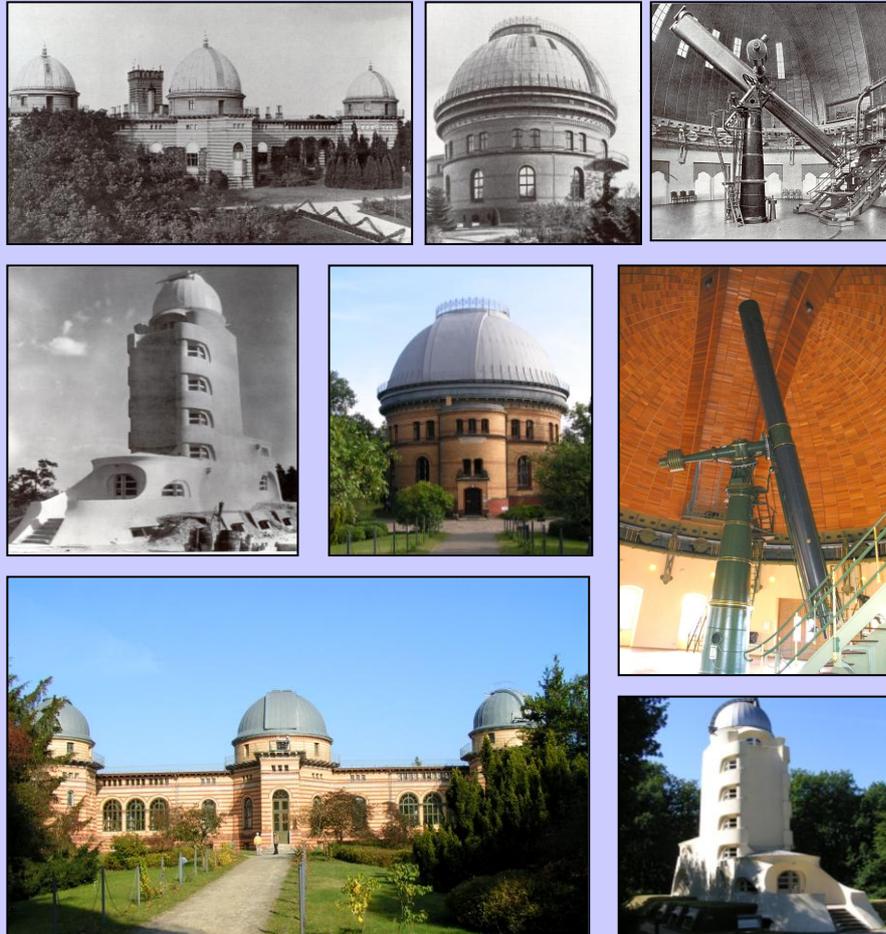


Astrophysik auf dem Telegrafenberg



Astrophysik auf dem Telegrafenberg

Was ist denn eigentlich „Astrophysik“ und wie kam sie auf den Potsdamer Telegrafenberg? Diese Fragen stellen sich natürlich die Teilnehmer einer Führung, wenn sie nicht schon vorher mit der Thematik zumindest etwas vertraut sind.

Die moderne Definition der Astrophysik lautet:

Astrophysik ist ein Teilgebiet der Astronomie, das sich mit der Untersuchung der physikalischen Eigenschaften kosmischer Objekte sowie kosmische Strahlungs- und Magnetfelder befasst, wobei die Gesetze und Erfahrungen der Physik Anwendung finden.

Wie entstand nun dieser spezielle Zweig der Astronomie?

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts war bekannt, dass sich im Sonnenspektrum eine größere Anzahl dunkler Linien befindet, die nach ihrem Entdecker Fraunhofersche Linien genannt wurden. Kein Physiker oder Astronom war jedoch in der Lage, den Ursprung und die Bedeutung dieser Linien zu erkennen.



Sonnenspektrum mit Fraunhoferschen Linien

1860 veröffentlichten der Chemiker Bunsen und der Physiker Kirchhoff ein von ihnen entwickeltes Analyseverfahren unter dem Titel: „**Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen**“. Sie hatten festgestellt, dass die chemischen Elemente in stark verdünnter Form (Dämpfe) bei entsprechender energetischer Anregung nur Licht ganz bestimmter Wellenlängen bzw. Frequenzen aussenden. Bei der Untersuchung dieses Lichtes im Spektralapparat tritt dann kein kontinuierliches Spektrum auf, sondern es sind nur einzelne helle Linien zu sehen, ein so genanntes Linienspektrum.

Weiterhin hatten beide Forscher festgestellt, dass in einem kontinuierlichen Spektrum dunkle Linien auftreten, wenn das Licht vor Eintritt in den Spektralapparat durch Gase/Dämpfe von chemischen Elementen gegangen war. Die Position dieser dunklen (Absorptions-) Linien war identisch mit der der hellen (Emissions-) Linien, die die gleiche Substanz bei entsprechender Anregung ausstrahlt. Die Emissions- und Absorptionslinien sind also gewissermaßen die unverwechselbaren „Fingerabdrücke“ der chemischen Elemente.



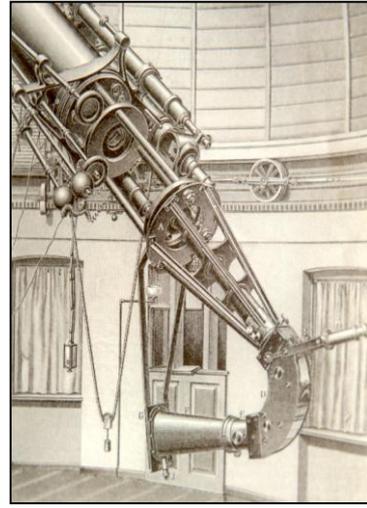
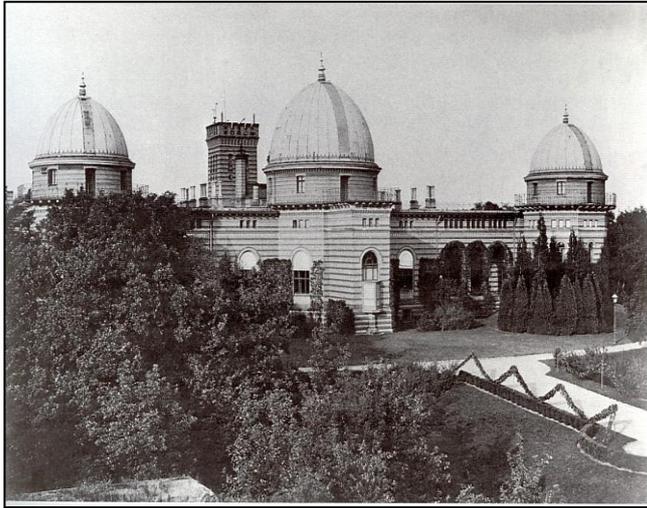
Emissionsspektrum (oben) und Absorptionsspektrum (unten) der gleichen Substanzen

Bunsen und sein Assistent untersuchten nun im Labor alle ihnen zugänglichen chemischen Elemente auf ihre Spektraleigenschaften und verglichen dann ihre Ergebnisse mit den dunklen Linien im Sonnenspektrum. Das überraschende Resultat war:

Mindestens ein Dutzend der auf der Erde vorkommenden chemischen Elemente gibt es auch auf der Sonne!

Namhafte deutsche Wissenschaftler, unter ihnen der bekannte Astronom und damalige Direktor der Berliner Sternwarte, Wilhelm Foerster, hatten schnell die Bedeutung der Spektralanalyse für die Astronomie erkannt. Foerster regte 1871 in einer an den damaligen deutschen Kronprinzen gerichteten Denkschrift den Bau eines besonderen Sonnenobservatoriums an einem günstig gelegenen Standort in der Nähe Berlins an. Die weiteren Planungen liefen dann jedoch auf den Bau eines Observatoriums für den neuen Forschungsbereich Astrophysik, von der ja die Sonnenphysik nur ein Teil ist, hinaus.

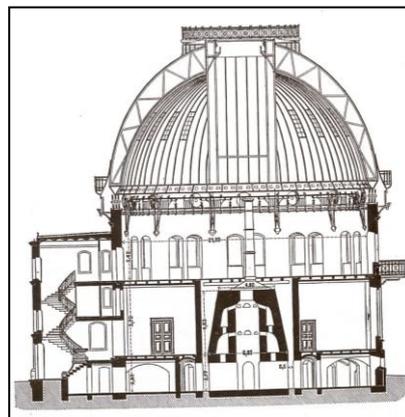
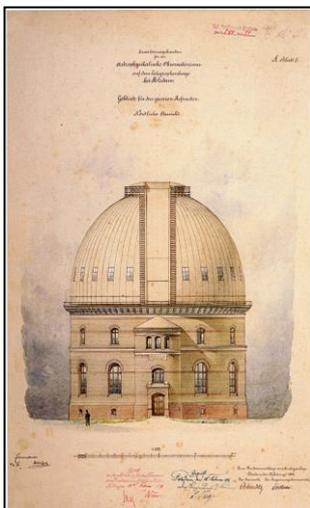
Als Standort des zukünftigen Observatoriums wurde der südlich von Potsdam gelegene Telegraphenberg gewählt. Am 1. Juli 1874 erfolgte dann die Gründung des Astrophysikalischen Observatoriums Potsdam, des ersten Instituts dieser Art auf der Welt! 1876 wurde mit dem Bau der Gebäude auf dem Telegraphenberg begonnen und 1878/79 konnten dort in dem Gebäude mit 3 Teleskopkuppeln die Forschungsarbeiten beginnen, nachdem man bis dahin vom Turm des ehemaligen Militärwaisenhauses in Potsdam beobachtet hatte. In der großen mittleren Kuppel des Hauptgebäudes befand sich ein (damals großer Refraktor genanntes!) Linsenteleskop mit 30 cm Objektivdurchmesser und angeschlossenen Spektrographen, mit dem die Sternspektren fotografiert wurden. Aus den dunklen Linien dieser Spektren wurden dann die Informationen über die chemischen Elemente und physikalischen Zustände auf Sternen gewonnen.



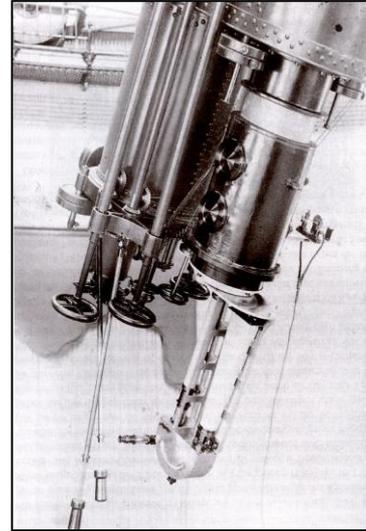
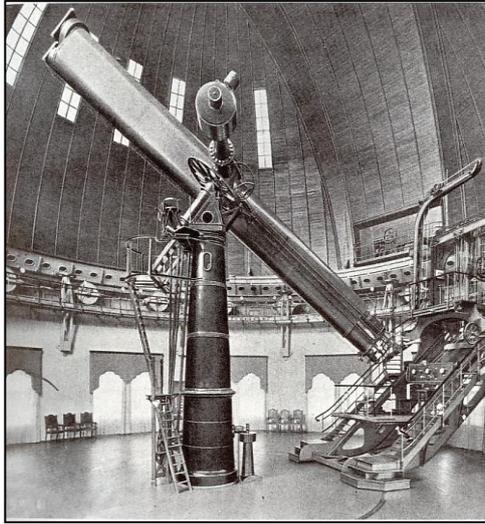
Astrophysikalisches Observatorium um 1890 und Spektrograph am Refraktor

Der Große Refraktor

Da das Hauptinstrument des Observatoriums relativ klein und damit lichtschwach war und im Ausland bereits Teleskope mit wesentlich größeren Objektiven in Planung, Bau und Einsatz waren, wurde die Anschaffung eines wesentlich größeren Instrumentes in Aussicht genommen, um die bisherige Spitzenstellung in der Astrophysik halten zu können. So konnte nach längeren Planungen und mehrjährigen Bauarbeiten am 26. August 1899 der **Große Refraktor** in seinem imposanten Kuppelgebäude auf dem Telegraphenberg in Betrieb gehen. Das (Linsen-) Teleskop ist eigentlich ein Doppel-Refraktor, denn in einer gemeinsamen Stahlblechummantelung sind 2 Teleskope parallel zueinander untergebracht. Das große Teleskop mit 80 cm Objektivdurchmesser und 12,20 m Brennweite mit angeschlossenem Spektrographen war für die Fotografie von Sternspektren bestimmt. Das kleinere Teleskop mit 50 cm Objektivdurchmesser und 12,50 m Brennweite war das „Leitrohr“ und für die visuelle Beobachtung vorgesehen.



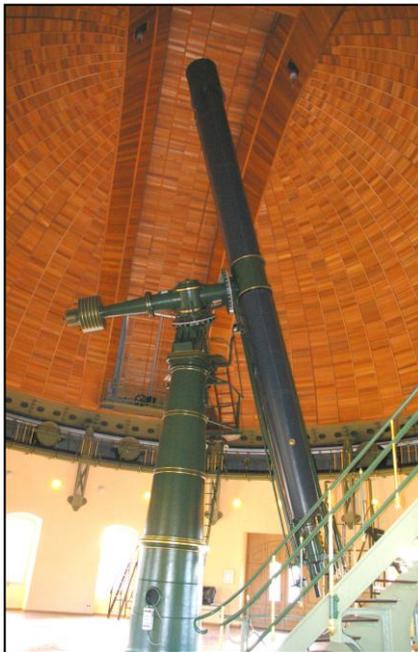
Bauzeichnung, Schnittzeichnung und Ansicht des Kuppelgebäudes 1907



Großer Refraktor und Spektrograph 1907

Obwohl sich nach Inbetriebnahme herausstellte, dass beide Objektive mit Fehlern behaftet waren (nur das kleinere konnte später endgültig zu einem guten Objektiv korrigiert werden), konnten mit dem Großen Refraktor, der auch heute noch das viertgrößte Linsenteleskop der Welt ist, wichtige Arbeiten für die Astrophysik geleistet werden. So entdeckte Johannes Hartmann damit die **interstellare Materie**, Ejnar Hertzsprung führte damit ein **Programm zur Untersuchung von Doppelsternen zur Massenbestimmung der Gestirne** durch, und Walter Grotrian eine **Untersuchung zur Physik der Novae**.

Der Große Refraktor ist nun, nachdem er lange Jahre außer Dienst gestellt, nicht gewartet wurde und ziemlich verrottet war, wieder total restauriert und voll funktionsfähig. Er bietet in seiner Kuppel als Technik-Denkmal einen wunderschönen Anblick.



Restaurierter Großer Refraktor und Kuppelgebäude 2007

Allerdings wird er nicht mehr für Forschungszwecke genutzt, sondern nur noch für Beobachtungen im Rahmen der volkstümlichen Astronomie. Weitere Einzelheiten zu Planung, Bau und Geschichte des Instrumentes können im Kuppelgebäude ausliegenden Info-Heftchen entnommen oder auf der Website

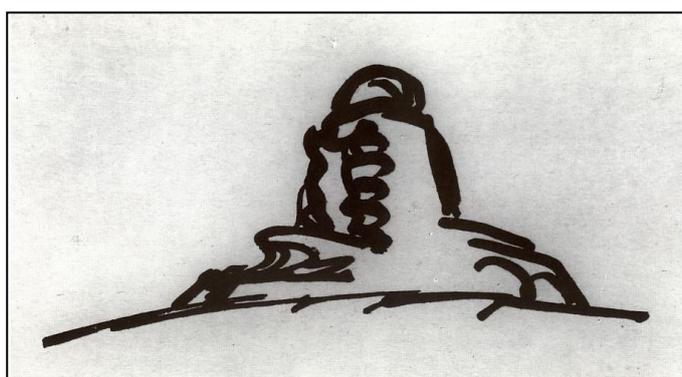
<http://www.aip.de/groups/soe/refraktor>

eingesehen werden.

Ein weiterer Teilbereich der Astrophysik, die Sonnenforschung, wurde gewissermaßen durch Albert Einstein initiiert. Einstein hatte 1916 die endgültige Fassung seiner **Allgemeinen Relativitätstheorie** veröffentlicht und dazu 3 die Astronomie/Astrophysik betreffende Voraussagen getroffen. Nachdem 2 Voraussagen verifiziert werden konnten, blieb noch die 3. Voraussage zu prüfen: Die Rotverschiebung der Spektrallinien des von der Sonne ausgestrahlten Lichtes in ihrem Schwerefeld.

Der Einsteinturm

Einstein hatte sich brieflich an einige deutsche Astronomen mit der Bitte gewandt, die von ihm postulierte Rotverschiebung nachzuweisen. Lediglich der in Potsdam tätige Astronom Erwin Finlay Freundlich reagierte darauf. Durch Freundlichs Initiative, Sponsoren und die Bereitstellung öffentlicher Mittel konnte dann mit dem Bau des bereits projektierten Forschungsinstituts zum Nachweis der gravitativen Rotverschiebung begonnen werden. Nach den Plänen des Architekten Erich Mendelsohn wurde das dann Einsteinturm benannte und seinerzeit hypermoderne expressionistische Gebäude errichtet und 1924 in Betrieb genommen.



Entwurfsskizze Mendelsohns und Einsteinturm 1921



Einzelheiten zu Planung, Bau und Geschichte des Einsteinturms können entsprechenden Infos und der Website

<http://aipsoe.aip.de>

entnommen werden.

Mit Beginn der Beobachtungs- und Messarbeiten stellte sich allerdings heraus, dass der Effekt der gravitativen Rotverschiebung mit dem damaligen Instrumentarium nicht zweifelsfrei nachzuweisen war, da er von anderen Effekten zumindest teilweise überlagert war. Man hatte aber vorsorglich räumlich großzügig geplant, so dass weitere Zusatzgeräte/Messinstrumente installiert werden konnten. Neuer Forschungsgegenstand wurde nun die allgemeine Sonnenphysik. So wurden z.B. die Erforschung der Sonnengranulation fortgesetzt, die physikalische Natur der Sonnenflecken erforscht, Magnetfelder auf der Sonne gemessen und anderes mehr.

Nach der politischen Wende wurden die wichtigsten Teile der wissenschaftlichen Einrichtungen auf den neuesten Stand gebracht und 1999 die komplette Sanierung von Gebäude und Technik abgeschlossen. Das im eigentlichen Turm stehende (unbewegliche) Vertikalteleskop hat ein Objektiv mit 60 cm Durchmesser

und 14 m Brennweite. Damit wird ein Sonnenbild von rd. 13 cm Durchmesser erzeugt, das durch eine Zusatzoptik nachvergrößert werden kann. Das Sonnenlicht wird durch ein in der Kuppel befindliches bewegliches Spiegelsystem (Coelostat) in das Teleskop eingespiegelt. Im Untergeschoss wird das Licht dann durch einen um 45° geneigten Planspiegel in das eigentliche Labor umgeleitet, wo es spektral zerlegt und u.a. Mit Magnetographen untersucht wird. Forschungsschwerpunkt des heute noch als „Hausteleskop“ der Sonnenforscher des Astrophysikalischen Instituts Potsdam dienenden Einsteinturms ist derzeit die Messung von Magnetfeldern. Allerdings wird der Einsteinturm mit seinen Instrumenten auch für die Ausbildung von Studenten der Physik und Astrophysik genutzt.



Einsteinturm, Vertikalteleskop, Coelostat und Objektiv 2007



Einsteinbüste im Eingangsbereich und Arbeitsraum

Die zunächst nur für das sichtbare Licht entwickelte und anwendbare Spektralanalyse ist im Laufe der Zeit natürlich auch für andere Wellenbereiche des gesamten elektromagnetischen Spektrums weiter entwickelt worden. So hat dieses Verfahren eine Fülle von Erkenntnissen vor allem auch über die Anwesenheit und Beschaffenheit der interstellaren Materie gebracht.

Nun folgt noch eine Übersicht über die Informationen, die die moderne spektralanalytische Technik aus den Spektren kosmischer Objekte „herauslesen“ kann:

Informationen in Spektren kosmischer Objekte:

Welche chemischen Elemente/Substanzen sind vorhanden?

(Relative) Häufigkeit der chemischen Elemente/Substanzen

Ionisierungsgrad der Elemente

Temperatur der strahlenden Körper (Strahlungsmaxima bei bestimmten Wellenlängen-Bereichen)

Turbulenzen (Verbreiterung der Spektrallinien)

Magnetfelder (Linienverdopplung - Zeeman-Effekt)

Radiale Bewegung der Objekte (Linienverschiebung - Doppler-Effekt)

Große strahlende Massen (gravitative Rotverschiebung der Linien)

Expansion des Weltalls (Kosmologische Rotverschiebung)

Zum Abschluss soll jedoch noch auf Institute anderer Forschungsgebiete, die - nachdem das Astrophysikalische Observatorium Potsdam Vorreiter auf dem Telegraphenberg war - heute dort ansässig sind. In dem als Wissenschaftspark „Albert Einstein“ bekannten Areal sind heute neben den Einrichtungen des Astrophysikalischen Instituts Potsdam das GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK), das Alfred-Wegener-Institut für Meeres- und Polarforschung (AWI) und mit einer Säkularstation mit Messfeld der Deutsche Wetterdienst ansässig. Zu beachten ist auch noch, dass bereits seit Jahrzehnten die Schreibweise Telegrafenberg (nicht mehr wie bisher mit ph) offiziell üblich ist.

Text und aktuelle Fotos:
Herbert Einsporn, 13591 Berlin,