweite kommt eine kleine Druckerei. Dieser Turm ist durch einen Kolonnengang mit meiner Bibliothek verbunden, dessen Überdachung eine Terrasse abgibt. Ich schicke Ihnen zu Ihrer Unterhaltung den Bauplan.« Allein die Tatsache, daß der Kronprinz Friedrich Voltaire, mit dem er seit dem 1. August 1736, damals 24-jährig – Voltaire war nahezu doppelt so alt – die Baupläne des Schlosses Rheinsberg schickte, das er ab diesem Jahr auch bewohnte und dabei umbauen sowie erweitern ließ, ist eine Erwähnung wert. Im speziellen Fall war der Turm vor dem Nordflügel des Schlosses gemeint, den sein Baumeister Georg Wenzel aus von Knobelsdorff (1699–1753) in Anlehnung an den südlichen mittelalterlichen sogenannten Klingenbergerturm im Sinne einer symmetrischen Dreiflügelanlage gerade erst errichtet hatte. Zwischen den Türmen spannt sich eine Kolonnade, die, wie Friedrich schreibt, die Verbindung zwischen seiner Bibliothek und dem neuen »Wissenschaftszentrum« herstellen sollte. Aus dem Briefwechsel ist nicht zu erfahren, ob die Absicht des Kronprinzen auch verwirklicht wurde. Auch andere Quellen sagen nichts darüber aus. Man ist eher geneigt, an der Ausführung zu zweifeln, denn anstelle des gedachten Saales für physikalische Instrumente trat das vom Hauptsaal des Schlosses, dem Spiegelsaal, zugängliche Bacchuskabinett mit einem Gemälde von Antoine Pesne. Trotzdem ist diese Briefstelle aber ein wichtiger Hinweis, daß sich Friedrich schon in seiner Jugendzeit mit Astronomie und Physik beschäftigte. Die vorgesehene private Druckerei ist übrigens 1750 in der »alten Bibliothek« in der Schloßapotheke des Berliner Schlosses eingerichtet worden. Die dort bis etwa 1760 gedruckten eigenen Werke des Königs erhielten in bewußter Reminiszenz an Rheinsberg die Bezeichnung »Au donjon du château avec privilège d'Apollon«.

Es wurden aber in Rheinsberg auch physikalische Experimente ausgeführt, so z. B. wollte man wissen, ob eine Uhr in einem Vakuum schneller oder langsamer oder gleichbleibend geht und ob eine Erbse unter Luftabschluß bzw. Vakuum auch keimt.

Die Rheinsberger Zeit, die vornehmlich mit der Beschäftigung des Kronprinzen mit den Künsten und der Philosophie in Verbindung gebracht wird, hat somit durchaus auch eine wissenschaftliche Komponente, der der nördliche Turm des Schlosses dienen sollte. Bekanntlich war im südlichen Turm die Bibliothek untergebracht, die dann das Vorbild für den gleichnamigen Raum im Schloß Sanssouci bildete. Das Pendant in Sanssouci war aber nicht wie in Rheinsberg ein dem wissenschaftlichen Experiment dienendes Kabinett, sondern das Gästezimmer eines der Vertrauten des Königs, des Grafen Rothenburg. Ob Friedrich schon in seiner Rheinsberger Zeit Bücher naturwissenschaftlichen Inhalts hatte, läßt sich nicht nachweisen, erst in seinen späteren Bibliotheken in Berlin und Potsdam, besonders aber im Schloß Sanssouci waren einige vorhanden.

In der Bibliothek des Schlosses Sanssouci gibt es vier vergoldete Bronzereliefs mit den Allegorien der Künste, nämlich Musik, Malerei und Zeichenkunst, Bildhauerei und Astronomie. Auf letzterem sind mit Fernrohr und Globen spielende Putten dargestellt. Noch einmal erfährt das Thema – durch die Hinzunahme von Elementen der Architektur leicht abgewandelt – im Marmorsaal des Schlosses mit den Figuren auf dem Gesims seine sinnbildliche, nun allerdings plastische Ausformung. Für Friedrich bildeten die Künste und die Wissenschaften, letztere symbolisch dargestellt durch die Astronomie, eine Einheit. Man könnte fast daraus schlußfolgern, daß Friedrich der Große nach seiner Thronbesteigung der Wissenschaft die gleiche Pflege angedeihen ließ, wie den schönen Künsten, der Architektur und der Musik. In einem der Briefe aus der Kronprinzenzeit an Voltaire bedauerte er den traurigen Zustand der Akademie der Wissenschaften und verwies darauf, daß ihre Gründung auf eine Anregung seiner Großmutter, der Königin Sophie Charlotte, freilich damals noch Kurfürstin, hin erfolgte. Zweifellos ging die Initiative von Gottfried Wilhelm Leibniz aus, mit dem sie auch direkte philosophische Gespräche führte und der bereits 1697 die Errichtung eines Observatoriums in Berlin angeregt hat. Die Gründung der »Sozietät der Wissenschaften« im Jahre 1700 ermöglichte dann auch den Bau einer Sternwarte, die jedoch erst 1711 eingeweiht wurde. Der Platz und die verschiedenartige Nutzung des Gebäudes waren nach unseren heutigen Vorstellungen allerdings etwas ungewöhnlich. Der Große Kurfürst hatte bereits an der Straße Unter den Linden einen Marstall für 200 Pferde errichten lassen, und dieser Bau war von seinem Nachfolger, dem ersten preußischen König Friedrich I., schon 1696 zur Aufnahme der gegründeten Akademie der Künste und nun auch für die neue Wissenschaftsakademie bestimmt worden. Für sie wurden der nördliche Hof angelegt und der

Flügel an der Dorotheenstraße mit einer Sternwarte versehen, das alte Gebäude also in seinem Umfang verdoppelt. Unter dem Soldatenkönig Friedrich Wilhelm I. kamen einige ausgesprochen praktische Anstalten hinzu, so 1717 zur Ausbildung der Wundärzte im Heer das sogenannte »Anatomische Theater« und 1724 das »Collegium Medicum-Chirurgicum«, ferner ein Naturalienkabinett, eine Seidenmanufaktur sowie Räume im Ostflügel, die bald einer Gobelinfabrik, später einer Tapetendruckerei zugewiesen wurden und schließlich als Kulissenmagazin der Oper dienten. Aber es blieben natürlich immer im Erdgeschoß die Pferde! Übrigens war auch die heute so berühmte Dresdner Gemäldegalerie anfangs in einem aufgestockten Stallgebäude untergebracht. Erst nach der Mitte des 19. Jahrhunderts erhielt sie im Zwinger mit der Sempergalerie ihr eigenes Bauwerk.

Das Berliner Akademiegebäude brannte 1743 ab, ist bis 1749 wieder aufgebaut worden, erfuhr aber im Laufe der Zeit noch einige Veränderungen; die Pferde blieben jedoch bis zum Ende des 18. Jahrhunderts »Partner« von Wissenschaft und Kunst. Die von Schinkel gemachten Umbauentwürfe in den zwanziger Jahren des 19. Jahrhunderts wurden nicht verwirklicht, erst zwischen 1903 und 1914 entstand auf dem Gelände der Neubau der königlichen, heute Staatsbibliothek und der Universitätsbibliothek. Die Akademie der Künste erhielt ein neues Haus am Pariser Platz, die Akademie der Wissenschaften wurde in dem Neubau untergebracht.

Friedrich der Große hatte aber am Beginn seiner Regierungszeit durchaus die Absicht, den Wissenschaften neben den Künsten einen adäquaten Platz einzuräumen. Um 1740 hatte er mit seinem Baumeister Knobelsdorff an der Straße Unter den Linden in Berlin einen später als »Forum Fridericianum« bezeichneten Platz konzipiert, bestehend aus einem großen Residenzschloß auf der einen Seite der Linden sowie einer Oper und einer Akademie der Wissenschaften auf der anderen Straßenseite. Aber nach der zügigen Erbauung der Oper 1740/42 wurde der Plan im wesentlichen aufgegeben. Anstelle des großen Residenzschlosses entstand ein kleineres Palais für seinen Bruder Heinrich, die heutige Humboldt-Universität. Das neue Gebäude für die Wissenschaft entfiel ganz. Das lag nicht allein an den finanziellen Schwierigkeiten, die durch den 2. Schlesischen Krieg entstanden waren; Friedrich hatte sich 1744 vor allem Potsdam zugewandt, wenn auch sein Interesse an dem »Forum« nie ganz erlosch. Das zeigt die dem Opernhaus gegenüber, an der Westseite des heutigen Bebelplatzes 1775 bis 1780 errichtete »Königliche Bibliothek« von Georg Christian Unger und Georg Friedrich Boumann nach einem schon um 1725 entstandenen, allerdings erst 1893 in Wien ausgeführten, Entwurf Joseph Emanuel Fischer von Erlachs für den Michaeler-Trakt der Wiener Hofburg. Das Bauwerk wird wegen seiner effektiv geschwungenen Barockfassade bis heute im Volksmund als »Kommode« bezeichnet. Die Inschrift »Nutrimentum Spiritus« – Nahrung des Geistes oder wie die Berliner sagen »Spiri-

tus ist och Nahrung« – geht auf Friedrich den Großen zurück. So waren wenigstens die Bücher – die 1661 gegründete kurfürstliche, dann königliche Bibliothek befand sich vorher im Schloß – gut untergebracht. Die Bibliothek war aber der einzige Bau für einen speziellen wissenschaftlichen Zweck, sozusagen der Speicher für das geistige Potential, der in friderizianischer Zeit errichtet worden ist. Zweifellos hängt das mit der Vorliebe des Königs für die Bücher zusammen, denn er hatte nicht nur sechs eigene private Bibliotheken in seinen Schlössern Breslau, Berlin, Charlottenburg sowie in Potsdam im Stadtschloß, im Schloß Sanssouci und im Neuen Palais, sondern er war auch der Direktor der großen Königlichen Bibliothek.

Auch noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts stand bei der Gründung der Friedrich-Wilhelms-Universität, der heutigen Humboldt-Universität, im Jahre 1809 ein Neubau nicht zur Debatte. Man benutzte das schon erwähnte, zwischen 1748 und 1763 für den Prinzen Heinrich, den Bruder Friedrichs des Großen, Unter den Linden errichtete Palais.

Schinkels Versuch, die architektonische Situation des »Akademienstalles« zu verbessern, war nicht realisiert worden. Zwischenzeitlich hatte jedoch auch die Königliche Bibliothek die Grenzen ihres Fassungsvermögens erreicht. 1836 hatte Schinkel Entwürfe für einen Neubau ausgearbeitet, bei denen, wie Tilmann Buddensieg in seinen »Anmerkungen zur Berliner Wissenschaftsarchitektur« 1987 feststellte, »Zweckbestimmung und Formgebung« zusammengingen. Dieses neue Haus hätte wohl kaum den hohen Repräsentationsbedürfnissen der Wilhelminischen Zeit, wie sie sich in dem späteren Neubau der Staatsbibliothek artikulierten, entsprochen. Mittelalterliche Traditionen aufnehmend, sollte bei Schinkel der Backstein wie bei der bereits 1832 bis 1836 errichteten und leider 1962 abgerissenen Bauakademie zu sehen sein. Auch sie entsprach in ihrer Funktionalität, der Klarheit der Gliederung und der Solidität der Ausführung schon am Ende des 19. Jahrhunderts nicht mehr den herrschenden Vorstellungen. Schon damals vom Abbruch bedroht, wurde sie als »häßliche rote Kiste« und »Kasten dieser Stadt, ringsum glatt und platt« bezeichnet. Aber es war das innovativste Werk Schinkels und gleichzeitig sein Lieblingsbau. Ohne die Bauakademie in ihrer funktionalen Haltung und in Verbindung mit dem sichtbaren Backstein wären die nachfolgenden vielfältigen Bauten wie Schulen, Kasernen, Postgebäude, Bahnhöfe und natürlich auch Observatorien nicht denkbar. Bekanntlich hatte Schinkel einen großen Schülerkreis, der wiederum in der Schinkelschen Tradition ausbildete. So läßt sich durchaus ein direkter Weg von der Bauakademie in Berlin bis zu den Wissenschaftsbauten auf dem Potsdamer Telegrafenberg ziehen.

Es ist nicht immer so, daß eine politisch-fortschrittliche Entwicklung parallel mit einer hohen künstlerischen und wissenschaftlichen verläuft. Die aus den Befreiungskriegen von 1815 resultierenden Hoffnungen auf einen politischen

Wandel kamen durch die nachfolgende Restauration nicht zum Tragen. Dagegen entwickelten sich Kunst und Wissenschaft in der Zeit bis 1848 in einem bis dahin ungeahnten Ausmaß. Der Name Schinkel ist der leuchtendste in der Baukunst und steht gleichbedeutend neben denen der Philosophie, Dichtung, Geschichts- und Naturwissenschaften jener Zeit in Preußen, wie Kant, Hegel, Wilhelm und Alexander von Humboldt, Fichte, Schelling, Brentano, Kleist, Eichendorff, Chamisso, Achim und Bettina von Arnim, und man wird Bessel und Encke hinzufügen müssen. Bevor die Bauten auf dem Potsdamer Telegrafenberg betrachtet werden sollen, ist vielleicht noch der Weg der Berliner Sternwarte zu verfolgen, da sie auch mit dem Namen Schinkels verbunden ist. Man kann sich unschwer vorstellen, daß der alte Sternwartenturm in der Dorotheenstraße trotz einer Modernisierung am Ende des 18. Jahrhunderts kaum dem Fortschritt der Wissenschaft entsprach und im Vergleich zu ausländischen Observatorien geradezu dürftig erschien. Nicht zuletzt durch die »Kosmos«-Vorlesungen von Alexander von Humboldt in den Jahren 1827/28 angeregt und von dem Direktor Franz Encke intensiv betrieben, entstand nach Schinkels Plänen 1830 bis 1835 eine Sternwarte in der Berliner Lindenstraße gegenüber dem Kammergericht, dem heutigen Berlin-Museum. Der Bau sollte »unter Berücksichtigung der Pläne aller neueren berühmten Sternwarten« errichtet werden, und Encke selbst hatte für den Architekten im April 1829 eine Abhandlung über den Bau von Sternwarten geschrieben. Er fügte dieser auch Pläne neuerer Sternwarten bei, z. B. der zu Åbo in Finnland, der auf dem Seeberg unweit Gothas, derer zu Königsberg, Hamburg und Dorpat. Die neue Berliner Warte bestand aus einem rechteckigen zweigeschossigen Bau mit der großen Kuppel für den Refraktor. Besonders stolz war man auf die Kuppelkonstruktion, denn in dem ersten Band der »Bauausführung des preußischen Staates« von 1842 heißt es: »Die Abmessung der eigentlichen Warte von 27 Fuß im äußeren und der Kuppel von 23 Fuß im inneren Durchmesser war mit Rücksicht auf die Aufstellung und den Gebrauch eines Fraunhoferschen Refraktors von 14 Fuß Länge festgesetzt. Die gehörige Erhellung und Lüftung des Raumes erforderte Fenster, die wasserdicht und geschützt gegen Regen, der das Schließen und Öffnen erschweren, auch zu Zeiten die Scheiben bedecken und undurchsichtig machen würde, folglich nur in einer vertikalen Fläche anzubringen waren. Deshalb hat das um eine vertikale Achse zu drehende Dachgerüst die Form eines 7 Fuß hohen Zylinders erhalten, der oben mit einer Halbkugel geschlossen ist«. Später heißt es, daß »bei 208 Umdrehungen der Kurbel eine vollständige Umdrehung des überhaupt 250 Zentner schweren Daches erfolgt. An der Kurbel ist nur eine Kraft von 10 Pfund erforderlich«. Die Anforderungen der Wissenschaft beflügelte die Technik!

Am Ende des 19. Jahrhunderts war die anfangs freistehende Sternwarte völlig eingebaut, und das nächtliche Licht, der Dunst der Großstadt sowie die Erschütte-

rungen der Hochbahn erlaubten kaum noch exakte astronomische Beobachtungen. So wurde 1905 eine Verlegung der Sternwarte nach Babelsberg erwogen, wo dann in der Nähe des Parkes zwischen 1911 und 1914 ein neues Gebäude mit einer großen Hauptkuppel und zwei seitlichen Nebenkuppeln entstand. Der Berliner Schinkelbau wurde leider 1913 abgerissen. An dieser Stelle sollte jedoch erwähnt werden, daß die 1818 gegründete Universität in Bonn nicht nur 1821 bis 1825 ein Anatomiegebäude, angeregt von dem von Karl Gotthard Langhans 1787 bis 1790 errichteten Anatomischen Theater der Tierarzenei-Schule in Berlin erhielt, sondern 1837 bis 1845 auch eine Sternwarte, die noch heute unverändert erhalten ist. Die Entwürfe von dem Universitätsbauinspektor Peter Joseph Leydel lagen Schinkel zur Begutachtung vor; Baumaterial war der sichtbare Backstein.

Das 19. Jahrhundert brachte eine rasante Entwicklung der Naturwissenschaften. Dazu gehörte auch die Astrophysik. Sie wissen, meine sehr verehrten Damen und Herren, viel besser als ich, welche Leistungen Kirchhoff und Bunsen, die Begründer der Spektralanalyse für die Entwicklung dieser Wissenschaft geleistet haben. Wie für die Astronomie benötigt man aber auch für die Astrophysik ein freies Gelände ohne Erschütterungen und eine reine Luft. Die angestrebte Beobachtungsstation sollte »an einem günstig gelegenen Punkt in der Nähe Berlins errichtet werden, welche gleichzeitig als magnetische und meteorologische Hauptstation fungieren sollte«, heißt es in einem Memorandum von Hermann Carl Vogel des Jahres 1875. Allerdings dachte man anfangs nur an das astrophysikalische Observatorium und wählte für die ersten Sonnenbeobachtungen nach 1874 einen Monopteros, den Turm des zwischen 1771 und 1778 von dem friderizianischen Baumeister Carl von Gontard errichteten Potsdamer Militärwaisenhauses, der leider 1945 zerstört wurde. Für den Neubau waren die Anhöhen beim Schloß Sanssouci – der genaue Standort ist nicht bekannt – ausersehen. Der Gedanke hat auch nachträglich durchaus etwas Reizvolles, wäre man dann doch den Rheinsberger Vorstellungen Friedrichs, nämlich Kunst und Wissenschaft zu vereinen, wieder näher gekommen. Aber man entschied sich für den Telegrafenberg, so genannt nach dem 1832 aufgestellten optischen Telegrafen, der übrigens auf der alten Sternwarte in der Berliner Dorotheenstraße den Anfang nahm und mit 61 Stationen die 465 km lange Strecke bis Koblenz überbrückte.

Mit der Bauplanung der neuen Gebäude wurde Paul Emanuel Spieker (1819–1896) beauftragt. Spieker war ein Schüler Friedrich August Stülers (1800–1865), der wiederum Schüler Schinkels und dessen Nachfolger im Amt der Oberbaudeputation war. Bei Stüler hatte Spieker an der Berliner Bauakademie studiert, war als Baubeamter nach 1842 in Trier, Koblenz und Essen tätig. Vor der Übernahme des großen Bauauftrages in Potsdam wirkte er an der Erbauung der Strafanstalt Plötzensee, der Universitätsbibliothek und des Physiologischen Instituts in Berlin mit. Nach seinen Entwürfen und unter seiner Oberleitung

wurden 1875 bis 1879 das Astrophysikalische und 1888 bis 1890 das Meteorologische Observatorium sowie 1889 bis 1892 das Geodätische Institut errichtet. Es ist in Form und Zweckmäßigkeit die beste Schinkel-Tradition, die hier durch Spieker fortgeführt wird. Der Astrophysiker Karl Friedrich Zöllner bemerkte nach einem Besuch des Telegrafenberges im Mai 1881: »Mir haben die Einrichtungen des Astrophysikalischen Observatoriums außerordentlich gefallen, umso mehr als dabei Zweckmäßigkeit mit einer würdigen äußeren Ausstattung vereint sind, ohne den prunkenden Luxus der Berliner Institute zu teilen«. Frau Barbara Eggers hat die »Geschichte des Telegrafenberges und ihrer Bauten in Potsdam bis 1900« in dem Begleitband zur Ausstellung »Vom Großen Refraktor zum Einsteinturm« zuletzt 1995 ausführlich behandelt, so daß ich mir hier weitere Erörterungen sparen kann; außerdem gehe ich davon aus, daß die Gebäude in diesem Kreis hinlänglich bekannt sind.

Ich will aber doch noch einmal die Besonderheit und die Einmaligkeit dieses Ensembles von Wissenschaftsbauten hervorheben. Bis auf wenige Veränderungen, die aber durchaus reversibel sind, wie z. B. die leider vermauerten beiden Rundbogenarkaden zwischen den Nebenkuppeln und der Hauptkuppel des Astrophysikalischen Observatoriums, ist das Ensemble vollständig erhalten und meines Erachtens noch viel zu wenig bekannt und gewürdigt worden.

Die verwendeten Instrumente des Astrophysikalischen Observatoriums reichten aber bald nicht mehr aus, um exaktere und international anerkannte wissenschaftliche Ergebnisse der Spektralanalyse von Himmelskörpern zu erlangen. Ein neues, größeres Fernrohr war notwendig. Als der Kaiser Wilhelm II. im Observatorium die totale Mondfinsternis in der Nacht vom 15. zum 16. November 1891 beobachtete, warf er auch einige »huldvolle Blicke« auf die ihm vorgelegten Pläne für einen Neubau. Es sollte aber noch bis zum Jahre 1896 dauern, bis man mit der Errichtung eines runden Zentralbaues südlich in der Achse des Astrophysikalischen Observatoriums begann. Dies war wie immer den fehlenden Finanzen geschuldet, obwohl durch eine private Initiative 600.000,- Mark gesammelt wurden. Letztlich entschied der Kaiser, der dann auch am 26. August 1899 zur Einweihung des neuen Großen Refraktors auf den Telegrafenberg kam. Spieker hatte die Pläne noch vor seinem Tode 1896 gezeichnet, sie waren aber in Anbetracht der Geldknappheit umgearbeitet worden. Die Reduzierung sieht man dem Bau an. Die Rundform ist ganz auf die Funktion abgestimmt und rückt ihn in die Nähe eines Gasometers aus dieser Zeit, was durchaus nicht negativ gemeint ist. Aber die wenigsten Besucher kommen leider auf diesen Berg, um die Bauten Spiekers zu sehen, sondern um eine Inkunabel der modernen Architektur schlechthin zu betrachten, den Einsteinturm. Errichtet 1920/21 von Erich Mendelsohn, um Albert Einsteins Relativitätstheorie zu beweisen, ist über den Turm zu Recht viel geschrieben und philosophierend interpretiert worden. Er hat Architekturge-

schichte geschrieben und wir können alle froh sein, daß er nun wieder restauriert – wie heißt es in solchen Fällen immer »in alter Schönheit« – vor uns steht, übrigens mit Spendenmitteln wie damals bei seiner Errichtung, und ich hoffe doch nun mit den notwendigen Genehmigungen, die bekanntlich damals fehlten.

Jede Architekturgeschichte, die etwas auf sich hält, wird immer zwei Potsdamer Bauten nennen: Schloß Sanssouci und den Einsteinturm. Wäre der anfängliche Plan, die Forschungsinstitute in der Nähe von Sanssouci zu errichten, realisiert worden, stünden sie vielleicht jetzt nebeneinander. Aber so hat jeder seinen Hügel, die Kunst und die Wissenschaft, und ich glaube, das ist besser so. Lassen Sie mich bitte abschließend noch einmal auf den Kronprinzen Friedrich zurückkommen und Ihnen aus einem Brief an Voltaire, geschrieben in Berlin am 3. Februar 1739, ein physikalisches Problem vortragen:

»Des weiteren habe ich für Arbeit für unsere Akademiemitglieder gesorgt; zum Ursprung von Winden ist mir etwas in den Sinn gekommen, worüber ich Bericht erstattet habe, und zum Jahresende wird unser berühmter Kirch [Christfried, 1694–1740, Astronom in Berlin; d. V.] mir sagen können, ob meine Vermutung richtig ist, oder ob ich irre. Um Ihnen mit wenigen Worten zu erklären, worum es sich handelt, braucht man nur zwei Ursachen für Winde in Erwägung zu ziehen: den Luftdruck und die Luftströmung. So behaupte ich, dass der Grund dafür, dass gegen Wintersonnenwende häufiger Stürme auftreten, darin liegt, dass die Sonne sich uns genähert hat und dass der Druck dieses Gestirns auf unsere Hemisphäre die Winde erzeugt. Des weiteren muss bei dieser Annäherung die Erdbewegung sich beschleunigen, im umgekehrten Verhältnis zum Quadrat ihres Abstandes, und diese Bewegung, welche die Luftteilchen stärker aktiviert, muss notwendigerweise Winde und Stürme bewirken. Die sonstigen Winde können von anderen Planeten, denen wir uns nähern, hervorgerufen werden. Wenn des weiteren die Sonne der Erde viel Feuchtigkeit entzieht, steigt diese als Dunst auf, der sich in der mittleren Luftregion sammelt und vermöge seines Drucks gleichfalls Winde und Wirbel erzeugen kann. Monsieur Kirch observiert derzeit die Position der Erde im Verhältnis zur Planetenwelt; er wird die Wolken im Auge behalten, sie sorgfältig untersuchen, um herauszufinden, ob meine Begründung für die Entstehung der Winde zutreffend ist«.

Das wäre alles viel einfacher gewesen, hätte es damals schon die Observatoren auf dem Potsdamer Telegrafenberg gegeben, denn hier weiß man alles über Erde, Sonne, Mond und Sterne.

*Anschr. d. Verf.:* Prof. Dr. Hans-Joachim Giersberg, Generaldirektor, Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg, Postfach 601462, D-14414 Potsdam

## Der Große Refraktor – das Hauptinstrument des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam

*Ernst-August Gußmann, Potsdam*

Heute sind es 100 Jahre und ein Tag her, daß der Potsdamer Telegrafenberg Zeuge einer glanzvollen Festversammlung war. Zusammengekommen waren führende Repräsentanten der Wissenschaft, die Spitzen der staatlichen und städtischen Behörden von Potsdam und seines Landkreises, hohe Beamte und Minister der preußischen Regierung und als Krönung – im wahrsten Sinne des Wortes – Kaiser Wilhelm II. in eigener Person, höchstselbst, wie es damals hieß. Es ging um die Einweihung eines neuen Teleskops, das der damalige Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums, Hermann Carl Vogel, in seiner Festansprache mit den Worten rühmte: » ... ein großartiges Werk der Mechanik und Optik, ein astronomisches Instrument, das zu den größten und vollkommensten der Welt zu rechnen ist und das in seiner Eigenart als Doppelfernrohr zur Zeit nur von einem Instrument in bezug auf seine Dimension um ein geringes übertroffen wird«. Und er fügte hinzu, daß der Raum, in dem das Instrument aufgestellt ist, nicht eine einfache Halle, sondern »ein Kunstwerk der Technik ist, das wir mit Recht anstaunen können«. Die Rede ist von dem Potsdamer Doppelrefraktor, in dessen Kuppelsaal sich die Gäste zur »feierlichen Weihe des Tempels der Wissenschaft« eingefunden hatten. Das von Vogel zitierte etwas größere Instrument ist der Doppelrefraktor der Sternwarte Meudon bei Paris, der als größter Refraktor in Europa heute noch existiert. Übertroffen wurde der Potsdamer Refraktor bereits damals von den kurz vorher vollendeten Refraktoren der Lick- und der Yerkes-Sternwarte in den USA, so daß ihm in der Weltrangliste der vierte Platz zukam, den er auch heute noch innehat.

Aber es waren nicht die außerordentlich großen Dimensionen des neuen Instruments und seines Kuppelbaus allein, denen die Feierstunde gewidmet war, sondern vor allem die Zweckbestimmung des Teleskops, nämlich »dem Ausbau der Astrophysik, des neuesten Zweiges der alten ehrwürdigen Astronomie« zu dienen. Damit sollte mit modernen und leistungsfähigen Mitteln fortgesetzt

werden, was 25 Jahre zuvor auf dem Telegrafenberg seinen Anfang genommen hatte. 1874 war mit dem Astrophysikalischen Observatorium weltweit erstmals ein astronomisches Institut gegründet worden, das – unbelastet von den Aufgaben der klassischen Astronomie – sich ausschließlich dem neu entstandenen Forschungszweig Astrophysik widmen sollte. Dieser fußte auf der von Gustav Kirchhoff und Robert Bunsen 1859 in Heidelberg entwickelten Methode der Spektralanalyse, die es gestattete, die chemische Beschaffenheit und den physikalischen Zustand heißer Gase und Dämpfe im Labor zu bestimmen. Die Anwendung der Methode auf die Strahlung der Gestirne lag nahe, und Kirchhoff selbst gelang es, die von Joseph Fraunhofer Anfang des 19. Jahrhunderts entdeckten Absorptionslinien im Sonnenspektrum physikalisch zu deuten. Der von ihm bei seinen Experimenten benutzte Spektralapparat ist 1897 dem Astrophysikalischen Observatorium als Geschenk überwiesen worden, wo er bis auf den heutigen Tag verwahrt wird. Hierin dokumentiert sich die enge Verbindung der jungen Astrophysik mit den Untersuchungen Kirchhoffs, der als erster Direktor für das Astrophysikalische Observatorium vorgesehen war, diese Berufung aber nicht annahm.

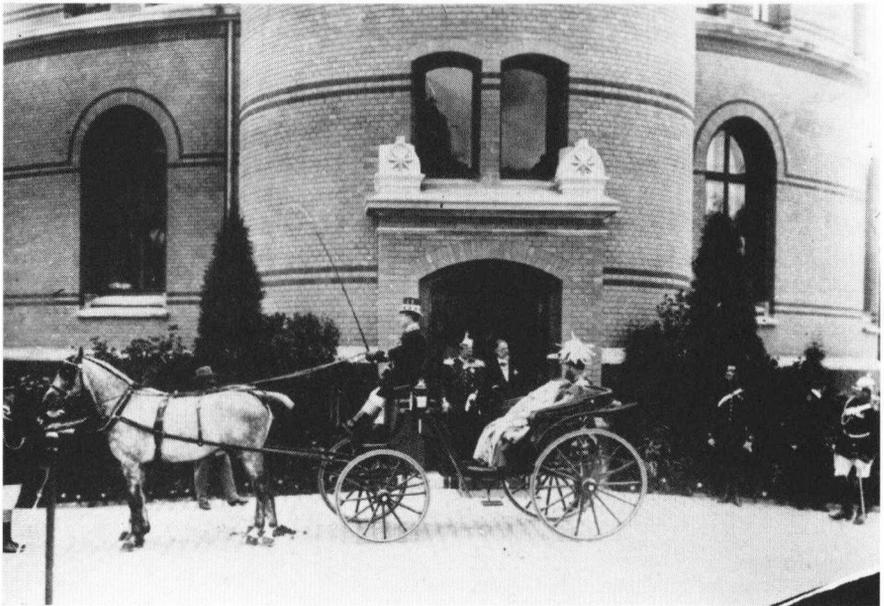


Bild 1 Einweihung des Großen Refraktors am 26. August 1899. Kaiser Wilhelm II. verläßt in Begleitung des Direktors Hermann Carl Vogel das Kuppelgebäude. Archiv AOP

In die Forschungsprogramme der Sternwarten fand die neue Forschungsrichtung fürs erste nur zögernd Eingang. Dies mag daran liegen, daß die klassischen Astronomen, die an penible und mathematisch ausgeklügelte Meß- und Reduktionsmethoden gewöhnt waren, die mehr phänomenologisch ausgerichteten Methoden und Ergebnisse der frühen Astrophysik als nicht vereinbar mit einer exakten Wissenschaft ansahen. Selbst Vogel, ein Pionier der jungen Astrophysik, scheint noch in diesem Denken befangen gewesen zu sein. In seiner Festrede sagt er unter Hinweis auf die in Potsdam begründete photographische Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten: *»Hiermit war die spektralanalytische Beobachtung der Fixsterne, die bisher nur zur Gewinnung beiläufiger Vorstellungen von der Konstitution ferner Sonnen hatte dienen können, zu einem der vornehmsten und wirkungsvollsten, vielleicht auch zu dem dominierenden Hilfsmittel exakter Forschung auf dem Gesamtgebiete der Astronomie geworden, und die innigste Verbindung der Astrophysik mit der Astronomie war hergestellt.«*

Das neue Observatorium war großzügig und zweckmäßig mit Instrumenten zur Beobachtung am Himmel und für Untersuchungen im Labor ausgestattet worden. Hier kamen Vogel, der mit der instrumentellen Einrichtung des Observatoriums betraut worden war und später dessen erster Direktor wurde, seine vierjährigen Erfahrungen zugute, die er gemeinsam mit Oswald Lohse auf der Sternwarte des Kammerherrn von Bülow in Bothkamp bei Kiel gewonnen hatte. Dort hatte er sich auf Empfehlung seines Leipziger Lehrers Friedrich Zöllner, der ein früher Verfechter astrophysikalischer Forschung war und dem die Wortschöpfung *»Astrophysik«* zugeschrieben wird, ganz der Entwicklung und Anwendung astrophysikalischer Beobachtungsmethoden widmen können. Mit Recht gelten diese vier Bothkamper Jahre als die Geburt der Astrophysik in Deutschland. Ironischerweise war es diese Privatsternwarte, die das damals größte Teleskop in Deutschland von etwa 30 cm Öffnung besaß. Es wurde später zum Vorbild für das neue Hauptinstrument in Potsdam, das von Hugo Schröder gebaut und mit einer Montierung von Repsold versehen wurde. Man nannte es dann etwa zwei Jahrzehnte *»Großer Refraktor«*, bis es 1899 diesen stolzen Namen an seinen jüngeren, nun wirklich großen Bruder verlor.

Das Potsdamer Observatorium errang eine hohe Kompetenz in den spektralanalytischen Untersuchungen der Gestirne. Die hier entwickelten Apparaturen und Methoden, die zu zahlreichen Entdeckungen geführt hatten, fanden weltweit Eingang in die astrophysikalische Beobachtungstechnik. Einen besonderen Ruf erwarb sich das Observatorium durch die Einführung der photographischen Methode zur spektroskopischen Bestimmung der Geschwindigkeiten der Sterne in der Sichtlinie, heute Radialgeschwindigkeiten genannt. Gegenüber den bis dahin nur visuell vorgenommenen Messungen erhöhte sich die Genauigkeit um das 10fache, und Vogel konnte mit Stolz berichten, daß am damals größten Fernrohr

der Welt, dem Lick-Refraktor mit einer Öffnung von 91,4 cm, nur zwei der hellsten Sterne des Nordhimmels mit der gleichen Genauigkeit gemessen werden konnten wie an seinem 30-cm-Refraktor. Die Krönung dieser Arbeiten war ohne Zweifel der 1889 gelungene Nachweis der Doppelsternnatur des Veränderlichen Algol, mit dem die Klasse der spektroskopischen Doppelsterne entdeckt wurde.

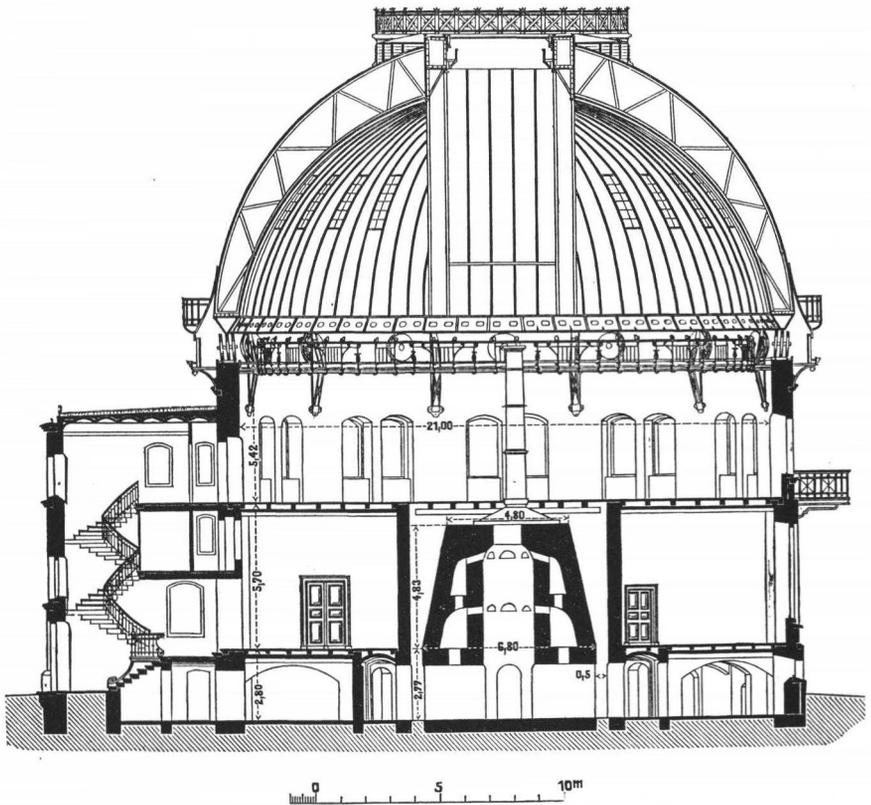


Bild 2 Schnitt durch das Kuppelgebäude des Großen Refraktors. Aus: Saal (1901)

Durch den rapiden Fortschritt in der Fertigung großer Teleskoplinen, der im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts einsetzte, drohte das Astrophysikalische Observatorium und überhaupt die astrophysikalische Forschung in Deutschland ins Hintertreffen zu geraten. Hier gab es um 1890 mit dem Refraktor in Straßburg ein nur unbedeutend größeres Teleskop als in Potsdam. Im englischen Cam-

bridge existierte aber bereits seit 1871 ein Refraktor mit 64 cm Objektivdurchmesser, und nur wenig später entstanden in den USA in Washington und Charlottesville zwei Refraktoren mit 66 cm Öffnung. Ebenso verfügten inzwischen Österreich mit Wien, Rußland mit Pulkowo und Frankreich mit Nizza über Refraktoren, die Öffnungen von 68 cm bis 76 cm besaßen. In den USA war 1888 der Refraktor der Lick-Sternwarte mit 91,4 cm fertiggestellt worden, und der Refraktor der Yerkes-Sternwarte mit 102 cm Öffnung war im Bau (und wurde 1897 vollendet); beide sind heute noch die größten Linsenteleskope der Welt.

Diese Situation veranlaßte Vogel zur Abfassung einer Denkschrift »Über große Fernrohre und ihre Bedeutung für die Wissenschaft«, die er am 15. Januar 1890 beim vorgeordneten Ministerium einreichte. Zugrunde legte er die aus seiner Sicht wichtigste Aufgabe der astronomischen Forschung der nächsten Jahrzehnte: Die Ableitung der Bewegungsverhältnisse im Sonnensystem und in unserem Sternsystem auf Grund von astrometrisch gemessenen Eigenbewegungen und der auf spektroskopischem Wege gewonnenen Radialgeschwindigkeiten, wobei eine weitaus größere Anzahl auch schwächerer Sterne als bisher erfaßt werden müßten. Der in Potsdam verfügbare 30-cm-Refraktor hatte aber nur 51 Sterne bis zur 4. Größe erreichen können. Um die Beobachtungen auf Sterne bis zur 5. und 6. Größe ausdehnen zu können, wäre ein Teleskop mit mindestens doppelt so großer Öffnung erforderlich. Noch im Frühjahr desselben Jahres forderte das Ministerium Gutachten von Seiten der Berliner Akademie und der Berliner Sternwarte an und setzte im Juli 1890 eine Kommission »Zur Vervollkommnung der instrumentellen Ausrüstung des Astrophysikalischen Observatoriums« ein. Ihre Mitglieder waren neben Vertretern des Kultusministeriums (darunter der Architekt des Astrophysikalischen Observatoriums Paul Spieker) der beständige Sekretar der Akademie Arthur Auwers, der Direktor der Berliner Sternwarte Wilhelm Foerster und der Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Hermann Carl Vogel. Als Vorbild diente im groben der 76-cm-Refraktor von Pulkowo, insbesondere dessen Montierung von Repsold. Man blieb dabei unter den Dimensionen des gerade fertiggestellten Lick-Refraktors von 91,4 cm Öffnung mit der Begründung, daß die beträchtlichen Mehrkosten für ein 10 cm größeres Objektiv keinen entscheidenden wissenschaftlichen Gewinn für die Beobachtungen bringen würde. Die offenbar unter Fachkollegen bestehenden Befürchtungen, daß ein solches »Riesenteleskop« zu umständlich zu handhaben sei, wurden unter Hinweis auf die guten Erfahrungen der Pulkowoer und der Lick-Sternwarte zerstreut. In der Frage nach der Farbkorrektur entschied sich Vogel für ein photographisch korrigiertes Objektiv im Hinblick auf die von ihm vorgesehene Hauptaufgabe des Fernrohrs, die photographische Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten. Dies war ein Novum, da alle bisherigen Großteleskope visuell korrigierte Objektive besaßen, und in der Tat ist das Potsdamer 80-cm-Objektiv

als photographisch korrigiertes das größte der Welt geblieben. Ursprünglich war ein auswechselbares Korrekctionssystem vorgesehen, das das Teleskop auch für visuelle Beobachtungen nutzbar machen sollte. Der umgekehrte Weg, mit einem Korrekctionssystem aus einem visuell ausgelegten Objektiv ein photographisches zu machen, war von der Optikfirma Steinheil wegen zusätzlicher Lichtverluste und einem verkleinerten Gesichtsfeld als unzumutbar bei der Benutzung der photographischen Platte verworfen worden.

Nicht von vornherein stand fest, daß das neue Teleskop vom Typ des Refraktors sein sollte. In Vorbereitung seiner Denkschrift hatte Vogel bei den einschlägigen optischen Firmen Auskünfte über Objektive (also Linsen) und Spiegel von 25 bis 30 Zoll Öffnung eingeholt. Auch sollten die Informationsreisen, die die Kommission bewilligt hatte, in der Hauptsache dazu dienen, Entscheidungshilfen zu finden, ob ein Refraktor oder ein Reflektor bevorzugt werden sollte. Vogel schreibt hierzu: *»Es wurde die Wahl zwischen den beiden Instrumententypen für das Potsdamer Instrument unter den damaligen Verhältnissen nicht schwer; sie fiel zugunsten des Refraktors aus, ganz besonders auch in Rücksicht auf die wenig günstigen Luftverhältnisse in Mitteldeutschland und auf die mit Wasserdampf geschwängerte Atmosphäre über Potsdam. Wenn die schönen Erfolge, die man mit Spiegelteleskopen mehrere Jahre später in Amerika gemacht hat, schon damals bekannt gewesen wären, würde uns die Entscheidung über diese wichtige Frage unstreitig viel schwerer geworden sein. Ich zweifle aber nicht, daß sie in Anbetracht der ungünstigen klimatischen Verhältnisse in Potsdam doch zugunsten des Refraktors erfolgt wäre«*. Diese Argumentation, die von deutlich unterschiedlichem Verhalten von Refraktor und Reflektor gegenüber atmosphärischen Einflüssen ausgeht, ist wenig einleuchtend und mag als späte Rechtfertigung gelten. Ganz sicher haben aber auch die zu damaliger Zeit noch mangelnden Erfahrungen in der Technologie der Herstellung von großen Teleskopspiegeln und ihrer Nutzung in der astronomischen Praxis eine wichtige Rolle gespielt. Aus heutiger Sicht wäre für die geplanten Aufgaben der Reflektor der geeignete Instrumententyp gewesen. Unterschätzt hat man wohl auch den Einfluß der Luftunruhe, die bei einem größeren Instrument zu einer Ausdehnung des Zitterscheibchens und dadurch zu einer Verringerung der Leuchtdichte auf dem Spektrographenspalt führt. Die erwartete vergrößerte Reichweite eines großen Instruments gegenüber einem kleineren wird dadurch zum Teil zunichte gemacht. Erst in den 20er Jahren sind hierzu Untersuchungen am Instrument selbst und im Labor durchgeführt worden.

Bereits ein Jahr nach ihrer Gründung, im Sommer 1891, konnte die Kommission die fertigen Pläne für den Teleskopbau vorlegen. In diese Zeit fällt auch die seit geraumer Zeit kursierende und immer weiter ausgeschmückte Geschichte, daß Herman Carl Vogel, der Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums, Kaiser

Wilhelm II. anlässlich einer Mondfinsternis geschickt dazu überredet habe, ihm den Bau eines Großteleskops zu versprechen. Wahr daran ist, daß der Kaiser sich zur Beobachtung der Mondfinsternis in der Nacht vom 15. zum 16. November 1891 im Observatorium aufhielt und Vogel die Gelegenheit ergriff, ihm über die beabsichtigte Beschaffung eines Großteleskops vorzutragen »unter Vorlage von Plänen, welche Seine Majestät in huldvollster Weise einer sehr eingehenden Beachtung würdigte«. Weitere Folgen hatte dieser Vortrag vorerst aber nicht. Die eigentliche Intervention des Kaisers geschah aus anderem Anlaß erst vier Jahre später.

Der Fiskus hatte in den zwei folgenden Jahren sich nicht bereit gefunden, die benötigten Mittel zu bewilligen. Vogel entschloß sich daher zu einem »für deutsche Verhältnisse ungewöhnlichen Weg, nämlich den, sich an die Großherzigkeit und Opferwilligkeit deutscher Männer zu wenden, die sich bereit erklären sollten, durch einstweilige Vorstreckung der notwendigen Geldsummen wenigstens die baldige Inangriffnahme der Ausführung der Instrumente zu ermöglichen«. Inspiriert für dieses Vorgehen war Vogel sehr wahrscheinlich durch seine Studienreise nach England, Schottland und Irland, die er in den Monaten Juni und Juli 1875 unternommen hatte, um für die instrumentelle Ausrüstung des zu errichtenden Astrophysikalischen Observatoriums Informationen zu sammeln und Kontakte zu Fachkollegen und feinmechanisch-optischen Firmen zu knüpfen. In seinem Reisebericht (wiedergegeben im Anhang dieses Bandes) schreibt er: »Es giebt in England viele Leute, die soviel besitzen, daß ihnen die Anhäufung weiterer Reichtümer keine Freude mehr bereitet und die aufgeklärt genug sind, hierin nicht die Hauptaufgabe des Lebens zu erblicken, sondern einen Theil ihres Ueberflusses zur Hebung allgemeiner Kulturentwicklung und Wohlfahrt des Landes hergeben ...« (vgl. S. 126). Er konnte sich sogar auf die Zustimmung von Hermann von Helmholtz berufen und hatte bereits eine Darlehenssumme von 600 000 Mark zusammengebracht. Das Finanzministerium jedoch genehmigte diese Vorgehensweise nicht und lehnte eine Bereitstellung von Mitteln abermals ab. Diese Entscheidung hatte nun fast das endgültige Ende des Potsdamer Vorhabens zur Folge. Das nahezu gleichzeitig betriebene Projekt für den Bau eines großen Teleskops, das zu Vorführungen für ein breites Publikum bestimmt war – es wird in den Potsdamer Publikationen nicht explizit genannt, gemeint ist aber das für die Berliner Gewerbeausstellung 1896 im Treptower Park errichtete und heute noch in der Archenhold-Sternwarte existierende Fernrohr – dieses Projekt also konnte, da es an Anweisungen des Ministeriums nicht gebunden war, an Stelle des Potsdamer Projekts Sponsoren für sich gewinnen, und durch eine Reihe von nicht näher bezeichneten Mißverständnissen und Verwechslungen drohte das Potsdamer Vorhaben zu scheitern. An dieser Stelle griff der Kaiser ein und befahl dem Ministerium für öffentliche Arbeiten am 28. Mai 1895, die Beschaffung eines

großen Fernrohrs für das Astrophysikalische Observatorium zu veranlassen. Gleichzeitig verlangte er eine Einsparung um runde 100 000 Mark bei der Ausführung des Kuppelgebäudes, um eine Ausgewogenheit zwischen den auf 270 000 Mark veranschlagten Kosten für das Instrumentarium und denen des Gebäudes zu erreichen. In einer eigenhändigen Notiz unter die Zeichnung für den Kuppelbau schrieb er: »*Viel zu opulent; es muß einfacher werden. Die Kosten dürfen nur 300 000 Mark betragen*«. Bereits einige Monate später waren die Kontrakte mit den beauftragten Firmen unter Dach und Fach, und im darauffolgenden Jahr begannen die Arbeiten zur Errichtung des neuen Teleskops, die ihren krönenden Abschluß mit der Einweihungsfeier am 26. August 1899 fanden.

In seiner schließlich gewählten Ausführung ist das Teleskop ein Doppelrefraktor, der zwei fest und parallel miteinander verbundene Fernrohre auf einer paralaktischen Montierung vereinigt. Das größere Rohr besitzt ein für den photographischen Spektralbereich korrigiertes Objektiv von 80 cm Durchmesser und 12,2 m Brennweite. Das kleinere, für den visuellen Spektralbereich bestimmte Objektiv hat einen Durchmesser von 50 cm und eine Brennweite von 12,5 m. Ursprünglich war es lediglich als Leitrohr für die exakte Positionierung auf den beobachteten Stern vorgesehen. Aufgestellt ist das Fernrohr unter einer 250 Tonnen schweren drehbaren Kuppel, mit einem Innendurchmesser von 21 m und einer Höhe von 17 m, die von der Berliner Firma Bretschneider und Krügener konstruiert wurde. Das Gebäude selbst ist von Eduard Saal in Anlehnung an die von Paul Spieker für den Telegrafenberg entworfenen Architekturformen errichtet worden. Für die technische Ausführung des Teleskops waren renommierte Unternehmen gewonnen worden. Die Glasschmelze für die Objektive lieferte die Firma Schott und Genossen in Jena. Das Schleifen der Objektive wurde der Firma C. A. Steinheil und Söhne in München übertragen, die bereits Erfahrungen in der Fertigung größerer Objektive gesammelt hatte. Die Fertigung der Fernrohrmontierung lag in den bewährten Händen der Firma A. Repsold und Söhne in Hamburg. Diese Firma war bis in dieses Jahrhundert hinein über Jahrzehnte ein führendes Unternehmen für den Bau astronomischer Instrumente. Zahlreiche Observatorien in den europäischen Ländern verdanken ihre Erfolge nicht zuletzt dem herausragenden Können der Repsoldschen Werkstätten. Auf Johann Adolf Repsold geht auch die als besonders gelungen geltende Konzeption der Beobachtungsbühne des Potsdamer Refraktors zurück, mit der – unertreibend »Beobachtungsstuhl« genannt – der Beobachter in die jeweils erforderliche Position zum Fernrohr gebracht werden kann. Ihre Ausführung oblag der Firma C. Hoppe in Berlin, die auch die Fertigung der Vorrichtungen für die Kuppeldrehung übernommen hatte. Ausschlaggebend für die Auswahl der Firmen Steinheil und Repsold mag gewesen sein, daß diese bereits 1889 einen kleiner dimensionierten Doppelrefraktor von 32 cm und 24 cm Öffnung an das Observatorium geliefert hatten. Dieses

Instrument war für die Potsdamer Beteiligung an dem internationalen Programm zur photographischen Kartierung des Himmels »Carte du Ciel« angeschafft worden und hatte sich auch mit spektrographischen Zusatzeinrichtungen hervorragend bewährt. Man darf mit Recht annehmen, daß dieses Doppelfernrohr Pate für den Großen Refraktor gestanden hat. Ein Novum war die elektrische Ausrüstung für die Bewegung der Kuppel, des Beobachtungsstuhls und des Spaltschiebers sowie für die Beleuchtung im gesamten Kuppelgebäude. Hiermit war die Firma Siemens & Halske in Berlin beauftragt worden. An das Teleskop selbst aber haben die sonst avantgardistischen Astrophysiker die Elektrizität nur zaudernd herangelassen und sie lediglich zur Beleuchtung von Skalen und Bedienelementen benutzt. Zur Nachführung des Fernrohrs dagegen haben sie auf den bewährten mechanischen Uhrantrieb der klassischen Astronomen zurückgegriffen. Anfang der 20er Jahre dieses Jahrhunderts wurde zumindest zum Aufziehen des Uhrwerks ein selbsttätiger elektrischer Aufzug von den Zeiss-Werken erworben. Erst 1941 wurde gemeinsam mit dem Einbau einer elektrischen Feinbewegung das alte Repsoldsche Federpendel durch einen uhrgesteuerten Gleichstromantrieb von Zeiss ersetzt; beides »machte das Führen des Instruments zu einem Vergnügen«.

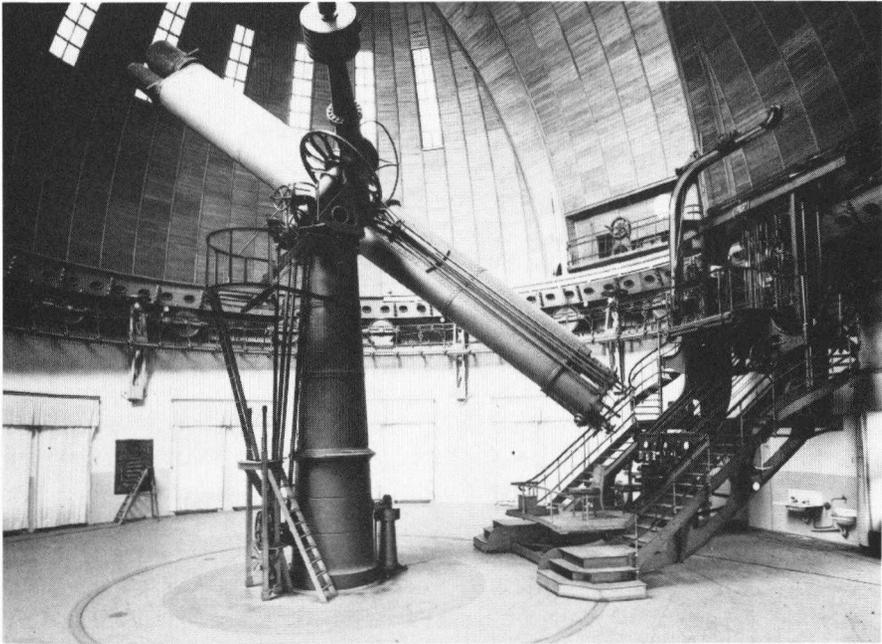


Bild 3 Der Große Refraktor um 1930. Archiv AOP

Die bei seiner Einweihung in das Teleskop gesetzten hohen Erwartungen wichen einer herben Enttäuschung, als man es zur Überprüfung seiner Qualität auf den Sternhimmel richtete. Das 80-cm-Objektiv zeigte starke Zonenfehler, die eine unterschiedliche Vereinigung von Strahlen aus den zentralen, mittleren und den Randpartien des Objektivs bewirkten, sowie einen Astigmatismus. Der Hersteller Steinheil begann bereits im Mai 1900 an Ort und Stelle in Potsdam mit Nachbesserungen und überführte das Objektiv 1903 nach München, um endgültige Retuschierarbeiten vorzunehmen. Im Mai 1905 wurde es wieder an den Großen Refraktor angesetzt. Man bescheinigte ihm jetzt eine »*vorzügliche*« Qualität: Die Zonenfehler waren bis zum Rand fast vollständig beseitigt und nur ein etwas unregelmäßiger Astigmatismus war verblieben. Das 50-cm-Objektiv dagegen hatte sich mit Ausschluß einer schmalen Randzone als »*ganz vorzüglich*« erwiesen. Dies war der Stand, als Vogel kurz vor seinem Tode eine ausführliche Beschreibung der beiden Doppelrefraktoren des AOP veröffentlichte.

Nach der Übernahme des Direktorats durch Karl Schwarzschild 1909 schritt man abermals zu einer Qualitätsverbesserung der Objektive, dieses Mal auch des 50-cm-Objektivs, und geriet dabei in Konflikt mit der Herstellerfirma Steinheil, der man diese Aufgabe offenbar nicht mehr zutraute. 1905 war das Observatorium zum ersten Mal mit dem Optiker Bernhard Schmidt aus Mittweida in Sachsen in Kontakt gekommen und hatte bei ihm einen Spiegel in Auftrag gegeben. Er hatte als Autodidakt begonnen und wurde später berühmt durch die Erfindung des nach ihm benannten »*Schmidt-Teleskops*«. Ihm wurde nun die Retusche des 50-cm-Objektivs übertragen, nachdem die Zeiss-Werke in Jena es abgelehnt hatten, Korrekturen am Werk eines anderen zu übernehmen. Schmidt, der bislang nur Spiegel hergestellt hatte, mußte zuvor mit dem Schleifen eines Objektivs von 38 cm Öffnung und 12,5 m Brennweite eine Probe seines Könnens ablegen. In der sehr kurzen Zeit von Oktober bis Dezember 1912 führte er sodann die Korrekturen am 50-cm-Objektiv aus. Seitdem ist es eines der besten Objektive seines Typs. Die Potsdamer Astrophysiker sprachen von der Arbeit eines Künstlers, die den von Gehilfen in einer Werkstatt ausgeführten Arbeiten überlegen war.

Nach diesem Erfolg sollte auch das 80-cm-Objektiv Bernhard Schmidt zur Korrektur übergeben werden. Natürlich hätte dies einen neuerlichen Affront gegen die Firma Steinheil bedeutet, die sogar eine kostenlose Retusche angeboten hatte. Man war sich aber einig, daß die menschlichen und finanziellen Rücksichten hinter den wissenschaftlichen zurückstehen mußten. Dennoch entschloß man sich, schließlich doch die Firma Steinheil zu beauftragen, die in der Zwischenzeit bei der Anfertigung des 60-cm-Objektivs der Hamburger Sternwarte wesentliche Fortschritte in der Herstellung großer Objektive erzielt hatte. Innerhalb eines Jahres, von Oktober 1913 bis 1914, führte Steinheil die Korrektur aus. Die Polierfurchen an den optischen Flächen waren beseitigt und die Zonenfehler und andere

Abweichungen unregelmäßiger Natur waren auf ein Drittel reduziert, so daß es insbesondere für Aufnahmen mit Spaltspektrographen als gutes Objektiv bezeichnet wurde.

Als Nebenprodukt dieser Korrekturarbeiten wurden von Johannes Hartmann unter Verwendung verschieden gestalteter Lochblenden Methoden zur Prüfung der Güte von Objektiven entwickelt, die heute noch als »Hartmann-Tests« in Gebrauch sind. Spötter, die dem Refraktor nicht wohlwollen, meinen, daß dies eine der wichtigsten Aufgaben des Instruments gewesen sei.

Mitte der 20er Jahre zeigten sich nach einer Neuzentrierung Verspannungen in den Linsen des 80-cm-Objektivs, vorwiegend in den Randpartien, die zu Bildverschlechterungen führten. Durch Änderung in den Fassungen der Linsen und durch geeignete Objektivblenden ließ sich eine Zeitlang dieser Mangel beheben. Im November 1940 jedoch wurde das Objektiv zum dritten Mal zur Korrektur abgenommen. Dieses Mal wurde es mit Einverständnis des Herstellers Steinheil an die Zeiss-Werke in Jena übergeben. Die Prüfungen ergaben, daß außer den Verspannungen noch Inhomogenitäten in der Kronlinse und ein leichter Astigmatismus in der Flintlinse vorhanden waren, wobei die beiden letzten Fehler durch gegenseitiges Verdrehen beider Linsen teilweise ausgeglichen werden konnten. Im November 1942 kam das Objektiv zurück, konnte aber kriegsbedingt nicht mehr nennenswert für Beobachtungen eingesetzt werden. »Bis auf die der Sonnenbeobachtung dienenden Einrichtungen, die teilweise Erweiterungen und Verbesserungen erfuhren, waren die Instrumente weitgehend stillgelegt«, heißt es lapidar im Jahresbericht des Observatoriums für 1943, dem letzten während des Krieges.

Die Katastrophe kam über den Großen Refraktor während des Bombenangriffs auf Potsdam am 14. April 1945. Eine in unmittelbarer Nähe niedergegangene Luftmine verursachte starke Beschädigungen an der Kuppel, am Instrument und im Inneren des Gebäudes. Optik und Mechanik waren zwar nicht zerstört, aber nicht mehr einsatzfähig und ohne Schutz der Witterung ausgesetzt. Dies war ein umso schmerzlicherer Schlag, als mit dem Antritt des Direktorats durch Hans Kienle noch zu Beginn des Krieges der Refraktor vollkommen überholt worden war. So kann man den Stolz nachempfinden, mit dem Kienle unter der Überschrift »Und sie bewegt sich doch!« am 28. Oktober 1949 verkündete, daß sich die Kuppel durch einfachen Druck auf den Knopf des elektrischen Schalters wieder bewegen läßt. Seine Hoffnung, zur 250-Jahrfeier der Berliner Akademie im darauffolgenden Jahr auch das Instrument wiederinstandgesetzt zu haben, erfüllte sich indessen nicht. Die Firma Zeiss in Jena begann im Herbst 1950 mit der Demontage und den Arbeiten zur Wiederherstellung des Refraktors. Im Jahre 1953 konnte das Teleskop als modernisiertes und für die aktuelle Forschung einsetzbares Instrument wieder in Betrieb genommen werden.



Bild 4 Das beschädigte Kuppelgebäude des Großen Refraktors nach dem Bombenangriff am 14. April 1945. Aufnahme: Johann Wempe

Das letzte am Großen Refraktor ausgeführte wissenschaftliche Programm fiel dem 50-cm-Objektiv zu. Wieder aufgenommen wurde ein photographisches Verfahren zur Bahnbestimmung von Doppelsternen, das Ejnar Hertzsprung, der von 1909 bis 1919 dem Observatorium angehörte, eingeführt hatte. Er benutzte hierfür in Verbindung mit dem visuell korrigierten Objektiv orthochromatische Photoplatten hinter einem Gelbfilter. Das methodisch ganz der klassischen Astrometrie verhaftete Programm besaß aber wegen der Möglichkeit, aus Umlaufperioden und Bahnradien die Massen der Sterne zu bestimmen, eine eminent hohe astrophysikalische Bedeutung.

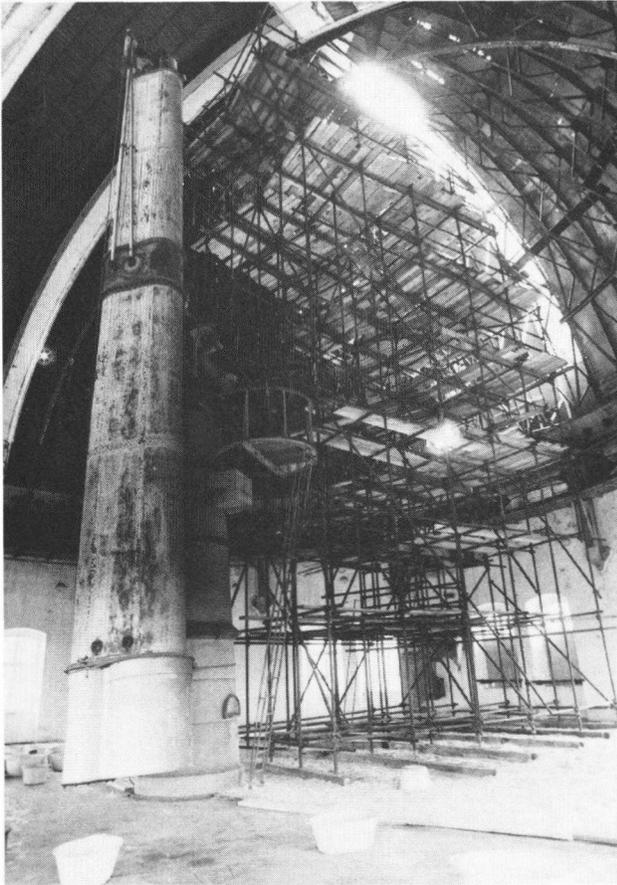


Bild 5 Der Große Refraktor 1986 mit der Rüstung zur Neubelegung der Kuppel. Aufnahme: Horst Strohbusch

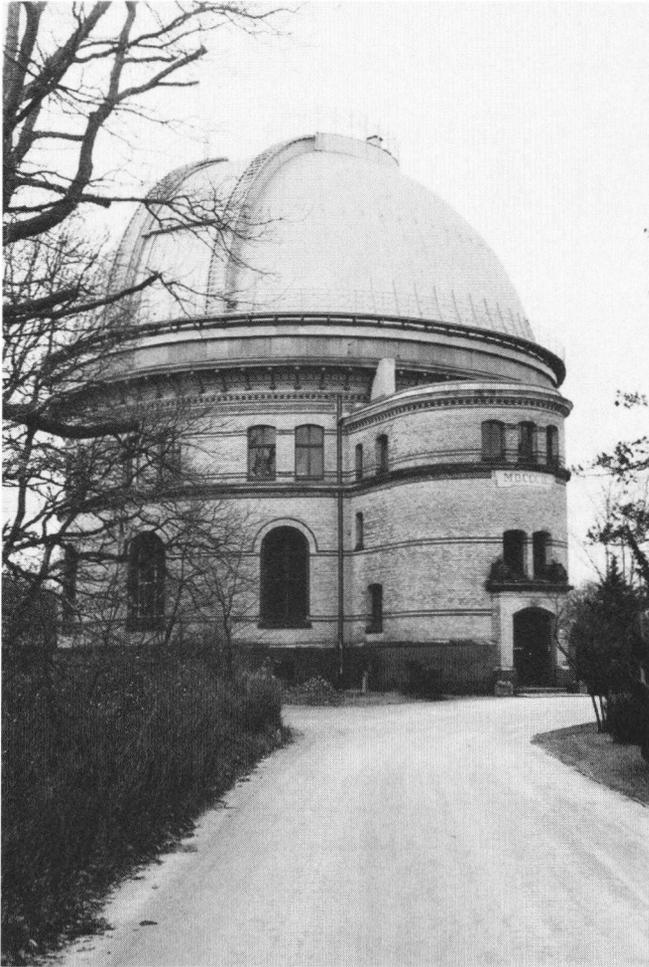


Bild 6 Das Gebäude des Großen Refraktors nach der Neubelegung der Kuppel, Blick von Nordosten. Aufnahme: Horst Strohbush, 1995

Mit einer Eintragung über durchgeführte Beobachtungen zu diesem Programm im Jahresbericht des Observatoriums für 1967 geht die wissenschaftliche Laufbahn des Großen Refraktors offiziell zu Ende. In diesem Jahr endet auch die öffentliche Berichterstattung in wissenschaftlichen Publikationen durch die astronomischen Institute in der damaligen DDR, so daß über das weitere Schicksal des Großen Refraktors nichtoffizielle Quellen und Zeitzeugen zu Rate gezogen werden müs-

sen. Diese wissen, daß 1968 die Stilllegung des Großen Refraktors anbefohlen wurde, er seitdem ohne technische Wartung blieb und zu verfallen begann. Beschleunigt wurde dieser Prozeß durch den ebenfalls einsetzenden Verfall der Kuppel, wodurch das Instrument, der Kuppelsaal und selbst die darunter befindlichen Arbeitsräume den Witterungsunbilden ausgesetzt wurden. Ein Hoffnungsschimmer tat sich auf, als das Instrument mitsamt seinem Gebäude 1983 unter Denkmalschutz gestellt wurde. Als Folge wurden Reparaturen an der Kuppel und ihre Neubelegung begonnen, die sich über mehrere Jahre hinzogen und 1990 abgeschlossen wurden. Ebenso wurden die Flure und Treppenaufgänge unter Auflagen der Denkmalpflege renoviert.

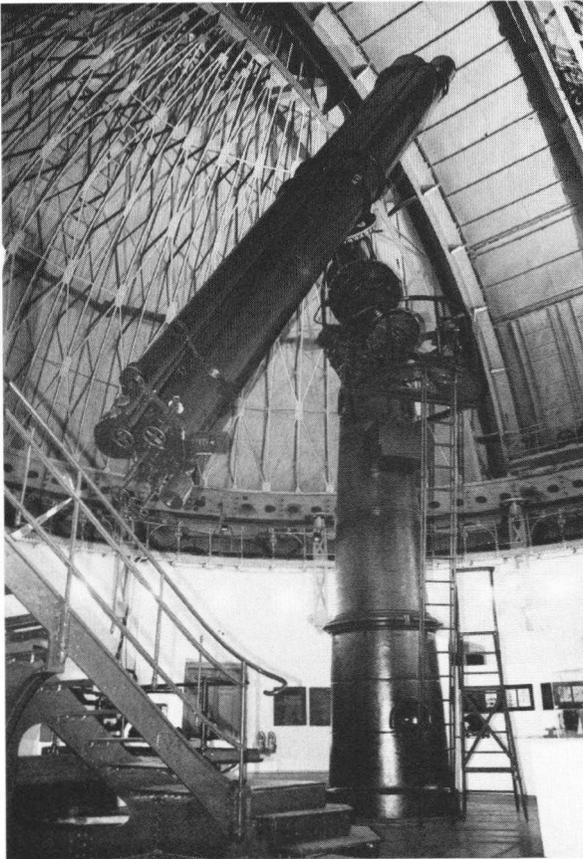


Bild 7 Der Refraktor mit dem neuen Farbanstrich, im Hintergrund Teile der Ausstellung »Vom Großen Refraktor zum Einsteinurm«. Aufnahme: Horst Strohbush, 1999

Erst zum 100jährigen Jubiläum des Großen Refraktors gelang es, das Fernrohr selbst und seinen Beobachtungsstuhl äußerlich zu entrostern und mit einem neuen Farbanstrich zu versehen, so daß dem fortschreitenden Verfall Einhalt geboten wurde. Der schwarzgrüne Farbton, in dem sich Säule, Tubus und Beobachtungsstuhl jetzt präsentieren, ist so gewählt, daß er der ursprünglichen Farbgebung von Repsold nahekommt. Er ist also nicht als Zeichen einer düsteren ungewissen Zukunft des Großen Refraktors zu deuten, sondern er soll die Erinnerung wachhalten an die glanzvollen Anfänge dieses geschichtsträchtigen Teleskops.

Herrn Dr. Gerhard Scholz und Frau Marie-Luise Strobusch möchte ich herzlich dafür danken, daß sie mir freimütig zahlreiche Materialien zur Verfügung gestellt haben, die mir eigenes zeitraubendes Nachsuchen ersparten.

## Literatur

Jahresberichte des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam von 1896 bis 1967, in:

– Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft **32** (1897) bis **79** (1944)

– Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft **2** (1950) bis **24** (1968)

– Monatsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin **10** (1968)

Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin, Bestand Astrophysikalisches Observatorium, Nr. 29 und Nr. 31

Saal, [Eduard]: Das Kuppelgebäude für den Großen Refractor des Astrophysikalischen Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam. Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin 1901. Sonderdruck aus: Zeitschrift für Bauwesen **51** (1901)

Vogel, H. C.: Bericht über eine Reise nach England, Schottland und Irland. 1875. Manuskript, Bibliothek des Astrophysikalischen Instituts Potsdam. Wiedergegeben im Anhang dieses Bandes, S. 97–126

Vogel, H. C.: Die zwei Doppelrefraktoren des Observatoriums. Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam **15** (1907), Nr. 45

Feier zur Einweihung des neuen Kuppelbaus und des Großen Refraktors des Königlichen Astrophysikalischen Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam am 26. August 1899. Potsdam 1899

*Anshr. d. Verf.:* Dr. Ernst-August Gußmann, Förderverein Großer Refraktor, Refraktorgebäude A27, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam; Lennéstr. 14, D-14469 Potsdam; e-mail: ernst-august.gussmann@arcormail.de

## Über einige wissenschaftliche Beiträge aus den ersten Jahrzehnten des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam

*Gerhard Scholz, Potsdam*

Im Jahr 1899, ein Vierteljahrhundert nach der Gründung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam (AOP), erfuhr das Institut seine erste große instrumentelle Erweiterung mit der Indienststellung des Großen Refraktors. Mit dem neuen Fernrohr wurden die in den zurückliegenden 25 Jahren weltweit anerkannten Forschungsergebnisse großzügig und beispielhaft vom preußischen Staat gewürdigt. An einige wissenschaftliche Unternehmungen und Resultate aus dieser Zeit, die den Ruf der jungen Institution als eine der führenden Adressen in der astronomischen Forschung begründeten, wird in diesem Beitrag zuerst erinnert.

Noch um 1840 sah F. W. Bessel die Aufgabe der Astronomie darin, »Regeln für die Bewegung jedes Gestirns zu finden, aus welchen sein Ort für jede beliebige Zeit folgt.« Alles Weitere, was man sonst noch den Himmelskörpern entlocken konnte, schien Bessel zwar beachtenswert zu sein, war für ihn jedoch kein Anlaß, es auch selbst zu erforschen. Durch J. Fraunhofers Untersuchungen des prismatisch zerlegten Sonnenlichts war aber schon Jahrzehnte vorher der Anfang einer neuen Entwicklungslinie in der Astronomie gelegt worden.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden die Forschungsthemen in der Astronomie zunehmend durch die Spektralanalyse und den Doppler-Effekt bestimmt. Seit Begründung der Spektralanalyse durch Bunsen und Kirchhoff bestand unter den Wissenschaftlern kein Zweifel über ihre außerordentliche Bedeutung für die Astronomie. Anders war dies schon mit der Anerkennung des Doppler-Prinzips. Dopplers eigene Fehlschlüsse, die er aus seinem Prinzip zog, trugen ihm heftigen Widerspruch und teilweise völlige Ablehnung ein. Die Richtigkeit des Prinzips für die Schallwellen nachzuweisen gelang schon recht bald, die Bestätigung auch für das Licht mit Hilfe astronomischer Beobachtungen dauerte ungleich länger. Im ersten Jahrzehnt der Gründung des AOP konzen-

trierten sich deshalb die wissenschaftlichen Bemühungen, insbesondere seines Direktors H. C. Vogel, auf die astronomische Anwendung des optischen Dopplereffekts. Dazu dienten z.B. Beobachtungen zur Bestimmung der Rotation der Sonne, der Bahngeschwindigkeit der Venus und vor allem die Messung der Geschwindigkeit der Sterne in der Sichtlinie, der sogenannten Radialgeschwindigkeit. Übereinstimmend bestätigten alle Ergebnisse das Auftreten von Frequenzänderungen des Lichts, wenn eine Relativbewegung von Lichtquelle und Beobachter vorhanden ist. Auf die besonders erfolgreichen Anstrengungen zur Bestimmung genauer Radialgeschwindigkeiten der Sterne wird im folgenden ausführlicher eingegangen.

## Einige Forschungsergebnisse des AOP aus der Zeit vor der Errichtung des Großen Refraktors

### Die Bestimmung der Radialgeschwindigkeit

Seitdem W. Huggins 1868 aus visuellen Beobachtungen des Sirius zum ersten Mal eine Radialgeschwindigkeit bestimmt hatte (das Ergebnis war allerdings sowohl nach Vorzeichen als auch Betrag falsch), fehlte es nicht an Versuchen, die gleichermaßen für die Physik des Einzelsterns wie für die Stellarstatistik wichtige Aufgabe der Ermittlung zuverlässiger Radialgeschwindigkeitswerte zu lösen.

Die von Vogel bereits in Bothkamp und später in Potsdam durchgeführten visuellen Messungen verstärkten die bis dahin wiederholt geäußerten Bedenken über die Brauchbarkeit des benutzten Verfahrens, wenn er schreibt: »Meine früheren Beobachtungen hatten aber, obgleich sie gute Übereinstimmung zeigten, kein befriedigendes Gefühl hinterlassen, denn es ist bei denselben schwer, sich gänzlich frei von Voreingenommenheit zu machen. Diese wird sich im wesentlichen zwar nur auf den Sinn der Linienverschiebung, nicht auf die Messung selbst beziehen; aber bei vielen Sternen ist die Bewegung eine so geringe, daß eine Entscheidung über den Sinn derselben durch Vergleichung der ruhenden Linie des künstlichen Spektrums mit den in steter scintillierender Bewegung begriffenen Sternspektrallinien schwer ist und keine Messungen, sondern nur Schätzungen nach der Breite der Linien, möglich sind.« [1] Es ist somit nicht überraschend, wenn – abgesehen von der manchmal noch falschen Bestimmung der Richtung der Verschiebung – die Unsicherheit außerordentlich groß war. So wurde damals für den Stern  $\alpha$  Bootis, der heute von der IAU als Radialgeschwindigkeits-Standard-Stern mit  $-5.3$  km/s ausgewiesen ist, der Wert  $-73$  km/s angegeben, mit einer Schwankungsbreite der Einzelwerte zwischen  $-21$  bis  $-143$  km/s. Das

bleibende Verdienst Vogels ist es nun, diese unbefriedigenden visuellen Beobachtungen durch die Konstruktion des ersten Sternspektrographen und die Anwendung der photographischen Platte als Empfänger ganz entscheidend verbessert zu haben. Bild 1 zeigt den für Versuchsaufnahmen hergestellten provisorischen Spektrographen von 1887 am Okularende des zu der Zeit größten Fernrohrs des AOP, dem 30/540-cm-Schröder-Refraktor. Der Spektrograph war auf einem Holzbrett montiert und mit zwei Prismen für die Lichtzerlegung bestückt. Am Okularende ist auch die Geißlerröhre zur Erzeugung der  $H\gamma$ -Linie als einziger Vergleichslinie zu sehen. Für die genaue Messung der Linienverschiebungen benutzte Vogel einen von Toepfer & Sohn angefertigten Meßapparat. Dieses erste von Vogel benutzte Meßmikroskop zeigt Bild 2.

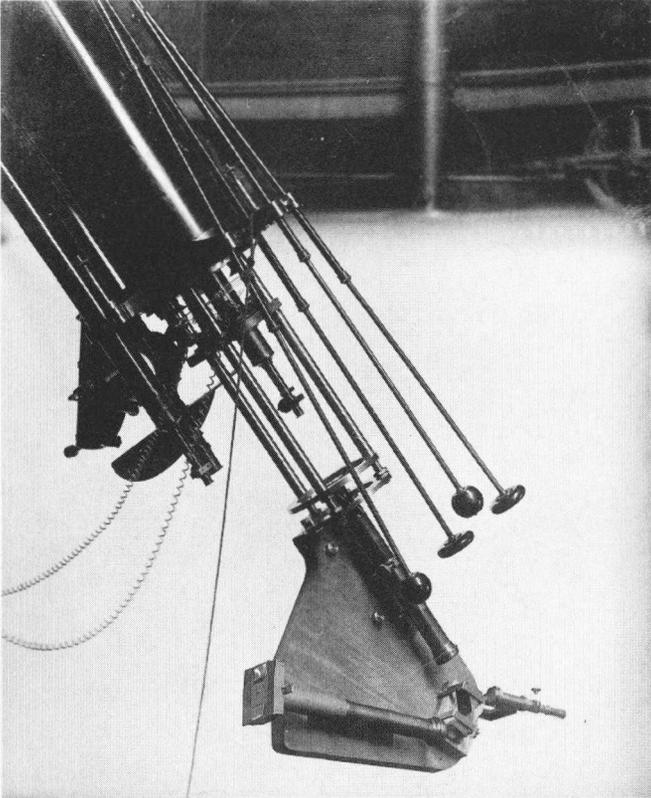


Bild 1 Der provisorische Potsdamer Spektrograph aus dem Jahr 1887, montiert am Schröder-Refraktor. Archiv AOP

Nachdem die ersten von H. C. Vogel und J. Scheiner mit dem provisorischen Spektrographen durchgeführten Beobachtungen eine erhebliche Steigerung der Genauigkeit ergeben hatten, wurde nach seinem Vorbild aber in wesentlich stabilerer Ausführung dann 1888 der erste Sternspektrograph (von den damaligen Potsdamer Mitarbeitern auch als »heiliger« Spektrograph bezeichnet) angefertigt. Er ist in Bild 3 des Beitrags von I. Appenzeller (S. 24) zu sehen, hinsichtlich der Beschreibung von technischen Einzelheiten zu diesem Spektrographen und den weiteren Entwicklungen verweisen wir auf G. Scholz [2], dort findet man auch Hinweise auf die Originalarbeiten.

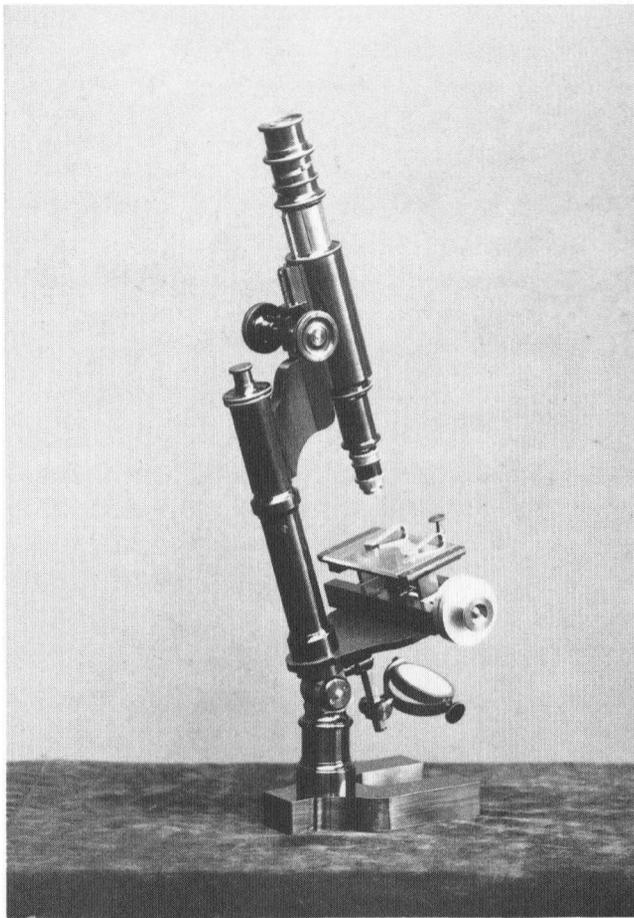


Bild 2 Vogels Apparat zur Ausmessung von Sternspektren. Archiv AOP

Von September 1888 bis Mai 1891 wurden mit dem technisch schon weitaus vollkommenen Spektrographen 245 Spektrogramme von 51 Sternen gewonnen und die Radialgeschwindigkeiten bestimmt. Die Ergebnisse sind in einer umfangreichen Arbeit von Vogel [3] publiziert worden. Praktisch schon mit den ersten Beobachtungen im Winter 1888/1889 gelang die für die Astrophysik fundamentale Entdeckung der Doppelsternnatur Algols ( $\beta$  Persei), der heute der Prototyp einer Unterklasse der photometrischen Doppelsterne ist, sowie wenig später des Sterns Spica ( $\alpha$  Virginis). Bis März 1891 wurden insgesamt 12 Spektrogramme von Algol erhalten. Mit diesem bescheidenen Beobachtungsmaterial, in dem die Wasserstoff-Linie  $H\gamma$  als einzige meßbare Sternlinie benutzbar war, erfolgte zum ersten Mal die Bahnbestimmung eines spektroskopischen Doppelsterns und damit eine realistische Abschätzung der Sternmasse. Die Güte der von Vogel abgeleiteten Doppelsternparameter kann man im Vergleich zu neueren Rechnungen einschätzen. Aus den Linienverschiebungen und den in direktem Zusammenhang mit diesen stehenden Helligkeitsänderungen schloß Vogel auf eine Periode  $P = 2.86$  Tage, eine Kreisbahn ( $e = 0$ ), eine halbe Amplitude der Radialgeschwindigkeitskurve  $K = 42.3$  km/s und eine Systemgeschwindigkeit  $\gamma = -3.7$  km/s. In einer neueren Rechnung wurden von G. Hill u.a. [4] die Werte abgeleitet  $P = 2.8673$  Tage,  $e = 0.02$ ,  $K = 44.1$  km/s und ein variables  $\gamma$ , da Algol ein Mehrfachsystem ist. Vogels Wert liegt dabei innerhalb der Variation.

Vogels Untersuchungen des Algolsystems lieferten also bereits befriedigende Werte der Bahnelemente. Um einen Eindruck von der Genauigkeit der ersten Radialgeschwindigkeitswerte zu erhalten, vergleichen wir einige Sterne aus Vogels Katalog mit neuen Werten. Für fast die Hälfte der 51 Katalogsterne sind nur 1 oder 2 Platten erhalten worden. Beschränken wir uns auf die Sterne, die eine konstante Radialgeschwindigkeit besitzen und für die mindestens 3 und mehr Platten pro Stern aufgenommen wurden, dann ergeben sich folgende Skalengleichungen, je nachdem die Radialgeschwindigkeit  $RV$  nur aus der  $H\gamma$ -Linie oder aus mehreren Sternlinien bestimmt wurde:

Ableitung nur aus der  $H\gamma$ -Linie

$$RV = [(RV(1891) + 5.5) \pm 5.3] \text{ km/s}$$

Ableitung aus mehreren Sternlinien

$$RV = [(RV(1891) + 2.1) \pm 1.3] \text{ km/s}$$

Vogels und Scheiners Radialgeschwindigkeitswerte sind somit systematisch zu negativ, im Vergleich zu modernen Werten jedoch immer noch von einer überraschenden Genauigkeit.

Der Bestimmung der linearen Bahngeschwindigkeiten mit Hilfe des Doppler-Effekts galten über nahezu zwei Jahrzehnte die Hauptbemühungen vieler Mit-

arbeiter des AOP. Die Spektren waren aber auch eine Fundgrube interessanter Einzelheiten und Anlaß zu Überlegungen, die über die Bestimmung der Radialgeschwindigkeiten hinausgingen. So fiel Scheiner [5] eine hauptsächlich in den Spektren der Orionsterne vorkommende Spektrallinie (er nannte sie Orionlinie) bei  $\lambda = 4471.75 \text{ \AA}$  auf, die aus dem Chromosphärenspektrum der Sonne zwar bekannt war, jedoch keinem irdischen Element zugeordnet werden konnte. Wie sich wenig später zeigte, gehört die Linie zu dem bis dahin nicht bekannten Element Helium. Ferner versuchte Scheiner auch zum ersten Mal, Sternspektren nicht nur chemisch und kinematisch, sondern auch physikalisch zu interpretieren, indem er über den Einfluß der Sternatmosphären auf das Aussehen der Wasserstofflinien spekulierte und Sterntemperaturen aus dem Intensitätsverhalten der Spektrallinien des MgI und MgII abzuleiten versuchte [6].

Mit den Ergebnissen zu den Radialgeschwindigkeiten und dem Beweis der Existenz spektroskopischer Doppelsterne mit einfachen Linien durch Vogel trat das Astrophysikalische Observatorium Potsdam in die erste Reihe der Sternwarten mit astrophysikalischer Thematik. In diese Reihe wurde auch das Harvard-Observatorium durch seine Mitarbeiter E. C. Pickering und A. C. Maury geführt, die zeitgleich mit Vogel und Scheiner die doppellinigen spektroskopischen Doppelsterne  $\zeta$  Ursae Majoris und  $\beta$  Aurigae auf Spektralaufnahmen entdeckten, die mit einem Objektivprisma gewonnen waren [7].

Der Wunsch der Potsdamer Astronomen nach Besitz eines großen Teleskops war deshalb vorwiegend durch die Pionierarbeiten zu den Radialgeschwindigkeiten motiviert, obgleich bis zur Fertigstellung des Großen Refraktors viele weitere Forschungsprogramme und große Beobachtungsunternehmungen (Photographische Himmelskarte, Potsdamer Photographische Durchmusterung) erfolgreich bearbeitet wurden. An einige Aktivitäten in recht unterschiedlichen Disziplinen, aber grundsätzlichen Inhalts erinnern wir im nächsten Abschnitt, obwohl die Bewertung der Ergebnisse aus damaliger Sicht sicher kaum mehr als erwähnenswert erschienen ist. Ausführlichere Hinweise auf wissenschaftliche Arbeiten, die in der 100jährigen Geschichte des AOP durchgeführt wurden, findet man bei J. Wempe [8] und E.-A. Gußmann [9].

## Weitere ausgewählte Arbeiten aus der Physik und Astronomie

### *Pekuliarbewegung des Sonnensystems*

Die erstmalige Bestimmung des Zielpunkts (Apex) der Relativbewegung der Sonne gegenüber den Sternen geht auf F. W. Herschels Untersuchung der Eigenbewegungen von nur 12 Sternen zurück. Nach ihm befindet sich dieser Zielpunkt

im Sternbild Herkules, in voller Übereinstimmung mit Arbeiten, die modernes Beobachtungsmaterial benutzen. Um auch die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung realistisch abschätzen zu können, mußten erst genaue Radialgeschwindigkeitswerte bestimmt werden, was durch Vogels und Scheiners Messungen geschehen war. Unter Voraussetzung der bekannten Deklinations- und Rektaszensionswerte des Zielpunkts wurde von Vogel [10] als Geschwindigkeit ( $12.3 \pm 3.0$ ) km/s ermittelt. Als gegenwärtig akzeptierter Wert der »basic solar motion«, abgeleitet aus jeweils 400 A- und K-Sternen mit einer Entfernung bis 400 pc, gilt 15.5 km/s.

### *Natur des Andromedanebels*

Die Natur der Nebel konnten nach Scheiners Ansicht nur spektrographische Beobachtungen entschlüsseln. Um das Problem erfolgreich in Angriff nehmen zu können, wurden ein geeigneter kleiner lichtstarker Spektrograph und ein Spiegelteleskop gebaut und am photographischen Refraktor (»Himmelskarten-Refraktor«) montiert. Nach einem ersten mit 3.75 Stunden Expositionszeit zu schwach geratenem Spektrum des Andromedanebels erhielt Scheiner im Januar 1899 ein mit 7.5 Stunden Belichtungszeit aufgenommenes Spektrum, in dem er zweifelsfrei die Ca-Linien bei  $\lambda = 3934$  und  $\lambda = 4227 \text{ \AA}$  sowie die Wasserstoff-Linien H $\delta$  und H $\beta$  identifizierte. Die gefundenen Spektrallinien führten Scheiner zur Schlußfolgerung: »Hiermit ist der definitive Beweis geliefert, daß der Andromedanebel ein Fixsternsystem ist, und ferner, daß die Mehrzahl seiner Sterne der 2. Spektralklasse, dem Sonnentypus, angehört.«

Das von Scheiner untersuchte Spektrum ist erhalten geblieben. Es wurde mit modernen Meßmethoden noch einmal bearbeitet. Das Ergebnis bestätigte voll Scheiners Messungen (H. Oleak [11]). Zweieinhalb Jahrzehnte vor Hubble gelang es also bereits einem Potsdamer Astronomen, den Andromedanebel als weitentferntes Sternsystem zu identifizieren.

Es soll allerdings nicht unerwähnt bleiben, daß bereits im Jahr 1885 das Erscheinen eines »neuen Sterns« im Andromedanebel Vogel veranlaßte, das Objekt visuell spektroskopisch zu beobachten. Wie Vogel [12, 13] bemerkte, hatte er den Eindruck des Auftretens von Absorptionen im kontinuierlichen Spektrum, die ähnlich zu den spektralen Merkmalen waren, die seine Spektralklassen II und IIIb charakterisierten. Die schnelle Helligkeitsabnahme des Objekts, sowie Vogels Bemerkung »... da es nun höchst wahrscheinlich ist, dass der Stern in keinem Zusammenhang mit dem Nebel selbst steht«, verhinderten allerdings weitere Untersuchungen.

### *Radiostrahlung der Sonne*

Die Entdeckung der Radiowellen durch H. Hertz veranlaßten die Mitarbeiter des AOP, J. Wilsing und J. Scheiner, experimentell nach der Radiostrahlung der Sonne zu suchen. Ihrem Experiment, das sie in den Sommermonaten des Jahres 1896 durchführten, lag die Annahme zugrunde, daß die Sonne als heißer Körper auch elektromagnetische Strahlung im Radiofrequenzbereich emittieren muß und daß es Zusammenhänge zwischen der solaren, durch die Sonnenflecktätigkeit manifestierten Aktivität und terrestrischen Erscheinungen geben sollte [14]. Mit einem Heliostaten, dessen sichtbare und infrarote reflektierte Sonnenstrahlung durch mattschwarzes Papier ausgeblendet wurde, und einer von ihnen entwickelten Widerstandsbrücke versuchten sie an 8 Beobachtungstagen Änderungen des elektrischen Widerstands nachzuweisen, was ihnen allerdings nicht gelang. Von der prinzipiellen Richtigkeit ihrer Annahme überzeugt, war für sie die unzureichende Empfindlichkeit der Meßanordnung und die absorbierende Wirkung der Erdatmosphäre die Ursache für den negativen Versuchsausgang. Nach ihrer erfolglosen Suche nach der solaren Radiostrahlung vergingen noch 46 Jahre, bis J. Hey diese tatsächlich nachwies.

### *Michelson-Versuch*

Für Einsteins fundamentale Arbeiten spielte die Natur des Lichts eine überragende Bedeutung, wozu neben der Frage über die Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit die Beschreibung der Ausbreitung des Lichts im Raum gehörte. Wie die schon seit nahezu einem Jahrhundert bekannten Polarisations- und Interferenzerscheinungen gezeigt hatten, mußte das Licht sich im Raum als transversale Welle fortpflanzen. Da die Ausbreitung einer solchen Welle im Vakuum nicht vorstellbar war, postulierte man als Träger der Lichtwellen den sogenannten Äther, einen den gesamten Kosmos ausfüllenden unwägbaren Stoff. Zum Nachweis des Äthers entwickelte A. Michelson ein später nach ihm benanntes Interferometer, mit dem die vermutete Erdbewegung relativ zum Äther genau gemessen werden konnte. Nachdem die ersten Messungen im physikalischen Institut der Berliner Universität infolge der Stoßempfindlichkeit der Apparatur fehlgeschlagen waren, erfolgte eine Umsetzung des Gerätes in das AOP. Im Kellerraum auf einem Steinsockel unter der Ostkuppel des Hauptgebäudes fand man einen geeigneten Ort, wo im Frühjahr 1881 Michelson zum ersten Mal seinen Versuch erfolgreich ausführen konnte. Als verbürgbares Ergebnis konnte er mitteilen, daß eine Bewegung der Erde gegen den Äther nicht feststellbar ist, d.h., daß die Ätherhypothese nicht zutrifft. Die Wiederholung des Versuchs fünf Jahre später in Amerika mit einem verbesserten Interferometer und einer höheren Meßgenauigkeit ergab das gleiche Ergebnis.

### *Dichte der Erde*

Nahezu vergessen bei der Nennung von besonderen Leistungen des AOP wird ein bemerkenswerter Pendelversuch zur Bestimmung der mittleren Dichte der Erde. Im Jahr 1885 führte J. Wilsing<sup>1</sup> [15] in einem Kellervorraum unter der Westkuppel (später Schmiede) mit einem von ihm entwickelten Pendel eine zuverlässige Messung der mittleren Dichte der Erde aus. Einen Eindruck des aufwendig konstruierten Pendelversuchsaufbaus zeigt Bild 3, hinsichtlich einer genauen Beschreibung des Apparates und der Durchführung der Beobachtungen müssen wir auf die beiden umfangreichen Originalarbeiten verweisen. Die Pendelstange aus Messing, an deren Enden je eine Metallkugel angeschraubt war, hatte eine Länge von 1 m. Das Pendel war in seinem Schwerpunkt mit einer Achatschneide auf einem entsprechenden Gegenstück gelagert und in der Lotrechten justierbar. Durch die Heranführung von zwei je 325 kp wiegenden Metallzylindern an die Pendelkugeln (wie im Bild 3 zu sehen) wurde die Gleichgewichtslage des Pendels verändert und damit das Schwingungsverhalten entsprechend modifiziert. Aus umfangreichen Beobachtungsreihen, die auch die verschiedensten Störeinflüsse berücksichtigten, erhielt Wilsing als Endergebnis für die mittlere Dichte der Erde den Wert  $5.579 \pm 0.012 \text{ g/cm}^3$ . Sein Wert ist damit in recht guter Übereinstimmung mit dem gegenwärtig angenommenen Wert von  $5.517 \pm 0.004 \text{ g/cm}^3$  [17].

### *Photographische Verfahren*

Die Verwendung lichtempfindlicher photographischer Materialien bei astronomischen Beobachtungen beschränkte sich schon bei ihrer Einführung nicht auf ihre bloße Nutzung. Von Anfang an spielten die Besonderheiten der astronomischen Bildaufzeichnung, wie Registrierung lichtschwacher Signale mit langen Belichtungszeiten, Sensibilisierung der photographischen Materialien zur möglichst guten Anpassung an die noch hauptsächlich im visuellen Spektralbereich achromatisierten Fernrohrojektive, Ausschaltung der verschiedenen Entwicklungseffekte, usw. eine bedeutende Rolle. Damals wie auch später ist die Be-

---

<sup>1</sup> Unter den Wissenschaftlern, die in den ersten Jahrzehnten am AOP beschäftigt waren, nimmt J. Wilsing mit seinen Arbeiten, die oft grundsätzliche Probleme in ganz unterschiedlichen Disziplinen behandelten, einen Spitzenplatz ein. Leider erfuhr er gerade in den ersten Jahren der Nutzung des Großen Refraktors tiefe Enttäuschungen, die auf das angespannte Verhältnis mit Vogel zurückzuführen waren und sogar in einem Publikationsverbot und seiner schon ins Auge gefaßten Kündigung kulminierten [16]. Sehr wahrscheinlich war die extrem introvertierte Lebensauffassung Vogels verantwortlich für diesen Abschnitt in seinem Leben, denn auch andere Mitarbeiter wie Scheiner und sogar der ehemals mit Vogel befreundete und mit ihm zusammen von Bothkamp nach Potsdam gekommene O. Lohse standen im Dissens mit Vogel.

handlung dieser Faktoren oft als spezielles »Laborgeheimnis« betrachtet und somit nur andeutungsweise veröffentlicht worden. Lohse (Hypersensibilisation, Herstellung orthochromatischen Materials) als ausgebildeter Chemiker sowie Scheiner, später auch Eberhard (Rand- und Saumeffekt) und Schwarzschild (Schwarzschildexponent), haben durch ihre Arbeiten zur Photochemie und zu den photographischen Effekten Bedeutendes geleistet. Von ganz praktischer Bedeutung ist das Scheiner-Sensitometer gewesen, mit dem die Empfindlichkeit der verschiedenen photographischen Materialien ermittelt wurde. Erst Jahrzehnte später sind die »Scheiner-Grade« durch das DIN-System bzw. das heute übliche ASA-System abgelöst worden.

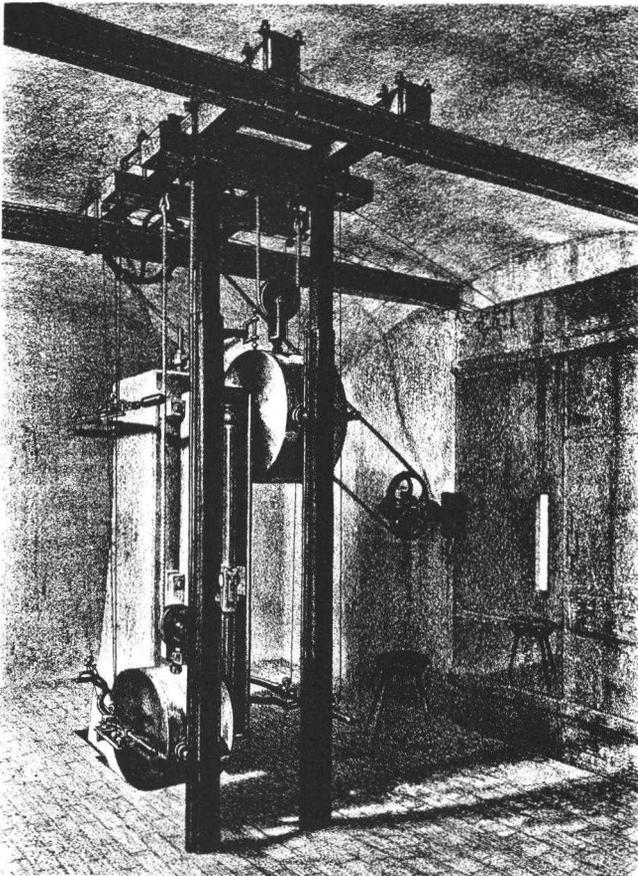


Bild 3 Wilsings Pendelapparatur zur Bestimmung der Dichte der Erde. Aus [17]

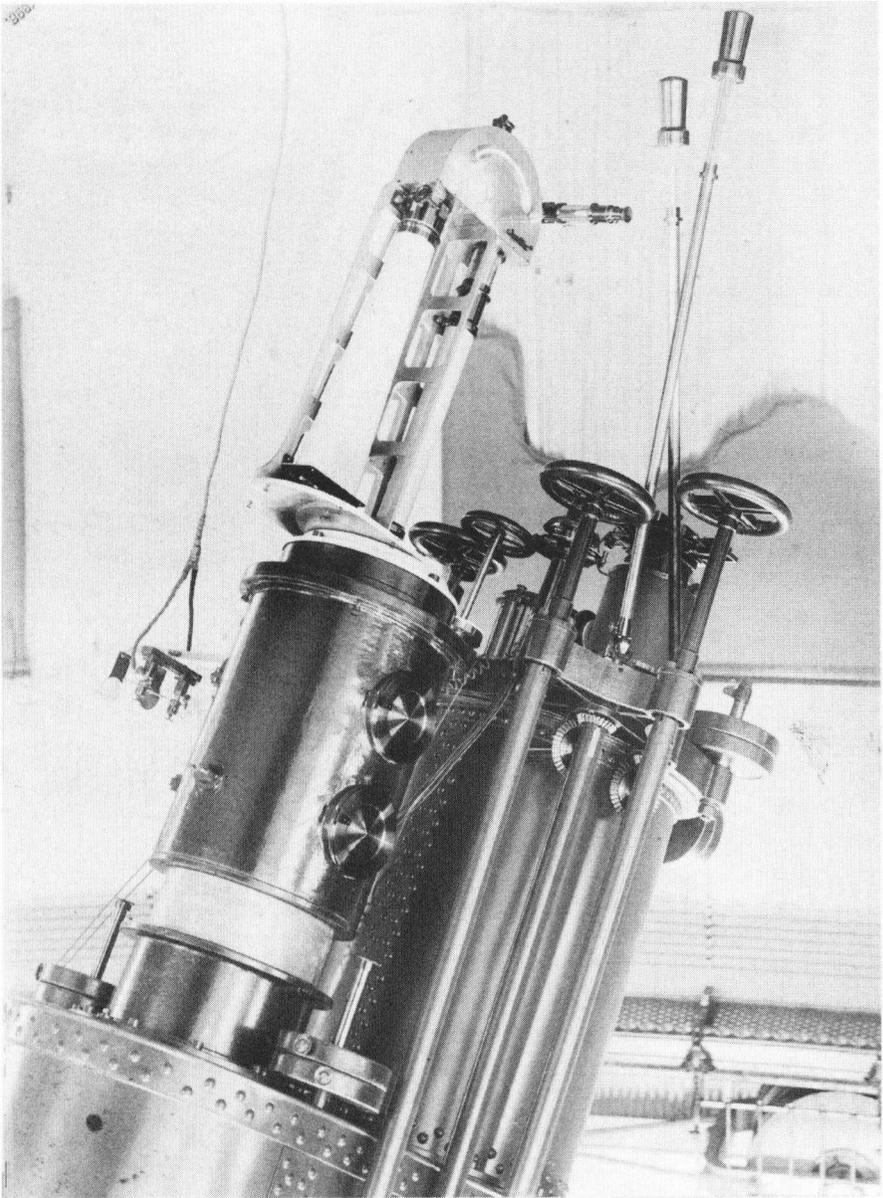


Bild 4 Spektrograph am Großen Refraktor. Archiv AOP

## Zu einigen Beobachtungen mit dem Großen Refraktor

Mit einem wesentlich größeren Teleskop, als es der Schröder-Refraktor war, sollten die erfolgreichen Radialgeschwindigkeitsbeobachtungen auf schwächere Sterne ausgedehnt und der durch die Aufstellung der großen Teleskope im Lick-, Yerkes- und Meudon-Observatorium instrumentell verlorene Boden wieder zurückgewonnen werden. Mit einer Anzahl von Spektrographen unterschiedlicher optischer Parameter wurden die verschiedenen Beobachtungsaufgaben angegangen. Bild 4 zeigt einen der Spektrographen am Fernrohr mit der 80-cm-Linse. Neben der für die geplanten spektrographischen Beobachtungen ungeeigneten Wahl eines Refraktors gegenüber einem Reflektor, die durch die damalige Technik teilweise verständlich ist, zeigte sich unmittelbar nach Inbetriebnahme des Potsdamer Großen Refraktors, daß die optische Qualität der 80-cm-Hauptlinse sehr unbefriedigend ausgefallen war. Schon in seinen Anfangsjahren war das Instrument deshalb ein Sorgenkind, über das H. C. Vogel 8 Jahre nach Indienstellung schrieb: »Es würde ermüden, wollte ich hier in chronologischer Folge die oft sich widersprechenden Resultate der Untersuchungen aufzählen; ich kann nur sagen, das Objektiv lag wie eine Sphinx vor uns, bereit, immer neue und schwieriger zu lösende Rätsel aufzugeben. Eine Zeitlang folgte eine Enttäuschung der anderen.« [18] Am Anfang der Beobachtungen standen deshalb neben der vorgesehenen Fortführung und Ausdehnung der Spektralanalyse auf schwache Sterne die Untersuchungen über das optische Leistungsvermögen des Instruments im Vordergrund. Von den zahlreichen Arbeiten wurde J. Hartmanns Lochblendenmethode zur Prüfung astronomischer Optiken später zu einem Standardverfahren [19].

Obwohl im Laufe der Jahre die Arbeiten zu den Radialgeschwindigkeiten immer weiter zurückgingen und diejenigen zur photographischen Photometrie und Spektralphotometrie in den Vordergrund traten, lieferten Radialgeschwindigkeitsmessungen noch wichtige Resultate über spektroskopische Doppelsterne wie z.B.  $\beta$  Lyrae,  $\zeta$  Aurigae,  $\gamma$  Gem oder  $\delta$  Orionis. Nach einer Tabelle Ludendorffs [20], die eine Ergänzung der 1905 erschienenen Lick-Zusammenstellung über spektroskopische Doppelsterne war und als Vorläufer des heute bekannten Wilson-Evans-Batten-Katalogs angesehen werden kann, waren bis 1910 56 spektroskopische Doppelsterne und ihre Bahnen bekannt, wobei für 8 Sterne Potsdamer Autoren verantwortlich zeichneten. Von den untersuchten Sternen erlangte  $\delta$  Orionis dabei eine etwas herausgehobene Stellung, da J. Hartmann 1904 in seinen Spektren die »ruhenden« interstellaren Kalziumlinien »fand«. Der Stern war auch der erste spektroskopische Doppelstern, der mit dem Großen Refraktor beobachtet wurde. Diese Auszeichnung erfuhr er auf Grund eines Disputs, der zwischen Vogel und H. Deslandres von der Sternwarte Meudon geführt wurde. In dem

Disput wurde Vogel vorgeworfen, mangelnde instrumentelle Sorgfalt bei den Radialgeschwindigkeitsmessungen walten zu lassen. In einer bissigen Replik antwortete Vogel [21]: »Herr D. erlaubt sich dabei Angriffe, die ich energisch zurückweisen muß, da sie auf eine nicht zu entschuldigende Flüchtigkeit beim Lesen meiner Arbeit zurückzuführen sind. ... Weiter auf die Abhandlung des Herrn D. einzugehen habe ich keine Veranlassung; denn sie enthält, der Gepflogenheit jüngerer Astrophysiker folgend, nichts weiter als eine Reihe der verschiedensten Vorschläge, die, wenn sie nicht erprobt sind, meist sehr wenig wert haben.« Gleichsam zur Demonstration der Sorgfalt und der qualitativen Gleichwertigkeit der Potsdamer Radialgeschwindigkeitsbeobachtungen gegenüber der Konkurrenz wandte man sich deshalb dem Stern  $\delta$  Orionis zu. Der Stern war von Deslandres [22] als spektroskopischer Doppelstern gefunden worden. Am Großen Refraktor Potsdam waren vom Februar 1900 bis März 1903 insgesamt 42 Spektrogramme erhalten worden, die von Hartmann ausgewertet wurden. Die Resultate ergaben neben der Bestätigung des Doppelsterncharakters und der Verbesserung der von Deslandres angegebenen Periode, daß nicht alle Linien die von der Doppelsternbewegung hervorgerufenen Linienverschiebungen zeigen. So resultierte aus der CaII-Linie  $\lambda = 3934 \text{ \AA}$ , die in einigen Spektren als sehr schwache aber scharfe Linie vorkommt, eine zeitlich konstante Radialgeschwindigkeit von 16 km/s.



Bild 5 Vergrößerter Ausschnitt aus einem der Originalspektren des Sterns  $\delta$  Orionis. Markiert sind die schwache interstellare CaII-Linie und eine Linie des Eisenlichtbogens zum Wellenlängenanschluß. Plattenarchiv des AOP

Hartmann [23] zog nach Prüfung auch anderer Interpretationsmöglichkeiten den richtigen Schluß, daß diese Linie in einer interstellaren Wolke entstanden sein mußte, die sich mit der konstanten Geschwindigkeit von 16 km/s von uns weg bewegt. Damit war zum ersten Mal gezeigt worden, daß der Raum zwischen den Sternen nicht leer ist. Ein ganz ähnliches Ergebnis, d.h. eine zeitlich konstante Geschwindigkeit von +7 km/s der H- und K-Linie des CaII und der Na-D Linien, war allerdings schon 1901 bei den Spektren der Nova Persei von Hartmann beobachtet worden. Die Beobachtungsergebnisse waren aber infolge des Auftretens von Emissions- und Absorptionslinien mit sehr unterschiedlichen Geschwindigkeitscharakteristika weitaus schwerer zu interpretieren als bei den überschaubaren Bewegungen der Doppelsterne.

Den auffallenden Erscheinungen der Novae galt stets ein großes Beobachtungsinteresse. Viele Details dieser Sterne sind durch die Potsdamer spektrographischen Untersuchungen erstmals entdeckt worden, die Interpretation der gemessenen Hüllengeschwindigkeiten von 1000 km/s und mehr machte aber lange Schwierigkeiten, wobei sogar die Gültigkeit des Doppler-Effekts angezweifelt wurde. Bezüglich von Untersuchungen, die sich auf Aufnahmen mit dem Großen Refraktor stützen, nennen wir die Nova Geminorum und die Nova Aquilae. Unter allen Novastudien sind jedoch von herausragender Bedeutung die von W. Grotrian. Nachdem I. Bowen 1927 die sechs stärksten Nebuliumlinien als verbotene Übergänge des Sauerstoffs und Stickstoffs erkannt hatte und damit ein großes Rätsel der Astrophysik gelöst war, gelang es Grotrian [24] ein Jahr später, das so unterschiedliche Verhalten der einzelnen Linien bei den Novae und Nebeln durch die Verbindung atomphysikalischer Aussagen mit den speziellen astrophysikalischen Verhältnissen in den einzelnen Objekten aufzudecken. Weitere Einsichten in die Physik der Novae lieferten auch seine Untersuchungen zur Nova Herculis, die sich auf zahlreiche, mit dem Großen Refraktor erhaltene Spektren stützten [25], [26], [27].

Bedingt durch die nicht zu behebende unbefriedigende Qualität des 80-cm-Objektivs (s. den Beitrag von E.-A. Gußmann in diesem Band) gingen die Arbeiten mit dem Großen Refraktor allmählich vom 80-cm- auf das 50-cm-Objektiv über, für das sich als ergiebige Forschungsaufgabe die photographische Beobachtung visueller Doppelsterne (mit Gelbfilter, Benutzung von Objektivgittern zur Elimination systematischer Fehler bei Sternpaaren mit größerem Helligkeitsunterschied) herauskristallisierte. Ausgangswerte für die Bahnbestimmung waren die exakt vermessenen Örter des Begleiters relativ zum Hauptstern, wobei sowohl weiterentwickelte analytische als auch geometrische Methoden zur Bahnrechnung benutzt wurden. In das Programm waren ca. 120 Doppelsternsysteme eingeschlossen, deren physische Natur durch Bahnrechnungen schon als gesichert angesehen werden konnte oder die zumindest durch einen merklich gekrümmten

beobachteten Bahnbogen zu den physischen Paaren gezählt werden konnten. Wenig spektakulär und Reputation eintragend, sind diese Beobachtungen dennoch wichtig zur Ableitung genauer Sternmassen und dynamischer Parallaxen. Dieser Aufgabe, die auf E. Hertzsprungs Tätigkeit am AOP zurückgeht, widmeten sich über viele Jahrzehnte U. Güntzel-Lingner und andere. Sie bestimmte den Einsatz des Großen Refraktors von 1953 bis zu seiner Stilllegung vollständig. In Verbindung mit neueren Speckle-Beobachtungen von Doppelsternen könnten diese Aufnahmen möglicherweise für manches System eine wichtige Ausdehnung der Zeitbasis liefern.

Spätestens mit der verfügten Beendigung der Doppelsternbeobachtungen und der damit einhergegangenen Außerdienststellung des Großen Refraktors als Träger jeglicher Forschungsaufgabe kann man sich fragen (aber sicher nur spekulativ beantworten), ob diese »Exekution« durch ein aktuelleres Beobachtungsprogramm hätte vermieden werden können. Vielleicht durch Strahlungsflußbeobachtungen in den Linien H und K des Kalziums später Sterne, wie sie zeitgleich von Olin C. Wilson begonnen wurden und inzwischen Grundlage einer hochaktuellen Forschungsthematik sind? Auf die Bedeutung solcher Beobachtungen hatte Schwarzschild schon 1913 hingewiesen, als er die Spektren von Sternen später Spektralklassen untersuchte und die Emissionen in den H- und K-Linien entdeckte. Und besonders anzumerken ist hierbei – diese Spektren waren auch mit dem Großen Refraktor erhalten worden!

## Archiv, Radialgeschwindigkeiten aus alten und neuen Spektrogrammen

Den Folgen des Krieges ist eine nicht überschaubare Zahl von Spektrogrammen und Feldplatten vom Großen Refraktor und den anderen Teleskopen zum Opfer gefallen. Für die Spektrogramme vom Großen Refraktor konnten wir an Hand der Beobachtungsbücher feststellen, daß noch überraschend viele Aufnahmen aufgefunden werden können, brauchbar sind und gut verwertbare Resultate liefern. Als Beispiel für die Verwertbarkeit alter Aufnahmen, die mit dem Spektrographen III/1 (s. Tabelle) und dem 80-cm-Objektiv erhalten wurden, geben wir die Radialgeschwindigkeitswerte für 2 Sterne, deren Katalogangaben keine Variation zeigen:  $\alpha$  Lyrae mit  $-14.1$  km/s und  $\alpha$  Persei mit  $-2.1$  km/s. Als Mittel aus jeweils 3 gemessenen Spektren und 7 Sternlinien erhalten wir

$RV = (-14.7 \pm 1.2)$  km/s für  $\alpha$  Lyrae und

$RV = (-2.4 \pm 1.3)$  km/s für  $\alpha$  Persei.

Die alten Spektrogramme liefern somit Radialgeschwindigkeitswerte, die bei Berücksichtigung von entsprechenden Reduktionsbeziehungen auf Standardwerte auch in neuere Untersuchungen von spektroskopischen Doppelsternen einbezogen werden können, wie es zum Beispiel für die Be-Sterne  $\beta$  Lyrae [28] und  $\phi$  Persei [29] oder den spektro-photometrischen Standardstern  $\gamma$  Geminorum getan wurde [30].

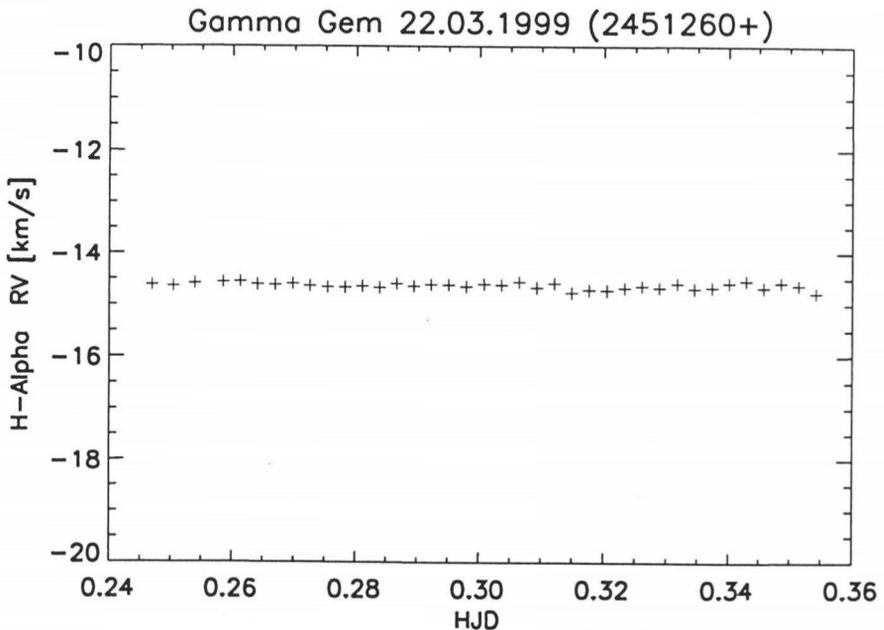


Bild 6 Verlauf der Radialgeschwindigkeit des Sterns  $\gamma$  Geminorum in einer Nacht. Jedes Kreuz repräsentiert ein Spektrum und den Wert der Radialgeschwindigkeit der Spektrallinie  $H\alpha$ .

Um einen Eindruck von der Qualität unserer gegenwärtigen Beobachtungen zur Ableitung von Radialgeschwindigkeiten zu vermitteln, zeigen wir in Bild 6 als Beispiel einige Ergebnisse für den Stern  $\gamma$  Gem. Jedes Kreuz repräsentiert die Radialgeschwindigkeit der Spektrallinie  $H\alpha$ . Die Folge der Kreuze entspricht einer Sequenz von 38 Spektren, die von H. Lehmann und G. Hildebrandt mit dem

Coudé-Spektrographen des 2-m-Spiegels der Landessternwarte Thüringen in einer Nacht erhalten und reduziert wurden, wobei für den Anschluß an die Laborwellenlängen eine Anzahl atmosphärischer Linien benutzt wurde. In unserem Beispiel ergibt sich als Unsicherheit für einen Radialgeschwindigkeitswert rund 20 m/s. Es sei hinzugefügt, daß die zur Zeit mit der besten Technik erreichbare Genauigkeit wenige m/s beträgt und daß diese höchste Präzision für die Suche nach extrasolaren Planeten eingesetzt wird.

In Tab. 1 geben wir eine Zusammenstellung über die Anzahl und die Aufnahmeparameter der Spektrogramme, die mit den verschiedenen Spektrographen am Großen Refraktor erhalten wurden. Der Vollständigkeit wegen schließen wir auch Angaben über den Fundus von Spektrogrammen ein, die über viele Jahre – um 1900 – mit dem »kleinen« Doppelrefraktor und dem mit »D« bezeichneten Spektrographen des AOP erhalten wurden. Das Teleskop, das in erster Linie für die Aufnahmen der »Photographischen Himmelskarte« (»Carte du Ciel«) im Einsatz war, wurde auch intensiv und erfolgreich für spektrographische Beobachtungen genutzt.

Weniger gut überschaubar ist die Zahl der noch existierenden Platten von photographischen Beobachtungen visueller Doppelsterne. Infolge häufiger Verlagerung der Platten, wobei eine Neuordnung nicht vorgenommen wurde, besteht zur Zeit kein Überblick über den erhalten gebliebenen Teil der Aufnahmen, ihren jetzigen Zustand und den Standort. Das betrifft besonders die Beobachtungen vor 1945.

## Nostalgie oder Auftrag?

Der 100 Jahre alte Große Refraktor ist inzwischen eine astronomische Antiquität geworden. Die seit Anfang vorhandene mäßige optische Qualität des großen Objektivs konnte trotz vieler Bemühungen nie entscheidend verbessert werden, so daß das Instrument wenig positiv die Wissenschaftsgeschichte des AOP beeinflusste. In den 80er Jahren ist der Refraktor dann zu einem wissenschaftlichen Denkmal erklärt worden, dessen Bewahrung nicht nur ex officio erfolgen sollte, sondern für das mehr als das pflichterfüllende Engagement der in Verantwortung stehenden Sachkundigen benötigt wird. Wie wertvoll oder sogar unentbehrlich dieser »Gegenstand« als aktuelles astronomisches »Meßwerkzeug«, zu dessen Funktionalität auch die Kuppel gehört, für die Forschung in der heutigen Zeit noch sein kann, sollte allerdings dabei nicht unberücksichtigt bleiben: so wenig wie in der gegenwärtigen Businesswelt der Astronom mit einer Dampflokomotive oder im Passagierschiff zu seinen entfernten Dienstgeschäften fährt, so wenig wird er bei der Existenz von Teleskopen mit Spiegeldurchmessern von mitt-

lerweile 10 m, die an Orten mit exzellenten astronomischen Beobachtungsbedingungen aufgestellt sind, moderne Astrophysik mit dem Refraktor machen wollen.

Tab. 1 Spektrogramme an Refraktoren des AOP

Sp = benutzter Spektrograph, B = Beobachtungsperiode, N = Anzahl der Platten, W = nutzbarer Wellenlängenbereich, D = Dispersion

Sp	B	N	W(Å)	D (Å/mm)	
Doppelrefraktor 80/50//1200 cm					
I	1900 Juni	13	998	H $\beta$ – 3850	H $\beta$ 41.9
	1909 Sept.	23			MgII 30.3
					H $\gamma$ 26.7
					CaII(K) 17.3
III/1	1899 Sept.	29	1018	4600 – 4150	MgII 12.7
	1909 Juli	5			H $\gamma$ 10.4
III/2	1912 Okt.	11	517	H $\beta$ – 4000	H $\beta$ 54.5
	1921 März	17			MgII 35.5
					H $\gamma$ 28.7
?	1909 Dez.	9	2124	H $\beta$ – 3900	H $\beta$ 23.8
	1939 März	11			H $\gamma$ 15.2
					H8 8.5
Doppelrefraktor 32/24//340 cm					
D	1900 Aug.	8	2130	4600 – 4300	MgII 20.2
	1907 Dez.	6			H $\gamma$ 17.0

## Literatur

- [1] Vogel, Hermann C.: Über die Bestimmung der Bewegung von Sternen im Visionsradius durch spektrographische Beobachtung. Sitzungsab. Preuß. Akad. Wissensch. 1888, S. 397
- [2] Scholz, Gerhard: 100 Jahre Astrophysikalisches Observatorium Potsdam – Arbeiten zur Spektroskopie. *Die Sterne* **51** (1975), 207
- [3] Vogel, Hermann C.: Untersuchungen über die Eigenbewegung der Sterne im Visionsradius auf spektrographischem Wege. *Publ. Astrophys. Obs. Potsdam* **7** (1892), I. Teil
- [4] Hill, Graham; Barnes, J.V.; Hutchings, J.B.; Pearce, J.A.: Spectroscopic study of Algol. *Astrophys. J.* **168** (1971), 443
- [5] Scheiner, Julius: Untersuchung über die Spektren der helleren Sterne nach photographischen Aufnahmen. *Publ. Astrophys. Obs. Potsdam* **7** (1895), II. Teil
- [6] Scheiner, Julius: Die Temperatur an der Oberfläche der Fixsterne und der Sonne, verglichen mit derjenigen irdischer Lichtquellen. Sitzungsab. Preuß. Akad. Wissensch. 1894, S. 257
- [7] Pickering, Edward C.: A New Class of Binary stars. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **50** (1890), 296
- [8] Wempe, Johann: Zum 100. Jahrestag der Gründung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam. *Die Sterne* **51** (1975), 193
- [9] Gußmann, Ernst-August: 100 Jahre Astrophysikalisches Observatorium Potsdam – Arbeiten zur Theorie der Sternatmosphären. *Die Sterne* **51** (1975), 219
- [10] Vogel, Hermann C.: Versuch einer Ableitung der Bewegung des Sonnensystems aus den Potsdamer spektrographischen Beobachtungen. *Astron. Nachr.* **132** (1892), 81
- [11] Oleak, Hans: Scheiners Spektrum des Andromedanebels – über die Natur der Spiralnebel. *Die Sterne* **71** (1995), 95
- [12] Vogel, Hermann C.: Ueber den neuen Stern im grossen Andromeda-Nebel. *Astron. Nachr.* **112** (1885), 283
- [13] Vogel, Hermann C.: Ueber den neuen Stern im grossen Andromeda-Nebel. *Astron. Nachr.* **112** (1885), 387
- [14] Wilsing, Johann: Bericht über Versuche zum Nachweis einer elektrodynamischen Sonnenstrahlung von J. Wilsing und J. Scheiner. *Astron. Nachr.* **142** (1896), 17
- [15] Wilsing, Johann: Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde mit Hilfe eines Pendelapparates. *Publ. Astrophys. Obs. Potsdam* **6** (1887), Nr. 22 und Nr. 23
- [16] Archiv der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin, Bestand Astrophysikalisches Observatorium Potsdam, Nr. 19
- [17] Allen, C.W.: *Astrophysical Quantities*. The Athlone Press, University of London, 1963, 108
- [18] Vogel, Hermann C.: Die zwei Doppelrefraktoren des Observatoriums. *Publ. Astrophys. Obs. Potsdam* **15** (1908), 49

- [19] Hartmann, Johann: Objektivuntersuchungen. Zeitschr. f. Instrumentenkunde **24** (1904), S. 1, 33 und 97
- [20] Ludendorff, Hans: Verzeichnis der Bahnelemente spektroskopischer Doppelsterne. Vierteljahrsschrift Astron. Gesellsch. **45** (1910), 113
- [21] Vogel, Hermann C.: Fehlerquellen bei den Untersuchungen über die Bewegung der Sterne im Visionsradius. Astron. Nachr. **146** (1898), 33
- [22] Deslandres, Henry: Variations rapides de la vitesse radiale de l'étoile delta orionis. Comptes Rendus **130** (1900), 379
- [23] Hartmann, Johann: Untersuchungen über das Spektrum und die Bahn von delta Orionis. Sitzungsab. Preuß. Akad. Wissensch. 1904, 527
- [24] Grotrian, Walter: Bemerkungen über das Intensitätsverhältnis der verbotenen O III-Linien in den Spektren der Planetarischen Nebel und der Novae. Zeitschr. f. Physik **60** (1930), 302
- [25] Grotrian, Walter: Zur physikalischen Deutung der Lichtkurve der Nova Herculis 1934. Zeitschr. f. Astrophys. **13** (1937), 215
- [26] Grotrian, Walter: Bemerkungen zur Frage der Energiebilanz bei der Umwandlung der Nova Herculis. Zeitschr. f. Astrophys. **14** (1937), 129
- [27] Grotrian, Walter: Die physikalischen Vorgänge beim Ausbruch der Nova Herculis. Zeitschr. f. techn. Physik **18** (1937), 146
- [28] Harmanec, Petr; Scholz, Gerhard: Orbital elements of beta Lyrae after the first 100 years of investigation. Astron. Astrophys. **279** (1993), 131
- [29] Bozic, H., Harmanec, P., Horn, J., Koubsky, P., Scholz, G., McDavid, D., Hubert, A.-M., Hubert, H: Toward a consistent model of the B0.5IVe + sdO binary  $\phi$  Persei. Astron. Astrophys. **304** (1995), 235
- [30] Scholz, G., Lehmann, H., Harmanec, P., Gerth, E., Hildebrandt, G.: A spectroscopic study of the binary star  $\gamma$  Gem. Astron. Astrophys. **320** (1997), 791

*Anschr. d. Verf.:* Dr. Gerhard Scholz, Astrophysikalisches Institut Potsdam, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam; e-mail: gscholz@aip.de

# Sonnenphysik in Potsdam<sup>1</sup>

*Jürgen Staude, Potsdam*

## Einleitung

Mehrere bedeutende Ereignisse in der Geschichte der Potsdamer Astrophysik folgten in Abständen von genau 25 Jahren aufeinander: 1874 wurde das Astrophysikalische Observatorium Potsdam (AOP) als weltweit erstes astronomisches Institut mit einer modernen physikalischen Orientierung gegründet. 1899 entstand der Große Refraktor als damals größtes Instrument des AOP. 1924 wurde der Einsteinturm als modernste Sonnenforschungsanlage Europas fertiggestellt. Im Jubiläumsjahr 1999 konnte dann am 1. Juli, exakt 125 Jahre nach der AOP-Gründung, der 75jährige Einsteinturm nach einer umfangreichen, zweijährigen Instandsetzung unter Berücksichtigung denkmalhistorischer Gesichtspunkte den Sonnenphysikern wieder zur Nutzung übergeben werden.

## Die ersten Jahrzehnte des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam

Bereits die Gründung des AOP war eindeutig von sonnenphysikalischen Aufgabenstellungen bestimmt. Der Wunsch, in der Nähe Berlins eine »Sonnenwarte« zu schaffen, wurde von mehreren bedeutenden Entdeckungen der Sonnenforschung sowie Entwicklungen in der Physik und Technik in der Mitte des vorigen Jahrhunderts angeregt. So hatte Samuel Heinrich Schwabe in Dessau 1844 über seine Entdeckung des 11jährigen Sonnenflecken-Zyklus berichtet, Gustav Spörer

---

<sup>1</sup> Teile dieses Beitrages sind auch in dem Aufsatz »Sonnenforschung in Potsdam – Streiflichter aus der Geschichte« von J. Staude und A. Hofmann enthalten, der in dieser Reihe in dem Band »300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam« (Hrsg.: W. R. Dick und K. Fritze), Thun und Frankfurt am Main 2000, Seiten 45–58, erschien.

erforschte in Anklam die Gesetzmäßigkeiten der Sonnenflecken-Positionen und -Bewegungen. Etwa zur gleichen Zeit hatten Gustav Kirchhoff und Robert Bunsen in Heidelberg die Spektralanalyse entwickelt und damit ein einzigartiges Werkzeug bereitgestellt, um aus dem Licht der Sterne Aussagen über deren physikalische Zustände und Prozesse abzuleiten. Weitere Möglichkeiten zur Erforschung der Gestirne wie der Sonne ergaben sich aus den Erkenntnissen der Wärmelehre, der Strahlungstheorie und der Verfügbarkeit der photographischen Platte als Datenträger.

Die von Wilhelm Julius Foerster, dem Direktor der Berliner Sternwarte, 1871 verfaßte Denkschrift verwies zur Begründung des Baus eines Sonnenobservatoriums auf diese Möglichkeiten sowie auf die Bedeutung der Sonnenforschung und deren praktische Bedeutung für die Erkundung geophysikalischer Auswirkungen der Sonnenaktivität. Am gleichen Ort – dem Telegrafenberg am Südrand der Stadt – sollten deshalb später auch geophysikalische Institute wie ein meteorologisches und ein erdmagnetisches Observatorium gegründet werden. Die begutachtende Königlich-Preußische Akademie der Wissenschaften erweiterte dann das Vorhaben der Sonnenwarte auf das allgemeinere Konzept eines Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam unter Einbeziehung der Sonnenphysik.

Das Hauptgebäude des AOP wurde 1879 fertiggestellt. Bereits vorher hatte G. Spörer vom Turm des Potsdamer Militärwaisenhauses aus erste Messungen durchgeführt, darunter visuelle Beobachtungen der Feinstruktur von Sonnenflecken, die dann gezeichnet wurden. Diese Bilder enthalten Details wie helle Punkte in der Umbra und feine, längs des Magnetfeldes ausgerichtete Filamente in der Penumbra, die erst Jahrzehnte später mit modernen Aufnahmetechniken wieder entdeckt wurden und für die Physik der Sonnenflecken, speziell die Magnetokonvektion, von großer Bedeutung sind. Später entstand im Südvorbau des Hauptgebäudes die erste Sonnenbeobachtungsstation, die mit einem Heliographen ausgestattet war. Potsdam wurde zur Wiege der Sonnenforschung in Deutschland, auch wenn das verfügbare Instrumentarium zunächst noch bescheiden blieb.

Wichtige sonnenphysikalische Arbeiten der frühen Jahre betrafen u.a. Messungen der Breitenabhängigkeit der Sonnenrotation (G. Spörer, J. Wilsing) und von Fleckenpositionen (»Spörer's Gesetz« ist von grundlegender Bedeutung für das Verständnis des Sonnenaktivitätszyklus), der Solarkonstante (J. Scheiner) und der Intensitätsverteilung im Sonnenspektrum (G. Müller, E. Kron, J. Wilsing), Arbeiten zur Spektralphotometrie und Temperaturbestimmung in der Sonnenatmosphäre (H. C. Vogel) sowie weitere Beobachtungen der Feinstruktur in Sonnenflecken (G. Spörer, O. Lohse). 1896 haben Wilsing und Scheiner den weltweit ersten Versuch unternommen, die thermische solare Radiostrahlung im Mikrowellenbereich nachzuweisen.

Arbeiten zur theoretischen Astrophysik entstanden fast immer in enger Verbindung von eigenen Beobachtungen mit deren Interpretation. Eine hervorragende Rolle fällt dabei Karl Schwarzschild zu, der 1909 als einer der bedeutendsten Astrophysiker dieses Jahrhunderts zum Direktor des AOP berufen wurde. Seine Amtszeit bis zu seinem frühen Tode im Jahre 1916 war sicher die glanzvollste Periode in der Geschichte des AOP. In dieser Zeit wurden, an vorangehende Arbeiten in Göttingen anknüpfend, unter Federführung Schwarzschilds u.a. die Grundlagen der Theorie des Strahlungstransports und der Physik der Sonnen- und Sternatmosphären gelegt. Eine Arbeit »Über Umkehrungen der Kalziumlinien H und K in Sternspektren«, die 1913 zusammen mit G. Eberhard entstand, ist von so weitreichender Bedeutung, daß sie hier besonders erwähnt werden soll: In Sternspektren, die z.T. auch am Großen Refraktor aufgenommen worden waren, wurden Emissionsstrukturen in den Ca-Linien H und K gefunden und daraus folgernd erstmalig auf stellare Aktivitätsphänomene, analog zu den Fackelgebieten in solaren aktiven Gebieten, hingewiesen. Es wurde sogar die Frage gestellt, ob die Emissionen ein periodisches Verhalten ähnlich dem 11jährigen Sonnenaktivitätszyklus zeigen; eine positive Antwort darauf konnte erst 65 Jahre später von O. C. Wilson gegeben werden.

## Erste Arbeiten zur Relativitätstheorie

Untersuchungen zur Relativitätstheorie stellten seit den ersten Jahren des AOP eine bedeutende Forschungsrichtung dar. 1881 führte Albert Abraham Michelson im Keller unter der Ost-Kuppel des AOP-Hauptgebäudes erstmals seinen berühmten Interferometerversuch zum Nachweis der Erdbewegung gegenüber einem hypothetischen »Lichtäther« durch. Das »negative« Ergebnis dieser Messung wurde bei späteren Versuchen bestätigt, die Michelson zusammen mit Edward Williams Morley in den USA mit ständig erhöhter Präzision durchführte. Für Albert Einstein war dieses Ergebnis der Anlaß zur Ausarbeitung der speziellen Relativitätstheorie.

Karl Schwarzschild gelang es kurz vor seinem Tode im Jahr 1916, d.h. nur wenige Wochen nach Einsteins Veröffentlichung der allgemeinen Relativitätstheorie (ART) in ihrer Endfassung, für den kugelsymmetrischen Fall die erste exakte Lösung der Gleichungen dieser Theorie abzuleiten. Für viele Gebiete der modernen Physik, z.B. für die Theorie der »schwarzen Löcher« und die Kosmologie, ist die Schwarzschild-Lösung von grundlegender Bedeutung.

Fast gleichzeitig begann Schwarzschild mit experimentellen Arbeiten zur Überprüfung der astronomischen Vorhersagen der ART. So versuchte er auch als erster, die relativistische Rotverschiebung solarer Spektrallinien (der Cyan-Ban-

den) mit einer kleinen Anlage zu messen, die aus einem Heliostaten und einem Spektrometer auf dem Dach des alten »Beamten-Wohnhauses« des AOP bestand. Das Scheitern des Versuches, die winzige, von Einstein vorhergesagte Verschiebung der Linien im Schwerfeld der Sonne zu erfassen, machte deutlich, daß ein derart schwieriges Vorhaben nur mit einer viel aufwendigeren Technik erreicht werden kann – ein Teleskop langer Brennweite und ein Spektrograph hoher Auflösung sind dafür unabdingbar. Natürlich war es unmöglich, die Realisierung dieses Vorhabens mitten im Weltkrieg zu erreichen. Schwarzschilds früher Tod unterbrach dann die Bemühungen bis zum Kriegsende.

## Die Entstehung des Einsteinturms

Ein junger Astronom, Erwin Finlay Freundlich, hatte sich inzwischen mit Einsteins Unterstützung begeistert der Aufgabe experimenteller Tests der Relativitätstheorie zugewandt. Bereits 1914 wollte er einen anderen Effekt – die Lichtablenkung im Schwerfeld der Sonne – während einer totalen Sonnenfinsternis auf der Krim messen. Der Kriegsausbruch machte auch dieses Vorhaben zunichte: Freundlich und die übrigen Expeditionsteilnehmer wurden interniert, die Instrumente eingezogen. Erst 1919 gelang es dann einer britischen Expedition unter Leitung von Arthur Stanley Eddington, den Ablenkungseffekt nachzuweisen und damit erstmalig eine Aussage der allgemeinen Relativitätstheorie zu bestätigen.

Das Ereignis erregte weltweit Aufsehen und begründete Einsteins Ruhm in einer breiten Öffentlichkeit bis weit über die Fachgrenzen hinaus, beförderte aber auch in Deutschland die Bemühungen um eine Beteiligung an den experimentellen Arbeiten zur Relativitätstheorie. Freundlich griff Schwarzschilds Idee eines großen Sonnentelekskops zum Nachweis der Rotverschiebung wieder auf. Seiner Initiative und Einsteins Unterstützung ist es zu verdanken, daß die finanzielle Basis für das große Projekt trotz der ökonomisch schwierigen Situation in der Nachkriegszeit und beginnenden Inflation gesichert werden konnte, und zwar je zur Hälfte aus Mitteln des preußischen Staates und einer Albert-Einstein-Stiftung der deutschen Industrie. Beim Zustandekommen der Einstein-Stiftung und der fachlichen Beratung des entstehenden »Einstein-Instituts« hat der spätere Nobelpreisträger Carl Bosch eine herausragende Rolle gespielt.

Das Kuratorium der Stiftung beriet über die Planung der Finanzmittel und der Forschungsaufgaben; ihm gehörten u.a. Einstein als Vorsitzender, Freundlich als Leiter des Einstein-Instituts und der Direktor des AOP an. Der engen und verständnisvollen Zusammenarbeit Freundlichs mit dem Architekten Erich Mendelsohn verdanken wir ein Bauwerk und Instrumentarium, in dem in genialer Weise eine Verschmelzung von absoluter Zweckmäßigkeit und leidenschaftlich ge-

stalteter Form gelungen ist. Mendelsohn hat mit dem Einsteinturm – dabei weit über dessen Aufgabe als Labor-Zweckbau hinausgehend – ein Monument der modernen Wissenschaft geschaffen. 1920 wurde der Rohbau fertiggestellt, und Ende 1924 konnte nach Abschluß der instrumentellen Ausrüstung die Forschungsanlage den Sonnenphysikern zur Nutzung übergeben werden. In den 20er Jahren war der Einsteinturm das erste Turmteleskop in Europa; Teleskop und Spektrograph gehörten lange zu den größten derartigen Instrumenten auf der Welt.

Für die Anordnung der beiden Coelostatenspiegel im Kuppelraum wurde von den Zeiss-Werken in Zusammenarbeit mit E. Freundlich ein völlig neues System entwickelt: Die gesamte Anlage kann um die vertikale Achse gedreht werden; dadurch sind in einer sehr kompakten Bauweise Azimutdrehungen bis zu  $\pm 90^\circ$  möglich. Man kann damit eine gegenseitige Beschattung der Spiegel umgehen, die sonst zu bestimmten Zeiten unvermeidlich wäre. Die früheren und manchmal auch heute noch verwendeten Systeme erreichen dies durch eine geradlinige seitliche Verschiebung des Hauptspiegels, die aber viel Platz erfordert und den verfügbaren Drehbereich stärker einschränkt. Die mit einer Azimutdrehung verbundene Drehung des Sonnenbildes liefert einen zusätzlichen Freiheitsgrad, der für verschiedene Aufgaben der Sonnenforschung sehr nützlich ist. Die Geometrie des Spiegelsystems und die damit verbundenen Lichtwege wurden im Detail in einer Arbeit von v. d. Pahlen (1926) beschrieben; der Autor dankt darin übrigens einem stud. astr. Delbrück für die unterstützenden Rechnungen – der junge Mann war niemand anders als Max Delbrück, der spätere Nobelpreisträger und Begründer der Molekularbiologie.

Selbst heute noch ist der Einsteinturm das größte Sonnenteleskop in Europa, wenn wir die auch von den Potsdamer Sonnenphysikern genutzten großen modernen Sonnenteleskope auf den Kanarischen Inseln nicht mitzählen. Während das Grundprinzip von vertikalem Teleskop mit Coelostatenspiegeln, Linsenobjektiv, 45-Grad-Spiegel und horizontalem Spektrographen über die Jahrzehnte unverändert blieb, sind die einzelnen Bauelemente der Instrumentierung wie die Spiegel, die Spektrographeneinrichtungen, die Polarimeter und die Empfänger immer wieder dem modernsten Stand der Technik angepaßt worden. 1997–1999 fand die bereits erwähnte umfassende Instandsetzung und Sanierung des Gebäudes statt, die durch die großzügige Förderung und qualifizierte fachliche Begleitung durch die Wüstenrot Stiftung ermöglicht wurde.

## Sonnenforschung nach 1924

In den ersten Jahren der Arbeiten am Einsteinturm wurden die Befürchtungen von Einstein und Freundlich bestätigt: Die Messung der winzigen Gravitationsrotver-

schiebung wird stark von anderen Effekten überlagert, die ihren Ursprung in dem turbulenten Verhalten der äußeren Sonnenschichten, der Konvektionszone, haben. Die Messungen am Einsteinturm zeigten schließlich, daß in der Nähe des Randes der Sonnenscheibe die von Einstein vorhergesagte Rotverschiebung wirklich nachweisbar ist, während in der Scheibenmitte eher der entgegengesetzte Effekt einer Violettverschiebung der Spektrallinien dominiert. Die Erklärung dieses »Limb-Effekts« wurde in den dynamischen Prozessen der Massebewegungen gefunden: In der Mitte der Sonnenscheibe führen aufsteigende heiße Gasmassen durch den Doppler-Effekt zu der beobachteten Violettverschiebung, die stärker als der Einstein-Effekt ist; am Sonnenrand blickt man aber senkrecht auf diese Bewegungen, der Doppler-Effekt tritt dann nicht in Erscheinung und die schwächere relativistische Rotverschiebung kann ungestört gemessen werden. Diese Zusammenhänge wurden bereits in den ersten Jahren am Einsteinturm vermutet, ein endgültiger Beweis gelang aber erst drei Jahrzehnte später durch Arbeiten von Egon Horst Schröter. Dazu war es erforderlich, daß sich das Interesse der Mitarbeiter am Einsteinturm solchen Problemen der Sonnenphysik wie der Konvektion und Granulation zuwandte, und dies entsprach durchaus Einsteins und Freundlichs Vorstellungen:

Das Kuratorium hatte bereits bei der Planung der Sonnenforschungsanlage im Einsteinturm darauf orientiert, neben der zunächst primären Aufgabenstellung des Nachweises der relativistischen Rotverschiebung Arbeiten auf breiterer wissenschaftlicher Basis zu ermöglichen. Freundlich (1927) unterstrich z.B. die Notwendigkeit, im Anschluß an die durch die Quantentheorie gewonnenen physikalischen Erkenntnisse eine umfassende Erforschung kosmischer und speziell solarer Spektren zu beginnen. Diese Weitsicht zahlte sich aus: Das Labor ist so großzügig gestaltet worden, daß neue Errungenschaften der Meßtechnik und Datenaufzeichnung jederzeit leicht installiert und neue physikalische Fragestellungen rasch aufgegriffen werden können. Dazu braucht nicht das Grundprinzip des Turmteleskops mit horizontalem Spektrographen geändert zu werden.

In den 75 Jahren seit der Inbetriebnahme des Einsteinturms hat die kleine, hier tätige Gruppe der Sonnenphysiker immer wieder wichtige Beiträge zur Sonnenforschung und zur Astrophysik allgemein geliefert. Ab 1927 erschienen z.B. mehrere Arbeiten, in denen Harald v. Klüber die Theorie des Linienabsorptionskoeffizienten so weit aufbereitete, daß sie unmittelbar auf die Interpretation beobachteter Linienprofile angewendet werden kann. Albrecht Unsöld entwickelte während längerer Gastaufenthalte entscheidende Komponenten einer quantitativen Spektralanalyse und damit die Methoden zur Ableitung einer Modellatmosphäre und der chemischen Zusammensetzung. Emanuel von der Pahlen, Walter Grotrian und Paul ten Bruggencate veröffentlichten ab 1933 ihre Untersuchungen zur Granulation. Diese Ergebnisse waren zur Trennung der verschiedenen Mecha-

nismen von Linienverschiebungen erforderlich, die auch die Rotverschiebung überlagern. Darüber hinaus bildeten sie aber auch den Anfang einer gründlichen Erforschung der Konvektion als eines der wichtigsten astrophysikalischen Mechanismen für den Energie- und Impulstransport. Gegen Ende der 30er Jahre wurden dann von ten Bruggencate und J. Houtgast die Arbeiten zur Analyse des Linienabsorptionskoeffizienten und der ihm zugrunde liegenden Verbreiterungsmechanismen fortgesetzt.

Die spektroskopischen Untersuchungen verschiedener thermodynamischer Strukturen auf der Sonne wurden dann auch auf Sonnenflecken angewandt: Diese Gebilde sind von besonderem Interesse für die Astrophysiker, da sie die stärksten Konzentrationen von magnetischem Fluß auf der Sonne, die Kerne aktiver Gebiete und einen durch magnetische Kräfte erzwungenen »zweiten Gleichgewichtszustand im Sonnenmantel« darstellen. Bei keiner anderen Struktur im Kosmos lassen sich die Wechselwirkungen zwischen turbulenter Konvektion und Magnetfeldern sowie Schwingungs- und Wellenprozesse unter dem Einfluß von Kompressibilität, Auftrieb, Strahlung und Magnetkräften so ideal im Detail erforschen.

Ab 1939 erschienen mehrere Publikationen von ten Bruggencate und von Klüber, in denen über Ergebnisse der Spektralanalyse berichtet wurde: Die relativ zur umgebenden »ruhigen« Sonnenatmosphäre abgeleiteten mittleren Werte von Temperatur und Druck im Fleck erwiesen sich aus heutiger Sicht als viel näher bei den realen Werten liegend als diejenigen anderer Autoren. Im Vergleich zu den vorangehenden amerikanischen Arbeiten über Sonnenflecken wurden hier exakte Messungen der Äquivalentbreiten von Fe- und Ti-Linien anstelle von Schätzungen sowie Spektren großer Flecken verwendet, die weniger von verfälschendem Streulicht gestört sind.

Die Frage nach der thermodynamischen Struktur der Flecken hat dann in den folgenden Jahrzehnten immer wieder das Interesse der Potsdamer Sonnenphysiker geweckt. So hat Wolfgang Mattig 1958 ein »dichtes« Modell der Atmosphärenschichtung eines Flecks im hydrostatischen Gleichgewicht präsentiert, das damals als extreme Alternative zu einem populären »dünnen« Modell von Michard angesehen wurde. Nach heutigem Wissen liegt das dichte Potsdamer Modell aber viel näher bei der Wirklichkeit. Mattig schlug auch verschiedene neue Beobachtungstechniken vor, die bis heute wirksam eingesetzt werden, z.B. eine unabhängige Analyse der Schichtung in einem Fleck durch geometrische Linien-Beobachtungen nahe am Sonnenrand und eine Bestimmung sowie Beseitigung von störendem Fremdlicht durch Messung des Intensitätsverlaufes am Mondrand während einer partiellen Sonnenfinsternis. Seit 1978 hat auch der Autor dieser Zeilen mehrfach Modelle für die thermodynamische Struktur der Fleckenatmosphäre in einem großen Höhenbereich von der Subphotosphäre bis zur Korona sowie Modelle für die Ausbreitung magneto-atmosphärischer Wellen vorgeschla-

gen. Die Modelle knüpfen an die früheren Potsdamer Arbeiten an, ermöglichen aber durch die Verwendung neuer, z.B. extraterrestrischer Daten und von Fortschritten in der Theorie (Strahlungstransport ohne Beschränkung auf lokales thermodynamisches Gleichgewicht, Magneto hydrodynamik) noch realistischere Beschreibungen der komplizierten physikalischen Verhältnisse in einem Sonnenfleck.

Auch die Arbeiten zur Messung der Lichtablenkung im Schwerfeld der Sonne wurden wieder aufgenommen. Während mehrere Sonnenfinsternis-Expeditionen am schlechten Wetter scheiterten, war 1929 eine Expedition nach Sumatra erfolgreich; die Daten wurden in den Folgejahren ausgewertet und provozierten lebhaft Diskussionen über die Auswertemethodik Freundlichs (er erzielte einen größeren Wert, als er von Einstein vorhergesagt wurde) und die relativistische Lichtablenkung. Walter Grotrian beteiligte sich an der Expedition mit einem eigenen spektroskopischen Meßprogramm: 3 Spektrographen auf einer Polachse als Träger ermöglichten die Erfassung des damals kaum verstandenen Koronaspektrums im Wellenlängenbereich von 320 bis 700 nm. Grotrians Auswertung und Interpretation dieser und anderer Daten hat dann den entscheidenden Durchbruch beim Verständnis der Natur der Korona ermöglicht.

Walter Grotrian hatte sich in Göttingen durch gemeinsame Arbeiten mit James Franck über die Spektren komplizierter Atome und Moleküle bereits den Ruf eines der führenden Spektroskopiker seiner Zeit erworben, bevor er 1922 nach Potsdam berufen wurde. Die 1928 erstmalig erschienene Monographie »Graphische Darstellung der Spektren von Atomen und Ionen mit 1, 2 und 3 Valenzelektronen« wurde zu einem Standardwerk; neuere Auflagen tragen jetzt den Titel »Grotrian Diagrams« und berücksichtigen die Tatsache, daß die von Grotrian eingeführte Darstellung von Termschemata für die Energieniveaus von Atomen inzwischen zum Standard wurde und Grotrians Namen trägt.

Die Aufklärung der wahren Natur der Sonnenkorona und damit die Begründung der modernen Koronaphysik durch Walter Grotrian ist von so herausragender Bedeutung, daß sie etwas genauer betrachtet werden soll. Hier liegt auch ein Beispiel dafür vor, daß sich Erkenntnisse aus stellaren Beobachtungen am Großen Refraktor direkt auf die Sonnenforschung ausgewirkt haben. Seit 1928 hat Grotrian in einer Reihe von Arbeiten Spektren von Gasnebeln und Novae untersucht und sich damit zunehmend astrophysikalischen Problemen zugewandt. Insbesondere die Untersuchung der sogenannten »Nebuliumlinien«, die 1927 von Bowen als Linien verbotener Übergänge von N und O identifiziert worden waren, ermöglichten Grotrian eine Aufklärung der extremen physikalischen Zustände in Novae und Nebeln. Ende der 30er Jahre gelang ihm dann die Identifizierung der ersten beiden der bis dahin rätselhaften Spektrallinien der Sonnenkorona als verbotene Linien des 9- und 10fach ionisierten Eisens. Diese und weitere Arbeiten

zum Korona-Spektrum führten ihn zur Entdeckung der wahren physikalischen Natur der Korona: An der Existenz von Temperaturen mit dem damals unvorstellbar hohen Wert von über einer Million Grad in der äußeren Sonnenhülle bestand nun kein Zweifel mehr.

Später wurde die Erforschung der Sonnenkorona auch durch die Messung der von dort emittierten Radiostrahlung fortgesetzt: Am 30. Juni 1954 nahm das Observatorium für solare Radioastronomie in Trensdorf bei Potsdam seine Forschungsarbeit auf und knüpfte damit an erfolgreiche Traditionen der Potsdamer Koronaforschung mit neuen Meßmethoden an. Schwerpunkt der Forschungen in dem von Herbert Daene, Annelies Böhme, Henry Auraß und derzeit von Gottfried Mann geleiteten zweiten Potsdamer Sonnenobservatorium sind die im Radiospektrum sichtbaren Effekte von Sonneneruptionen wie Teilchenbeschleunigung und Stoßwellen.

## Messungen der Magnetfelder von Sonnenflecken

Zu Beginn der 40er Jahre war der Einsteinurm das erste europäische Observatorium (und nach Mt. Wilson das zweite auf der Welt), in dem Magnetfelder im Kosmos, und zwar in Sonnenflecken, gemessen wurden. Solche Arbeiten stehen bis heute im Mittelpunkt des Interesses der Potsdamer Sonnenphysiker.

Das Magnetfeld ist der Schlüsselparameter für das Verständnis aller Phänomene der Sonnenaktivität. Die Wechselwirkung von Magnetfeldern mit dem turbulenten, elektrisch leitenden Gas (Plasma) der äußeren Sonnenschichten führt zu solchen Erscheinungen wie Sonnenflecken, Protuberanzen und Eruptionen. Die dabei entstehende verstärkte Emission der Ultraviolett- und Röntgen-Strahlung sowie von hochenergetischen Teilchen kann zu drastischen Veränderungen in der äußeren Atmosphäre unserer Erde, zu Polarlichtern, aber auch zu praktischen Auswirkungen wie Störungen von Kommunikationssystemen, Erdöl- und Hochspannungsleitungen und zur Gefährdung von Raumfahrtmissionen führen. Eine Vorhersage solcher Störungen setzt ein besseres Verständnis der physikalischen Mechanismen der Sonnenaktivität voraus. Dazu sind umfangreiche theoretische Modellrechnungen und exaktere Messungen der zugrunde liegenden Magnetfeldstrukturen auf der Sonne erforderlich. Untersuchungen der Aktivität auf anderen Sternen können dann die gewonnenen Resultate der Sonnenforschung testen und erweitern. Mit Hilfe von Modellrechnungen unter Verwendung von theoretischen Erkenntnissen der Magnetohydrodynamik und Turbulenztheorie gelang es Fritz Krause, Karl-Heinz Rädler und später Günther Rüdiger, die Grundzüge des 11jährigen Aktivitätszyklus durch die Dynamotheorie zu erklären.

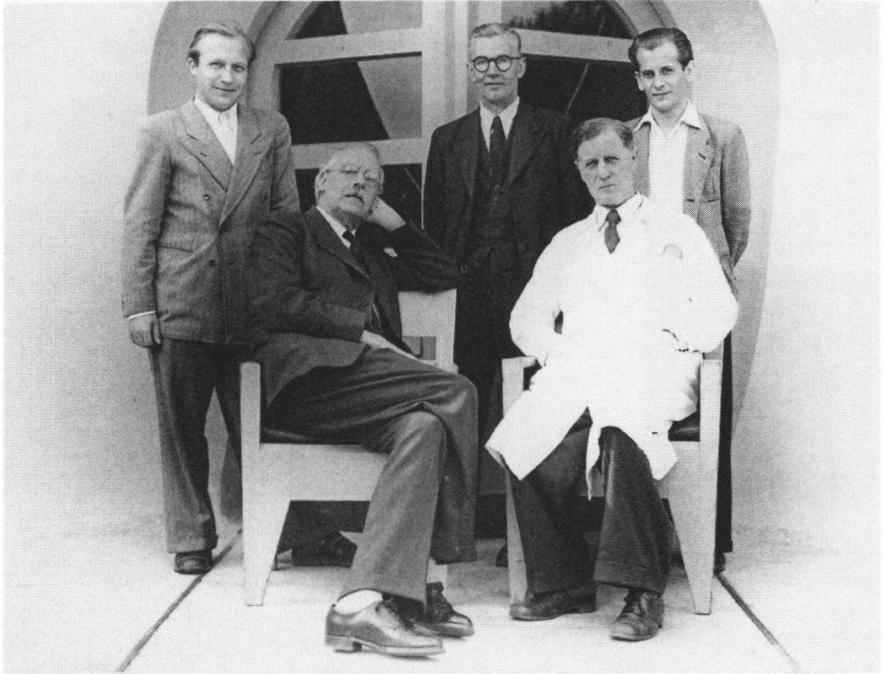


Bild 1 Vor dem Eingang des Einsteinturms im Jahr 1953. Sitzend: E. Freundlich (links) und W. Grotrian; stehend von links: W. Mattig, E. Strohbusch, E. H. Schröter. Aufnahme: Horst Strohbusch

1940 begann Harald von Klüber am Einsteinturm seine Experimente zur Messung von Magnetfeldern auf der Sonne. Dabei wird der nach P. Zeeman benannte Effekt genutzt: Spektrallinien erfahren eine Aufspaltung und unterschiedliche Polarisation ihrer Linienkomponenten, wenn sich am Entstehungsort des Lichtes ein Magnetfeld befindet. Nach der Erprobung verschiedener spektral-polarimetrischer Einrichtungen wurde eine effektiv arbeitende Apparatur mit einem Analysator für die Zirkularpolarisation und photographischer Aufzeichnung dieser »Zeeman-Spektren« entwickelt, mit der seit 1942 regelmäßig die Magnetfelder von Sonnenflecken gemessen wurden. Das Gelingen dieses schwierigen Vorhabens war besonders beachtenswert, da in dieser Zeit kriegsbedingt nahezu kein fachlicher Austausch mit ausländischen Fachkollegen, insbesondere mit der von George E. Hale am Mt. Wilson begründeten Gruppe, möglich war.

Die photographische Meßmethode wurde in den 50er Jahren von Walter Grotrian und seinen Mitarbeitern Horst Künzel, Wolfgang Mattig und Egon Horst Schröter, später auch von Friedrich Wilhelm Jäger immer weiter verbessert und in zahlreichen Beobachtungsprogrammen eingesetzt. In diesen Arbeiten wurden nicht nur wie in den ursprünglichen Routine-Überwachungsprogrammen von Mt. Wilson und Potsdam die magnetischen Maximalfeldstärken der Flecken bestimmt. Von den vielen interessanten Ergebnissen können hier nur ein paar Beispiele erwähnt werden: Schröter und Mattig maßen erstmalig die zweidimensionale Magnetfeldverteilung über einem Fleck und konnten daraus wichtige Schlußfolgerungen zur inneren Struktur des Magnetfeldes in Sonnenflecken ableiten. H. Künzel bestimmte die zeitliche Variation der Feldstärke vieler Flecken in einem gemeinsamen Programm mit Kollegen des Observatoriums Pulkovo. Er führte auch eine Erweiterung der magnetischen Klassifikation von Fleckengruppen ein, die sich bei der Erforschung eruptiver Prozesse als sehr hilfreich erwies: Flecken mit einer solchen Delta-Konfiguration haben zwei Umbren entgegengesetzter Polarität (Magnetfeldrichtung) in einer Penumbra und neigen zu starken Sonneneruptionen (Flares).

Seit 1970 erfolgte dann in enger Zusammenarbeit mit Kollegen des sibirischen Sayan-Observatoriums (Institut »SibIZMIR« in Irkutsk) der Übergang zu lichtelektrischen Messungen, die auch die Erfassung schwächerer Felder in der Umgebung von Flecken ermöglichten. An diesen Arbeiten beteiligte sich das Team der Mitarbeiter des Einsteinturmes mit verteilten Rollen: Klaus Pflug und Gerhard Bachmann waren für die experimentell-technischen Probleme zuständig. Friedrich Wilhelm Jäger bearbeitete das komplizierte Problem der störenden, instrumentell erzeugten Polarisierung, ohne deren genaue Kenntnis und Eliminierung keine Messungen des vollen Magnetfeldvektors möglich sind, und Jürgen Stauder führte die Modellrechnungen für die Linienentstehung im Magnetfeld durch, um die Polarisationsmessungen »theoretisch zu eichen«, d.h. sie unter realistischen physikalischen Annahmen in Magnetfeldparameter umzurechnen.

Die Methoden zur Messung des Magnetfeldes und der Interpretation dieser Messungen wurden immer weiter vervollkommen. Ab Ende der 70er Jahre beteiligten sich daran auch jüngere Kollegen, so Norbert Seehafer mit Programmen zur theoretischen Extrapolation der im Niveau der Photosphäre gemessenen Felder in größere Höhen der Sonnenatmosphäre bis zur Korona und Axel Hofmann mit Programmen zur besseren Eliminierung der störenden instrumentellen Polarisierung und zur Bestimmung auch anderer physikalischer Größen wie elektrischer Stromsysteme und Lorentzkräfte. Für unsere Radioastronomen waren diese Ergebnisse wiederum die Grundlage für die Berechnung von Radioemissionsmodellen (Albrecht Krüger, Joachim Hildebrandt, Bernhard Kliem) und deren Vergleich mit Beobachtungen. Die Potsdamer Apparatur zur Spektral-

polarimetrie wurde um 1980 zu einem Doppel-Spektrographen und -Magnetographen erweitert und ermöglicht seitdem simultane Magnetfeldmessungen in zwei beliebig ausgewählten Spektrallinien, z.B. zwei Linien aus unterschiedlichen Höhen in der Sonnenatmosphäre. Seit Jahren ist der Einsteinturm weltweit eines der wenigen Observatorien, an denen der volle Magnetfeldvektor gemessen wird. Gemeinsame Beobachtungsprogramme mit den anderen Observatorien werden helfen, die Methodik der Magnetfeldmessungen weiter zu verbessern.



Bild 2 Während der Gründungsveranstaltung des AIP im Gespräch (von links): W. Mattig, F. W. Jäger und L. Oetken. Aufnahme: Horst Strobusch, 1993

## Helioseismologie: Globale Sonnenschwingungen und Flecken-Oszillationen

Beobachtungen von Schwingungen in den verschiedenen Höhenschichten der Sonnenatmosphäre sind jetzt mit hoher Bildauflösung, Empfindlichkeit und Präzision möglich. Die traditionelle Diagnostik mittels Spektralphotometrie und -polarimetrie wird dadurch vervollständigt: Die Anregung und Ausbreitung von gravo-akustischen und von magneto-akustisch-gravitativen Wellen wird ent-

scheidend von der Struktur der beteiligten Schichten der Sonnenatmosphäre und Konvektionszone bestimmt. Die Wellen stellen damit ein einzigartiges Werkzeug dar, um Sternatmosphären und das sonst unsichtbare Innere durch Beobachtung der Oberflächenschwingungen im Rahmen der Helioseismologie zu sondieren. Solche Wellen sind auch aussichtsreiche Kandidaten zur Erklärung des Energie-transportes und der Heizung der äußeren Schichten der Sonne und anderer Sterne.

Arbeiten zur Beobachtung und Modellierung globaler Sonnenoszillationen und der lokalen Schwingungen in magnetfeldbedingten Aktivitätsgebieten, besonders in Sonnenflecken, haben deshalb in den letzten Jahren immer mehr Interesse auf sich gezogen, und ein ständig wachsender Anteil an unserer Forschungskapazität wurde diesem hochaktuellen Gebiet gewidmet. Besondere Aufmerksamkeit erregten unsere Messungen von Magnetfeldoszillationen in Sonnenflecken: Ihre Existenz wurde inzwischen von mehreren anderen unabhängigen Gruppen bestätigt, ihre Interpretation ist aber weiterhin stark umstritten. Wir beteiligen uns mit eigenen Modellrechnungen aktiv an dieser Diskussion und führen im Rahmen des »European Solar Magnetometry Network« koordinierte Messungen an mehreren bodengebundenen Observatorien und Satelliten durch, um dieses Phänomen besser zu verstehen.

## Einsteinturm und Teneriffa, Radio- und Satellitenmessungen

Mit den deutschen Sonnentürmen auf Teneriffa, die vom AIP gemeinsam mit anderen Instituten wie dem Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik in Freiburg und der Universitäts-Sternwarte Göttingen betrieben werden, stehen uns heute auch moderne Teleskope an einem klimatisch hervorragenden Standort zur Verfügung. Die Sonnenphysiker vom Einsteinturm versuchen, die Potsdamer Erfahrungen auf diese Einrichtungen zu übertragen. Die Möglichkeiten der Beobachtungen auf Teneriffa mindern die Bedeutung des Einsteinturms aber keineswegs. In vieler Hinsicht sind die beiden Observatorien als komplementär zu betrachten. Auf Teneriffa müssen die den einzelnen Forscher-Gruppen zugewiesenen Meßzeiten Monate vorher beantragt und geplant sowie auf kürzere Zeiträume (typisch sind 1–2 Wochen) beschränkt werden. Mit dem Einsteinturm ist die Potsdamer Sonnenphysikgruppe in der glücklichen Lage, ein »Hausinstrument« zu besitzen, dessen Verfügbarkeit nur durch die Wetterbedingungen eingeschränkt wird. Damit können künftig auch folgende Aufgaben bearbeitet werden:

- (1) Beteiligung an internationalen Programmen, etwa Meßkampagnen im Zusammenhang mit extraterrestrischen Projekten wie SOHO, TRACE und HESSI;

- (2) unterstützende Messungen, die simultan zu eigenen Beobachtungsprogrammen auf Teneriffa durchgeführt werden – dabei können in Potsdam größere Areale auf der Sonne und längere Zeitabschnitte erfaßt werden, als dies auf Teneriffa möglich ist;
- (3) Entwicklung und Test von Zusatz-Instrumenten (Polarimeter, IR-Empfänger) für den späteren Einsatz auf Teneriffa und an künftigen Großteleskopen wie GREGOR;
- (4) Ausbildung von Studenten für die spätere Forschung an den Großinstrumenten.



Bild 3 Der restaurierte Einsteinturm. Aufnahme: Jürgen Rendtel, 2000

Der Schwerpunkt dieses historischen Beitrages lag auf dem Gebiet der optischen Sonnenphysik, die insbesondere die Photosphäre und Chromosphäre der Sonne erforscht. Die Potsdamer Sonnenphysiker sind jedoch in der glücklichen Lage, mit dem Radio-Observatorium und der aktiven Beteiligung an Satellitenmessungen auch höhere Etagen der Sonnenatmosphäre wie die Übergangsregion und die Korona mit erfassen zu können und durch Einbeziehung starker theoretischer Gruppen am AIP auf den Gebieten der Magnetohydrodynamik und Turbulenzphysik, der Plasmaphysik und der Emissionsmodelle beim Verständnis der beobachteten komplexen Phänomene der Sonnenaktivität weiter voranschreiten zu können. Die erarbeiteten Forschungsmethoden und Erkenntnisse können dann auch auf andere Sterne angewandt werden, bei denen zwar keine vergleichbare Bildauflösung erreicht werden kann, andererseits aber ein viel breiterer Parameterbereich zum Test unserer Modelle zur Verfügung steht. Damit ergeben sich besonders gute Möglichkeiten, die ebenfalls in Potsdam forschenden Sternphysiker mit in die Kooperation einzubeziehen und das aussichtsreiche Arbeitsgebiet »Solar-stellar connection« noch intensiver zu bearbeiten.

## Literatur

*Bis auf wenige Ausnahmen wird hier wissenschaftshistorisch orientierte Sekundärliteratur aufgelistet, in der dann Zitate von Originalarbeiten zu finden sind.*

- Astrophys. Inst. Potsdam (Herausg.): 1995, »Der Einsteinurm in Potsdam«, ARS NICOLAI, Berlin.
- Auraß, H., Mann, G.: 1995, »Solare Radioastronomie in Potsdam 1995. 100 Jahre nach ersten Versuchen auf dem Telegrafenberg«, Die Sterne 71, 213.
- Eberhard, G., Schwarzschild, K.: 1913, »On the reversal of the Calcium lines H and K in stellar spectra«, Astrophys. J. 38, 292.
- Frendlich, E.: 1927, »Das Turmteleskop der Einstein-Stiftung«, Verlag J. Springer, Berlin.
- Gußmann, E. A.: 1975, »100 Jahre Astrophysikalisches Observatorium Potsdam – Arbeiten zur Theorie der Sternatmosphären«, Die Sterne 51, 219.
- Hassenstein, W.: 1941, »Das Astrophysikalische Observatorium Potsdam in den Jahren 1875–1939«, Mitteilungen des Astrophys. Obs. Potsdam Nr. 1.
- Hentschel, K.: 1992, »Der Einstein-Turm. Erwin F. Freundlich und die Relativitätstheorie«, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin-New York.
- Jäger, F. W.: 1986, »Der Einsteinurm in Potsdam und die Relativitätstheorie«, Die Sterne 62, 14.
- Künzel, H.: 1986, »Beobachtungen solarer Magnetfelder am Sonnenobservatorium Einsteinurm«, Die Sterne 62, 208.

- Mattig, W.: 1993, »50 Jahre Kiepenheuer-Institut für Sonnenphysik«, *Sterne und Weltraum* 32, Heft 12, 854.
- Mattig, W.: 1995, »Von der Rotverschiebung zum solaren Magnetfeld«, *Die Sterne* 71, 127.
- Staude, J.: 1986, »Spektroskopische Untersuchungen am Einsteinturm: Zur Physik der Korona und der Sonnenflecken«, *Die Sterne* 62, 109.
- Staude, J.: 1991, »Das Sonnenobservatorium Einsteinturm in Potsdam. Erforschung solarer Magnetfelder und der Physik von Sonnenflecken«, *Sterne und Weltraum* 30, Heft 8/9, 505.
- Staude, J.: 1995, »Sonnenforschung am Einsteinturm«, *Die Sterne* 71, 142.
- Staude, J.: 2000, »Helioseismologie – ein neues Fenster der Sonnenforschung«, *Astronomie + Raumfahrt* 37, 4.
- Wempe, J.: 1975, »Zum 100. Jahrestag der Gründung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam«, *Die Sterne* 51, 193.
- Wilson, O. C.: 1978, »Chromospheric variations in main-sequence stars«, *Astrophys. J.* 226, 379.

*Anschr. des Verf.:* Prof. Dr. Jürgen Staude, Astrophysikalisches Institut  
Potsdam, Sonnenobservatorium Einsteinturm, Telegrafenberg,  
D-14473 Potsdam; e-mail: [jstaude@aip.de](mailto:jstaude@aip.de)

## Hermann Carl Vogels Bericht über eine Reise nach England, Schottland und Irland im Jahr 1875

*Herausgegeben von Ernst-August Gußmann und  
Wolfgang R. Dick, Potsdam*

### Vorbemerkung der Herausgeber

Im Sommer 1875 unternahm Hermann Carl Vogel im Hinblick auf das bereits gegründete, aber noch zu errichtende Astrophysikalische Observatorium Potsdam (AOP) eine Studienreise nach Großbritannien, die das Ziel hatte, Kontakte zu den bedeutenden astronomischen Observatorien und Astronomen sowie zu den führenden Herstellern astronomischer Geräte im Vereinigten Königreich aufzunehmen und bereits bestehende Beziehungen fester zu knüpfen. Ein von ihm verfaßter Reisebericht befand sich als schmaler gebundener Band in der Bibliothek des Astrophysikalischen Observatoriums und ist mit dieser über das Zentralinstitut für Astrophysik in den Bestand der Bibliothek des heutigen Astrophysikalischen Instituts Potsdam gekommen (Signatur XVII 200(2)). Für wen dieser Bericht bestimmt war, ist uns nicht bekannt; möglicherweise wurde er für das Kuratorium des AOP und/oder das Preußische Kultusministerium verfaßt.

Unseres Wissens ist der Bericht – sehr zu unrecht – nie im Druck veröffentlicht worden, so daß er auch in der Literatur zur Geschichte des AOP bisher keine Rolle spielte. Vogel hat seine Eindrücke mit großer Akribie und Ausführlichkeit dargestellt und sich dabei nicht auf sein eigenes Fachgebiet beschränkt. Er beschreibt auch ihm wichtig erscheinende Erfindungen und Apparate aus anderen Fachbereichen, vor allem der Physik und Meteorologie (als passionierter Orgelspieler auch eine neuartige Orgel), und er gibt zusätzlich Bewertungen des sozialen Umfeldes und der Bedingungen wissenschaftlichen Forschens nicht nur in Großbritannien.

Eine Kommentierung der einzelnen Inhalte des Berichts sowie Archivstudien über die Begleitumstände der Reise (Finanzierung usw.) war uns in der Vorbereitung dieses Bandes nicht möglich; wir überlassen daher die Analyse späteren

wissenschaftshistorischen Studien. An dieser Stelle seien nur kurze Anmerkungen zu zwei Textstellen gestattet. S. 124: Die von Vogel gemachte Bemerkung, daß das neu errichtete Observatorium der Universität Oxford »ausschließlich der Astrophysik dienen soll«, wirft die Frage auf, ob dem Astrophysikalischen Observatorium Potsdam die ihm stets zugesprochene zeitliche Priorität (als erstes gänzlich der Astrophysik gewidmetes Observatorium) wirklich zukommt. Dazu müßte man prüfen, ob die wissenschaftliche und architektonische Konzeption des dortigen Observatoriums von Anfang an auf die astrophysikalische Forschung ausgerichtet war, was gerade die Besonderheit des Potsdamer Observatoriums ausmacht. Pritchard schreibt zwar, »... the Observatory and its instruments are not designed so much for meridional observations as for researches with what may properly be termed Astronomical Physics«<sup>1</sup>, räumt aber ein, daß die Instrumente auch für alle anderen geeigneten Zwecke benutzt werden können, und nennt (astrometrische) Beobachtungen von Saturnmonden, die unmittelbar nach Fertigstellung erfolgten. Es wäre lohnenswert, dieser Frage weiter nachzugehen und die beiden Observatorien zu vergleichen. S. 126: Die von Vogel hervorgehobenen privaten Finanzquellen für die britische Wissenschaft inspirierten ihn vermutlich, bei der Planung des Großen Refraktors Ähnliches in Deutschland zu versuchen (vgl. S. 51).

Vornamen und Lebensdaten der im Bericht genannten Personen können dem Personenverzeichnis dieses Bandes entnommen werden (vgl. auch das Verzeichnis der Firmen und Instrumentenhersteller). Für einzelne Personen konnten wir bisher keine Daten ermitteln; dies betrifft Coghlan (S. 123), Samuel Jeffery (S. 105), William Nash (S. 105), Roberts (S. 113) und Scott (S. 106). Bei Scott muß zudem ein Irrtum Vogels vorliegen, denn einen solchen Secretary der Royal Society gab es nicht; möglicherweise handelte es sich um den Sekretär einer anderen Gesellschaft. Gelegentlich ist Vogels Schreibung der Namen falsch; dies haben wir in eckigen Klammern korrigiert. In weiteren Fällen ist unsere Zuordnung nicht sicher, weil uns biographische Details fehlen. Mit »W. Conradi« (S. 120) ist evtl. der Architekt Max Conradi gemeint. Bei dem von Vogel erwähnten »Professor der Physik J. Young« (S. 120) könnte es sich um John Young, Keeper of the Hunterian Museum of Glasgow, handeln; dieser war aber offenbar Geologe, nicht Physiker (Who was who? Vol. I (1897 – 1915), London o.J.). Vogel nennt »Thomsen« als Konstrukteur eines Elektrometers (S. 105); höchstwahrscheinlich handelt es sich um William Thomson, der ein solches entwickelt hatte.

Die vorliegende handschriftliche Version des Berichts ist in deutscher Kurrentschrift verfaßt, stammt jedoch nicht von Vogels Hand, sondern stellt vermutlich

---

<sup>1</sup> Pritchard, [Charles]: The University Observatory at Oxford. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 36 (1875), S. 1–5, hier S. 4f.

eine von einem Schreiber angefertigte Kopie dar. Unter einzelnen Fachbegriffen bzw. Namen stehen Punkte; hier hatte offenbar der Schreiber ursprünglich eine Lücke gelassen, wenn er in der Originalhandschrift das Wort nicht entziffern konnte. Das Manuskript im Format 21 cm × 34,5 cm besteht aus 52 Seiten auf 12 gefalteten Bogen; von den Seiten sind 48 beschrieben und 51 numeriert. Es wurde offenbar nachträglich gebunden, nachdem es längere Zeit in längs gefaltetem Zustand aufbewahrt worden war. Der schwarze Leineneinband trägt auf der Vorderseite in Goldprägung die Aufschrift:

H. C. Vogel

Reise nach England

Weitere Kopien oder Vogels Original sind uns nicht bekannt.

Die folgende Transkription hält sich in Orthographie und Interpunktion an das vorliegende Manuskript. Die dort in lateinischen Buchstaben geschriebenen Wörter sind hier durch Kursivschrift hervorgehoben. Unterstreichungen im Text wurden in der Transkription reproduziert. Ergänzungen der Herausgeber sind in eckigen Klammern gegeben. Lediglich folgende unerhebliche Abweichungen von der buchstabengetreuen Transkription sind zu nennen: Im Manuskript vorgenommene Korrekturen wurden stillschweigend übernommen. Ganz offenkundige Schreibfehler, die das Verständnis erschwerten, wurden korrigiert: An zwei Stellen stand »daß« statt »das« nach einem Komma, und abgesehen von der ersten Erwähnung war Lord Rosse mit *ß* geschrieben. Es sei darauf hingewiesen, daß die Orthographie des Manuskripts nicht ganz einheitlich ist; z.B. wird sowohl »Objectiv« als auch »Objektiv« und sowohl »Spectrum« als auch »Spektrum« geschrieben; es handelt sich also hierbei nicht um Transkriptionsfehler. Wahrscheinlich geht die Schreibweise mit *c* auf Vogel zurück, denn an einer Stelle hat der Schreiber radiert und ein *c* gesetzt. Das Manuskript enthält mehrere An- bzw. Unterstreichungen und eine kleine Randbemerkung mit Bleistift, die offensichtlich aus späterer Zeit stammen und hier ignoriert wurden.

Das Layout der Transkription orientiert sich nicht streng an der Gestaltung der Handschrift. Die Überschriften sind im Original zentriert und unterstrichen, zwischen ihnen und dem Text stehen keine Leerzeilen, überwiegend enden sie mit einem Punkt, was hier nicht beibehalten wurde.

Das Manuskript enthält drei Zeichnungen, die in der hier vorgelegten Transkription an den entsprechenden Stellen in Originalgröße eingefügt wurden. Ein stark verkleinertes Faksimile der ersten Seite ist der Transkription vorangestellt.

Für Hinweise und biographische Daten, die zur Identifizierung der von Vogel erwähnten Personen beitrugen, danken wir Robert B. Ariail, Charlotte Bigg, Paolo Brenni, John W. Briggs, Mary T. Brück, Wilhelm Brüggenthies, Robert H. van Gent, Peter D. Hingley, Gustav Holmberg, Günther Oestmann und Deborah Jean Warner.

# Reise

über ein Reise nach England, Schottland und Irland 1845  
von Dr. H. C. Vogel.

Die Zweck der Reise, über welchen ich folgenden Bericht zu stellen zu wollen, war die, die Einrichtungen der beiden Universitäten, an deren Professoren ich mich zu wenden, den hervorragenden Naturwissenschaftlern und Physikern persönlich näher zu treten und mich in die Arbeiten der unerschöpflichen Bibliothek Englands und Irlands einzufinden, sowie mit den Professoren, welche mit der Aufzucht von Instrumenten für die astronomische Observatorien, um zu Potsdam beschäftigt waren, über die zu leistenden Instrumente eingehendere Berathungen zu pflegen.

## Reise-Route

Ich verließ Berlin am 18. Juni 1845 und erreichte London über Calais am 20. Juni Freitag. Von London, wo ich unsere Wege ermittelte, fuhr ich auf dem Meer nach England und anfuhr nach dem ersten Aufstiege in Newcastle. Von dort reichte ich am 5. Juli nach Schottland, ermittelte in Edinburgh, in Dundee bei Aberdeen (der Leihung des Lord Lindsay) und in Glasgow, von wo ich am 14. Juli Abends nach Irland aufbrach.

In Dublin brauchte ich einige Tage zu verweilen, um dort meine Rei-



## Bericht über eine Reise nach *England, Schottland und Irland*

von *Dr. H. C. Vogel.*

Der Zweck der Reise, über welche im Folgenden Bericht erstattet werden soll, war der, die Einrichtungen der bedeutenderen Sternwarten *Großbritanniens* kennen zu lernen, den hervorragendsten Astronomen und Physikern persönlich näher zu treten und endlich in den bekannten großen mechanischen Werkstätten *Englands* und *Irlands* Erfahrungen zu sammeln, sowie mit den Mechanikern, welche mit der Anfertigung von Instrumenten für das Astrophysikalische Observatorium zu *Potsdam* beauftragt werden sollten, über die zu liefernden Instrumente eingehendere Berathungen zu pflegen.

### Reise-Route

Ich verließ *Berlin* am 18. Juni 1875 und erreichte *London* über *Calais* am 20. Juni Nachmittags. Von *London*, wo ich mehrere Tage verweilte, begab ich mich nach dem Norden von *England* und nahm meinen nächsten Aufenthalt in *Newcastle*. Von dort reiste ich am 5. Juli nach *Schottland*, verweilte in *Edinburgh*, in *Dun-Echt* bei *Aberdeen* (der Besingung des Lord *Lindsay*) und in *Glasgow*, von wo ich am 14. Juli Abends mich nach *Irland* einschiffte.

In *Dublin* brachte ich einige Tage zu, unternahm von dort eine Reise nach *Birr Castle* (der Besingung des Lord *Rosse*), fuhr am 20. Juli wieder nach *London* zurück, blieb abermals mehrere Tage daselbst und machte Ausflüge nach *Oxford* und *Kew*.

Am 30. Juli trat ich die Rückreise an.

### Reise-Bericht

In Bezug auf den folgenden Reisebericht, erlaube ich mir zu bemerken, daß ich mich lediglich auf Mittheilungen aus dem Gebiete der Astronomie, Astrophysik und Mechanik beschränken zu müssen glaubte und hiervon nur das Wissenswerthe nach Maßgabe der drei Reiche und der einzelnen Städte behandeln werde.

## London

- { 1. Aufenthalt vom 20. bis 30. Juni 1875 }  
 { 2. Aufenthalt vom 21. bis 30. Juli 1875 }

Die ersten Tage die ich in *London* verweilte, benutzte ich ausschließlich dazu mir die Riesenstadt anzusehen und ein ungefähres Bild des *Londoner* Lebens und Treibens zu gewinnen.

Erst als mir dies und zwar in erstaunlich kurzer Zeit – Dank dem vortrefflichen Reisehandbuch von *Bädeker* – gelungen war, eilte ich mit meinen wissenschaftlichen Freunden in Verbindung zu treten, um mich mit eigenen Augen über den dermaligen Stand der wissenschaftlichen Forschungen in *England* in Rücksicht auf Astronomie und Physik zu orientiren.

Ein späterer zweiter Aufenthalt in *London*, nach Beendigung meiner Schottischen und Irischen Reise, diente dazu, meine bereits gemachten Beobachtungen zu vervollständigen. –

Unter den astronomischen Instituten von hervorragender Bedeutung erwähne ich zuerst die Königliche Sternwarte zu Greenwich.

Dieselbe liegt auf einem Hügel inmitten eines großen Parks (*Greenwich Park*) voll prachtvoller alter Kastanien und Ulmen, belebt durch Heerden von zahmen Damwild.

Zahlreiche kleinere und größere Drehthürme erheben sich auf dem mit Mauern umschlossene[n] Areal der Sternwarte, die dadurch einer Festung nicht unähnlich sieht.

Der Direktor derselben *Sir G. B. Airy* nahm mich sehr freundlich auf, und gestattete mir in Begleitung des *Chief Assistent M<sup>r</sup> Christie* und des photographischen Assistenten *M<sup>r</sup> Maunder* Einsicht von dem Gebäude zu nehmen.

Die Sternwarte besitzt eine große Anzahl von Apparaten und Beobachtungsräumen, dessen ungeachtet kann ich nicht verhehlen, daß der Eindruck, den ich erhielt nicht der war, den ich mir versprochen hatte.

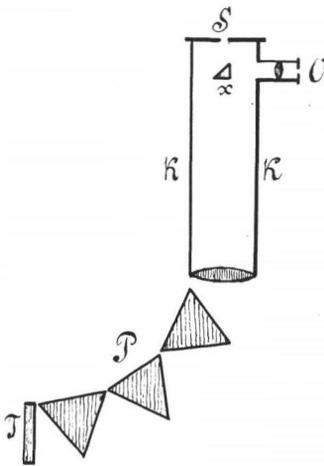
Dies lag besonders daran, daß sich überall eine sehr große Beschränkung des Raumes bemerkbar machte. Schmale Treppen führen zu den Kuppeln, und diese selbst sind meist so klein, daß man sich mit Vorsicht bewegen muß, um eine Berührung mit den Instrumenten zu vermeiden. Immerhin ist das Institut in vieler Beziehung großartig.

Die geräumigste Kuppel ist für den großen Refractor bestimmt, der, obgleich erst vor wenigen Jahren aufgestellt, unbegreiflicher Weise die meines Erachtens sehr unzuweckmäßige alte englische Montirung erhalten hat. Das Uhrwerk, welches das Instrument treibt, und sich unterhalb des Beobachtungsraumes befindet, ist sehr groß ausgeführt und mit Regulatorflügeln versehen, welche in Wasser gehen.

In der Kuppel sind noch einige physikalische Apparate, eine Quecksilber-Luftpumpe, Inductoren u.s.w. aufgestellt, die man bei spectralanalytischen Untersuchungen gern bei der Hand hat.

Einige Spectroskope wurden mir vorgeführt, darunter ein sehr großes Instrument mit automatischer Bewegung der Prismen.

An diesem Instrumente war eine Idee des Herrn *Christie* zur Ausführung gebracht, nämlich die, Collimator und Beobachtungsfernrohr in eines zusammenzuziehen, eine Idee, die ich für sehr unglücklich halte, da abgesehen von anderen Uebelständen grade die besten der vom Objectiv des großen Fernrohrs kommenden und auf den Spalt des Spectroskops fallenden Strahlen ausgeschlossen werden.



Die Art und Weise der Anordnung ist aus der nebenstehenden Skizze zu ersehen. *S* ist der Spalt, *K* das Collimatorrohr, zugleich Beobachtungsfernrohr, *P* die Prismen, *T* ein Spiegel, *x* ein kleines totalreflectirendes Prisma, *O* das Okular des Beobachtungsfernrohrs. Die durch den Spalt gelangenden Strahlen gehen oberhalb und unterhalb des Prismas *x* vorbei, durch die Prismen *P*, werden dort zerlegt, treffen auf den Spiegel *T*, werden nochmals durch die Prismen *P* geführt, noch stärker zerstreut und gelangen durch das Objectiv, an dem Prisma *x* reflectirt, in das Okular *O* und in das Auge des Beobachters.

Der zweitgrößte Refractor von *Greenwich* ist nach deutscher Art montirt; es ist ein altes Instrument von wenig ansprechendem Aeußeren; das Objectiv aber ist neu und von *Grubb* in *Dublin* angefertigt; es soll sehr exacte Bilder geben.

Außer den genannten Instrumenten besitzt die Sternwarte noch:

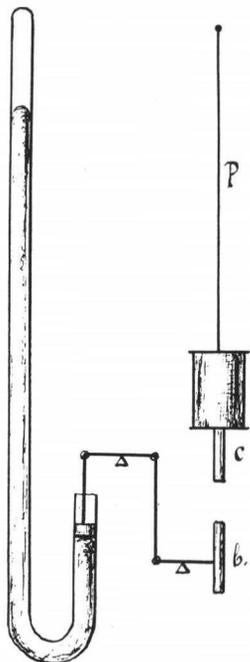
einen dritten Refractor, ein älteres Instrument, von *Ramsden* oder *Troughton* gefertigt, einen mächtigen Meridiankreis, einen Zenithsector, ein Altazimuth, einen Photoheliographen (früher im Besitze von *Warren de la Rue*) mehrere alte Mauerkreise und zahlreiche kleinere Meßinstrumente älterer und neuerer Konstruktion.

Von diesen hat mich am meisten das Altazimuth interessirt. Da nämlich diese Instrumente in Deutschland gar nicht gebraucht werden, war jenes das erste, das ich zu sehen bekam, und scheint mir dasselbe das Vertrauen, welches es als brauchbares Meßinstrument genießt, wohl zu verdienen.

Auch einen Chronographen fand ich vor, vollkommen denen gleichend, welche unter dem Namen *Krille'sche* in Deutschland bekannt sind. Er wurde mir aber als von *Airy* erfunden bezeichnet; ich weiß nicht, wem die Priorität der Erfindung gebührt. –

In den unteren Räumen der Sternwarte befinden sich selbstregistrirende magnetische Variationsapparate, und eine Normaluhr mit sehr eigenthümlicher Barometerkorrektion, eine Erfindung *Airys*.

Aus beistehender Skizze ist die Anordnung ersichtlich.



Am Quecksilbergefäß des Pendels *P* ist ein Magnet *c* angebracht. In der Ruhelage des Pendels befindet sich diesem Magneten gegenüber ein zweiter Magnet *b*, der mit einem Hebelwerk in Verbindung steht und durch dasselbe in der Richtung *b c* verschoben werden kann. Das Hebelwerk ist andererseits mit einem Schwimmer, der auf der Quecksilbersäule des kürzeren Schenkels eines gewöhnlichen Heberbarometers schwimmt, in Verbindung gebracht. Aendert sich nun der Barometerstand, so wird dadurch eine Veränderung der Lage des Magneten *b* hervorgerufen und eine größere oder geringere Acceleration des Uhrpendels bedingt. –

Die Kuppeln der Sternwarte sind meist die sogenannten *Drum roofs*, wie sie z. B. der Mechaniker *Grubb* in *Dublin* anfertigt.

Von ihrer vorzüglichen Einrichtung werde ich weiter unten zu sprechen Gelegenheit haben.

Das Personal des Instituts ist sehr zahlreich. Es besteht aus folgenden Herren: *M Christie*, erster Assistent, zugleich Stellvertreter des *Astronomer Royal*.

*M Dunkin*, Vorsteher der Rechner, welche die Reductionen der Meridianbeobachtungen auszuführen haben.

*M Ellis*, Vorsteher des magnetischen und meteorologischen Departements.

*M Lynn*, Vorsteher des Altazimuth-Instruments, und der Reduction der damit angestellten Beobachtungen.

*M Criswich* [Criswick], Vorsteher des Zeit-Departements.

*M Downing*, Bibliothekar und mit Besorgung der Drucksachen beauftragt.

*M Thackeray*, der sich mit den Meridiankreisbeobachtungen beschäftigt.

*M Nash*, Assistent bei den magnetischen und meteorologischen Beobachtungen.  
*M Maunder*, Vorsteher der Photographischen und Spectralanalytischen Abtheilung.

Außerdem sind noch 7 jüngere Leute als Rechner für astronomische, magnetische und meteorologische Zwecke thätig.

Dazu kommt endlich noch ein Uhrmacher, ein Mechaniker und ein Portier.

Die Rechner arbeiten in zwei großen schönen Sälen, von denen der eine ganz besonders ausgezeichnet ist durch eine weite, herrliche, wechselvolle Aussicht über die von Schiffen wimmelnde Themse hin nach *London*, den *Hainaul-* und *Epping-Forest* bis nach den Höhen von *Hampstead* und *Highgate* und über das nördlich von dem Flusse weithin sich ausdehnende, von *Docks* und Kanälen durchschnittene Flachland. –

Erst bei meinem zweiten Aufenthalte in *London*, auf der Rückreise von *Irland*, war es mir möglich, (am 22. Juli) das große magnetische und meteorologische Institut in *Kew* zu besuchen.

Das Observatorium liegt in dem schönen Park (*Kew Garden*) vollkommen frei. Der Direktor Herr *Samuel Deffery* [Jeffery] führte mich selbst in dem Observatorium herum und zeigte mir mit großer Gründlichkeit und Liebenswürdigkeit alles, was mir nur irgend von Interesse sein konnte.

Die Apparate sind sehr zahlreich, schön ausgeführt und vortrefflich gehalten.

Die magnetischen Variationsapparate befinden sich in einem der unteren Räume des großen Gebäudes; sie sind alle selbstregistrirend und zwar mit Anwendung der Photographie. Die Apparate zur Beobachtung der Variationen der Componenten der Erdmagnetischen Kraft, Declination, Inclination und Horizontal-Intensität sind passend mit einander zu einem großen Apparate verbunden. Die absoluten magnetischen Bestimmungen werden in einem einfachen Holzhäuschen (südlich unweit des Hauptgebäudes befindlich) ausgeführt.

An meteorologischen Apparaten sind vorhanden:

Barometer } photographisch selbstregistrirend;  
 Thermometer }

Apparate zur Bestimmung von Windrichtung und -Stärke (mechanisch registrirend);

Regenmesser (mechanisch registrirend);

Thermometer, um die Bodentemperatur zu bestimmen;

Maximum- und Minimum-Thermometer.

Ferner war kürzlich auch ein Elektrometer zur Beobachtung der Luftpotelectricität aufgestellt worden. Als Meßapparat dazu diente ein von *Thomsen* [Thomson] konstruirtes, sehr feine Messungen zulassendes Elektrometer, als Aufsauger der Electricität nicht die gewöhnlich übliche Stange mit Kamm, sondern ein Wasserstrahl, den man aus einer engen kupfernen, wohl isolirten mit dem Elektrometer in

Verbindung zu bringenden Röhre, zur Zeit der Beobachtung durchfließen läßt. Ich konnte freilich nicht umhin mein Bedenken gegen die Sicherheit dieser Methode auszusprechen.

Es schien mir nämlich, als wenn durch die Reibung des Wassers an den Wänden der Röhre die letztere elektrisch werden könne und müsse, sodaß man also zu der Lufterktricität stets noch ein möglicherweise variables Plus von Elektricität durch Reibung hinzuerhalten werde.

Außer mehreren Normalbarometern und Thermometern und einem sehr hübschen Apparat, um eine große Anzahl von Thermometern bei verschiedenen Temperaturen vergleichen zu können, besitzt das Institut auch noch Apparate, um die photographische Wirksamkeit des Tageslichtes (nach *Roscoe's* Vorschlag) zu bestimmen und ebenso einen sehr kuriosen, höchst primitiven Apparat, um die Intensität der Sonnenwärme zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten zu ermitteln.

Eine Glaskugel nämlich von etwa 12<sup>cm</sup> Durchmesser befindet sich in einem ausgehöhlten Holzklotz, so daß sie etwa zu  $\frac{2}{3}$  aus dem Klotz hervorragt. Das Ganze ist auf dem Dache des Hauses aufgestellt, so daß die Sonne fortwährend die Kugel bescheinen kann. Der Brennpunkt der Kugel liegt nahe an der Oberfläche derselben und so wird im Laufe der Tage eine kreisförmige Rinne in den Holzklotz eingebrannt, deren Lage, je nach dem verschiedenen Stande der Sonne am Himmel, in den verschiedenen Jahreszeiten, verschieden sein wird. Aus der Tiefe nun der eingebrannten Rinne, glaubt man auf die verschiedene Intensität der Sonnenwärme schließen zu können.

Um nun aber dieselbe Intensität auch für die verschiedenen Tageszeiten bestimmen zu können, bedient man sich einer zweiten Kugel.

In den Brennpunkt derselben hält man ein Blatt Papier und notirt die Zeit, die verstreicht, bis das Papier zum Brennen kommt (!).

Das erwähnte Institut, hat außer der Verpflichtung meteorologische Beobachtungen anzustellen, noch die Aufgabe, Barometer und Thermometer der sämtlichen englischen Stationen zeitweilig zu prüfen, auch übernimmt es die Bestellung und Prüfung magnetischer Apparate. Den für das astrophysikalische Observatorium in *Potsdam* anzuschaffenden Magnetographen habe ich dort in Auftrag gegeben.

Die Berechnung und Verwerthung der im *Kew Observatory* und auf den andern englischen meteorologischen Stationen angestellten Beobachtungen, werden nicht in *Kew*, sondern in einem Bureau in *London* ausgeführt, dessen Vorsteher der Sekretair der *Royal Society* *M<sup>r</sup> Scott* ist.

Endlich war es nicht ohne Interesse für mich die große Sammlung von Sonnen-Photographien von *Warren de la Rue*, welche in *Kew* aufbewahrt werden zu besichtigen. —

Es ist mir natürlich nicht möglich gewesen, auch nur die Hälfte der vielen Hunderte von photographischen Platten anzusehen, glaube aber genug besichtigt zu haben um mir ein genügendes Urtheil über ihre Güte zu verschaffen. Die Photographien haben einen Durchmesser von *ca.* 10 Centimeter und sind durch etwa 4 fache Ocularvergrößerung entstanden. Die Platten sind alle auf nassem photographischen Wege gemacht und zeigen daher jene Schärfe nicht die man mit Trockenplatten hervorzubringen im Stande ist. Das Detail, selbst in den mächtigen Fleckengruppen, welche die Sonne besonders in den Jahren 1869 und 1870 gezeigt hat, war nur gering und ich war erfreut die Ueberzeugung zu gewinnen, daß die in *Bothkamp* auf diesem Gebiete erhaltenen Resultate, ganz entschieden den *Warren de la Rue*'schen zur Seite gestellt werden können. Die große Anzahl der Platten macht aber die Sammlung zu einer überaus werthvollen. Messungen an jenen Photographien haben dazu gedient die Lage des Sonnenäquators auf's Neue abzuleiten und gewiß mit einer Sicherheit wie nie zuvor, auch zu einer Neubestimmung der Sonnenrotation, sowie der Eigenbewegung der Sonnenflecke, werden die Platten eine sichere Grundlage bieten. Zur Zeit als ich *London* besuchte, beschäftigte man sich in *Greenwich* endlich damit, auch das Areal, welches die Sonnenflecke auf der Oberfläche der Sonne einnehmen, aus den *de la Rue*'schen Photographien abzuleiten.

Unter den Privatsternwarten nimmt die erste Stelle jedenfalls die meines gelehrten Freundes *Huggins* ein, der eine reizende Besitzung in *Upper Tulse Hill* (südliche Vorstadt von *London*) bewohnt. In der Sternwarte, welche in directer Verbindung mit der in jeder Beziehung originellen Wohnung des bekannten Gelehrten steht, ist das große Aequatorial von 15 Zoll Oeffnung aufgestellt, welches *Huggins* von der *Royal Society* zur Fortführung seiner Spectraluntersuchungen erhalten hat. Das kleinere Instrument von 8 Zoll Oeffnung, mit welchem *Huggins* seine epochemachenden Untersuchungen über Sternspectra angestellt hat, ist vollständig demontirt und konnte ich dasselbe daher leider nicht sehen. Dagegen soll das erwähnte 15 zöllige Fernrohr, das von *Grubb* in *Dublin* montirt, und mit einem Objectiv von *Cooke* in *York* versehen ist, nach den Aussagen von *Huggins*, ganz zweckentsprechend sein.

Leider vermochte ich mir weder bei meinem ersten noch bei späteren Besuchen ein sicheres Urtheil über die Leistungen des Objectivs zu bilden. Beobachtungen an der Sonne ließen wohl das Detail erkennen, das ich auch mit dem kleineren *Bothkamper* Instrumente hatte mit Leichtigkeit wahrnehmen können, aber die Witterung war zu ungünstig, als daß ich die Güte des Fernrohrs genügend zu beurtheilen im Stande gewesen wäre. Ich bemerke nur, daß das Objectiv das Eigenthümliche hat, daß zwischen dem *Crown-* und *Flintglas* eine Schicht von Ricinusöl angebracht ist, welche die Lichtstärke etwas erhöhen soll, gewiß aber

den Vortheil bieten wird, die innere Fläche der Flintglaslinse vor Oxidation zu schützen.

Die Montirung des Instruments von *Grubb*, welche mir schon aus Zeichnungen bekannt war, ist originell und abweichend von der in Deutschland üblichen *Construction*, doch steht sie dieser immerhin sehr nahe.

Die Ausführung schien mir in jeder Beziehung vollkommen.

Sehr erfreut war ich über die allen wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Drehkuppel, welche ebenfalls *Grubb* in *Dublin* ausgeführt hat. Ich kann wohl sagen, daß sie sowohl hinsichtlich der Leichtigkeit und Sicherheit, mit der sie sich drehen läßt, als auch ihrer höchst einfachen Klappenvorrichtungen alles übertrifft, was ich bisher von Drehkuppeln gesehen habe.

Das einzige, was etwa zu tadeln wäre, betrifft die Form, denn ein gerade abgeschnittener Cylinder dürfte vom Standpunkte der architectonischen Aesthetik, nicht gerade als empfehlenswerth bezeichnet werden können.

An Spectralapparaten besitzt *Huggins* eine große Auswahl, die mir zwar zum Theil aus der Beschreibung und Erzählung von *Huggins* schon bekannt waren, die aber zu sehen und zu prüfen mir besonderes Interesse gewährte. Zu den neueren Untersuchungen, welche *Huggins* über die Bewegung von Sternen im Visionsradius angestellt hat, hat er sich eines großen Spectralapparates bedient, der 4 *Rutherford'sche* Prismen besitzt.

Ich muß gestehen, daß ich darüber verwundert war, da bei der Lichtschwäche der Spectra, selbst der hellsten Sterne, mir eine so große Zerstreung zu wählen nicht vortheilhaft erscheint und vor allem die *Rutherford'schen* Prismen, die sehr stark Licht absorbiren, meiner Meinung nach nur angewandt werden sollten, wo man genügende Lichtstärke hat.

Die Prismen zu dem eben erwähnten Apparate sind von *Browning* angefertigt worden; die Zusammensetzung des Apparates, sowie auch die automatische Bewegung hat *Huggins* selbst ausgeführt. Von den anderen Spectralapparaten, die sämmtlich schwächere Zerstreung haben ist weiter nichts zu sagen, als daß sie recht gute und scharfe Bilder geben, mich aber durch ihre Leistung weiter nicht überrascht haben.

Sie sind meist aus der Werkstatt von *Browning* hervorgegangen; das eine Instrument ist mit *Hoffmann'schen* Prismen versehen, ein anderes Spectroskop ist von *Grubb* ausgeführt worden, es ist entschieden am schwächsten in Bezug auf Leistung.

In enger Verbindung mit der Kuppel steht ein physikalisches und chemisches Laboratorium, um die bei Spectralbeobachtungen am Himmel nöthigen Vergleichen mit Spectren irdischer Stoffe leicht ausführen zu können.

*Huggins* der meinen ersten Besuch bereits am folgenden Tage erwiederte, machte mich auch mit *M Crookes* bekannt, dem Entdecker des *Thalliums* und

dem Erfinder jener wunderbaren Apparate, vermöge welcher durch Licht und strahlende Wärme mechanische Wirkungen hervorgebracht werden können (*Radiometer*). Derselbe war mir aber auch noch in anderer Beziehung sehr interessant, da er ein eifriger Jünger des Spiritismus ist.

In demselben Zimmer, in welchem ich die *Radiometer* zu bewundern Gelegenheit hatte, versicherte er mir, sei ihm öfters der Geist *Kathi King* erschienen, ja derselbe habe sich sogar mit Anwendung von Magnesiumlicht photographiren lassen. Diese Photographie habe ich mit eigenen Augen gesehen, ja noch mehr, ich war so glücklich die Haare, welcher jener liebenswürdige Geist Herrn *Crookes* verehrt hatte, anfassen zu dürfen. Mit welchen Gefühlen freilich ist selbstverständlich, ich gestehe es hatte für mich etwas tief Niederschlagendes zu sehen, wie bei einem so reichbegabten Volke neben großer Gelehrsamkeit solche wahrhaft beängstigende Zustände, Verblendungen, geistige Trübungen oder wie man es nennen will sich vorfinden können.

Wenn man die Großartigkeit *Londons* und der ganzen englischen Verhältnisse überhaupt, die bis ins Kleinste gehenden vorzüglichen praktischen Einrichtungen der Engländer kennen lernt, wenn man so das Gefühl des durch und durch Gesunden bekommt, so sollte man so etwas gar nicht für möglich halten. Sieht man indessen genau zu, gewinnt man einen tieferen Einblick in die socialen Verhältnisse, in den herrschenden Kastengeist, den Druck, welchen die Kirche allenthalben ausübt, so werden auch die seltsamen Verirrungen, welche in den sehr zahlreich verbreiteten Anhängern des Spiritismus sich kundgeben, etwas begreiflicher und man entdeckt mit Bedauern, daß da, wo man nur Licht vermuthete, doch auch große Schattenseiten sind. —

Meinem verehrten Freunde *Huggins* verdanke ich die Einführung in die *Royal Society*, sowie in die *Royal astronomical Society*, wo ich zahlreiche Gelehrte kennen lernte.

Desgleichen war er es, der mir eine Einladung zu einem Feste verschaffte, welches der *Council of the society of arts* in dem *South-Kensington* Museum veranstaltete und das zwar keinen wissenschaftlichen Charakter trug, aber seiner Großartigkeit wegen hier Erwähnung finden möge.

Der Anblick des herrlichen Museums bei brillanter Gasbeleuchtung, das bunte Treiben der Menschenmasse (es waren laut Zeitungsbericht *ca.* 6000 Menschen versammelt) machten auf mich einen so mächtigen Eindruck, daß ich ihn nie vergessen werde.

Von großem Werthe war es für mich die Bekanntschaft des Lord Lindsay zu machen, auf dessen schönen Observatorium in *Dun-Echt* bei *Aberdeen* ich einige Tage verweilt hatte, und daher erfreut war, den Schöpfer dieses großartigen Institutes persönlich kennen zu lernen. Lord *Lindsay* hat wie bekannt aus eignen Mitteln eine Expedition zur Beobachtung des Venusvorüberganges ausgerüstet

und hatte die zahlreichen dabei gewonnenen Photographien soeben mit nach London gebracht.

Er war so freundlich mir zwei der besten zu geben.

Dieselben haben einen Durchmesser von 11 Centimeter, es sind directe (unvergrößerte) Brennpunktsgilder, die mit einem besonders für diesen Zweck construirten Apparate aufgenommen worden sind, dessen nähere Beschreibung ich weiter unten geben werde. Da Trockenplatten zur Verwendung kamen, konnte gleichzeitig ein im Brennpunkt des Fernrohrs befindliches Glasgitter dessen Striche 2 Millimeter Abstand hatten, mit auf der photographischen Platte fixirt werden. Der Zweck des Netzes ist der, die Möglichkeit zu geben, nachträgliche Verzerrungen der Collodionhaut, welche besonders beim Entwickeln des Bildes zu befürchten stehen, durch Messung bestimmen und bei der Berechnung in Rücksicht ziehen zu können.

Die Photographien zeichnen sich durch ganz besondere Schärfe aus.

Ferner hatte Lord *Lindsay* die Güte mir eine vortreffliche Photographie der totalen Sonnenfinsterniß von 1871 zu verehren. Auf derselben hat das Sonnenbild einen Durchmesser von 6,2 Centimeter; es sind auf der Platte 5 mächtige Protuberanzen zu erkennen, von denen die eine sich bis zu einer Höhe von 3 Millimeter über den Sonnenrand erhebt und eine Ausdehnung von 10 Millimetern (*ca.* 30000 *geogr.* Mln.) hat.

Die Corona erstreckt sich an einer Stelle, bis zu 25 Millimeter über den Sonnenrand hinaus.

Außer einer Bibliothek der seltensten älteren astronomischen Werke besitzt Lord *Lindsay* eine Sammlung physikalischer Apparate, die jeder Universität Ehre machen würde und in der vor Allem ein diamagnetischer Apparat seiner enormen Größe wegen, meine besondere Aufmerksamkeit auf sich zog.

Leider war es nicht möglich mir genauere Angaben über die Dimensionen zu verschaffen, und bin ich nur im Stande aus der Erinnerung dieselben ungefähr zu fixiren.

Die Inductionsspiralen hatten einen äußeren Durchmesser von 0,6 bis 0,7 und eine Länge von 2 Meter. Der Eisenkern hatte 0,25 bis 0,30 Meter Durchmesser. Die Spiralen lagen horizontal und der Apparat befand sich in einem großen Saale im Parterre des Hauses. Die in entsprechenden Dimensionen ausgeführte galvanische Batterie, deren Elemente eine Höhe von *ca.* 1 Meter hatten, befand sich auf dem Boden und war durch dicke Kupferdrahtseile mit dem diamagnetischen Apparate in Verbindung zu bringen.

Lord *Lindsay* der mir vieles Interessante über die mächtigen Wirkungen dieses Apparates mittheilte, hat denselben hauptsächlich zu Untersuchungen über Crystallisation im diamagnetischen Felde verwandt.

Der Lord hat nicht nur enorme Mittel und reges Interesse an der Wissenschaft, sondern was noch hervorgehoben werden muß, er hat selbst ernstlich in der Wissenschaft gearbeitet und sich große Geschicklichkeit im Experimentiren erworben, wie seine Publikationen bekunden<sup>\*)</sup>.

Endlich erwähne ich von den Londoner Gelehrten, denen ich näher getreten bin, noch zwei berühmte Namen:

*M Hind* (Superintendenten des *Nautical Almanac*) und *M Lockyer*.

Jenen aufzusuchen, veranlaßten mich besonders die nahen Beziehungen, in welchen derselbe zu meinem verstorbenen Bruder *Eduard* gestanden hat.

Einen Besuch bei *Lockyer*, der in wissenschaftlicher Beziehung von der gelehrten Welt *Londons* vielfach angefeindet wird, glaubte ich deßhalb nicht umgehen zu dürfen, weil er unstreitig sehr werthvolle Beobachtungen auf dem Gebiete der Spectralanalyse gemacht hat, wengleich seine Theorien und Hypothesen, besonders in Bezug auf Klarheit und Verständlichkeit viel zu wünschen übrig lassen.

Ich fand in *Lockyer* einen sehr interessanten Mann, voll wahren Eifer für seine Sache und großer Thatkraft. Besonders interessant war es mir, von seinen photographischen Untersuchungen über das Sonnenspectrum Kenntniß zu nehmen, da ich in letzter Zeit auf demselben Gebiete gearbeitet hatte. Ich habe in dieser Beziehung viel von *Lockyer* gelernt. Während *Rutherford* sich bei photographischer Wiedergabe des Sonnenspectrums eines Apparates mit vielen Prismen

---

<sup>\*)</sup> Sein Interesse erstreckt sich übrigens nicht nur auf Astronomie und damit verwandte Wissenschaften, sondern ist ein sehr vielseitiges. Es sei mir gestattet darauf bezüglich noch Folgendes anzuführen.

In einem seiner Häuser in *London* hat Lord *Lindsay* eine Werkstatt errichten lassen, in welcher ein Freund von ihm eigenthümliche Orgeln und Pianinos baut. Das Originelle derselben liegt nämlich darin, daß für die Saiten, welche tiefe Töne geben sollen, nicht starker Stahldraht der mit feinerem Messing- oder Stahldraht umwunden ist, angewendet wird, sondern eine Stahldrahtspirale. Der Effect dieser Neuerung ist ganz überraschend. Die Töne sind glockenartig rein und voll, so daß die Saiten unserer Instrumente dumpf und farblos dagegen klingen. Indessen ist die Erfindung noch nicht ganz vollendet, da das Stimmen jener Spiralen eigenthümliche Schwierigkeiten bietet.

Die Orgeln sind ohne Pfeifen; der Ton wird, wie bei dem Harmonium, durch Metallzungen erzeugt, nur daß zur Verstärkung des Tones jede Metallzunge mit einer jener eigenthümlichen Spiralsaiten in Verbindung gebracht ist.

Die Töne, die so erzeugt werden, sind vollkommen den Orgeltönen gleich, und die Verschiedenheit in der Klangfarbe der einzelnen Register ist geradezu überraschend. –

Aber auch hier sind noch große Schwierigkeiten zu überwinden, und zwar liegen diese vor Allem in dem sehr ungleichen Ansprechen der Töne. Während die Töne der hohen Register sofort in voller Stärke und Reinheit da sind, brauchen die der tiefen Register längere Zeit der Entwicklung. –

bedient, und starke Ocularvergrößerungen angewandt hat, erzielt *Lockyer* die starke Zerstreuung dadurch, daß er dem Objektiv der Camera *obscura* eine ungewöhnlich lange Brennweite gegeben hat. Der Vortheil dieser Anordnung des Apparats, gegenüber der *Rutherford's*chen, war mir sofort einleuchtend, er besteht hauptsächlich in der Vermeidung allzugroßer Lichtschwächung beim Durchgange des Lichtes durch die Glasmassen und der größeren Korrektheit welche die Bilder dadurch erlangen, daß man direkt im Brennpunkt des Objektivs mit langem Fokus die photographischen Aufnahmen macht. Sofort nach meiner Rückkehr von England habe ich die Erfahrungen zu Nutze gemacht und den Apparat, welchen ich zur Aufnahme des Sonnenspektrums zusammengesetzt hatte in entsprechender Weise umändern lassen. In meinen Erwartungen wurde ich nicht enttäuscht, denn es gelang mit diesem neuen Apparate Herrn *Dr. Lohse* und mir Photographien des Sonnenspektrums auszuführen, welche unseren Anforderungen genügen und welche in keiner Weise gegen die Aufnahmen *Lockyers*, die wir als Maßstab dessen was sich mit neueren Hilfsmitteln erreichen läßt ansehen durften, zurückstehen. Ganz besonders dankbar bin ich Herrn *Lockyer* dafür, daß er mir nicht nur gestattete sehr gründliche Einsicht aller Apparate zu nehmen, sondern mir mehrere seiner photographischen Original-Aufnahmen des Spectrums mitgab.

Diese Untersuchungen werden in dem Laboratorium des Professor *Frankland* ausgeführt, in dessen Gemeinschaft *Lockyer* schon manche werthvolle Beobachtungen ausgeführt hat.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, daß *Lockyer* eine kleine Sternwarte, wenn man es so nennen darf, besitzt.

In dem nach Süden gelegenen Garten seiner Wohnung ist auf einem isolirten Pfeiler ein Heliostat von großen Dimensionen aufgestellt, derselbe kann durch eine Bretterbedachung geschützt werden. Südlich von diesem Instrumente befindet sich ein einfaches Holzhäuschen in welchem ein Fernrohr von etwa 7 Zoll Oeffnung horizontal aufgestellt ist. Mit dem Heliostaten wird das Licht der Sonne in jenes Fernrohr geworfen und die Beobachtung kann beginnen. Durch Leitstangen die bis in den Beobachtungsraum führen, lassen sich feinere Verstellungen des Heliostatenspiegels (eines Glasspiegels mit Oberflächenversilberung) ausführen.

So primitiv diese ganze Einrichtung erscheinen mag, so bietet sie – wenn man sich nur darauf beschränkt die Sonne zu beobachten – große Vortheile dadurch, daß sich der Beobachter in einem abgeschlossenen finsternen Raum befindet, seinen Platz nie zu verändern hat und die Ocularapparate, mögen sie zusammengesetzt sein wie sie wollen, auf einem Tisch einen festen und sicheren Stand erhalten können.

Noch muß ich rühmend erwähnen, daß *Lockyer* mir in liebenswürdigster Weise sehr viel Zeit geopfert und mich unter anderen auch in die *Royal mint* geführt hat,

wo er im Verein mit *M Roberts* sich jetzt mit sehr interessanten Untersuchungen beschäftigt, die darauf hinauslaufen, den Spectral-Apparat nicht nur zu qualitativen chemischen Analysen, sondern auch zu Quantitäts-Bestimmungen zu verwerthen.

Von den *Londoner* mechanischen Werkstätten die ich besuchte ist zunächst die von *Browning* zu erwähnen.

Es war mir sehr angenehm die persönliche Bekanntschaft des Herrn *John Browning* mit dem ich schon jahrelang brieflich verkehrt hatte, zu machen. Ich fand bei ihm das für das astrophysikalische Observatorium bestellte Sternspectroskop fast vollendet vor, konnte aber dennoch eine mir sehr wünschenswerth erscheinende Abänderung an dem Instrumente treffen lassen, welche darin besteht, daß sowohl ein als auch zwei Prismen benutzt werden können.

Die Werkstätte von *Browning* enthielt Manches, was mir von großem Interesse war. Vor allem waren es seine Spiegelteleskope, welche durch ihre Billigkeit und große Leistungsfähigkeit in den letzten Jahren rühmlich bekannt geworden sind, die meine Aufmerksamkeit auf sich zogen. Die sehr kostspieligen Metallspiegel der älteren Instrumente dieser Art, sind durch Glasspiegel ersetzt, welche auf ihrer Oberfläche mit einer dünnen Silberschicht überzogen sind.

Die Versilberung von Gläsern ist durchaus keine neue Erfindung, schon vor Jahren hat *Steinheil* in *München* versilberte Hohlspiegel von Glas angefertigt, aber die Vollkommenheit der Silberflächen und vor allem die Festigkeit mit der die Silberschicht haftet, sind Vorzüge, welche die *Browning*'schen Fabrikate vor anderen voraushaben.

Auch sonst fand ich bei *Browning* eine reiche Auswahl von Apparaten aus allen Gebieten der Mechanik, die in der Art ihrer Ausführung durchweg den Charakter einer gewissen Eleganz trugen. Nur kam es mir vor, als wenn bei den Meßapparaten die äußere Form auf Kosten der wünschenswerthen Stabilität zu sehr begünstigt worden sei.

Ich bin mit *Browning* öfters zusammengekommen und habe bei ihm noch einen Apparat für das Potsdamer Institut bestellt, der besonders zur Beobachtung von Protuberanzen dient und nun bereits in den Händen des Herrn Professor *Spörer* sich befindet.

Erst wenn man die Großartigkeit der Werkstätten der englischen Mechaniker kennen gelernt hat, wenn man die vorzüglichen Hilfsmittel mit denen sie arbeiten, das exacte Ineinandergreifen der verschiedenen Operationen in ihren mit Dampf betriebenen Etablissements gesehen hat, lernt man begreifen, wie sie ihre Instrumente bei meist vorzüglicher Ausführung für verhältnißmäßig geringe Preise herzustellen im Stande sind.

Ein vorzügliches selbstregistrirendes Barometer in sehr großen Dimensionen ausgeführt, für das Observatorium des Lord *Lindsay* bestimmt, habe ich bei

Casella, einer großen mechanischen Werkstätte, die sich ausschließlich mit der Anfertigung meteorologischer Apparate beschäftigt, gesehen.

Interessant war es mir auch die Bekanntschaft eines deutschen Mechanikers in *London*, des Herrn Hilger zu machen.

Derselbe, der früher bei *Eichens* in *Paris*, später bei *Browning* in *London* gearbeitet, hat sich vor Kurzem selbst etablirt und wird vorzugsweise der Anfertigung von Spectralapparaten seine Kräfte widmen.

Seine größeren Spectralapparate, von denen einer nahezu vollendet war, unterscheiden sich dadurch von den *Browning'schen*, daß bei ihnen das Licht 4 mal durch die Prismen geführt wird, während bei den *Browning'schen* Apparaten das Licht nur 2 mal durch die Prismen geht. Mit einem Spectroskop von 6 Prismen kann man bei der *Hilger'schen* Anordnung die Zerstreung variiren und zwar von 2 Prismen bis 24 Prismen, also eine ganz enorme Dispersion erzielen, ohne die Annehmlichkeit eines handlichen Apparates zu verlieren.

Ganz besonders erwähnenswerth dürften seine vorzüglichen Bergkrystallpräparate für optische Zwecke, sowie auch seine Gewichtssätze aus Bergkrystall sein.

Ferner erregte ein Uhrwerk meine besondere Aufmerksamkeit. Dasselbe, zur Bewegung eines großen *Heliostaten* bestimmt, war in den einzelnen Theilen dem vorzüglichen Uhrwerk, welches *Eichens* in *Paris* für den *Bothkamper* Refraktor ausgeführt hatte und dessen Beschreibung ich in den *Bothkamper* Beobachtungen *Heft II* gegeben habe, sehr ähnlich, es unterschied sich von demselben dadurch, daß der Isochronismus der Umdrehungen des Regulators nicht durch einen veränderlichen Druck auf die beweglichen Theile desselben erzielt wird, sondern dadurch, daß durch ein sinnreich erdachtes Hebelwerk die Windflügel verstellbar werden und dieselben der Luft einen größeren Widerstand entgegenstellen, wenn das Uhrwerk – durch Verminderung der zu überwindenden Widerstände – die Tendenz hat schneller zu gehen.

Ich habe seither Mehreres aus der Werkstatt des Herrn *Hilger* bezogen und freue mich aussprechen zu können, daß der sehr vortheilhafte und vertrauenerweckende Eindruck, den ich bei dem Besuche seiner Werkstätte erhalten, sich in jeder Beziehung bestätigt hat.

### *Newcastle on Tyne, Gateshead*

(Aufenthalt vom 30. Juni bis 4. Juli)

In *Gateshead* bei *Newcastle*, wo ich einige Tage zubrachte, hatte ich Gelegenheit das Rieseninstrument des Herrn Newall zu besichtigen und sogar mehrere Male zu benutzen.

Dasselbe, ein Werk von *Cooke* in *York*, gehört zu den größten Refractoren der Welt. Es hat eine freie Objectiv-Oeffnung von 25 englischen Zollen und eine Brennweite von *ca.* 30 Fuß.

Es befindet sich auf einer kleinen Anhöhe in dem Park des Herrn *Newall*, und eine mächtige Kuppel, ganz aus Eichen konstruirt, schützt es vor dem Einflusse der Witterung. Der erste Anblick desselben ist imponirend und so sehr man auch in der Jetztzeit an größere Fernröhre gewöhnt sein mag, konnte ich anfangs doch nur staunen über die enormen Dimensionen, die sich hier darboten.

An dem großen Rohr, welches aus Stahlblech gefertigt ist und dessen Gewicht *ca.* 1400 Pf. beträgt, sind noch drei Fernröhre als Sucher angebracht, von denen das größte ein 6 zölliges Objectiv hat, also nach unseren deutschen Begriffen ein schon ansehnliches Instrument ist.

Die Konstruktion der Kuppel von 40 Fuß Durchmesser und *ca.* 60 Fuß Höhe und des Beobachtungsstuhls ist von Herrn *Newall* selbst angegeben worden und jedenfalls sehr vortrefflich. Aber wenn auch Alles so bequem als möglich eingerichtet ist, und man mit geringer Anstrengung sich mit dem Beobachtungsstuhl erheben kann, erfordert die Beobachtung mit dem Instrumente doch eine enorme physische Kraft und sehr viel Zeit, da bei den großen Dimensionen der zu bewegendenden Massen und der beträchtlichen Gewichte (der Drehthurm wiegt 2880 Ctr.) die Bewegungen nur sehr langsam vor sich gehen können.

Trotzdem bleibt es unverantwortlich, daß man bis jetzt mit diesem herrlichen Instrumente noch so gut wie gar nichts zu Stande gebracht hat. Herr *Newall*, der selbst zu wenig Astronom ist und nur ein reges Interesse für die Wissenschaft hat, wie das ja zur Genüge die Errichtung eines so kostspieligen Observatoriums bekundet, klagte mir, daß sein früherer Assistent (gegenwärtig ist die Sternwarte ganz ohne Astronomen) in einem Zeitraum von 8 Jahren, keine einzige Beobachtung gemacht hätte, die der Veröffentlichung irgendwie werth sei.

Nur einige Zeichnungen von Nebelflecken und Mondlandschaften, die Herr *Newall* und seine Frau angefertigt hatten, wurden mir gezeigt; indessen bei aller Anerkennung der großen Feinheit mit der sie ausgeführt waren, muß ich doch sagen, daß ihr wissenschaftlicher Werth zum Mindesten in keinem richtigen Verhältniß steht zu der Großartigkeit des Instrumentes, so wie zu den enormen Kosten, die dasselbe beansprucht hat.

Herr *Newall* war so gütig mir zu gestatten mit seinem Instrumente beobachten zu dürfen, und unterstützte mich beim Einstellen des Instrumentes wie beim Bewegen des Thurmes mit einer wahrhaft unermüdlichen Bereitwilligkeit. Ich beobachtete die Sonne und den Jupiter, wengleich bei nicht besonders günstiger Luft.

Der Versuch auch spectralanalytische Beobachtungen zu machen, scheiterte daran, daß einestheils die Feinstellung des Fernrohres in Declination, anderentheils die Spectralapparate nicht in Ordnung waren.

Einen höchst interessanten Anblick gewährte der Ringnebel in der Leyer, bei 700 bis 800 facher Vergrößerung, von dem ich eine Zeichnung mit Angabe der in der Nähe befindlichen Sternchen anfertigen konnte.

Uebrigens hat die Gelegenheit, ein so mächtiges Instrument eingehender prüfen zu können, mich nur in der Ansicht bestärkt, die ich mir im Laufe der Jahre gebildet habe, daß es nämlich in unseren Breiten durchaus nicht zweckmäßig ist, so große Instrumente aufzustellen, da die Tage, an welchen sie mit Vortheil ausgenutzt werden können, zu selten sind.

Bei einem mittelmäßigen Luftzustand, wie er meist in unseren Breiten herrscht, kann man auch mit dem mächtigsten Instrumente bei Anwendung starker Vergrößerungen, nicht viel mehr sehen, als mit einem mittelgroßen von 12 höchstens 15 Zoll Oeffnung.

Das Einzige, was große Instrumente vor anderen stets voraus haben werden, ist die größere Lichtstärke. Indessen wird dieser Vortheil, der ja auch nur für manche Beobachtungen wesentlich ist, wieder dadurch aufgehoben, daß die Handhabung eine sehr unbequeme und schwierige ist.

Im Interesse der Wissenschaft wäre es daher zu wünschen, daß Herr *Newall* sein früheres Project, das Instrument unter dem durchsichtigen Himmel *Madeira's* aufzustellen und es nicht länger in einer Gegend zu lassen, in welcher dicker Kohlendampf einerseits, helle Nächte andererseits seine Anwendbarkeit verringern, noch ausführen und daß es ihm gelingen möge, einen etwas eifrigeren Beobachter zu erhalten, als er bisher gehabt hat. –

## *Edinburgh*

(Aufenthalt vom 5. bis 7. Juli)

Das herrliche *Edinburgh*, wo ich mich auf meiner Reise nach dem Observatorium des Lord *Lindsay* aufhielt, bot in Bezug auf die mich besonders interessirenden Wissenschaften wenig.

Das auf *Calton Hill* gelegene Observatorium ist sehr unbedeutend. Der *Astronomer Royal of Scotland* Herr *Piazzi Smyth* war verreist, doch gelang es mir nach Ueberwindung einiger Schwierigkeiten in die Sternwarte zu kommen, wo mir der Assistent *M<sup>r</sup> Wallis* [Wallace] die Instrumente zeigte.

Von größeren Instrumenten besitzt die Sternwarte nur ein Passageinstrument und ein Spiegelteleskop. Ihre Hauptaufgabe ist Zeitbestimmung und Anstellung meteorologischer Beobachtungen.

## Dun-Echt bei Aberdeen

(Aufenthalt vom 8. bis 10. Juli)

Größeres Interesse erregte das schöne Observatorium des Lord *Lindsay* in *Dun-Echt* bei *Aberdeen*. Die Besitzung des Lords liegt etwa 3 bis 3½ Stunden westlich von *Aberdeen*, und wieder westlich unweit des Schlosses, befinden sich auf einer geringen Anhöhe die Observatorien und das Wohnhaus des Direktors und der Assistenten.

Der Direktor *M Gill*, der mich schon früher in *Bothkamp* besucht hatte, nahm mich in Abwesenheit des Lord *Lindsay* gastlich auf und war bemüht, mir alle Einrichtungen so gründlich wie möglich zu zeigen.

Das Hauptinstrument ist ein 15 zölliges Aequatorial von *Grubb* in *Dublin*. Leider war die Witterung in den 3 Tagen, die ich in *Dun-Echt* zubrachte, so schlecht, daß sich keine Gelegenheit bot, mit dem Fernrohr auch nur eine einzige Beobachtung anzustellen.

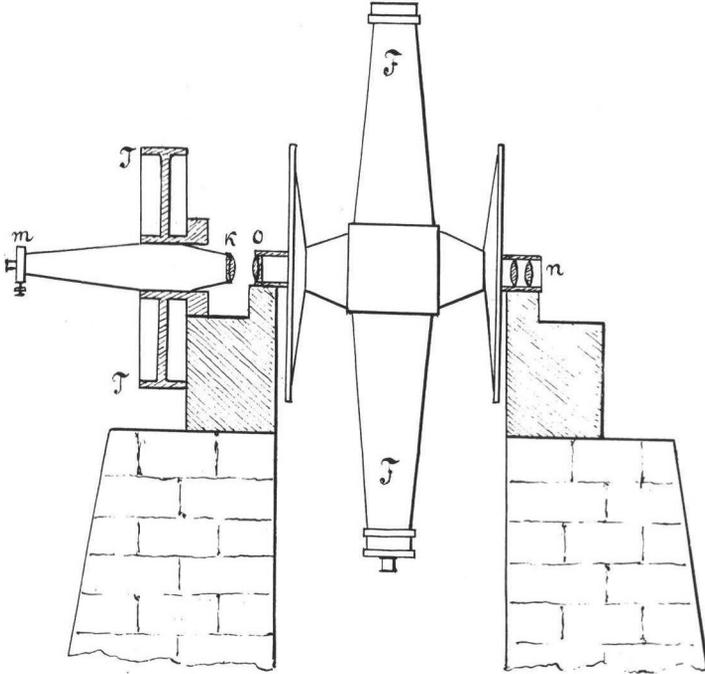
Das Objectiv wurde sehr gelobt; die Montirung ist nicht nur sehr solid und in jeder Beziehung praktisch, sondern auch höchst geschmackvoll. Ich habe mir Zeichnungen von den mir besonders praktisch erscheinenden Einrichtungen angefertigt und hoffe, daß die Erfahrungen die ich hier gemacht, nicht ohne vortheilhaften Einfluß auf die Konstruktion des in *Potsdam* zu errichtenden Instrumentes sein werden. Von kleineren wirklich vortrefflichen Einrichtungen in dem Kuppelraum habe ich ebenfalls genaue Skizzen angefertigt, in der Hoffnung, daß dieselben dereinst dem *Potsdamer* Institute zu Gute kommen werden.

Der Raum unterhalb der sich nur wenig über den Boden erhebenden Kuppel ist zur Aufstellung der Elemente und zur Anstellung größerer physikalischer Untersuchungen bestimmt.

Neben dem Kuppelraum befindet sich auf der einen Seite ein Arbeitszimmer zum Theil für schriftliche Arbeiten, zum Theil für Aufstellung feinerer Apparate bestimmt, auf der anderen Seite, das Meridianzimmer.

Die Kuppel für das große Instrument ist ebenso wie zwei kleinere (eine für das Heliometer, die andere für einen kleineren Refractor) von *Grubb* in *Dublin* angefertigt, den ich bereits wegen der Vorzüglichkeit seiner Kuppel-Konstruktionen rühmend erwähnt habe. Ich habe mir von ihm genaue Zeichnungen seiner Kuppel-Konstruktionen verschafft, sowohl der *Drum-Roofs* als der geschmackvolleren *Doms*, und diese Zeichnungen dem Herrn Regierungs- und Baurath *Spieker* in *Potsdam* eingehändigt, in der Hoffnung, daß entweder die Kuppeln für das *Potsdamer* Institut von *Grubb* direkt bezogen werden, oder zum Mindesten den Bemühungen des Herrn *Grubb*, in dieser Beziehung dem Astronomen etwas durchaus Praktisches zu bieten, bei der Anfertigung dieser Kuppeln von Nutzen werden möchten.

In dem Meridianzimmer ist ein Meridiankreis von *Troughton & Simms* in *Charlton* bei *London* mit 3 füßigen Kreisen und einem Fernrohr von 8½ Zoll Oeffnung aufgestellt. Die Konstruktion des Meridiankreises, welche nicht unwesentlich von der in Deutschland gebräuchlichen, abweicht, hat mir in vielen Punkten gefallen.



Die Pfeiler sind niedriger als bei den deutschen Instrumenten, und tragen einen metallenen Aufsatz, an welchem die Lager sich befinden, sowie eine Trommel von derselben Metallkomposition verfertigt wie die Kreise, an deren Peripherie die Mikroskope zum Ablesen der Kreise befestigt sind. Es soll dadurch bewirkt werden, daß Temperaturänderungen auf Mikroskopträger und Kreis gleichzeitig einwirken. Ueberhaupt bietet die Einrichtung entschieden den Vortheil, daß Spannungen in den Kreisen durch ungleiche Erwärmung oder Erkältung einzelner Theile möglichst vermieden werden. Bei der in Deutschland üblichen Konstruktion wird ein Theil der Kreise stets durch die beträchtliche Steinmasse der Seitentpfeiler gedeckt und ist daher andern Strahlungsverhältnissen ausgesetzt, als die freistehenden Theile, während bei der Konstruktion von *Simms*, dieselben nur

einem schlanken Eisengerüste gegenüberstehen, das sich nahezu eben so schnell wie sie selbst, Temperaturänderungen accomodirt.

Die Einrichtungen für Beleuchtung sind sehr einfach, von vorzüglicher Wirkung und erstrecken sich nicht nur auf die Beleuchtung der Fäden oder des Gesichtsfeldes im Fernrohr und der Kreise, sondern auch auf die Trommeln der Mikrometerschrauben an den Mikroskopen.

Die Frictionsrollen, auf welchen das Instrument ruht um den Lagerdruck zu vermindern, befinden sich an einem Hebelwerk, das nicht an dem weniger stabilen Kopf, sondern unterhalb des Fußbodens, an dem Fuße des Pfeilers, angebracht ist.

Ich begegnete hier auch einer recht sinnreichen Einrichtung, die mir bis dahin unbekannt geblieben war. Dieselbe hat den Zweck die Ungleichheit der Zapfen zu bestimmen und mag aus vorstehender Skizze erhellen.

Die Drehungs-Axe des Fernrohrs kann durch Einsetzen eines Objectives  $O$  und eines Oculares  $n$  (mit Fadenkreuz) in ein Fernrohr verwandelt werden. In die Durchbohrung der Trommel  $T$ , welche die Mikroskope trägt, wird ein Fernrohr eingeschraubt mit dem Objectiv  $k$  und dem Ocular und Mikrometer  $m$ .

Mit Hülfe der nöthigen Korrekctionsschrauben an dem zweitgenannten Fernrohr, kann man nun bewirken, daß die optischen Axen beider Fernröhre in eine Linie fallen, so daß der Durchschnittspunkt des Fadenkreuzes bei  $n$ , welches durch eine Lampe erhellt wird, mit dem des Fadenkreuzes bei  $m$  sich deckt. Bei vollkommen cylindrischen Axen wird bei einer Drehung des Fernrohrs  $FF$  der Winkel zwischen den optischen Axen derselbe (nämlich  $180^\circ$ ) bleiben; sind dagegen die Zapfen unrund, so wird für jede Lage des großen Fernrohrs  $FF$  die Zapfenungleichheit durch Messungen an dem Mikrometer  $m$  bestimmt werden können.

Südlich von dem oben erwähnten Gebäude wurde während meines Aufenthaltes ein Laboratorium eingerichtet, welches sowohl für chemische als physikalische Untersuchungen, speciell für Zwecke der Spectralanalyse dienen soll.

Unweit desselben befindet sich zu ebener Erde eine Kuppel für das vorzügliche *Heliometer*, welches Lord *Lindsay* zur Beobachtung des Venus-Vorübergangs von der Firma *Repsold* in *Hamburg* bezogen hat, sowie noch eine andere Kuppel, in der ein kleiner Refractor aufgestellt ist.

Der Apparat, mit welchem die schon oben erwähnten Sonnenphotographien während des Venus-Vorübergangs angefertigt worden sind, wurde in den Tagen, welche ich in *Dun-Echt* zubrachte, ausgepackt. Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem mächtigen *Heliostaten* und einem Objectiv mit sehr großer Brennweite, so daß ohne Vergrößerungen direkt im Brennpunkt Sonnenbilder von 11 Centimeter Durchmesser entstehen. Das Objectiv ist auf einem Pfeiler montirt gewesen, dem gegenüber in entsprechender Entfernung ein zweiter Pfeiler stand, auf dem die photographische Cassette mit der lichtempfindlichen Platte, und ein entsprechender Momentverschluß angebracht war. Die Axe des großen Fernrohrs lag

horizontal, und durch den *Heliostaten* wurden die Strahlen in ebenderselben Richtung dirigirt.

Die wissenschaftlichen Gebäude des *Lindsay'schen* Observatoriums zeichnen sich alle durch große Einfachheit aus. Das Mauerwerk ist von Granit ausgeführt, und ohne allen Schmuck. Dabei sind sie aber den wissenschaftlichen Anforderungen in jeder Beziehung so entsprechend, daß man sie ohne Bedenken allen ähnlichen Instituten als Muster hinstellen kann. Es dürfte immer anzurathen sein bei wissenschaftlichen Gebäuden vor allen den Forderungen des Fachmannes Rechnung zu tragen und etwaige ästhetische Rücksichten erst in zweiter Linie zur Geltung kommen zu lassen, da sonst die Gefahr zu nahe liegt etwas äußerlich angenehm Wirkendes hinzustellen, das aber den praktischen Bedürfnissen nur ungenügend entspricht.

### *Glasgow*

(Aufenthalt vom 12. bis 14. Juli).

Nach einem kleinen Streifzug durch das schottische Hochland habe ich mich in *Glasgow* aufgehalten. Hier besichtigte ich zunächst das in großartigem Styl erbaute neue Universitätsgebäude, wobei ich von dem mir befreundeten Professor der Physik *J. Young* in liebenswürdiger Weise unterstützt wurde <sup>\*)</sup>. In dem physi-

---

<sup>\*)</sup> Es sei mir gestattet einige Worte über diesen prachtvollen Bau, hier Platz finden zu lassen.

Das Universitätsgebäude wurde von Professor *Scott* entworfen, und von einem Deutschen *W. Conradi*, einem Schüler von *Semper*, ausgeführt. Dasselbe befindet sich auf einer Anhöhe im Westen der Stadt und bildet ein Viereck von 600 Fuß Länge und 300 Fuß Breite, dessen Inneres durch einen prachtvollen Mittelbau in zwei nahezu quadratische Räume getheilt wird.

Das Gebäude zerfällt in mehrere Abtheilungen. Die südliche Front mit einem Eckthurm in [im] Westen, mit ihren schönen Auditorien und Laboratorien, ist der Naturwissenschaft gewidmet, der östliche Theil der Medicin einschließlich Fachbibliothek und Museum, die nördliche Front enthält einen Versammlungssaal für die Studirenden, eine Lesehalle mit Bibliothek, das berühmte *Hunterian* Museum mit einer der vollständigsten und werthvollsten Münzsammlungen der Welt und die große Universitätsbibliothek.

Daran schließen sich eine größere Anzahl von Privathäusern, mit Wohnungen für die Professoren, ein großer Spielplatz für die Studenten und am Ende das neue Universitätshospital.

Ein mächtiger Thurm mit den Haupteingängen, hat die praktische Bestimmung eine überaus vorzügliche und gründliche Ventilation in allen Räumen des mächtigen Gebäudes hervorzubringen.

Mit Hülfe einer Dampfmaschine wird fortwährend frische Luft zu- und die verbrauchte Luft abgeführt. Die erstere wird im Winter vorgewärmt und durchfeuchtet, im Sommer gekühlt, ehe sie in die Zimmer eingetrieben wird.

Dieser herrliche Bau kann in jeder Beziehung als Muster dienen und besonders das vorzügliche Ventilationssystem einer Nachahmung warm empfohlen werden. –

kalischen Laboratorium des bekannten Professor *Thomson* fand ich mancherlei des Interessanten, wovon mir besonders ein neuer Telegraphenapparat, der für überseeischen Gebrauch bestimmt ist, erwähnenswerth erscheint.

Derselbe unterscheidet sich nämlich dadurch von den jetzt gebräuchlichen Transatlantischen Telegraphen, daß die Zeichen nicht nur durch die Bewegung eines mit einem Magneten verbundenen Spiegelchens gegeben werden, also vorübergehende sind, sondern durch einen äußerst zarten Schreibapparat, auf einem laufenden Papierstreifen bleibend fixirt werden.

Die Sternwarte die nicht weit von der neuen Universität gelegen ist, macht einen sehr angenehmen Eindruck. Ich fand hier einen Refractor von *Cooke* in *York* von 9 Zoll Oeffnung und 13 Fuß Brennweite dessen Leistungen von dem Direktor Professor *Grant*, sehr gerühmt wurden. Es ist das größte hier in Gebrauch befindliche Instrument. Außer demselben war vorhanden ein Spiegelteleskop (Spiegel *ca.* 2 Fuß Durchmesser), ein schöner älterer Meridiankreis, mit dem sehr fleißig Sternpositionen beobachtet worden sind, die in nächster Zeit veröffentlicht werden sollen, ein kleines Passageninstrument, sowie eine Anzahl von kleineren Instrumenten, wie man sie fast auf jeder Sternwarte findet.

Endlich ist zu erwähnen, daß eine sehr vollständige meteorologische Station sich auf der Sternwarte befindet, bestehend aus meistentheils mechanisch- oder photographisch registirenden Apparaten.

## *Dublin*

(Aufenthalt vom 15. bis 20. Juli).

Mein Besuch in *Dublin* galt besonders dem Mechaniker Herrn *Howard Grubb*, dessen Werkstatt ich gern persönlich in Augenschein nehmen wollte, auch wünschte ich mit ihm eingehender über das für *Potsdam* zu liefernde Instrument zu berathen.

Die Werkstatt bildete kein geordnetes Ganze, da das Rieseninstrument mit einer Oeffnung von 26 Zoll, welches für Wien bestellt wurde, eine sehr beträchtliche Erweiterung der Arbeitsräume nöthig gemacht hatte. Dessenungeachtet fand ich hier Gelegenheit reiche Erfahrungen zu sammeln und Vieles von dem intelligenten jungen Manne zu lernen. Zunächst erregte mein Interesse ein in sehr großen Dimensionen ausgeführtes Spectroskop für das Observatorium des Lord *Lindsay* bestimmt. Dasselbe zeigte sich bei näherer Prüfung als sehr vortrefflich, nur fürchte ich nach den Erfahrungen, die ich bisher auf dem Gebiete der Sternspectralanalyse gemacht habe, daß das Instrument wegen der zu starken Zerstreung und Absorption in den sehr großen Prismen, für seine wesentliche Bestimmung, als Sternspectroskop zu dienen, sich nicht recht geeignet erweisen wird.

Von dem großen Wiener Instrument habe ich nur die Zeichnungen sehen können. Ein Gebäude, in welchem die Arbeiten ausgeführt werden sollen und in dem das Instrument später zur Prüfung aufgestellt werden wird, war nahezu vollendet.

Herr *Grubb* wird auch die mächtige Kuppel für dieses Instrument, sowie noch andere Kuppeln für die Wiener Sternwarte liefern.

Darauf besuchte ich das *Royal Observatory (Dunsink)* welches einige Stunden von *Dublin* entfernt liegt. Der jetzige Direktor Professor *Ball* und der Observator *Dr. Copeland* nahmen mich freundlich auf, und ich war erfreut nach langer Zeit mit *Dr. Copeland*, der einige Jahre an der Sternwarte zu *Göttingen* thätig gewesen war, einige Worte Deutsch reden zu können.

Die Sternwarte besitzt ein schönes geräumiges Meridianzimmer, in welchem ein mächtiger alter *Troughton'scher* Kreis und ein schöner neuer Meridiankreis von *Pistor & Martins* in *Berlin* (1872) aufgestellt ist. Auf dem Hauptgebäude, in welchem sich auch die Wohnung des Direktors befindet, ist eine kleine Kuppel angebracht, in welcher ein Refractor mit 5 zölligem Bergkrystall-Objectiv (jedenfalls ein Curiosum) aufgestellt ist. Südlich von dem Hauptgebäude ganz isolirt steht eine große Kuppel in welcher sich ein Refractor von nahezu 12 Zoll Oeffnung befindet.

Das Glas ist von *Cauchoux* in *Paris*, die Montirung von *Grubb* (*Vater*), das Positionsmikrometer von *Pistor & Martins* in *Berlin*. Das Instrument ist bekannt geworden durch die fleißigen und schönen Beobachtungen des früheren Direktors der Sternwarte *Brünnow*, der auch eine eingehendere Beschreibung desselben, sowie der von *Grubb* verbesserten Kuppelkonstruktion, in den Publikationen der Sternwarte gegeben hat.

Das Observatorium besitzt außerdem zahlreiche meteorologische Apparate.

### *Birr-Castle, Parsonstown*

(19. Juli)

Obleich mir Lord *Rosse* mitgetheilt hatte, daß er zu der Zeit, in welcher ich voraussichtlich in *Dublin* sein würde, noch in *London* sich aufhalten müsse, konnte ich mir doch nicht versagen die für einen Tag etwas anstrengende Reise von *Dublin* nach *Parsonstown* und zurück, zu unternehmen, um das größte jetzt existirende Spiegelteleskop von dem ich schon soviel gehört hatte, zu besichtigen.

Die Ausführung meines Planes wurde mir dadurch sehr erleichtert, daß Lord *Rosse* für den Fall meines Hinkommens seine Leute bereits instruiert hatte. Allerdings war auch der derzeitige Assistent Herr *Dreyer* leider abwesend, aber die Hauptperson ist dort ein Schmied *M<sup>r</sup> Cochlan* [*Coghlan*] und dieser war sofort

bereit, mir mit seinen Leuten und dem zweiten Assistenten das Instrument zu zeigen.

Inmitten eines herrlichen Parks unweit des schönen Schlosses *Birr-Castle* ist zwischen zwei mächtigen Pfeilern das Rohr von 54 Fuß Länge und  $6\frac{1}{2}$  Fuß Durchmesser aufgestellt. Dasselbe läßt sich nur im Meridian auf und nieder, und etwa 20 Zeit-Minuten vor oder nach dem Meridian zur Seite bewegen. Die Anwendung desselben bleibt also immer eine ziemlich beschränkte. Dagegen läßt sich der Koloß verhältnißmäßig leicht bewegen; zwei Mann sind ausreichend, das Fernrohr in die Höhe zu winden.

Der Beobachter steht entweder auf einer sehr sicheren, leicht beweglichen Treppe, bei geringer Höhe des Instruments über dem Horizont, oder in einem durch Schienen mit den Pfeilern verbundenen Kasten, der sich am oberen Ende des Instrumentes auf und nieder und seitlich bewegen läßt, da man von oben in das Fernrohr sieht. Obwohl nun aber alles einen sehr soliden Eindruck macht, kann man sich doch eines etwas beängstigenden Gefühls nicht erwehren, wenn man so ziemlich frei, in einer Höhe von 40 bis 50 Fuß über dem Fußboden schwebt. Das Rohr ist von Holz mit starken Eisenreifen beschlagen und im Ganzen sehr roh gearbeitet.

Der Vater des jetzigen Lord *Rosse* hat das Teleskop Ende der vierziger Jahre errichten lassen und selbst sehr fleißig Hand an das große Werk gelegt. So ist z. B. die sehr sinnreiche Ausbalancirung des Rohres und die Polirmaschine für die großen Spiegel nach seinen speciellen Angaben und Experimenten ausgeführt worden.

*M Cochlan* [Coghlan] der mich anfänglich etwas sehr formell behandelte wurde im Laufe des Gespräches vertraulicher und da er meines Interesses sicher zu sein glaubte, führte er mich schließlich in seine Werkstätte, eine große Schmiede, die in dem Hofe eines Seitenflügels des Schlosses untergebracht ist, und in eine Art Scheune, wo eine mächtige Drehbank und die Polirmaschine für die Spiegel aufgestellt war.

Hier wurden auch von allen den Versuchen, die man gemacht hatte, große Spiegel anzufertigen Proben aufbewahrt.

Da es nämlich anfänglich nicht gelungen war, brauchbare Spiegel von 6 Fuß Durchmesser zu gießen, war man auf die Idee gekommen, große Spiegel aus kleineren Metallstücken zusammenzusetzen und diese dann gemeinsam zu schleifen und zu poliren.

Es sollen auch diese Spiegel ganz gute Bilder gegeben haben. Als es jedoch später gelungen war, durch Verbesserung des Schmelzofens große Metallmassen gleichförmig zu gießen, hat man jene Spiegel zurückgesetzt.

Gegenwärtig sind zwei Spiegel von 6 Fuß Durchmesser für das Instrument vorhanden; ein dritter soll noch angefertigt werden. Alle 3 bis 4 Jahre wird es

nöthig, den im Fernrohr befindlichen Spiegel, wegen zu starker Oxydation, durch den andern neuaufpolirten zu ersetzen.

Das Instrument des Lord *Rosse* hat der Wissenschaft bekanntlich dadurch wesentlich genützt, daß mit demselben jene schönen Beobachtungen von Nebelflecken angestellt wurden, die mit dem Jahre 1850 beginnen. Die betreffenden Beobachtungen, die bisher nur zum Theil veröffentlicht wurden, sollen nächstens vollständig publicirt werden.

Auch wurde mir ein voluminöser Band vorgezeigt, in dem die Beobachtungen fast bis zur Jetztzeit eingetragen waren.

Die vor Kurzem veröffentlichten Untersuchungen über die Mondwärme sind nicht mit diesem großen Teleskope, sondern mit einem solchen von 3 Fuß Durchmesser ausgeführt worden. Ich fand dasselbe gerade zerlegt, da es eine parallactische Montirung bekommen sollte.

Von sonstigen Instrumenten besitzt das Observatorium nichts weiter Erwähnenswerthes als etwa ein kleines Passageninstrument und einige meteorologische Apparate. Sehr primitiv fand ich die Einrichtungen für spectralanalytische Untersuchungen.

Ich habe es nicht bereut *Parsonstown*, trotz der Abwesenheit des Besitzers besucht zu haben, noch lange werde ich den großartigen sogar malerisch schönen Eindruck, welchen das mächtige Instrument mit seinen epheubewachsenen Pfeilern bietet, in Erinnerung behalten.

## *Oxford*

(26. Juli)

Bei meinem zweiten Aufenthalte in *London* bekam ich eine Einladung nach *Oxford* von Professor *Pritchard*, dem Direktor des neuen daselbst errichteten Observatoriums, das ausschließlich der Astrophysik dienen soll. Da es nun überhaupt in meiner Absicht gelegen hatte, wenigstens eine der großen Universitäten – *Cambridge* oder *Oxford* – kennen zu lernen, entschied ich mich darauf hin für *Oxford*.

Ich besuchte hier zuerst das ältere prächtig gelegene *Radcliffe Observatory*. Professor *Main* der Direktor, führte mich selbst in der Sternwarte herum und zeigte mir die reichhaltige Sammlung von Instrumenten meistens älterer Konstruktion, unter welchen sich auch eines der ersten *Heliometer* aus der Werkstatt von *Repsold* in *Hamburg* befand.

Nicht weit davon liegt das neue Observatorium „*The University Observatory*“. Dasselbe besteht aus einem sich von Ost nach West erstreckenden Gebäude, an dessen Enden sich zwei Kuppeln befinden. Nun ist es bekanntlich gerade in Bezug auf die Kuppeln schwer, sowohl den wissenschaftlichen Anforderungen

des Astronomen, als auch den ästhetischen Wünschen des Architekten gerecht zu werden. Hier aber ist es den Bemühungen des *M<sup>r</sup> Barry* gelungen, eine Konstruktion von Kuppeln zu ersinnen, deren äußere Form entschieden ansprechend ist, die aber auch in Bezug auf Leichtigkeit der Bewegung und bequemen Klappeneinrichtungen nichts zu wünschen übrig lassen. Dagegen könnte ich nicht sagen, daß mir das Gebäude im Ganzen einen ansprechenden Eindruck gemacht hätte.

In der westlichen Kuppel ist ein neues Instrument von *Grubb* in *Dublin* von 12¼ Zoll Oeffnung aufgestellt, das äußerlich einen vortrefflichen Eindruck macht. Leider konnte ich über seine Leistungen kein eigenes Urtheil gewinnen, doch habe ich in jeder Beziehung nur Lobendes darüber gehört.

Ein für dieses Instrument bestimmtes Sternspectroskop ist ebenfalls von *Grubb* verfertigt, ein zweites von *Browning*.

Außerdem ist noch ein großes stark zerstreues Spectroskop für Sonnenbeobachtungen von *Grubb* vorhanden.

In der östlichen Kuppel ist ein großes Spiegelteleskop aufgestellt, welches *Warren de la Rue* der Universität *Oxford* geschenkt hat.

In dem die Kuppeln verbindenden Gebäude steht ein zweiter großer Reflector, ebenfalls von *de la Rue* gestiftet und montirt wie ein Altazimuth-Instrument, sowie drei kleinere Instrumente, die zum Gebrauch für Studierende bestimmt sind.

Die Räume unter den beiden Kuppeln dienen als Arbeitszimmer des Direktors und der Assistenten. Ein kleines photographisches Laboratorium mit Dunkelkammer ist davon abgetrennt.

In dem sehr geräumigen und luftigen Untergeschoß endlich ist die Polirmaschine von *de la Rue*, zur zeitweiligen Aufpolirung der Spiegel bestimmt, sowie ein *Foucault'scher* Apparat, mit dem man die Krümmung derselben prüfen kann, aufgestellt.

---

Wenn ich die Resultate meiner Reisebeobachtungen, die ich namentlich in Bezug auf Astronomie, Physik und Mechanik bei den gelehrten Fachmännern Englands, sowie in den Werkstätten intelligenter Mechaniker eingesammelt habe, überblicke, so drängt es mich unwillkürlich zu einem Vergleiche zwischen englischen und deutschen Bestrebungen auf den Gebieten der menschlichen Thätigkeit.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß uns die Engländer gegenwärtig noch in vielen Dingen überlegen sind, namentlich in Bezug auf technische Einrichtungen, deren Invention uns durch ihre Einfachheit imponirt und uns zu der Frage Veranlassung giebt, weshalb Aehnliches in Deutschland nicht längst zur Ausführung gekommen ist. Ich suche den Grund hierfür darin, daß in England im Allgemeinen die materiellen Mittel in reicherm Maaße vorhanden sind und schon seit langer

Zeit vorhanden waren. Die isolirte Lage des Königreichs, ließ eine ungestörtere Entwicklung der nationalökonomischen Verhältnisse zu, die überseeischen Besitzungen trugen wesentlich dazu bei den Reichthum des Landes zu vermehren und das zu den menschlichen Erzeugnissen nöthige Material stets in vorzüglichster Qualität herbeizuführen. Der erfinderische Geist des Einzelnen muß entschieden angeregt werden, sofern nicht von vornherein das störende Princip des Geldmangels sich geltend macht.

Es giebt in England viele Leute, die soviel besitzen, daß ihnen die Anhäufung weiterer Reichthümer keine Freude mehr bereitet und die aufgeklärt genug sind, hierin nicht die Hauptaufgabe des Lebens zu erblicken, sondern einen Theil ihres Ueberflusses zur Hebung allgemeiner Culturentwicklung und Wohlfahrt des Landes hergeben; indem sie entweder den erfinderischen Geist des Einzelnen durch die Inaussichtstellung der Realisirung der Ideen anspornen, oder sich selbst gewissen Theilen der menschlichen Thätigkeit zuwenden. Die Gemächlichkeit mit der sie hierbei zu Werke gehen können – da sie die Last der fortlaufenden Sorgen für den Lebensunterhalt nicht zu tragen haben – ist oft Veranlassung, daß wichtige Fragen entschieden werden, deren Beantwortung ohne die Anstellung von zeitraubenden und kostspieligen Experimenten unmöglich sein würde, ferner daß Hilfsapparate und Instrumente in solcher Großartigkeit und Gediegenheit angefertigt werden, daß eine Benutzung derselben schon von vornherein Erfolge in sich birgt.

In Deutschland waren bisher die Verhältnisse in dieser Hinsicht viel ungünstiger, der deutsche Gelehrte sowohl als überhaupt die mit Erfindungstalent Begabteren hatten oft die größte Schwierigkeit ihre Ideen nur in der nothdürftigsten Weise zur Ausführung zu bringen und es darf daher nicht befremden, daß in praktischer Beziehung Vieles unausgeführt blieb, daß man sich mehr einer speculativen Thätigkeit hingab und durch Verschärfung der Verstandesoperationen das unausführbare Experiment zu ersetzen suchte.

Diesem Umstande haben wir es zu verdanken, daß in Bezug auf streng wissenschaftlichen Sinn, Eifer und Forschergeist sich der Deutsche nicht nur auf gleicher Höhe mit dem Engländer befindet, sondern wie man mit hoher Genugthuung behaupten kann, daß er denselben erheblich überflügelt. –

## Telegrafenberg oder Telegraphenberg?

*Wolfgang R. Dick, Potsdam*

Der Große Refraktor, dem dieser Band gewidmet ist, hat seinen Standort im Gelände des heutigen »Wissenschaftsparks Albert Einstein« (einst »Königliche Observatorien«) südöstlich des Potsdamer Stadtzentrums auf einem kleinen Berg, der im 19. Jahrhundert nach der zeitweilig dort stehenden optischen Telegrafestation benannt wurde. Entsprechend der damaligen Orthographie war die Bezeichnung natürlich »Telegraphenberg«. Seit mehreren Jahrzehnten verwenden die ansässigen Institute und ihre Mitarbeiter die modernisierte Schreibweise »Telegrafenberg«, für die sich auch die Herausgeber des vorliegenden Bandes mehrheitlich entschieden haben. In der Literatur der letzten Jahrzehnte findet man ebenfalls bevorzugt die Schreibweise mit *f*, nur gelegentlich diejenige mit *ph*. Man sollte also annehmen, daß die eine die historische, veraltete Schreibweise, die andere dagegen die moderne ist. Geht man dieser Frage allerdings nach, so zeigt sie sich wesentlich komplizierter als angenommen.

In einem kürzlich veröffentlichten Übersichtsartikel zur Geschichte der Astronomie in der Region hatte ich mich für die Schreibweise mit *ph* entschieden und dies auch kurz begründet<sup>1</sup>, ohne allerdings genauere Recherchen anzustellen; auch für den gesamten Band hatten die Herausgeber diese Variante vorgegeben. Da im vorliegenden Band die Bezeichnung »Telegrafenberg« häufig und sogar im Buchtitel vorkommt, erschien es sinnvoll, die »richtige« Schreibweise festzustellen.

Der Name des Berges tritt in den Anschriften der ansässigen Institute auf, steht in den Personalausweisen der Anwohner (wird also von der Potsdamer Meldebehörde verwendet) und erscheint auch im deutschen Postleitzahlenbuch<sup>2</sup> – überall

---

<sup>1</sup> Dick, W. R.: 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam – ein Überblick. In: W. R. Dick, K. Fritze (Hrsg.): 300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam. Eine Sammlung von Aufsätzen aus Anlaß des Gründungsjubiläums der Berliner Sternwarte. Thun und Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch 2000, S. 11–42, hier S. 18

<sup>2</sup> Das Postleitzahlenbuch. Alphabetisch geordnet. Bonn: Deutsche Bundespost Postdienst, 1993, S. 828.

in der Schreibweise mit *f*. Es war also anzunehmen, daß er als Straßenname verwendet wird, obwohl es sich nicht um eine Straße im eigentlichen Sinne handelt. Für die Schreibweise wäre dann die Stadt Potsdam zuständig. Eine Nachfrage beim Potsdamer Katasteramt, Abteilung Vermessung, ergab allerdings, daß die Bezeichnung nicht im offiziellen Verzeichnis der Potsdamer Straßennamen enthalten ist.<sup>3</sup> Ich erhielt lediglich den Hinweis auf das Postleitzahlenverzeichnis und darauf, daß im Stadtplan Potsdam des Landesvermessungsamtes (LVermA) Brandenburg die Schreibweise mit *f* verwendet wird. Ein Blick in einen Stadtplan von Potsdam, »hergestellt nach amtlichen Unterlagen« von Haupka & Co.<sup>4</sup>, zeigt den fraglichen Namen dagegen in der Schreibung mit *ph*. Auch in der »Amtlichen Topographischen Karte Brandenburg/Berlin 1 : 50 000« (Top50) des LVermA Brandenburg<sup>5</sup> und der Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr, Abt. V, des Landes Berlin findet man den Namen mit *ph*. Aufklärung konnte somit nur das zuständige Landesvermessungsamt geben<sup>6</sup>. Ich erfuhr, daß die Schreibung in der Top50 die amtliche ist und auf der »Allgemeinen Richtlinie für die Schreibweise geographischer Namen der Deutschen Demokratischen Republik«<sup>7</sup> beruht. Bei dem vom LVA herausgegebenen Stadtplan von Potsdam handelt es sich dagegen um eine Sonderkarte nicht-amtlicher Natur; weshalb dort von der amtlichen Schreibung abgewichen wurde, sei dahingestellt.<sup>8</sup> Das Amt für Denkmalpflege der Stadt Potsdam hat dagegen z.B. im »Verzeichnis der eingetragenen Denkmale der Stadt Potsdam«<sup>9</sup> die amtliche Schreibweise »Telegraphenberg« gewählt.

Nun mag man einwenden, daß die Schreibweise mit *ph* ein alter Zopf aus Kaisers Zeiten sei, man im Innenministerium der DDR (im Unterschied zu den

<sup>3</sup> Auch in den Straßenverzeichnissen der Stadtpläne Potsdams taucht die Bezeichnung nicht auf, was gelegentlich zu Problemen bei der Zustellung von Sendungen führt, wie mir eine Anwohnerin berichtete.

<sup>4</sup> Stadtplan Potsdam, 5. Aufl. Hamburg, Berlin: Falk-Verlag, 1994.

<sup>5</sup> Zum Beispiel in der Fassung auf CD-ROM, 1999.

<sup>6</sup> Landesvermessungsamt Brandenburg, Heinrich-Mann-Allee 103, 14473 Potsdam, Tel. (0331) 8844-0, Fax (0331) 8844-126. Herrn Erik Theile sei für die freundliche telefonische Auskunft herzlich gedankt.

<sup>7</sup> 4. Aufl. Berlin: Ministerium des Innern der DDR, 1989.

<sup>8</sup> Auch die Potsdamer Stadtpläne der 70er und 80er Jahre aus dem VEB Tourist Verlag schreiben mit *f*, ebenso einige Pläne aus den neunziger Jahren. Offenbar sind verschiedene kartographische Datensätze im Gebrauch. Besonders auffällig ist dies im »Auto-, Rad- und Wanderatlas Rund um Berlin«, Berlin u.a.: RV Reise- und Verkehrsverlag, 1994, in dem sich auf dem Potsdamer Stadtplan (S. 148f.) die Schreibung mit *f*, dagegen auf der Karte 1 : 50 000 von Potsdam und Umgebung (S. 72f.) diejenige mit *ph* findet.

<sup>9</sup> Amtsblatt für die Landeshauptstadt Potsdam 11 (2000) Nr. 12, S. 4–32, hier S. 23f. Unter Nr. VI 3 7 findet man darin übrigens auch das Kuppelgebäude mit Doppelrefraktor.

wissenschaftlichen Instituten) offenbar nicht mit der Zeit ging, und es ja schließlich kürzlich eine Rechtschreibreform gab. Um zu verstehen, daß all dies nicht zutrifft, müssen wir etwas weiter ausholen.

Bei »Telegraphenberg« handelt es sich um einen geographischen Namen (in diesem Fall für einen Berg – wie wir sahen, ist es kein Straßename), also einen Eigennamen für eine bestimmte Örtlichkeit bzw. ein Gebiet der Erdoberfläche. Geographische Namen sind nicht lediglich willkürliche Identifikatoren, sondern enthalten auch ein sprachliches und kulturelles Erbe. Keiner käme auf den Gedanken, die Schreibweise von Bayern oder Thüringen zu ändern, auch wenn diese altertümlich ist. In Deutschland unterliegt die Festlegung der Schreibweise geographischer Namen im allgemeinen der Kulturhoheit der 16 Länder. Das für die Standardisierung geographischer Namen zuständige Gremium im gesamten deutschen Sprachraum ist der »Ständige Ausschuss für geographische Namen« (StAGN). Dieser gab 1998 erneut Empfehlungen für die Bundesrepublik Deutschland heraus<sup>10</sup>, in denen es u.a. heißt: »Geographische Namen unterliegen im allgemeinen nicht den Regeln der gültigen Rechtschreibung. Vielmehr gelten die amtlich festgelegten oder eingebürgerten Schreibweisen.« Die vom LVA Brandenburg verwendete (und aus der DDR übernommene) amtliche Schreibweise »Telegraphenberg« entspricht also den neuesten allgemeinen Empfehlungen.

Wie sieht dies allerdings im Lichte der Reform aus, die mit der Unterzeichnung der »Gemeinsamen Absichtserklärung zur Neuregelung der deutschen Rechtschreibung« durch Vertreter aus deutschsprachigen Staaten und Gemeinschaften am 1. Juli 1996 beschlossen wurde? In Deutschland ist seit dem 1. August 1998 das neue amtliche Regelwerk innerhalb derjenigen Institutionen verbindlich, für die der Staat Regelungskompetenz hinsichtlich der Rechtschreibung hat (Schulen, Verwaltung). Dazu gibt es seit 1999 eine Empfehlung des StAGN<sup>11</sup>, in der es heißt: »Grundsätzlich gilt, dass die neue Rechtschreibregelung auf alle geographischen Namen im weitesten Sinne anwendbar ist ...<sup>12</sup> Festzustellen ist aber auch,

---

<sup>10</sup> Empfehlungen und Hinweise für die Schreibweise geographischer Namen für Herausgeber von Landkarten und anderen Veröffentlichungen. Bundesrepublik Deutschland. 3. Ausgabe. Bearbeitet entsprechend den Resolutionen Nr. IV/4 der 4. Konferenz (Genève, 1982) und Nr. V/14 der 5. Konferenz (Montréal, 1987) der Vereinten Nationen zur Standardisierung geographischer Namen. Frankfurt am Main: Geschäftsstelle des StAGN im Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, 1998. *Online-Version*: [http://www.ifag.de/Kartographie/Stagn/tr\\_dt/f\\_Empfnam.htm](http://www.ifag.de/Kartographie/Stagn/tr_dt/f_Empfnam.htm)

<sup>11</sup> Anwendung der Neuregelung der deutschen Rechtschreibung auf geographische Namen. Empfehlung des Ständigen Ausschusses für geographische Namen, einstimmig beschlossen auf seiner 106. Arbeitssitzung am 17. September 1999 in Wabern / Schweiz. (Version 4.5.00). *Online-Version*: <http://www.ifag.de/Kartographie/Stagn/NeueRechtschreibung.htm>

<sup>12</sup> In den Empfehlungen heißt es allerdings abschließend auch: »Die Empfehlung des StAGN bedeutet *nicht*, dass alle bereits bestehenden geographischen Namen von den jeweils dafür

dass das neue amtliche Regelwerk für geographische Namen Schreibweisen zulässt, die nicht mit den allgemeinen orthographischen Regeln übereinstimmen ...« Und weiter: »...Schreibweisen von Namen, die hinsichtlich der Lautbuchstaben-Zuordnung bereits bisher nicht der Rechtschreibregelung gefolgt sind, sollten wie bisher beibehalten bleiben, z. B. *Thüringen* weiterhin mit *h* statt ohne *h* wie z. B. in *Tiergarten*, *Frankenthal* weiterhin mit *h* statt ohne *h* wie z. B. in *Niddatal*, ...« Nun entsprach auch vor 1998 die amtliche Schreibung »Telegraphenberg« nicht den Regeln der Rechtschreibung, denn schon die Ausgaben des Duden der letzten Jahrzehnte (auch in der DDR) gaben »Telegraf« als richtige Schreibweise vor. (Wann genau der Übergang vom *ph* zum *f* in der deutschen Orthographie erfolgte, konnte ich noch nicht feststellen.) Deshalb ist also die bisherige amtliche Schreibweise beizubehalten, völlig unabhängig von der Rechtschreibreform.

Statt vor einem alten Zopf stehen wir also hier vor einem kulturellen Erbe, und mit DDR, Rechtschreibreformen usw. hat die Schreibweise des Telegraphenbergs wenig zu tun. Man kann einwenden, daß »Telegraf« ein Kunstwort ist und bedenkenlos neueren Schreibweisen angepaßt werden kann. Dies gilt allerdings nicht für den nach ihm benannten Berg, denn der Name stammt von einem zwischen 1832 und etwa 1852 aufgestellten optischen »Telegraphen«; die Schreibweise mit *ph* erinnert also an den historischen Ursprung des geographischen Namens.

Wenn sich die Herausgeber dieses Bandes trotzdem mehrheitlich für »Telegraphenberg« entschieden haben, so gibt es auch dafür gute Gründe. Die zitierten Empfehlungen sprechen auch von »eingebürgerten Schreibweisen«<sup>13</sup>; wie alle Elemente unserer Sprache unterliegen die geographischen Namen einer Entwicklung, und was »eingebürgert« ist, kann sich im Laufe der Zeit ändern. In der Regel folgt (auch im Duden) die amtliche Schreibweise irgendwann dem allgemeinen Sprachgebrauch. Wenn also seit einigen Jahrzehnten die mehrheitlich übliche Schreibweise von der amtlichen abweicht, so ist das Ausdruck einer Sprachentwicklung. Es ist kaum anzunehmen, daß der Trend aufgrund dieses Artikels umgekehrt wird, auch wenn der Verfasser persönlich dies begrüßen würde; eher dürfte irgendwann die amtliche Schreibweise der allgemein üblichen angepaßt werden, sofern sich überhaupt jemand darum kümmert.

---

zuständigen Institutionen (Staat, Länder, Gemeinden, Ämter) der neuen Rechtschreibung angepasst werden *müssen*, sondern dass das *amtliche Regelwerk nur dann verbindlich ist*, wenn *neue geographische Namen geschaffen werden* oder wenn die dafür zuständige Institutionen es für zweckmäßig erachten, *die Schreibweise bestehender geographischer Namen zu ändern*.« Alle Schloßstraßen z.B. sollen also weiterhin so und nicht »Schlossstraße« geschrieben werden.

<sup>13</sup> Meine Annahme ist allerdings, daß dies für die Fälle vorgesehen ist, bei denen es keine »amtlich festgelegte« Schreibweise gibt.

Abschließend sei noch kurz diskutiert, wann der Übergang vom *ph* zum *f* in den Potsdamer Instituten erfolgte. Mir wurde berichtet, daß bereits in den 50er Jahren die Schreibung mit *f* verwendet wurde, zumindest von einzelnen Mitarbeitern. Die ersten mir bekannten Anwendungen dieser Schreibweise in Veröffentlichungen datieren auf das Jahr 1966<sup>14</sup>. Allerdings wurde auch in den 60er Jahren noch oft die Schreibung mit *ph* verwendet, z.B. in den Jahresberichten des Astrophysikalischen Observatoriums und des Geodätischen Instituts für 1964<sup>15</sup>. Ab den 70er Jahren dominierte die Schreibung mit *f*. Auch das beliebte Kinderbuch »Nachts auf dem Telegrafenberg«<sup>16</sup> des Potsdamer Schriftstellers Leo Lux, in dem er die Arbeit der Potsdamer Meteorologen spannend darstellte, dürfte zur Verbreitung dieser Schreibung beigetragen haben. Es scheint, daß der Übergang keine angeordnete Aktion war, sondern eher allmählich erfolgte und von Zufall und persönlichem Geschmack bestimmt wurde.

Die eingangs gestellte Frage, welches die »richtige« Schreibweise des Berges ist, auf dem der Große Refraktor steht, läßt sich somit nicht eindeutig beantworten. Amtlich heißt es »Telegraphenberg« (wobei sich die Ämter selbst nicht immer daran halten), in Potsdam hat sich dagegen »Telegrafenberg« weitestgehend eingebürgert.

Den Mitherausgebern dieses Bandes danke ich für die kritische Diskussion zu diesem kleinen Beitrag, ebenso Herrn Dr. Ernst Buschmann für Hinweise sowie dem Potsdamer Katasteramt und ganz besonders Herrn Erik Theile (Landesvermessungsamt Brandenburg) für wertvolle Auskünfte.

*Anschr. d. Verf.:* Dr. Wolfgang R. Dick, Otterkiez 14, D-14478 Potsdam;  
e-mail: wdi@potsdam.ifag.de

---

<sup>14</sup> Die Sterne 42 (1966), S. 10. – Aufgaben und Einrichtungen des Geodätischen Instituts Potsdam. Als Manuskript gedruckt 1966.

<sup>15</sup> Astronomische Gesellschaft, Mitteilungen Nr. 18, 1965, S. 71 u. 76. Die Schreibweise mit *ph* kommt auch vor in Die Sterne 38 (1962), S. 152; 41 (1965), S. 12 u. 136; 44 (1968), S. 206. Ich habe allerdings noch nicht systematisch nach der einen oder anderen Schreibweise in der Literatur gesucht.

<sup>16</sup> Berlin: Kinderbuchverlag, 1976.

## Verzeichnis der Firmen und Instrumentenhersteller

Das folgende Verzeichnis nennt die im Buch erwähnten Firmen und Instrumentenhersteller (einschließlich Erfinder/Entwickler von Instrumenten), wobei bei Einzelpersonen auf das Personenverzeichnis (PV) verwiesen wird. Nicht in allen Fällen ist diese Unterscheidung allerdings eindeutig (z.B. bei Grubb); teilweise fehlten uns Informationen, um sie exakt vorzunehmen, oder um den jeweiligen Hersteller bzw. Erfinder überhaupt zu identifizieren (vgl. Fußnoten). Firmen, die am Bau des Großen Refraktors, des Kuppelgebäudes und der Spektrographen beteiligt waren, sind kursiv hervorgehoben.

Airy, George Biddell s. PV  
 Brahe, Tycho s. PV  
*Bretschneider und Krügener* 52  
 Browning, John s. PV  
 Casella 114  
 Cauchoix, Robert Aglaé s. PV  
 Cooke<sup>1</sup> 107, 115, 121  
 Eichens, Friedrich Wilhelm s. PV  
 Foucault, Léon s. PV  
 Fraunhofer, Joseph von s. PV  
 Grubb<sup>2</sup> 103, 107, 108, 117, 125  
 Grubb, Howard s. PV  
 Grubb, Thomas s. PV  
 Herschel, Wilhelm (William) s. PV  
 Hilger, Adam s. PV  
 Hoffmann, J. G. s. PV  
*Hoppe, C.* 52  
 Krille, Moritz s. PV  
 Parsons, William (Lord Rosse) s. PV  
 Pistor & Martins 122  
 Ramsden, Jesse s. PV

*Repsold<sup>3</sup> / A. Repsold und Söhne* 47, 49, 52, 53, 60, 119, 124  
*Repsold, Johann Adolf* s. PV  
 Rutherford, Lewis Morris s. PV  
*Schmidt, Bernhard* s. PV  
*Schott und Genossen* 52  
 Schröder, Hugo s. PV  
*Siemens & Halske* 53  
 Simms, William s. PV  
*Steinheil<sup>4</sup> / C. A. Steinheil und Söhne* 24, 50, 52, 54, 55  
 Steinheil, Carl August s. PV  
 Thomson, William s. PV  
*Toepper<sup>5</sup> / Toepper & Sohn* 24, 63  
 Troughton, Edward s. PV  
 Troughton & Simms (s.a. Simms) 118  
 Zeiss-Werke 53-55, 85

---

<sup>1</sup> In allen Fällen dürfte eher die Firma Cooke und nicht ihr Begründer Thomas Cooke gemeint sein.

<sup>2</sup> Diese Verweise betreffen alle Nennungen von Grubb durch Vogel, in denen er nicht explizit von der Person spricht, also möglicherweise die Firma im allgemeinen meinte.

---

<sup>3</sup> In den meisten Fällen ist wohl statt der Vertreter der Familie Repsold, von denen mindestens sechs im Instrumentenbau wirkten, die Firma gemeint. Zur Zeit des Baus des Großen Refraktors waren die Teilhaber an der Firma die Brüder Johann Adolf und Oscar Philipp Repsold.

<sup>4</sup> Zur Zeit des Baus des Großen Refraktors war Rudolf Steinheil der Firmeninhaber.

<sup>5</sup> In einzelnen Fällen könnte statt der Firma ihr Gründer Otto Toepper (Töpfer) gemeint sein.

## Personenverzeichnis

Das Verzeichnis gibt für die im Buch genannten Personen neben den Fundstellen (Seitenzahlen) zusätzliche Informationen wie Lebensdaten, Vornamen und Namensvarianten (einfache Varianten wie Carl/Karl oder Jacob/Jakob wurden allerdings ignoriert); »fl.« bedeutet »wirkte im Jahr« bzw. »wirkte von–bis«, wenn die Lebensdaten nicht bekannt sind. Rufnamen sind kursiv gekennzeichnet. Kursive Seitenzahlen verweisen auf Bilder. Das Verzeichnis berücksichtigt auch die Fußnoten, die nicht reine Quellennachweise sind. Nicht aufgenommen sind Autoren zitierter Arbeiten, auch wenn sie im Text genannt werden, in Danksagungen Genannte sowie Personen, die im Titel einer zitierten Publikation erscheinen. Aus dem Verzeichnis der Firmen und Instrumentenhersteller sind nur die dort in den Fußnoten Genannten erfaßt.

- Airy, George Biddell, Sir (1801–1892) 102, 104
- Arnim, Bettina von (geb. Brentano; eigtl. Elisabeth; 1785–1859) 41
- Arnim, Ludwig *Achim* von (1781–1831) 41
- Auraß, Fritz *Henry* (geb. 1948) 89
- Auwers, Georg Friedrich Julius *Arthur* (ab 1912 von; 1838–1915) 49
- Bachmann, Gerhard (geb. 1931) 91
- Ball, Robert Stawell (1840–1913) 122
- Barry, Charles (1823–1900) 125
- Bessel, *Friedrich* Wilhelm (1784–1846) 41, 61
- Böhme, Annelies (1931–1992) 89
- Bosch, Carl (1874–1940) 84
- Boumann, Georg Friedrich (1737–1812 oder 1817) 39
- Bowen, *Ira* Sprague (1898–1973) 74, 88
- Brahe, Tycho (1546–1601) 21
- Brentano, Bettina: s. Arnim, Bettina von Brentano, Clemens (1778–1842) 41
- Browning, John (1835–1925) 108, 113, 114, 125
- Bruggencate, Paul ten (1901–1961) 86, 87
- Brünnow, Franz Friedrich Ernst (1821–1891) 122
- Bülow, Friedrich Gustav von (1817–1893) 47
- Bunsen, Robert Wilhelm (1811–1899) 12, 22, 42, 46, 61, 82
- Cauchoix, Robert Aglaé (1776–1845) 122
- Chamisso, Adelbert von (1781–1838) 41
- Christie, William Henry Mahoney (1845–1922) 102–104
- Coghlan (fl. 1875) 98, 122, 123
- Conradi, W. (fl. 1871; evtl. = Conradi, Max, 1847–1932) 98, 120
- Cooke, Thomas (1807–1868) 132
- Copeland, Ralph (1837–1905) 122
- Criswick, George Stickland (1836–1916) 104
- Crookes, William (1832–1919) 108, 109
- Crossley, Edward (1841–1905) 27
- Daene, Herbert (1906–1975) 89
- De La Rue, Warren: s. Rue, Warren de la Delbrück, Max (1906–1981) 85
- Deslandres, Henri Alexandre (1853–1948) 72, 73
- Doppler, Christian (1803–1853) 61
- Downing, Arthur Matthew Weld (1850–1917) 104
- Dreyer, John Louis Emil (1852–1926) 122
- Dunkin, Edwin (1821–1898) 104

- Eberhard, Paul Alexander Julius *Gustav* (1867–1940) 70, 83
- Eddington, *Arthur* Stanley, Sir (1882–1944) 84
- Eichendorff, Joseph von (1788–1857) 41
- Eichens, Friedrich Wilhelm (1820–1884) 114
- Einstein, Albert (1879–1955) 43, 68, 83–86, 88
- Ellis, William (1828–1916) 104
- Encke, Johann Franz (1791–1865) 41
- Fichte, Johann Gottlieb (1762–1814) 41
- Finlay-Freundlich, Erwin: s. Freundlich, Erwin Finlay
- Fischer von Erlach, Joseph Emanuel (1693–1742) 39
- Foerster, *Wilhelm* Julius (1832–1921) 12, 49, 82
- Foucault, Jean Bernard *Léon* (1819–1868) 125
- Franck, James (1882–1964) 88
- Frankland, Edward (1825–1899) 112
- Fraunhofer, Joseph von (1787–1826) 12, 41, 46, 61
- Freundlich, Erwin Finlay (Finlay-Freundlich, Erwin; 1885–1964) 84–86, 88, 90
- Friedrich *Heinrich* Ludwig, Prinz von Preußen (1726–1802) 39, 40
- Friedrich I., König in Preußen (ab 1701, seit 1688 Kurfürst Friedrich III.; 1657–1713) 12, 38
- Friedrich II., König von Preußen (1712–1786) 10, 37–40, 42, 44
- Friedrich III., König von Preußen, Deutscher Kaiser (als Kronprinz Friedrich Wilhelm; 1831–1888) 9
- Friedrich Wilhelm von Brandenburg, gen. der Große Kurfürst (1620–1688) 38
- Friedrich Wilhelm I., König in Preußen (1688–1740) 39
- Friedrich Wilhelm IV., König von Preußen (1795–1861) 10
- Gill, David, Sir (1843–1914) 117
- Gontard, *Carl* Philipp Christian von (1731–1791) 42
- Grant, Robert (1814–1892) 121
- Grotريان, Walter (1890–1954) 74, 86, 88, 90, 91
- Grubb, Howard (1844–1931) 104, 117, 121, 122
- Grubb, Thomas (1801–1878) 122
- Güntzel-Lingner, Robert Adolf *Ulrich* (1914–1979) 75
- Hale, *George* Ellery (1868–1938) 90
- Hartmann, Johannes (1865–1936) 13, 14, 55, 72–74
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich (1770–1831) 41
- Heinrich, Prinz von Preußen: s. Friedrich Heinrich Ludwig
- Helmholtz, Hermann von (1821–1894) 16, 51
- Herschel, Friedrich *Wilhelm* (engl. Sir Frederick *William* H.; 1738–1822) 21, 28, 66
- Hertz, *Heinrich* Rudolf (1857–1894) 68
- Hertzprung, Ejnar (1873–1967) 14, 57, 75
- Hey, *James* Stanley (geb. 1909) 68
- Hildebrandt, Gerald (geb. 1944) 76
- Hildebrandt, Joachim (geb. 1950) 91
- Hilger, Adam (1839–1897) 114
- Hind, John Russel (1823–1895) 111
- Hoffmann, J. G. (fl. ca. 1860–1875) 108
- Hofmann, Axel (geb. 1947) 91
- Houtgast, Jakob (1908–1982) 87
- Hubble, *Edwin* Powell (1889–1953) 14, 27, 28, 67
- Hubrig, Hans-Jürgen (1936–1997) 17
- Huggins, William, Sir (1824–1910) 62, 107–109
- Humboldt, Alexander von (1769–1859) 41
- Humboldt, Wilhelm von (1767–1835) 41
- Jäger, Friedrich Wilhelm (1914–2000) 91, 92
- Jeffery, Samuel (fl. 1875) 98, 105
- Kant, Immanuel (1724–1804) 9, 41
- Kelvin, Lord: s. Thomson, William
- Kienle, Hans (1895–1975) 55
- Kirch, Christfried (1694–1740) 44

- Kirchhoff, *Gustav Robert* (1824–1887)  
12, 22, 23, 42, 46, 61, 82
- Kleist, Heinrich von (1777–1811) 41
- Kliem, Bernhard (geb. 1952) 91
- Klüber, Harald von (1901–1978) 86, 87,  
90
- Knobelsdorff, Hans Georg Wenzeslaus von  
(1699–1753) 37, 39
- Krause, Fritz (geb. 1927) 89
- Krille, Moritz (1817–1863) 104
- Kron, Erich (1881–1917) 82
- Krüger, Albrecht (geb. 1933) 91
- Künzel, Horst (geb. 1921) 91
- Langhans, Karl Gotthard (1733–1808) 42
- Lehmann, Holger (geb. 1955) 76
- Leibniz, Gottfried Wilhelm (1646–1716)  
38
- Leydel, Peter Joseph (1798–1845) 42
- Lindsay, James Ludovic (Lord Lindsay,  
26th Earl of Crawford and 9th Earl of  
Balcarres; 1847–1913) 101, 109–111,  
113, 116, 117, 119–121
- Lockyer, Joseph *Norman* (1836–1920)  
111, 112
- Lohse, Wilhelm *Oswald* (1845–1915) 47,  
69, 70, 82, 112
- Lynn, William Thynne (1835–1911) 104
- Main, Robert (1808–1878) 124
- Mann, Gottfried (geb. 1953) 89
- Mattig, Wolfgang (geb. 1927) 87, 90, 91,  
92
- Maunder, *Edward Walter* (1851–1928)  
102, 105
- Maury, *Antonia Caetana de Paiva Pereira*  
(1866–1952) 66
- Mendelsohn, Erich (1887–1953) 7, 18,  
43, 84, 85
- Michard, Raymond (geb. 1925) 87
- Michelson, *Albert Abraham* (1852–1931)  
13, 68, 83
- Morley, Edward Williams (1838–1923)  
83
- Müller, Gustav (1851–1925) 24, 82
- Nash, *William Carpenter* (fl. 1875) 98,  
105
- Newall, Robert Stirling (1812–1889)  
114–116
- Oetken, Lore (geb. 1929) 92
- Pahlen, Emanuel von der (1882–1952)  
85, 86
- Parsons, Laurence (Fourth Earl of Rosse;  
1840–1908) 99, 101, 122, 123
- Parsons, William (Third Earl of Rosse;  
1800–1867) 21, 22, 27, 123, 124
- Pesne, Antoine (auch Anton P.; 1683–  
1757) 37
- Pflug, Klaus (geb. 1931) 91
- Pickering, *Edward Charles* (1846–1919)  
66,
- Pritchard, Charles (1808–1893) 98, 124
- Rädler, Karl-Heinz (geb. 1935) 89
- Ramsden, Jesse (1735–1800) 103
- Repsold, Johann Adolf (1838–1919) 52,  
132
- Repsold, Oscar Philipp (1842–1919) 132
- Roberts (fl. 1875) 98, 113
- Roscoe, Henry Enfield (1833–1915) 106
- Rosse, Earl of: s. Parsons, William; Par-  
sons, Laurence
- Rothenburg, Friedrich Rudolf Graf von  
(auch Rottenbourg; 1710–1751) 38
- Rüdiger, Günther (geb. 1944) 89
- Rue, Warren de la (De La Rue, Warren;  
1815–1889) 103, 106, 107, 125
- Rutherford, Lewis Morris (1816–1892)  
108, 111, 112
- Saal, Eduard (1848–1922) 52
- Scheiner, Julius (1858–1913) 64–70, 82
- Schelling, Friedrich Wilhelm Josef  
(1775–1854) 41
- Schinkel, Karl Friedrich (1781–1841) 7,  
12, 18, 39–43
- Schmidt, *Bernhard Voldemar* (1879–1935)  
14, 54
- Schröder, Heinrich Ludwig *Hugo* (1834–  
1902) 47, 63, 72
- Schröter, *Egon Horst* (geb. 1928) 86, 90,  
91
- Schwabe, Samuel *Heinrich* (1789–1875)  
81

- Schwarzschild, Karl (1873–1916) 13, 14, 25, 26, 26, 54, 70, 75, 83, 84
- Scott (fl. 1875) 98, 106
- Scott, George Gilbert (1811–1878) 120
- Seehafer, Norbert (geb. 1949) 91
- Simms, William (1793–1860) 118
- Smyth, Charles Piazzi (1819–1900) 116
- Sophie Charlotte, Königin in Preußen (1668–1705) 38
- Spieker, *Paul* Emanuel (1826–1896) 7, 42, 43, 49, 52, 117
- Spörer, *Gustav* Friedrich Wilhelm (1822–1895) 12, 13, 81, 82, 113
- Staupe, Jürgen (geb. 1940) 87, 91
- Steinheil, Carl August (ab 1868 Ritter von; 1801–1870) 27, 113
- Steinheil, *Rudolf* Franz Eduard (1865–1930) 132
- Strohbusch, Erich (1899–1975) 90
- Stüler, Friedrich *August* (1800–1865) 42
- Thackeray, William Grasset (1853–1935) 104
- Thomson, William (Kelvin, Lord of Larges; 1824–1907) 98, 105, 121
- Toepfer (Töpfer), Otto (1845–1918) 132
- Troughton, Edward (1753–1835) 103, 122
- Unger, Georg Christian (1743–1799) 39
- Unsöld, *Albrecht* Otto Johannes (1905–1995) 86
- Vogel, Hermann Carl (1841–1907) 7, 10, 12, 13, 16, 17, 23, 23, 24, 25, 34, 42, 45, 46, 47, 49–51, 54, 62–67, 69, 72, 73, 82, 97–126, 132
- Voltaire, François Marie Arouet de (1694–1778) 19, 37, 38, 44
- Wallace, Alexander (1803–1882) 116
- Wempe, Johann (1906–1980) 17, 66
- Wilhelm II., König von Preußen, Deutscher Kaiser (1859–1941) 6, 9, 10, 43, 45, 46, 51
- Wilsing, Johannes (1856–1943) 68, 69, 70, 82
- Wilson, *Olin* Chaddock (1909–1994) 75, 83
- Young, J. (fl. 1875; evtl. = Young, John, 1835–1902) 98, 120
- Zeeman, Pieter (1865–1943) 90
- Zöllner, Karl Friedrich (1834–1882) 43, 47

Vol. 1:

**Beiträge zur Astronomiegeschichte Bd. 1**

Hrsg.: W.R. Dick, J. Hamel  
1998, 184 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1568-7

Die Aufsätze beschäftigen sich u.a. mit den Beziehungen von Copernikus zu antiken Dichtern und der Entstehungsgeschichte seines Hauptwerkes, neuen Erkenntnissen aus dem Leben seines einzigen Schülers Reticus sowie mit systematischen Untersuchungen des handschriftlichen Materials von Kepler zur Auffindung der Elliptischen Planetenbahnen, mit den Vorstellungen der Bildung von Himmelskörpern bei Newton, mit Georg Lichtenbergs Gedanken zur Entstehung von Mondkratern, mit der berühmten Mondkarte von Beer und Mädler, der quellenmäßigen Darstellung der Gründung der Universitätssternwarte in Königsberg sowie dem Nachlaß des Gothaer Astronomen Peter Andreas Hansen und schließlich allgemein mit der dringenden Frage der Bewahrung und Erschließung von Archivalien zur Astronomiegeschichte.

Vol. 2:

J. Hamel

**Die Astronomischen Forschungen in Kassel unter Wilhelm IV.**

Mit einer wissenschaftlichen Teiledition der Übersetzung des Hauptwerkes von Copernicus 1586

1998, 175 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1569-5

Das Buch zeichnet auf der Grundlage von teilweise erstmals untersuchten Quellen die astronomischen Forschungen in Kassel nach. Im zweiten Teil erfolgt eine wissenschaftliche Teiledition der in Kassel 1586 von Nicolaus Reimarus angefertigten frühneuhochdeutschen Übersetzung des Hauptwerkes von Copernicus - ein herausragendes Dokument der Wissenschaftsgeschichte und speziell des intellektuellen Klimas am hessischen Landgrafenhof.

Vol. 3:

**The Message of the Angles-Astrometry from 1798 to 1998**

Tagungsband der internationalen Frühjahrstagung der Astronomischen Gesellschaft in Gotha, Mai 1998

Hrsg.: P. Brosche, W.R. Dick, O. Schwarz  
1998, 276 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1588-1

Bereits um 1800 erlebte die Astrometrie eine große Zeit. Gegenwärtig erhält sie durch die ersten präzisen Satellitenmessungen großer Winkel am Himmel frische Impulse. Das Buch versucht die Kontinuität dieses Wissenschaftszweiges durch die Zeiten aufzuzeigen. Zusätzlich zu den historischen Fakten enthält der Tagungsband deshalb Beiträge über den Nutzen alter und neuer Beobachtungen, die Resultate des Satelliten Hipparcos und die Pläne für zukünftige astrometrische Satelliten.

Vol. 4:

K.-D. Herbst

**Astronomie um 1700**

Ein Brief von Gottfried Kirch an Olaus Römer  
1999, 143 Seiten, kart.

ISBN 3-8171-1589-X

Kirchs Brief an Römer vom Oktober 1703, der hier mit seinem Entwurf sowie verschiedenen Anhängen wiedergegeben wird, ist eine inhaltlich weitgespannte Abhandlung zu verschiedenen Themen der Astronomie seiner Zeit: die Probleme der Berechnung von Sternpositionen, die persönlich gefärbte Sicht auf Zeitgenossen, die Technik astronomischer Berechnungen, die Entdeckung von Kometen. Durch zahlreiche Anmerkungen macht der Herausgeber diese Zeit verständlich und führt den Leser Schritt für Schritt durch die Technik astronomischer Berechnungen, die anschaulich und nachvollziehbar werden.

Vol. 5:

**Beiträge zur Astronomiegeschichte Bd. 2**

Hrsg.: W.R. Dick, J. Hamel  
1999, 225 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1590-3

Aufsätze zur Geschichte der Astronomie des 16. bis 19. Jahrhunderts sind Inhalt dieses Bandes. Zu den Themen gehört die vieldiskutierte Frage nach der Fälschung unserer Chronologie des Mittelalters, der Sturz der Vorstellung fester Himmelssphären um 1585, die Geschichte des Fernrohrs im 17. Jahrhundert, der 1. Astronomenkongreß von 1798, die langjährigen Versuche der Herausgabe der Gesammelten Werke J. Keplers und die Gründung der Sternwarte Königsberg. Weitere Arbeiten sind Brahe, Scultetus, Hölderlin, Argelander sowie Bruns und den Zeiss-Werken im 19. Jahrhundert gewidmet. Rezensionen und Nachrufe schließen den Band ab.

Vol. 6:

**Treasure-Hunting in Astronomical Plate Archives**

Hrsg.: P. Kroll, C. la Dous, H.-J. Bräuer  
1999, 266 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1599-7

In our days astronomical research shows two trends - among others: On the one hand traditional astronomical plate archives are in danger of falling into oblivion while science is losing their information content. On the other hand there is an ever-growing need for long-term monitoring of large quantities of objects - the very information contained in the archives. On this background the workshop „Treasure Hunting in Astronomical Plate Archives“ was convened in order to discuss the scientific potential of the world's photometric and astrometric plate archives, ways of making them fully available to scientific research, as well as technical problems connected with this.

Vol.7:

**Erhard Weigel - 1625 bis 1699**

Barocker Erzvater der deutschen Frühaufklärung

Hrsg.: R. Schielicke, K.-D. Herbst,  
S. Kratochwil  
1999, 172 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1600-4

Erhard Weigel wirkte als Professor der Mathematik von 1653 bis 1699 an der Universität Jena. Durch seine mathematischen und astronomischen Kenntnisse, die er anschaulich darzustellen wußte, zahlreiche Erfindungen, seine pädagogischen Vorhaben und durch den Einsatz für die Gregorianische Kalenderreform in den protestantischen Ländern, verbunden mit der Gründung einer wissenschaftlichen Akademie, hat er sich einen Platz in der Wissenschaftsgeschichte gesichert.

Vol.8:

**300 Jahre Astronomie in Berlin und Potsdam**

Hrsg.: W.R. Dick, K. Fritze  
2000, 252 Seiten, div. Abb., kart.,  
ISBN 3-8171-1622-5

Am 10. Mai 1700 erteilte der Brandenburgische Kurfürst ein Kalender-Patent, das Grundlage für die Gründung der Berliner Sternwarte und der Berliner Akademie der Wissenschaften wurde. Damit nahm eine Tradition der Astronomie in Berlin und Potsdam ihren Anfang, die aus Anlaß des 300. Jahrestages schlaglichtartig in Beiträgen dieses Bandes beleuchtet wird. Dabei wird auch auf viele Aspekte der Geschichte der Akademie sowie der allgemeinen Kulturgeschichte im Berliner Raum eingegangen.

Vol. 9:

**The Role of Visual Representations in Astronomy: History and Research Practice**

Hrsg.: K. Hentschel, A.D. Wittmann

2000, 148 Seiten, zahlr. Abb., kart.,

ISBN 3-8171-1630-6

Astronomy would not exist without nonverbal representations. But how direct is this graphic conversion of the subject of observation or registration by man or machine? What is the impact of technological developments? How do astronomers and astrophysicists interact with their illustrators, engravers, lithographers, photographers and other graphic arts specialists? And how can these visual records from the past best be preserved?

This collection of papers, which - with one exception - were presented during a one-day international conference at the Göttingen University Observatory on 20 September 1999, offers answers to some of these questions. This volume is intended for those interested in the development of visual representations or the history of astronomy.

Vol.10:

**Beiträge zur Astronomiegeschichte Bd. 3**

Hrsg.: W.R. Dick, J. Hamel

2000, 251 Seiten, zahlr. Abb., kart.,

ISBN 3-8171-1635-7

Die Hauptbeiträge dieses Bandes behandeln bisher unbekannte Details der Gründung der Sternwarten in Gotha sowie in Königsberg (mit zahlreichen Originaldokumenten von F.W. Bessel), die Mecklenburgische Landesvermessung (1853-1873, mit bisher unbekanntenen Briefen von C.F. Gauß), die Verdienste des Leipziger Astronomen G.A. Jahn, die Internationalität der Astronomischen Gesellschaft und frühe, bisher wenig beachtete Arbeiten zur Expansion des Universums.

Enthalten sind eine Beschreibung der bedeutenden Sonnenuhrensammlung am Kasseler Museum, Diskussionen zur mittelalterlichen „Phantomzeit“, zu Goethes Beschreibung des Zodiakallichts und Rezensionen.

Weitere Informationen, einschließlich englische Zusammenfassungen aller bisher erschienenen Arbeiten:

<http://www.astro.uni-bonn.de/~pbrosche/aa/acta/>

# Das Institut für Kosmosforschung der Akademie der Wissenschaften der DDR



Ein Beitrag zur Erforschung  
der Wissenschaftspolitik der DDR  
am Beispiel der Weltraumforschung  
von 1957 bis 1991

Katharina  
Hein-Weingarten

Abb.: 359 S. 2000. DM 98,- / sFr 89,-  
ISBN 3-428-10038-7 · ISSN 1438-2326

Aufgabe des Instituts für Kosmosforschung war es, die Präsenz der DDR im Weltraum umzusetzen. Durch den politischen Umbruch liegen heute für diesen Wissenschaftsbereich der DDR ehemals als Verschlusssachen behandelte Akten offen, und Forschungsprojekte, die strengster Geheimhaltung unterlagen, sind jetzt gut dokumentierbar. Durch Nachforschungen in Archiven, ergänzt durch Gespräche mit früheren Entscheidungsträgern und Forschern, gelang es, Organisation und Arbeitsweise des Instituts für Kosmosforschung aufzuzeigen. Wichtige Projekte wurden am Institut ausgeführt bzw. koordiniert: die Erkundung der Venus und das Sternennavigationssystem ASTRO, der Einsatz der MKF-6 und Kosmonautenflüge. Diese Forschungsaktivitäten der DDR fanden im Rahmen der „Interkosmos-Zusammenarbeit“ mit anderen osteuropäischen Ländern unter Federführung der Sowjetunion statt. Die Institutsmitarbeiter standen daher vor der Aufgabe, nicht nur staatliche Interessen zu wahren, sondern auch die notwendige internationale Forschungsk Kooperation zu suchen. Zudem stand auch die Kosmosforschung unter dem Zwang einer ständigen Gratwanderung zwischen wissenschaftlichem Engagement und politischen Strukturen. Die Autorin zeigt die Handlungsspielräume innerhalb des Systems auf, die es ermöglichten, unter schwierigen äußeren Bedingungen große Autonomie in der Wahl der Arbeitsbereiche zu wahren und bedeutende Forschungsprojekte umzusetzen. Die Verfasserin bietet Einblicke in die Organisation des Wissenschaftsbereiches der DDR.

Bestellungen können an jede Buchhandlung gerichtet werden oder direkt an den Verlag

**Duncker & Humblot GmbH · Berlin**

Postfach 41 03 29 · D-12113 Berlin · Telefon (0 30) 79 00 06 31 · Internet: <http://www.duncker-humblot.de>

Der Große Refraktor auf dem Potsdamer Telegrafenberg - seit 1983 unter Denkmalschutz gestellt - ist als viertgrößtes Linsenteleskop der Welt ein bedeutender Zeuge der feinmechanisch-optischen Fertigung des ausgehenden 19. Jahrhunderts und der frühen astrophysikalischen Forschung. Seinem 100jährigen Jubiläum im August 1999 war eine Festveranstaltung gewidmet, auf der auch des 125. Gründungstages des ehemaligen Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam gedacht wurde, als dessen Hauptinstrument er einst beschafft worden war.

Der vorliegende Band enthält die aus diesem Anlaß gegebenen Grußworte und Vorträge. »Der Vorstoß in die Tiefen des Universums: 100 Jahre Großteleskope« und »Preußens Bauten für die Wissenschaft« behandeln Themen, die mit der Entstehung des Großen Refraktors und seines Kuppelgebäudes in engem Zusammenhang stehen. Die drei folgenden Vorträge stellen die Geschichte und die wissenschaftlichen Leistungen des Teleskops sowie des Astrophysikalischen Observatoriums dar. Hierbei ist die Sonnenphysik mit einem eigenen Beitrag vertreten. Im Anhang wird erstmalig der Bericht über eine Studienreise veröffentlicht, die der spätere Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, Hermann Carl Vogel, im Hinblick auf das zu errichtende neue Observatorium im Jahr 1875 nach Großbritannien unternommen hatte.

ISBN 3-8171-1642-X  
ISSN 1422-8521