

# Zur Geschichte des Mt. Wilson Observatoriums

Autor(en): **Lammerer, Max**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **37 (1979)**

Heft 172

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899609>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Zur Geschichte des Mt. Wilson Observatoriums

von MAX LAMMERER, Lichtenfels

Der Mt. Wilson ist eine bedeutende Erhebung in der Kette der San Gabriel Mountains hoch über Pasadena und Los Angeles im südlichen Kalifornien, U.S.A. Das Observatorium gleichen Namens kann in diesem Jahr auf ein 75-jähriges Bestehen zurückblicken.

Diese Zeitspanne ist in der Astronomie gekennzeichnet durch eine Fülle von neuen Erkenntnissen und Entdeckungen, durch eine radikale Umorientierung in der Themenstellung der Forschung und durch gewaltige Fortschritte in der Beobachtungs- und Instrumententechnik. Das Mt. Wilson Observatorium hat in seiner langen Geschichte dazu entscheidende Beiträge geleistet. Zusammen mit dem «grossen Bruder», dem Observatorium auf Palomar Mountain gilt es zu Recht als ein Pionier in der Erforschung des Alls an seinen Grenzen, den «Frontiers in Space».

George Ellery Hale ist der Mann, dem die Errichtung der bedeutenden Observatorien auf dem Mt. Wilson und auf Palomar Mountain zu danken ist. Hale entstammte einer wohlhabenden Familie in Chicago. Er war eine in vielen Beziehungen aussergewöhnliche Persönlichkeit. Er erfand bereits als Student den Spektroheliographen, war ein Pionier der Astrophysik und leistete entscheidende Beiträge auf dem Gebiet der Sonnenforschung. Doch war er vor allem ein Organisator, ein Pragmatiker, der es wie kein anderer verstand, kühne Ideen zu verwirklichen. Es war ihm vergönnt, dreimal in seinem Leben das Observatorium mit dem jeweils grössten Teleskop

der Welt zu seiner Zeit zu errichten: das Yerkes Observatorium an der Williams Bay, Wiskonsin, das Mt. Wilson Observatorium und das Palomar Observatorium in Kalifornien.

Die Geschichte des Mt. Wilson Observatoriums beginnt im Jahre 1903. Damals war Hale Direktor des Yerkes Observatoriums der Universität Chicago. Der 40-Zoll-Refraktor des Observatoriums, damals wie heute das grösste Linsenfernrohr der Welt, hatte nur wenige Jahre vorher seinen Betrieb aufgenommen. Trotzdem war Hale auf der ständigen Suche nach einem neuen, noch besseren Beobachtungsort, als ihn das Observatorium am Lake Geneva, Wiskonsin, damals bot. Kalifornien mit seinen vielen Sonnentagen und seinen klaren Nächten schien ihm am besten geeignet. Hier war ihm von Astronomen, die auch in Arizona und auch in Australien diesbezügliche Untersuchungen vorgenommen hatten, besonders der Mt. Wilson empfohlen worden, der 13 km nordöstlich von Pasadena liegt und eine Höhe von knapp 1800 m aufweist.

## G.E. Hale in Kalifornien

Im Herbst 1903 kam Dr. Hale während einer Urlaubsreise zum ersten Mal nach Kalifornien. Während des darauffolgenden Winters stieg er des öfteren den steilen Pfad hinauf zum Gipfelplateau des Mt. Wilson, um dort die Bedingungen für astronomische Beobachtungen zu testen. Ausgerüstet mit einem 3½-Zoll Fernrohr verbrachte er viele Tage und Nächte auf dem Berg. Schliesslich konnte er bestätigen, was man ihm gesagt hatte: aussergewöhnlich gute Beobachtungsbedingungen und nur sehr selten Wolken bei Tag oder Nacht.

Hale schrieb einen ausführlichen Bericht darüber an die Carnegie-Stiftung nach Washington, der sehr überzeugend gewesen sein muss, denn bereits im folgenden Herbst, also 1904, gab die Stiftung grünes Licht für die Mittel, die nötig waren, um auf dem Mt. Wilson ein neues Observatorium zu gründen. So ist das Jahr 1904 als das Gründungsjahr des Observatoriums anzusehen und seit dieser Zeit ist die Sternwarte ständig ein Teil der Carnegie Institution of Washington. Diese Stiftung hat dann auch im weiteren Verlauf des Auf- und Ausbaus alle Instrumente und Einrichtungen finanziert.

## Die Sonnentelkope auf Mt. Wilson

Das erste Teleskop, das auf dem Mt. Wilson aufgestellt wurde, war ein Sonnentelkop mit einem Coelostaten, der das Licht in ein langes horizontales optisches System lenkte, das sog. «Snow Telescope». Dabei war dieses Instrument ursprünglich gar nicht für den Mt. Wilson bestimmt, sondern es war ein Geschenk von Miss Helen Snow an die Universität Chicago. Als G.E. Hale es von Chicago nach Kalifornien überführen wollte, waren zuerst die Stifterin und der damalige Direktor des Yerkes Observatoriums, Edwin Frost, damit nicht einverstanden. Aber dem Organisationsgenie Hale gelang es nach einiger Zeit, die Bedenken beider zu zerstreuen und einige Monate später wurde das Fernrohr nach Kalifornien transportiert. Von Pasadena aus wurde es in Teilen auf dem alten Indianerpfad von der Sierra Madre aus mit Maultieren auf den Berg gebracht.



Abb. 1: George Ellery Hale (1868—1938), am Spektrographen des 20-m-Sonnenturms auf dem Mt. Wilson, der 1907 in Betrieb genommen wurde. Aufnahme: Hale Observatories

Beim Arbeiten mit dem «Snow-Telescope» musste man jedoch bald die Erfahrung machen, dass es wegen der horizontalen Lage des Teleskops nur sehr schwer gelingt, den gesamten Weg des Sonnenlichts temperaturkonstant zu halten. Dieser Umstand brachte zeitweise Bilder von minderer Qualität. Deshalb kam man auf die Idee, Sonnenfernrohre vertikal aufzustellen und diese Idee wurde auf dem Mt. Wilson mit den beiden Turmteleskopen verwirklicht.

Das erste Turmteleskop, der sog. 20-m Turm (Abb. 2) erhielt ein Linsenobjektiv von Brashear von 30,5 cm Öffnung und 18,3 m Brennweite. Für den Spektrographen und den Spektroheliographen baute man einen Schacht unter dem Turm von 9,1 m Tiefe. Das kuppelartig ausgeführte Turmende enthält einen Coelostaten und das Objektiv. Am Fuss des Turmes bildet sich das Sonnenbild ab. Hier ist auch der Eingangsschlitz für den Spektrographen, während sich das Gitter im unteren Ende des Schachtes befindet.

Dem 1906-1907 erbauten 20-m Turm folgte ein 50-m Turm (Abb. 4), der in den Jahren 1909 bis 1912 errichtet wurde. Dieser Turm wurde ebenfalls mit einem Objektiv von Brashear ausgerüstet mit 30,5 cm Öffnung und 45,7 m Brennweite. Der Gitterspektrograph hat eine Brennweite von 22,9 m.

#### Das 60-Zoll Teleskop

Hale hatte erkannt, dass mit dem 40-Zoll Yerkes-Refraktor grössenmässig die oberste Grenze dieses Fernrohrtyps erreicht war. Diese Tatsache und vor allem auch die Wandlung in der Themenstellung der astronomischen Forschung um die Jahrhundertwende

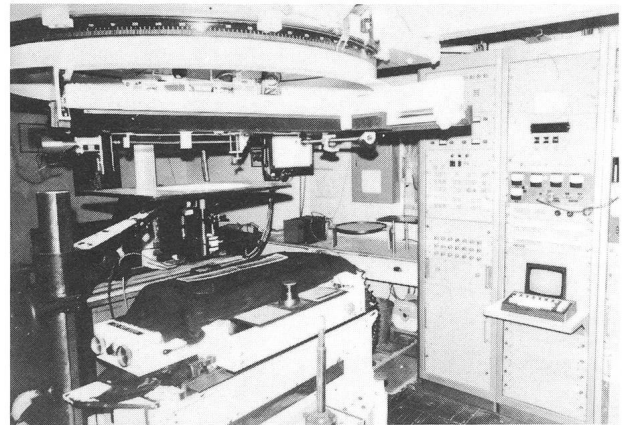


Abb. 3: Das Innere des 50-m-Sonnenturms. Heute werden hier hauptsächlich die Magnetfelder der Sonne vermessen. Das Sonnenbild erscheint auf der von links einschwenkenden Platte in einem Durchmesser von etwa 40 cm. Aufnahme: M. Lammerer

begünstigten wieder einen bereits früher zu hohen Ehren gekommenen Fernrohrtyp, das Spiegelteleskop. Hatte man sich im 19. Jahrhundert hauptsächlich mit astrometrischen und himmelsmechanischen Problemen beschäftigt, so standen jetzt astrophysikalische und stellarastronomische Probleme im Vordergrund.

Hale hatte kurz vor 1900 für das Yerkes-Observatorium George Willis Ritchey als Mitarbeiter gewonnen. Ritchey war zwar Astronom, doch erlangte er hauptsächlich als Spiegelschleifer, Konstrukteur und Himmelfotograf internationale Anerkennung. Sehr bald nach seinem Eintritt in das Yerkes-Observatorium

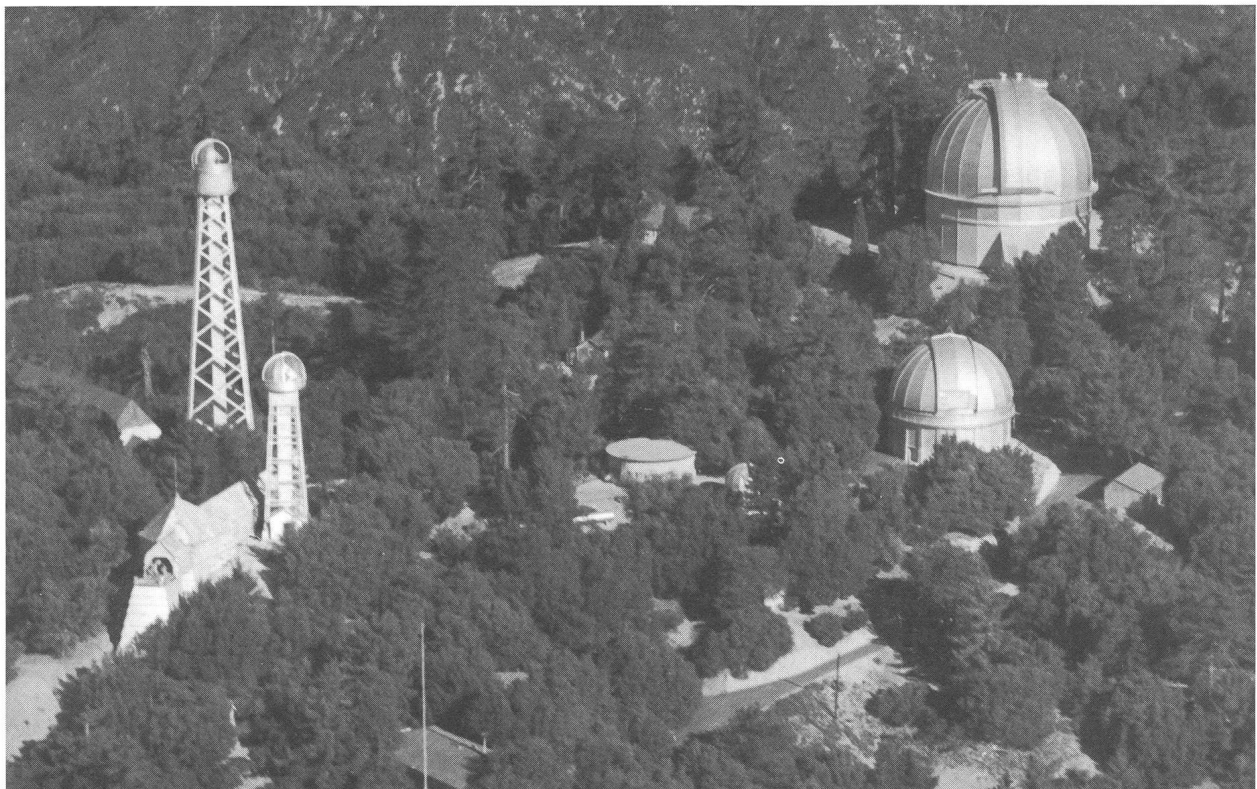


Abb. 2: Das Mt. Wilson Observatorium liegt in den San Gabriel Mountains hoch über Pasadena und Los Angeles. Links: das Snow Teleskop (horizontal), dahinter der 20-m- und der 50-m-Sonnenturm. Rechts im Bild die Kuppeln für den 60-Zöller und für den 100-Zöller.

Aufnahme: Hale Observatories

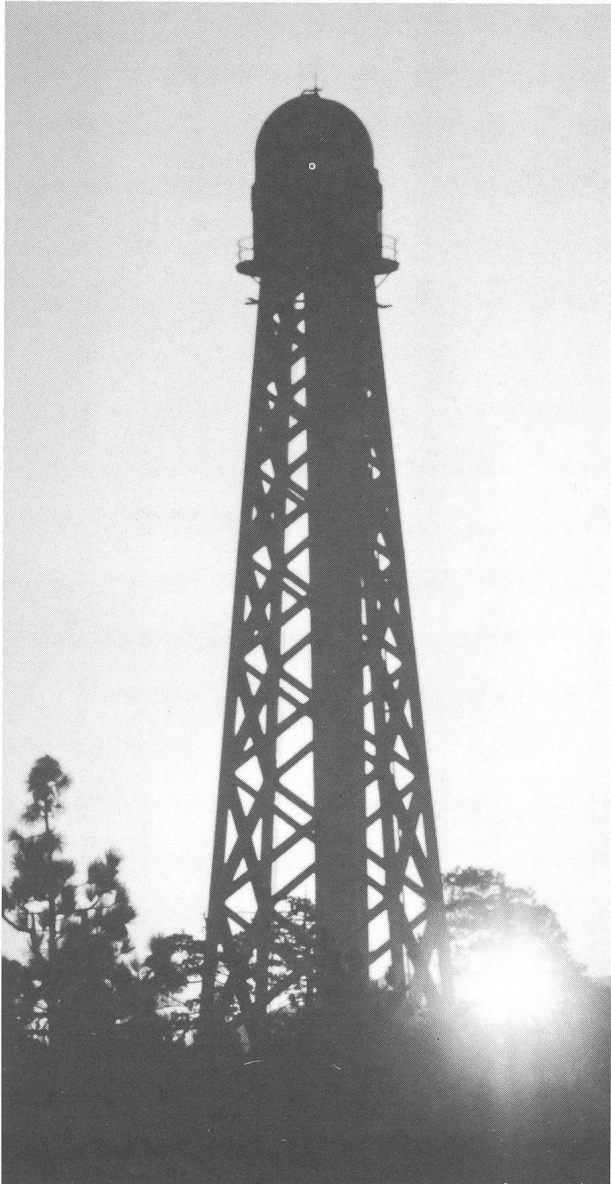


Abb. 4: Sonnenaufgang auf dem Mt. Wilson in Kalifornien. — Zwischen dem 50-m-Sonnenturm und dem obersten Teil der Kuppel des 60-Zöllers ging am 22. August vergangenen Jahres die Sonne auf. Das Mt. Wilson Observatorium, das in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die grössten Teleskope der Welt beherbergte, wird heuer 75 Jahre alt.

Aufnahme: M. Lammerer

stellte er ein 60-cm Spiegelteleskop mit 2,40 m Brennweite auf, das neben dem gewaltigen Yerkes-Refraktor geradezu winzig erschien. Jedoch fanden die Leistungen des kleinen Reflektors nicht weniger Beachtung in der Fachwelt als die des grossen Refraktors. Ritchey gewann mit dem neuen Instrument eine ganze Reihe hervorragender Aufnahmen von Sternhaufen und Nebeln. Damals schrieb er dazu: «Wenn man bedenkt, dass die Brennweite des 2-Fuss-Reflektors nur 93 Inch beträgt und die Öffnung, um ein grösseres Feld zu gewinnen, auf 18 Inch abgeblendet war, erhält man einen Eindruck, welche Resultate in der Himmelsfotografie mit einem Spiegelteleskop erhalten werden können, welches in Grösse, Kostenaufwand und Feinheiten mit den grossen modernen Refraktoren vergleichbar ist.»

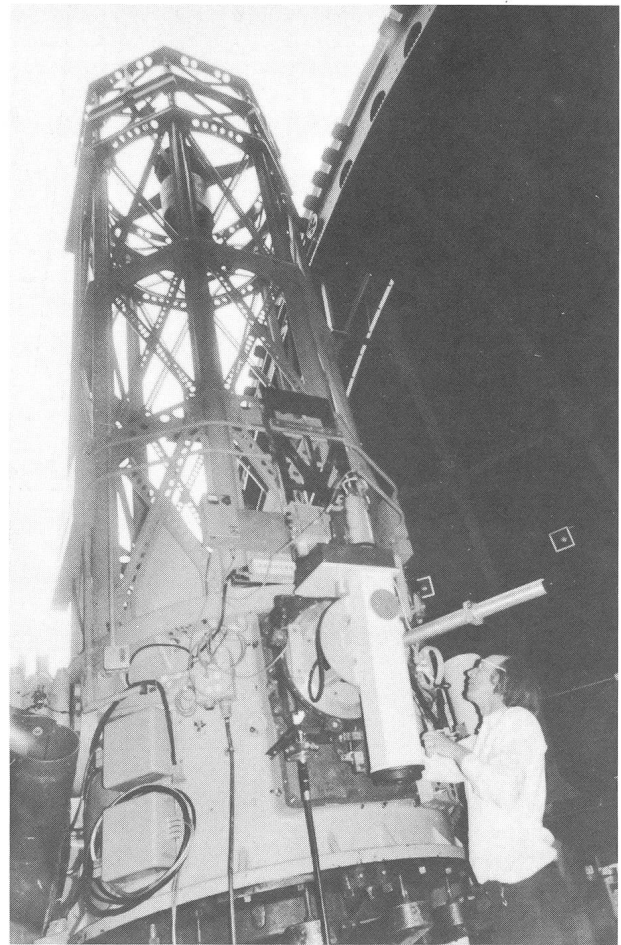


Abb. 5: Der 60-Zöller auf dem Mt. Wilson. Bei seiner Inbetriebnahme 1908 war dieses Instrument das grösste Fernrohr der Welt. Heute ist es mit moderner Elektronik ausgestattet wie dem Photonen-Zähler, der hier im Cassegrain-Fokus des Instruments Anwendung findet.

Aufnahme: M. Lammerer

Hale war über diese Entwicklung begeistert. Er sah hier eine Möglichkeit, zu hohen Lichtstärken zu gelangen, die es ihm ermöglichen sollten, detailreiche Spektren von Fixsternen zu erhalten. Er plante deshalb ein Spiegelteleskop von 1,5 m Durchmesser. Das Geld für die Beschaffung der Spiegelscheibe stellte ihm sein Vater zur Verfügung. Die Scheibe wurde bei der französischen Spiegelglasgesellschaft in St. Gobain bei Paris bestellt und in ausgezeichneter Qualität geliefert. Ritchey übernahm den Schliff des Spiegels und die Herstellung der Sekundäroptiken. Auch am Entwurf und Bau der Montierung hatte er entscheidenden Anteil.

Optisch ist der 60-Zöller ausgerüstet mit einem parabolischen Hauptspiegel von 1,52 m Durchmesser und 7,62 m Brennweite (Newtonfokus), mit einer Brennweite von 24,4 m im Cassegrain-Fokus und von 45,70 m im Coudé-Fokus. Mechanisch ist das Teleskop eine sehr stabile Gabelmontierung, die zur Entlastung der Stundenachse einen Hohlzylinder verwendet, der in einen mit Quecksilber gefüllten zweiten Zylinder eintaucht und dadurch einen entsprechenden Auftrieb erfährt.

Das Instrument wurde 1908 auf dem Mt. Wilson aufgestellt und war damals das grösste Fernrohr der Welt. Mit diesem Instrument konnte man bei 4 Stunden Belichtungszeit Sterne bis zur 20. Grösse abbilden, eine

ungeheure Leistung, wenn man an die fotografischen Emulsionen denkt, die zur damaligen Zeit den Astronomen zur Verfügung standen. In den ersten 5 Jahren wurden mit dem Teleskop über 4 000 Aufnahmen gemacht. Visuelle Beobachtungen von Planeten und Mond zeigten eine ungeahnte Fülle von Details. E.E. Barnard, der Gelegenheit hatte, als einer der ersten das Fernrohr zu benutzen, äusserte begeistert, dass er das Instrument speziell für Planetenbeobachtungen allen anderen ihm bekannten Fernrohren vorziehen würde.

#### Das 100-Zoll Hooker Teleskop

Im Jahre 1906, während man noch an der Montierung des 60-Zöllers arbeitete, nahmen die Pläne Hales für ein noch grösseres Teleskop bereits konkrete Formen an. Es war ihm gelungen, John D. Hooker, einen wohlhabenden Geschäftsmann aus Los Angeles für seine Ideen zu begeistern. Hooker stellte für den Ankauf einer Spiegelscheibe und zur Vorbereitung des Baus eines Teleskops mit 100 Inch Öffnung (2,5 m) den Betrag von 45 000 Dollar zur Verfügung.

Die Scheibe wurde wiederum von der Glashütte von St. Gobain bezogen und in einer eigens dafür eingerichteten Werkstatt in Pasadena bearbeitet. Die abschliessenden Tests nach Fertigstellung des Spiegels zeigten, dass dieser hervorragend gelungen war. Der Spiegel besitzt ein Gewicht von gut 4 t, einen Durchmesser von 2,58 m, eine Brennweite von 12,88 m und demnach ein Öffnungsverhältnis von 1:5. Zwei konvexhyperbolische Sekundär-Spiegel von 73 bzw. 64 cm Durchmesser ergeben eine Brennweite von 40,8 m im

Cassegrain-Fokus und von 76,5 m im Coudé-Fokus. Für den Coudé-Strahlengang befindet sich im Schnittpunkt von Stunden- und Deklinationsachse ein Planspiegel, der das Licht durch die hohle Stundenachse hindurchleitet.

Bei dem ungeheuren Gewicht des Fernrohres hielt man eine Gabelmontierung als wenig geeignet. Deshalb gab man dem Hooker-Spiegel eine englische Rahmenmontierung, die in den Lagern der Stundenachse, ähnlich wie beim 60-Zöller durch Schwimmerauftrieb in Quecksilber entlastet wurde. Man kann sich diese Art der Lagerung als einen Vorläufer der heute bei Grossinstrumenten allgemein üblichen Öldrucklagerung vorstellen. Die Rahmenmontierung des 100-Zöllers hat den Vorteil, dass sie äusserst stabil ist. Jedoch muss als Nachteil gewertet werden, dass ein Teil des Himmels um den Himmelspol für das Instrument unzugänglich ist. Die Nachführung des Fernrohres in Stunde erfolgt über ein Schneckenrad von 5 m Durchmesser, das von einem Uhrwerk mit Zentrifugalregulator angetrieben wird. Alle anderen Bewegungen und Klemmungen werden durch Elektromotoren ausgeführt.

Die erste Beobachtung mit dem Hooker-Spiegel wurde am 1. November 1917 unternommen, jedoch wurde erst 1919 mit einer geregelten Beobachtertätigkeit begonnen.

Während der drei Jahrzehnte, in denen der 100-Zöller das grösste Fernrohr der Welt war, wurden mit dem Instrument eine grosse Zahl von Entdeckungen gemacht und eine Fülle von neuen Erkenntnissen gewonnen. Es kann hier nur andeutungsweise auf einige Schwerpunkte eingegangen werden. Das Instrument wurde auf fast al-

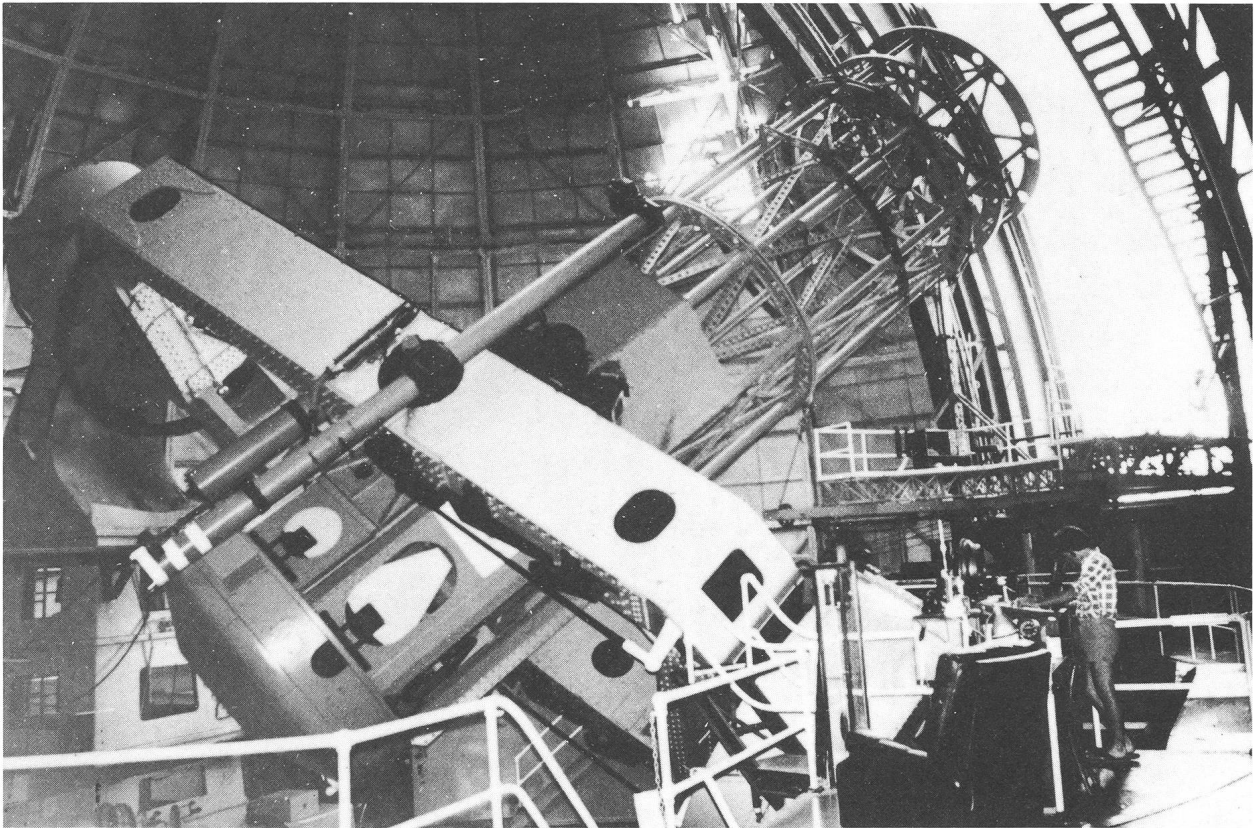


Abb. 6: Das 100-Zoll Hooker Teleskop auf dem Mt. Wilson. Mit diesem Instrument, 1917 fertiggestellt, wurden in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts bahnbrechende Forschungsarbeiten geleistet. Bis zur Inbetriebnahme des 5-m Hale Teleskops auf dem Mt. Palomar war es 30 Jahre lang das grösste Teleskop der Welt. Aufnahme: M. Lammerer

len Gebieten der modernen Astronomie eingesetzt. Bereits 1919 gewann man mit dem 100-Zöller Mondaufnahmen, die alles bisher Dagewesene weit in den Schatten stellten. Mit Hilfe empfindlicher Strahlungsmesser konnte man Temperaturen auf dem Mond und auf hellen Planeten bestimmen. 1938 fand Nicholson zwei weitere, sehr schwache Jupitermonde. Spektroskopische Untersuchungen an den Planeten brachten weiteren Aufschluss über deren atmosphärische Bedingungen.

Die stürmische Entwicklung, die sich in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts auf dem Gebiet der Stellarastronomie vollzog, wurde zum grossen Teil durch Arbeiten mit dem 100-Zöller ermöglicht. Spektroskopische Untersuchungen unter Anwendung grosser Dispersionen ergaben Aufschluss über die Abhängigkeit der Intensität einzelner Spektrallinien von der Temperatur und Leuchtkraft der Fixsternatmosphären.

Am 100-Zöller gelang es Michelson und Pease erstmalig mit einem Interferometer den Durchmesser von Fixsternen zu bestimmen.

Harlow Shapley begann zu Anfang der zwanziger Jahre am Mount Wilson seine wichtigen Untersuchungen über Aufbau und Grösse des Milchstrassensystems. Dabei stützte er sich hauptsächlich auf Beobachtungsmaterial, das mit Hilfe des 60- und 100-Zöllers gewonnen wurde.

Als geradezu revolutionierend kann gewertet werden, dass es 1926 Edwin P. Hubble mit dem 2,5-m Spiegel gelang, Aufnahmen des grossen Andromeda-Nebels zu gewinnen, die die Randpartien des Nebels in Einzelsterne aufgelöst zeigten. Walter Baade konnte 1943 mit Hilfe des 100-Zöllers auf rotempfindlichen Platten auch die Zentralpartien auflösen. Damit wurde endgültig der Beweis erbracht, was man schon lange vermutete, dass es sich bei diesen Nebeln um Objekte handelt, die weit ausserhalb unseres Milchstrassensystems liegen und ähnlich aufgebaut sind wie unser eigenes System, aus Milliarden von Einzelsternen.

Mit dem 100-Zöller auf dem Mt. Wilson waren viele Millionen von Galaxien photographisch zugänglich. E. Hubble stellte eine Systematik dieser Objekte auf. Bei Untersuchungen von Galaxien fand er einen gesetzmässigen Zusammenhang zwischen der Grösse der Rot-

verschiebung in den Spektren und der Entfernung der Objekte. Wenn man die Rotverschiebung als einen echten Doppler-Effekt deutet, so zeigt sich, dass die am weitesten entfernten Galaxien die grössten Fluchtgeschwindigkeiten besitzen. Damit wurde die Vorstellung des expandierenden Weltalls geprägt, eine Vorstellung, die kosmologisches Denken bis heute intensiv beschäftigt.

#### *Das Mt. Wilson Observatorium heute*

Das Observatorium ist auch heute noch Teil der Carnegie Stiftung in Washington und wird von Hale Observatories Headquarters in der Santa Barbara Street in Pasadena verwaltet. Direktor ist gegenwärtig Prof. Dr. Maarten Schmidt.

Die alten Wege zum Mt. Wilson, der von der Sierra Madre aus, und der Weg, den Hale oft nahm, der von Altadena aus am Eingang des Eaton's Canyon die Südflanke des Berges hinaufführt, werden heute kaum mehr benutzt. Heute ist der Berg über eine hervorragend ausgebaute breite Strasse erreichbar, die im weiten Bogen über den «Angeles Forest Vista» zunächst zu den Anlagen der Radiosender führt, die seit einiger Zeit auf dem Mt. Wilson stehen, und dann am Observatorium endet.

Die Beobachtungsbedingungen für Sonnenbeobachtung sind auch heute noch als gut zu bezeichnen. Im 20-m Sonnenturm, der Hales Spektroheliograph enthält, werden regelmässig Aufnahmen der Sonne im Integrallicht und im Licht der Wasserstoff- und Kalziumlinie gemacht. Der 50-m Turm enthält heute einen Magnetograph, eine Erfindung des früheren Direktors der Hale Observatories Dr. Horace Babcock und seines Vaters Dr. Harold Babcock. Mit diesem Gerät werden Magnetfelder der Sonne vermessen und ihre jeweilige Polung festgestellt. (Abb. 3).

Für nächtliche Beobachtungen haben sich die Bedingungen am Mt. Wilson wesentlich verschlechtert, hervorgerufen durch das rapide Wachstum von Los Angeles und seiner Vororte. Als Hale das Observatorium gründete, war z.B. Pasadena eine Stadt mit 15 000 Einwohnern. Heute ist es auf fast 600 000 Einwohner angewachsen. So sind auf dem Mt. Wilson selbst mondlose Nächte ziemlich hell, es sei denn der Smog legt sich über



Abb. 7: Blick vom Mt. Wilson auf Arcadia, einer der Vorstädte von Los Angeles. Die Aufnahme zeigt, wie sich die Beobachtungsbedingungen für die grossen Teleskope verschlechtert haben. Diesem Umstand konnte man jedoch auf dem Mt. Wilson begegnen, indem man heute hauptsächlich elektronische Detektoren an den Instrumenten einsetzt. Aufnahme: M. Lammerer

das Tal und schirmt den Berg von den vielen Lichtquellen ab.

Aus diesem Grund werden auf dem Mt. Wilson mit dem 60-Zöller oder mit dem 100-Zöller kaum mehr fotografische Platten belichtet. Aus der Not hat man jedoch eine Tugend gemacht, indem man die beiden Instrumente mit modernsten elektronischen Detektoren ausgerüstet hat, die ein Zweifaches messen: das Signal des zu beobachtenden Objekts und gleichzeitig den Himmels-hintergrund. Durch eine vom Computer vorgenommene Subtraktion beider Werte, erhält man eine Information in einer Form als käme sie von einem absolut dunklen Himmel.

Während des Aufenthalts des Verfassers auf dem Mt. Wilson im August vergangenen Jahres wurde im Coudé-Fokus des 100-Zöllers ein neuartiges Gerät zur Gewinnung von Sternspektren verwendet, eine Erfindung von Dr. Shectman, einem Mitarbeiter der Hale Observato-ries. Dieses Gerät benutzt den Spektrographen des Fern-rohres mit Schlitz, Kollimator und Gitter und bringt in die Brennebene der Kamera, an die Stelle, wo sich normalerweise die Photoemulsion befindet, eine ganze Reihe höchstempfindlicher Dioden. Diese nehmen das Signal auf, das anschliessend von einem Computer ver-arbeitet wird. Mit diesem Gerät ist es möglich, bei einer Integrationszeit von 100 bis 200 Sekunden, ein Stern-spektrum zu erstellen, das dann auf einem Leuchtschirm erscheint und gleichzeitig auf Magnetband gespeichert wird.

Auch der 60-Zöller ist mit moderner Elektronik be-stückt. So verfügt das Gerät z.B. über einen Photonen-Zähler, der die vom Stern in den verschiedenen Spektral-linien ausgesandten Photonen zählt, über einen Compu-ter verarbeitet und dann ausdrückt. (Abb. 5).

So kann man sagen, dass 75 Jahre nach der Gründung der Sternwarte und 41 Jahre nach dem Tod von George Ellery Hale das Observatorium heute wie damals der Wissenschaft dient und zwar in dem Sinne, wie es von Hale und seinen damaligen Mitstreitern wie Abbot, Adams, Backus, Barnard, Ellerman, Ingersoll und H. L. Miller intendiert war. Mein Dank gilt den Mitarbeitern des Mt. Wilson Observatoriums für das gezeigte Entge-genkommen und für die freundliche Aufnahme. In be-sonderer Weise jedoch möchte ich dem früheren Leiter der Photo-Laboratorien der Mt. Wilson- und Palomar Observatorien danken, meinem Freund William C. Mil-ler.

*Literatur:*

Frontiers in Space — California Institute of Technology and Carnegie Institution of Washington 1967.  
Donald E. Osterbrock — The California-Wisconsin Axis in American Astronomy I, II — Sky and Telescope, Vol. 51, No. 1 and 2 (1976).  
Walter S. Adams — Early Days at Mount Wilson — Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Vol. 59, No. 350 (1947).  
Rolf Riekher — Fernrohre und ihre Meister, Berlin 1957.

*Anschrift des Verfassers:*

MAX LAMMERER, Langheimer Str. 34, D-862 Lichtenfels, BRD

## Vor 10 Jahren

«Ein kleiner Schritt für einen Mann — aber ein Riesen-sprung für die Menschheit». Mit diesen Worten betrat vor 10 Jahren, am 21. Juli 1969 Neil Armstrong als er-ster Mensch den Mond. In den Jahren danach bis 1972 erfolgten insgesamt noch sechs erfolgreiche Mond-expeditionen.

Die Erforschung des Mondes mit Raumsonden be-gann bereits kurz nach dem erfolgreichen Start eines künstlichen Satelliten. Vor 20 Jahren, am 18. Oktober 1959, übermittelte die russische Sonde Lunik III das erste Bild der Mondrückseite zur Erde. Ab 1961 sandten die amerikanischen Ranger-Sonden jeweils kurz vor dem harten Aufschlag auf die Mondoberfläche Nahauf-nahmen von der Oberfläche zur Erde. Die erste weiche Landung gelang den Russen am 3. Februar 1966 mit Lu-na 9. Ab Frühjahr 1966 waren auch die amerikanischen Raumfahrttechniker mit den Surveyer-Sonden in der La-ge, Nahaufnahmen von Mondgestein und kleinere Ana-lysen des Materials auf dem Mond durchzuführen. Im gleichen Jahr, am 10. August 1966, starteten sie die erste Sonde des Typs Lunar Orbiter. Die Aufgabe dieser Son-den bestand darin, aus der Mondumlaufbahn geeignete Plätze für eine bemannte Mondlandung ausfindig zu machen.

Mit der ersten bemannten Mondlandung begann ein neuer Abschnitt in der Mondforschung. Die weiteren Expeditionen führten in zusehends kompliziertere und komplexere Gebiete auf dem Mond. Die beiden ersten Landeplätze sind typische Mare-Regionen. Apollo 14 er-kundete ein Gebiet, das von Material des Mare-

Imbrium-Einschlages bedeckt ist, das Fra-Mauro-Hoch-land. Mit Apollo 15 wurde zum erstmalig eine gebirgige Gegend am Fuss der Mond-Apenninen nahe der Hadley-Rille besucht. Apollo 16 landete in einer von Vulkanis-mus geprägten Hügellandschaft, nördlich des Kraters Descartes. Mit Apollo 17 wurde schliesslich noch eine interessante Gegend im Taurus-Littrow-Gebiet, eine sehr abwechslungsreiche Grenzregion zwischen Hoch-land und Auswurf-Material erforscht. Die Astronauten brachten insgesamt 382 Kilogramm Mondgestein mit zu-rück.

Bei den bisher analysierten Bodenproben fanden die Wissenschaftler ausschliesslich erstarrte Eruptiv-gesteine. Material also, das in früheren Zeiten glut-flüssig gewesen ist und sich während des Abkühlungs-prozesses verfestigte. Sedimentgesteine konnten dage-gen nicht nachgewiesen werden. Es kann deshalb ausge-schlossen werden, dass der Mond je grössere Mengen Wasser aufgewiesen hat. Die Astronauten fanden nir-gends eine geschlossene Gesteinsdecke einheitlicher Zusammensetzung, sondern eine mehr oder minder abwechslungsreiche Mischung verschiedener Minera-lien. Diese Struktur des Mondbodens dürfte auf den be-ständigen Aufprall von Meteoriten zurückzuführen sein.

Es wird heute angenommen, dass die Mondoberfläche vor ca. 4,6 Mia. Jahren erkaltete, die dünne Kruste aber immer wieder durch einschlagende Meteoriten aufgeris-sen worden ist und dadurch Lava aus dem Innern an die Oberfläche drang. Vor etwa drei Mia. Jahren dürfte jeg-licher Vulkanismus auf dem Mond aufgehört haben.