

## **Lebenslanges Lernen - Bürgerakademie -**

### **Vortragsreihe**

**Wintersemester 2009-2010**

- Thema:** Der Zyklop – Die Geschichte der astronomischen Fernrohre
- Referent:** Prof. Dr. Dieter B. Herrmann  
Präsident der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin e. V.
- Termin:** 29.10.2009

#### **Kurzfassung:**

Als das Fernrohr 1608 die historische Bühne betrat, gab es bereits seit dreihundert Jahren Brillen, - die entscheidende Voraussetzung für das Teleskop, das letztlich nur eine Kombination geeigneter Brillengläser darstellt. Doch die ersten Brillengläser waren für vergrößernde Kombinationen noch völlig ungeeignet und es dauerte noch rd. 300 Jahre, ehe Hans Lippershey in Holland am 2. Oktober 1608 sein Teleskop zum Patent anmelden konnte. Das Gesuch wurde jedoch mit der Begründung abgelehnt, andere hätten dasselbe erfunden (Adriaanszon/Janssen) und jeder Brillenmacher, der ein Teleskop anschauete, könne es nachbauen.

Den Beweis für die Richtigkeit dieses Satzes erbrachte u. a. Galileo Galilei in Padua, der binnen kurzer Zeit ein solches Instrument auf Grund mündlicher Berichte darüber entwickelte.

Die eigentliche Sensation jedoch folgte, als Galilei das Teleskop ab dem Spätherbst 1609 auf den Himmel richtete. Auf dem Mond erkannte er in den hellen und dunklen Gebilden zutreffend Licht- und Schatteneffekte von gebirgigen Erhebungen und Tälern. Und am 7. Januar 1610 entdeckte er die ersten drei großen Monde des Planeten Jupiter, denen bald noch ein vierter folgte. Bereits Anfang März 1610 veröffentlichte Galilei seine Entdeckungen im „Siderius Nuncius“ (Sternenbote)

#### **Spiegelteleskope**

Damals war bereits bekannt, dass es auch möglich ist, optische Abbildungen unter Verwendung einer Kombination Hohlspiegel-Linse zu erzielen. Doch erst der junge Isaac Newton brachte nach unzähligen mühevollen Experimenten mit verschiedenen Legierungen 1671 ein brauchbares kleines Spiegelteleskop zustande. Zeitlebens glaubte er an die grundsätzliche Überlegenheit von Spiegeln gegenüber Linsen, deren chromatische Aberration sich niemals ausschalten lasse. Hevelius und Huygens bauten deshalb Linsenfernrohre mit gigantischen Brennweiten, um die Abbildungsfehler zu unterdrücken.

Doch 1758 meldete der berühmte Optiker John Dollond eine Erfindung zum Patent an, die zu farbfehlerfreien Abbildungen bei Linsen führte. Das Objektiv eines Fernrohres wird dabei aus zwei Teillinsen zusammengefügt, die aus unterschiedlich bre-

chenden Glassorten (Kron und Flintglas) bestehen, wodurch die Farbfehler sich gerade aufheben. Als nun noch Fraunhofer in Benediktbeuern die Kunst der Herstellung optisch einwandfreier Gläser „verwissenschaftlichte“ (Mischung der Bestandteile, homogene Glasmasse, bläschenfreies optisches Glas) und somit das Aussortieren von wenig Glas aus großen Schmelzen entfiel, wurden damit qualitativ wesentlich bessere Linsenfernrohre möglich. Das „Triumvirat“ Fraunhofer, Utzschneider und Reichenbach schuf die damals besten Teleskope, mit denen große Fortschritte in der wissenschaftlichen Erkenntnis gelangen, so u.a. die ersten Messungen von Fixsternparallaxen (Bessel/ Struve).

Zur gleichen Zeit erlebten jedoch auch die Metallspiegel eine Renaissance. F. W. Herschel baute einen 120-cm-Metallspiegel und schuf damit einen Detektordurchmesser, den eine Linse niemals erreicht geschweige denn übertroffen hätte.

Lord Rosse in Irland wurde mit seinem 180-cm-Leviathan zum Rekordhalter in der Epoche der großen Metallspiegel. Beide Männer – besonders aber Herschel – machten klugen Gebrauch von der technischen Überlegenheit ihrer Instrumente. Wegweisende Konzeptionen, wie z.B. die ersten Vorstellungen zur Evolution kosmischer Objekte im Anschluss an Kants naturphilosophische Spekulationen, wurden durch Beobachtungstatsachen untermauert. Die Grundideen der Stellarstatistik, mit deren Hilfe die großräumige Verteilung der Sterne im Universum untersucht werden sollte, sind ebenfalls ein Ergebnis von Herschels Untersuchungen unter Benutzung seines Riesenspiegels. Lord Rosse vermochte erstmals spiralförmige Strukturen kosmischer Objekte festzustellen, die er in eindrucksvollen Zeichnungen festgehalten hat.

### Versilberte Glasspiegel lösen die Metallgiganten ab

1856 machte der Gießener Chemiker Justus von Liebig eine Entdeckung, die weitreichende Folgen für die weitere Entwicklung der astronomischen Beobachtungsinstrumente haben sollte: die Oberflächenversilberung von Glasflächen. Aus dieser Zufallsentdeckung entstanden in Zusammenarbeit mit August von Steinheil und Leon Foucault die oberflächenversilberten Glasspiegel für Teleskope, die jene schlecht reflektierenden und immer wieder erblindenden aus Metall rasch ersetzen. Das Spiegelteleskop trat jetzt seinen endgültigen Siegeszug an. Die Dimensionen von Fernrohrobjektiven erreichten gegen Ende des 19. Jahrhunderts ihre natürliche Grenze. Niemals wurde nach der Inbetriebnahme des Yerkes-Refraktors (USA) mit seinem Objektivdurchmesser von 102 cm eine größere Linse hergestellt. Der entscheidende Grund ist prinzipieller Natur: durch die mechanische Fassung der Linse am Rande kommt es bei schwereren und größeren Linsen zu Deformationen mit negativen Folgen für die Bildqualität, was beim Spiegel ausgeschlossen ist, da er auf seiner Rückseite mechanisch stabilisiert werden kann.

### Große Spiegel – große Hindernisse - große Entdeckungen

Mit dem Bau der ersten Großteleskope der Astronomie im 20. Jahrhundert tauchten viele neue Probleme auf. Es fehlte nicht nur an Erfahrungen bei der Herstellung großer Spiegel selbst, sondern auch bei der Konstruktion der Instrumente, die einerseits zwangsläufig sehr schwer waren, gleichzeitig aber mit feinmechanischer Präzision funktionieren sollten. Exemplarisch für all diese neuartigen Herausforderungen, aber auch für die wissenschaftlichen Erfolge beim Einsatz solcher Teleskope ist der Hooker-Spiegel auf dem Mt. Wilson in Kalifornien.

Bereits zu Beginn des Jahrhunderts hatte George Ellery Hale in den USA die Bedeutung der Spiegelteleskope erkannt und den Geschäftsmann Hooker dazu bewegt, eine namhafte Summe für den Bau eines Spiegels mit 250 cm Durchmesser zur Ver-

fügung zu stellen. Der Auftrag zur Herstellung ging 1906 nach Frankreich. Als der Spiegel jedoch 1908 eintraf, war der US-amerikanische Optiker Georg Willis Ritchey, der die Bearbeitung des 4,5 Tonnen schweren Kolloss' übernehmen sollte, jedoch nicht zufrieden. Die französische Firma musste einen neuen Spiegel liefern. Doch die nächste Scheibe (1910) zersprang beim Abkühlungsprozess. Erst der vierte Versuch gelang und Ritchey blieb dennoch kritisch, - die Scheibe war nur 20 cm dick. So entschloss er sich schließlich, den ersten Spiegel von 1908 zu bearbeiten. Einerseits waren die anfangs bemängelten Bläschen im Glas, wie man jetzt wusste, vielleicht sogar günstig für die Stabilität. Andererseits: wie lange hätte man im inzwischen ausgebrochenen I. Weltkrieg wohl auf eine weitere Scheibe warten müssen?

Ritchey benötigte für die Schleif- und Polierarbeiten unter Einsatz speziell entwickelter Technik nochmals fünf Jahre! Inzwischen waren jedoch die Arbeiten für die Konstruktion der Montierung gut vorangekommen, einer großen englischen Rahmenmontierung, um die 90 Tonnen beweglicher Teile stabil zu halten. Allerdings auch mit dem Nachteil, dass die Gegend  $25^\circ$  um den Himmelspol nicht mehr beobachtet werden kann. Mehrere Firmen arbeiteten an der gewaltigen Kuppel, die mit 32 m Durchmesser nur um 11 Meter hinter der des Petersdomes in Rom zurückblieb. Endlich im November 1917 war das Werk vollbracht. Der neue Galilei, der zum rechten Zeitpunkt auf den Mt. Wilson gekommen war und von dem größten Teleskop seiner Zeit den rechten Gebrauch zu machen verstand, hieß Edwin Hubble und war damals gerade 28 Jahre alt.

Die beiden bahnbrechenden Entdeckungen, mit denen er das Tor in die Welt der Galaxien aufstieß und die moderne Kosmologie mitbegründen half war zum einen der Nachweis, dass der Andromeda-Nebel (M 31) außerhalb unseres Sternsystems steht, wo sich auch weitere Galaxien – gleichsam als Bausteine des Universums – befinden; zum anderen war es die Entdeckung der „Nebelflucht“, d.h. der Nachweis, dass sich alle Galaxien mit um so größeren Geschwindigkeiten von uns (voneinander) entfernen, je weiter sie entfernt sind. Die Entdeckung der Nebelflucht führte alsbald zum Bild des Evolutionskosmos mit dem singulären Ereignis des „Urknalls“ als Startpunkt. Um jene Zeit entwickelte der Optiker Bernhard Schmidt aus Mittweida einen neuen Instrumententyp, der aus einem sphärisch geschliffenen Spiegel mit einer besonderen Korrekturplatte besteht. Dadurch ist eine komafreie Abbildung großer Felder ohne sphärische Aberration möglich. Der größte Schmidt-Spiegel der Welt befindet sich in Tautenburg/Thür.

## Europa prescht vor

Die weitere Entwicklung wurde vor allem durch die Entwicklung einer Allwellenastronomie, die Stationierung großer Teleskope auf der Südhalbkugel und das Aufholen Europas gegenüber den USA gekennzeichnet.

Das erste der nichtoptischen Fenster wurde durch Karl Guthe Jansky in den 30er Jahren mit der Entdeckung der kosmischen Radiostrahlung aufgestoßen. Danach entwickelte sich die Radioastronomie zu einem neuen unentbehrlichen Hilfsmittel der Forschung. Internationale Großprojekte der Radioastronomie sind auch gegenwärtig auf dem Weg, so u. a. das „Atacama Large Millimeter Array“ (ALMA) in Chile, bestehend aus 64 Teleskopen mit je 12 m Durchmesser, das 2010 in Betrieb gehen soll. Nach der Eröffnung des „kosmischen Zeitalters“ (1957) konnten auch Detektoren für die kurzwelligen Bereiche des Spektrums dort aktiv werden, wo die Strahlung noch nicht der absorbierenden Wirkung der Erdatmosphäre ausgesetzt ist. UV-, Röntgen- und Gammateleskope kamen zum Einsatz, ebenso aber auch das im optischen und anderen Bereichen agierende „Hubble Space Telescope“. Sie alle erweiterten unser Wissen über kosmische Objekte und Prozesse durchgreifend.

Bereits in den 50er Jahren entstanden die ersten Ideen für eine Europäische Südsternwarte (ESO). Mehrere europäische Staaten wollten ihre Wirtschaftskraft bündeln und modernste Astrotechnologie auf der Südhalbkugel der Erde zum Einsatz bringen. Der erste Erfolg dieser Bemühungen war 1969 die Eröffnung des Observatoriums La Silla in 2400 m Höhe in der nordchilenischen Atacama-Wüste, wo sich heute zahlreiche Teleskope mit bis zu 3,6 m Spiegeldurchmesser befinden. Eine instrumentelle Revolution stellte die Entwicklung aktiver und adaptiver Optiken dar. Sie gestatten, Verbiegungen des Spiegels infolge unterschiedlicher Lage bzw. die durch die Erdatmosphäre deformierte Wellenfront auszugleichen. Dieses Prinzip wird heute bei allen modernen Spiegelteleskopen verwendet, auch beim „Flaggschiff“ der ESO, dem Very Large Telescope auf dem Cerro Paranal (vier Teleskope mit je 8,2 m Spiegeldurchmesser).

### Exotische Beobachtungsfenster

Zur Untersuchung des Universums in den verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrum mit mehr oder weniger fernrohrähnlichen Instrumenten sind in jüngerer Zeit noch ganz andere Teleskope gekommen: Neutrinodetektoren, Nachweisinstrumente für kosmische Strahlung und Schwerwellenempfänger. Sie alle haben inzwischen ihre eigene Geschichte. Während die ersteren bereits Schlagzeilen machten (Sonenneutrinos, extrem energiereiche Teilchen weitgehend unbekannter Herkunft), blieben die Gravitationswellendetektoren bisher erfolglos. Zweifellos sind aber hier neue aussichtsreiche Fenster ins Universum geöffnet worden, von denen wir in der Zukunft noch viel erhoffen dürfen.

Das ehrgeizigste Zukunftsprojekt der ESO stellt das 42-m-Multimirror-Teleskop dar, das als „European Extrem Large Telescope (E-ELT) bezeichnet wird und im Jahre 2017 fertig gestellt werden soll.

### Die aktuelle Neuerscheinung zum Thema:



ISBN 978-3-14-100860-4  
Taschenbuch 8,95 €