

Die Entwicklung der Planetariumstechnik

Beim Begriff Planetarium denkt man heute sofort an eine große Kuppel, in der es im Inneren einen künstlichen Sternenhimmel zu sehen gibt. Früher verstand man unter einem Planetarium, wie der Name es schon ausdrückt, ein Modell zur Veranschaulichung der Planetenbewegungen. Natürlich wird auch in einem modernen Planetarium der Planetenlauf dargestellt. Das Beeindruckendste

sind aber die Sterne und Sternbilder, die auf die Innenwand der Kuppel projiziert werden und das Aussehen des Nachthimmels zu einem frei gewählten Zeitpunkt naturgetreu darstellen. Die neuesten Projektoren mit Glasfaser-Technik können die Sterne sogar punktförmig abbilden und auch nebelhafte Objekte werden naturgetreu wiedergegeben.

Die Erscheinungen am Himmel wurden schon immer von den Menschen beobachtet und Veränderungen aufmerksam registriert. Der Lauf von Sonne, Mond und Planeten sowie das jahreszeitlich unterschiedliche Erscheinungsbild des Fixsternhimmels hatte bereits früh große Bedeutung für die menschliche Gesellschaft. Dabei ging es oft um die Zeitmessung, aber auch die kultische Bedeutung der Himmelsereignisse war groß. Daher begannen die Menschen früh, Aufzeichnungen über das Geschehen am Himmel anzufertigen.

Bereits in der Antike soll es erste Himmelsgloben mit Darstellungen der Sternbilder gegeben haben. Mehrere römischen Dichter, unter ihnen Cicero, Ovid und Pappus, berichteten von einer **mechanischen Kugel aus Syracusae**, die die Bewegungen von Sonne und Mond wiedergab. Gebaut wurde sie höchstwahrscheinlich von Archimedes (287-212 v.Chr.). Der Antrieb erfolgte wahrscheinlich mit Wasser. Sie wurde von Marcellus nach Rom gebracht und unter großer Bewunderung vorgeführt. Leider existieren weder Zeichnungen noch genauere Beschreibungen des Antriebs.

In der Neuzeit wurden dann vielerlei raffinierte mechanische Apparate angefertigt, um das Geschehen am Himmel anschaulich demonstrieren zu können. Die sogenannten **Tellurien** dienten der Darstellung der jahreszeitlichen Erscheinungen, die durch die Neigung der Erdoberfläche hervorgerufen wurden. In einem **Lunarium** wurde zusätzlich der Mond einbezogen und dessen Bahn



Ein moderner Planetariumsprojektor UNIVERSARIUM Modell IX. Foto: Zeiss.

um die Erde dargestellt. Manche ältere Apparate stellten noch das geozentrische Weltbild mit der Erde im Zentrum dar.

Das **Astrolabium** ist ein Recheninstrument für vielfältige Aufgaben. Man kann mit ihm Winkel messen (z.B. Sternhöhen) oder die Zeit anhand des Sonnen- oder Sternenstands bestimmen. Umgekehrt lässt sich mit der Kenntnis der aktuellen Uhrzeit die geographische Länge des Standortes ermitteln. Damit war das Astrolabium für die Ortung bei Expeditionen und bei der Seefahrt ein unverzichtbares Gerät. Als Vorläufer der drehbaren Sternkarte war es mit ihm auch möglich, die tägliche und jährliche Himmelsbewegung nachzuvollziehen. Es bestand aus zwei oder mehr Messingscheiben sowie einem

Ring, die gegen einander gedreht werden konnten. Die Vorder- und Rückseite enthielt zusätzlich einen Zeiger (Alhidada), auf dem sich noch eine Peilungsvorrichtung befand. Die Gravuren auf den Scheiben bildeten wichtige Koordinatenlinien.

Armillarsphären bestehen aus mehreren, gegeneinander drehbaren Ringen, die insgesamt die Form einer Kugel bilden. Man kann mit ihnen die Bewegungen des Himmels darstellen. Sie sind gewissermaßen eine Mischung aus einem Himmelsglobus und einem Astrolabium. Ihnen liegt das geozentrische Weltbild zugrunde; im Mittelpunkt befindet sich der imaginäre Beobachter. Die Ursprünge der Armillarsphäre gehen in die Antike zurück, und ihr Bau wur-

de von Tycho Brahe (1546-1601) perfektioniert.

Einen genialen Konstruktionsmechanismus für ein erstes bewegliches Planetenmodell ersann der holländische Physiker Christiaan Huygens im Jahr 1682. Er setzte die Umlaufzeiten zweier Planeten ins Verhältnis und wandte die Methode der Kettenbrüche darauf an. Dadurch erhielt er eine Näherung für die Konstruktion der Zahnräder. Beispielsweise entsprach das Verhältnis der Umlaufzeiten des Saturn zur Erde den Zahlen

$$77.708.431 : 2.640.858$$

Die Entwicklung in einen Kettenbruch lieferte den Näherungswert $206 : 7$. Wenn also die Zahnräder des Saturn und der Erde jeweils 206 bzw. 7 Zähne besaßen, so konnte man ihre relativen Umlaufzeiten im Modell sehr genau annähern. Ein Fehler entstand erst nach 1346 Erdumläufen. Huygens schuf damit ein erstes funktionierendes Miniatur-Planetarium.

Der englische Uhrmacher George Graham stellte im Jahre 1704

zwei Modelle des Systems Erde-Mond-Sonne her. Darin drehte sich der Mond um die Erde, während sich die Erde um ihre eigene Achse drehte und um die Sonne bewegte. Diese Konstruktion wurde durch ein Uhrwerk angetrieben. Ein Exemplar gab Graham an John Rowley in Irland weiter, der es 1712 für Charles Boyle, den IV. Earl of Orrery, kopierte. Dieser besaß eine umfangreiche Sammlung von derartigen Spielzeugen. Seitdem bezeichnet man Modelle, die ein mechanisches Sonnensystem wie eine kleine Tisch-



Ein Astrolabium.



Ein Astrolabium.



Das Huygens-Planetarium.

Abbildungen: Planetariumsclub

uhr darstellen,

nach diesem Lord als **Orrery**.

Alle diese Modelle konnten nur von wenigen Menschen gleichzeitig betrachtet werden. Da sie auch sehr aufwendig und teuer in der Herstellung waren, blieben sie den Gelehrten, Fürsten und sehr wohlhabenden Bürgern vorbehalten und fanden keine weite Verbreitung. Erst am Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts war die Technik so weit, um eine bessere Darstellungsmöglichkeit zu ermöglichen.

Die erste kugelförmige Wiedergabe eines Fixsternhimmels mit beweglichen Planeten ist der **Atwood**



Das Orrery, ein Modell des Planetensystems.



Der Atwood-Globus in Chicago.



Modell I von Zeiss.

Globus im Museum von Chicago. Es ist eine Hohlkugel mit 4,6 Meter Durchmesser. Sie besitzt 692 winzige Bohrungen von unterschiedlicher Größe, die die Sterne bis zur vierten Größenklasse darstellen. Die Außenbeleuchtung sorgt für den Eindruck des Sternhimmels. Zwei elektrisch gesteuerte Rollräder drehen die Kugel. Die Sonne wird durch eine Lampe simuliert, die entlang der Ekliptik wandert und die Mondphasen werden durch eine Reihe von sich bedeckenden Scheiben dargestellt. Der südliche Zirkumpolarkreis wurde zugunsten eines Eingangs herausgeschnitten. Innerhalb der Kugel finden bis zu 15 Personen Platz.

Im Jahr 1913 stellte sich der Heidelberger Astronom Max Wolf eine rotierende Sternenkugel vor, mit der man die Ereignisse am Himmel im Zeitraffer verfolgen konnte. Er wandte sich mit seiner Idee Carl Zeiss in Jena. Die Arbeit wurde aber durch den ersten Weltkrieg unterbrochen und erst 1919 wieder fortgesetzt.

Der erste moderne Planetariumsprojektor

Das aus den Ideen von Max Wolf hervorgegangene Projektionsplanetarium wurde dann 1923 im Deutschen Museum in München erstmals öffentlich vorgeführt. Nach weiteren Tests wurde der erste Prototyp dann am 7. Mai 1925 offiziell in Betrieb genommen.

Die Lösung für die Idee von Max Wolf war durch Walther Bauersfeld gefunden worden, der damals Chefingenieur bei Carl Zeiss gewesen war. Dazu mußte er die ersten Über-

legungen aber noch etwas abwandeln. Das führte dann zu einer großen Kuppel mit einer weißen Innenfläche. Eine kleine, elektrisch angetriebene Kugel, auf der viele Projektoren angebracht sind, sollte im Mittelpunkt der Kuppel stehen und die Sterne auf die Innenseite projizieren. Diese Hohlkugel war aus Metall mit einem Durchmesser von 50 cm. In der Mitte strahlte eine 200W-Birne und projizierte rund 4.500 Sterne durch die kegelförmigen Hauben, in denen Linsen angebracht waren.

Die Simulation der Tagesbewegung vollzog sich durch Drehung des Projektorkopfs um eine Achse, die zur Erdachse parallel stand. Die Projektoren für die Planeten, die Sonne und den Mond waren im herausragenden Zylinder untergebracht. Er bildete einen Winkel von $23,5^\circ$ zur Rotationachse des Fixsternprojektors. Dieses Modell I war so konstruiert, das es den Sternenhimmel über München am 48. Breitengrad darstellte.

Das Modell II hatte dann bereits zwei getrennte Sternkugeln für Nord- und Südhimmel, um mit dem Projektor eine Darstellung für jede geographische Position zu ermöglichen. Die unter dem Horizont stehenden Objekte wurden jeweils ausgeblendet. Die Sternkugeln von 75 cm Durchmesser wurden in Form einer Hantel angeordnet und konnten beliebig geschwenkt werden, um den Himmel auf der jeweils gewünschten Position und zur jeweils ausgewählten Zeit darstellen zu können. Die Planeten wurden getrennt mit Hilfe des Planetenkäfigs projiziert. Mit der Hantelform war nun das Aussehen der Planetariumsprojektoren bis zum Aufkommen der Glasfaser- und Laserprojektion vorherbestimmt.

Das Modell II konnte insgesamt 8.900 Sterne bis zur 6,5. Größenklasse darstellen. Die Sternabbildungen wurden durch dünne Kupferfolien mit handgestochenen Löchern realisiert. Die Lampe besaß eine Leistung von 1.000 W. Für die Ta-

gedrehung standen zwei Motoren mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten zur Verfügung, und für die jährliche Bewegung drei Motoren. Durch ihre Kombination konnte man Zeitabläufe in mehreren Geschwindigkeiten durchführen.

Andere Planetariumshersteller

Lange Zeit war Carl Zeiss Jena mit seinen Projektoren weltweiter Monopolist. Erst 1937 wurde das erste Nicht-Zeiss-Planetarium in den USA eröffnet. Gebaut wurde dieser Projektor von den Brüdern **Frank und John Korkosz** aus Springfield in Massachusetts. Er hatte eine Kugel von fast ein Meter Durchmesser und zeigte 7.150 Sterne, besaß jedoch keine Planetenprojektoren. Am 10. Oktober 1937 nahm er seinen Betrieb auf. Im Laufe der folgenden zwei Jahrzehnte gab es mehr als 10.000 Vorführungen mit diesem Projektor.

Im Jahr 1947 gab **Armand Spitz** die erste öffentliche Präsentation seines Selbstbauprojektors am Harvard Observatorium. Er hatte bereits zwei Jahre zuvor einen eigenen Projektor gebaut, der die Kugelform durch einen Ikosaeder anzunähern versuchte. Auf Anraten Albert Einsteins wählte Spitz später einen Dodekaeder. Dieses Modell erhielt die Bezeichnung A-1 und wurde zum ersten tragbaren Planetarium, das deutlich erschwinglicher war als die großen Zeiss-Projektoren. 1949 gründete Spitz die nach ihm benannte Firma, die vor allem viele amerikanische klein- und mittelgroße Planetarien ausstattete.

In Japan begann der japanische Industrielle **Seizo Goto**, der schon seit den 1930er Jahren Teleskope herstellte, im Jahr 1958 mit der Fertigung von Planetariumsprojektoren. Nur vier Jahre später im Jahr 1962 begann er mit dem Export in alle Welt. Wenig später stieg auch das japanische Optik-Unternehmen **Minolta** in die Projektorherstellung ein. Es stellte am 1.11.1957 bei einer Wissenschaftsausstellung seinen Projektor Modell #1 vor. Wie viele Exemplare davon gebaut wurden, ist

nicht bekannt. Erst zum Ende der 1960er Jahre beschloß Minolta, diese Sparte fortzuführen und die Geräte weiterzuentwickeln. Die meisten wurden in Japan und in den USA installiert.

Weitere Erzeuger von Planetarien und ähnlichen Einrichtungen sind **Gambato** in Italien, **Jindu** in China, **RSA Cosmos** in Frankreich und **Sphera Planetaria** in Brasilien.

Die Zeiss-Projektoren

Nach 1945 spaltete sich die Firma Carl Zeiss in zwei Teile: Jena und Oberkochen. Die Abteilung in Oberkochen bekam einen Teil der Konstruktionspläne des Modells II und modernisierte es von Grund auf, jedoch ohne wesentliche technische Neuerungen. Es wurde nachträglich als "**Modell III**" klassifiziert.

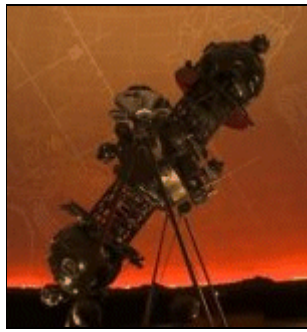
Eine neue Serie, das **Modell IV**, entstand erst 1956 in Oberkochen. Die beiden Fixsternkugeln enthielten 32 Sternfeldprojektoren, je 16 auf einer Kugel. Das Sternenlicht entstammte jeweils einer 750-W-Halogenbirne in den Zentren. Die Sternfeldaufnahmen wurden in einem neuen photochemischen Prozess hergestellt, der sie kratzerunempfindlich machte. Darüber hinaus enthielt er separate Projektoren für die 42 hellsten Sterne, damit sie nicht wie dicke Punkte auf der Kuppel wirken. Außerdem fügte man eigene Projektoren für das Milchstraßenband und die drei variablen Sterne Mira, Algol und Delta Cephei ein. Sie waren an einem Ringteller am Fuße jeder Fixsternkugel untergebracht. Ferner enthielt er einen Motor für die Präzession.

Das **Modell V** ist im wesentlichen ein Modell-IV-Projektor, erweitert durch ein Modul, das eine verfinsterte Sonne und den Mond darstellte. Ebenso hatte es einen Zoom für den Saturn.

Im Juni 1966 stellte Carl Zeiss Oberkochen schließlich das **Modell VI** vor. Der Projektor wog 2.500 kg und hatte 126 Lichtprojektoren. Es zeichnete sich durch deutlich realistischere Sternabbildungen aus. Eine

neue Hochdruckbogenlampe erbrachte eine Leistung von 1.350 W; sie mußte im Mittel nach 1.500 Betriebsstunden ausgewechselt werden. Ein neues optisches System ließ die Sterne punktförmiger aussehen, farbechter und - sie szintillierten (flimmern). Auch der Sonnenauf- und Untergang wurde naturgetreuer: Die Sonne erschien in Horizontnähe gerötet. Der Finsternisprojektor aus dem Modell V wurde übernommen, so dass die Zuschauer eine verbesserte Sonnenfinsternis erleben konnten. Viele Spezialeffekte waren eingebaut, etwa Koordinaten- und Skalierungskreise oder Sternbildfiguren. Beindruckend war ferner die geräuscharme Funktionsweise der Motoren. Der Schrittmotor mit variabler Geschwindigkeit wurde für alle Himmelsbewegungen zum Standard. Konzipiert war es für Großplanetarien mit einem Kuppeldurchmesser von 18 bis 30 Metern.

Während der Zeit der deutschen Teilung baute das Unternehmenswerk in Jena von 1967 bis 1992 den "Spacemaster" für mittelgroße Planetarien. Es war die Nachfolgegeneration der vormals gebauten Universal-Projektionsplanetarien (UPP). Die Zusatzbezeichnung RFP geht auf "Raumflugplanetarium" zurück, da die Einrichtungen in Halle und Cottbus diesen Namen erhielten. Die meisten Exemplare wurden nach Osteuropa geliefert, während man in Westdeutschland diese Sparte fast zwei Jahrzehnte lang vernachlässigte. Erst zum Ende der 1980er Jahre entstand das Modell 1015, das die Lücke füllte. Der Spacemaster projiziert



Modell IV



Modell V



Modell VI



Universarium VII



Universarium VIII

Fotos: Planetariumsclub



Universarium IX



Spacemaster



System 1015



Starmaster

rund 7.000 Sterne. Seine Gesamtleistung ist 10 kW. Die Länge der Hantel beträgt 2 Meter. Die neueren Modelle ab etwa 1977 mit der Bezeichnung "DP" besaßen schon einen integrierten Mikrochip.

Den Projektor **M 1015** entwickelte die Abteilung in Oberkochen im Jahre 1983 für kleine bis mittelgroße Kuppeln. Er stellt rund 5000 Sterne bis zur 6.Größenklasse dar, dazu ein paar weitere Himmelsobjekte, etwa Galaxien und Nebel. Der Mond erscheint mit Phasenwechsel und Oberflächendetails. Die Tages- und Jahresbewegung, die Polhöhe, die Präzession und die Azimutposition lassen sich stufenlos einstellen.

Der Projektor "**Cosmorama**" ist als computergesteuertes Gerät in den 1980er Jahren von VEB Carl Zeiss Jena für Großplanetarien entwickelt worden. Dadurch konnten erstmals Präsentationen aufgenommen und gespeichert werden. Der Projektor gehörte zu den leistungsfähigsten seiner Zeit. Er gestattet die brillante Darstellung des gestirnten Himmels mit mehr als 9.000 Sternen. Die Apparatur läßt sich mittels hydraulischem Hub in einen Kellerschacht hinunterfahren.

Das **Zeiss Kleinplanetarium (ZKP)** wurde von 1954 bis 1992 in Jena gefertigt. Es besitzt eine einzelne Sternenkugel mit 32 Linsen für die Nord- und die Südhemisphäre. Jede Linse bildet einen Himmelsbereich mit etwa 150 Sternen ab, so daß insgesamt etwa 5.000 Sterne dargestellt werden. Daneben hat es Zusatzprojektoren für die Milchstraße, die Planeten und den Mond. Die Bedienung läuft manuell ab. Bis zur Wende gab

es zwei Projektormodelle (1 und 2), die im wesentlichen eine verkleinerte Ausgabe des Modells IV waren. Sie boten sich für kleine Kuppeln bis etwa 8 Metern an und wurden vorwiegend in ostdeutschen Schulen oder Sternwarten eingesetzt.

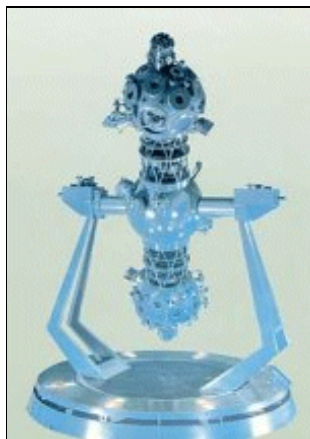
ZKP-3: Nach 1992 wurde die Technik weiter verbessert und mit dem Namen "**Skymaster**" versehen. Die Leistungsfähigkeit wurde gesteigert, so daß auch Kuppeln mit 12

Metern damit bestückt werden konnten. Im Jahre 2005 kam die neueste **Version 4 des ZKP** auf den Markt.

Gleich nach Ende der politischen Trennung Deutschlands begannen die beiden Zeiss-Abteilungen in Jena und Oberkochen den ersten gemeinsamen Projektor zu bauen: "**Universarium VII**". Hervorgegangen ist er aus den Versuchen in Jena, auf die Hantelform zu verzichten, und aus der Weiterentwicklung in Oberkochen, das Modell VI mit Faseroptik auszustatten. Der nördliche wie der südliche Fixsternhimmel wurden zu einem Starball vereinigt, auf dem 32 Weitwinkelobjektive saßen, während die Planetenprojektoren auf eine eigene Plattform ausgelagert wurden. Von 1996 bis 2000 bot Carl Zeiss das Modell VIII (Universarium VIII) an.

Der Projektor **Universarium IX** ist als Multimedia-Theater für Großplanetarien konzipiert, deren Kuppeldurchmesser zwischen 18 und 30 Metern liegt. Wie schon in den Vorgängermodellen, wurde im Universarium IX ebenfalls Glasfaseroptik für brillante Sternabbildungen eingesetzt. Die Szintillation wurde als Spezialeffekt ebenfalls übernommen. Neu war die Rotfärbung der Sonne, wenn sie sich dem Horizont näherte. Gleichfalls gehören das galaktische Koordinatennetz, Präzissionsskalen und eine Ekliptikpolmarkierung zu den Novitäten. Das einstellbare Zeitfenster geht über +/- 10.000 Jahre. Der Starball projiziert rund 9.000 Sterne und wiegt 1.500 kg, die Plattform für die Planeten noch einmal 850 kg.

Der **Starmaster** von Zeiss ist ein Projektor der neuen Generation und beruht auf dem Starball. Neu ist vor allem die Darstellung des Sternhimmels mit Glasfaseroptik. Die Sterne erscheinen damit wesentlich heller und punktschärfer - über 9.000 werden abgebildet. Die klassische Aufteilung auf 32 Sternfelder wurde auf 12 superscharfe Weitwinkelobjektive reduziert, die speziell für die Kuppelprojektion entwickelt wurden. Der gesamte Fixsternhimmel ist nur noch auf einer ballförmigen, zentralen Kugel vereinigt. Die Planetenprojektoren sind auf eine eigene Plattform ausgegliedert und individuell ansteuerbar. Eine Besonderheit ist die Integration der Projektoren für Sonne und Mond auf dem Starball. Damit kann erstmals die Mitternachtssonne oder der Mittagsvollmond ohne Abschattung im Norden oder Süden demonstriert werden.



Cosmorama



ZKP-1



ZKP-2



ZKP-3 „Skymaster“



ZKP-4

Fotos: Planetariumsclub

mels mit Glasfaseroptik. Die Sterne erscheinen damit wesentlich heller und punktschärfer - über 9.000 werden abgebildet. Die klassische Aufteilung auf 32 Sternfelder wurde auf 12 superscharfe Weitwinkelobjektive reduziert, die speziell

für die Kuppelprojektion entwickelt wurden. Der gesamte Fixsternhimmel ist nur noch auf einer ballförmigen, zentralen Kugel vereinigt. Die Planetenprojektoren sind auf eine eigene Plattform ausgegliedert und individuell ansteuerbar. Eine Besonderheit ist die Integration der Projektoren für Sonne und Mond auf dem Starball. Damit kann erstmals die Mitternachtssonne oder der Mittagsvollmond ohne Abschattung im Norden oder Süden demonstriert werden.

Planetariumstypen

Planetarien können in verschiedene Typen unterteilt werden. Nach der Kuppelgröße unterscheidet man zwischen Groß- (Durchmesser über 18 Meter), Mittel- (Durchmesser von 10 bis 18 Meter) und Kleinplanetarien (Durchmesser unter 10 Meter). Zusätzlich zu den in festen Kuppeln eingebauten Planetarien gibt es auch mobile Ausführungen, die oft ein aufblasbares Kuppelzelt besitzen. Der Sternhimmel kann auch auf eine Leinwand projiziert werden.

Neue Techniken

Minolta stellte 1984 den ersten **Starball-Projektor** Infinium vor. Man verzichtete auf die bisherige Hantelform und lagerte die Planetenprojektoren auf eine gesonderten Plattform aus. Dadurch ließ sich der Projektor schneller und unkomplizierter auf die gewünschte Position einstellen. Diese Technik wurde von Zeiss ebenfalls aufgegriffen. Der Starball ist ein Instrument, das vor allem in Groß- und Mittelplanetarien zum Einsatz kommt.

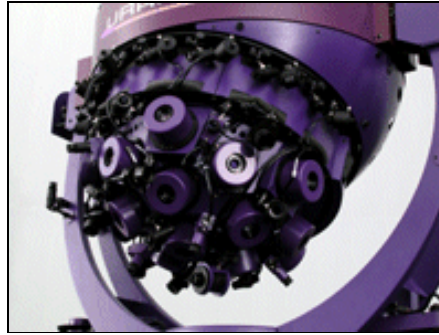
In die gehobene Planetariumsklasse gehört der Projektor **Super-Uranus** des japanischen Herstellers Goto, der im Juli 2004 vorgestellt wurde. Die Sterne erscheinen punktförmig, dreimal heller als mit dem Vorgängermodell "Uranus". Ihre Anzahl soll laut Herstellerangaben 130.000 betragen, die Helligkeit soll etwa bis zur 9. Größenklasse reichen. Die Planetenprojektoren befinden sich auf einer eigenen Plattform. Neben den üblichen, mit dem bloßen Auge sichtbaren Objekten existiert noch ein weiterer Planetenprojektor, der optional eingestellt werden kann. Der Super-Uranus läßt sich an ein Full-Dome Video-System anschließen, so daß er die Stellung eines Hybrid-Projektors einnimmt: Neben der opto-mechanischen Projektion des Sternhimmels ist eine Video-Projektion möglich.

Dia- und Videoprojektion

Diaprojektionen werden schon seit vielen Jahren eingesetzt, um die Planetariums-Shows zu ergänzen. In einer eher einfachen Variante kann damit die Silhouette einer Stadt oder die Dämmerung dargestellt werden. Die Diaprojektoren können entweder einfache Bilder für Vortragszwecke an die Kuppelwand werfen oder im Verbund mit vielen anderen Projektoren besondere Effekte erzielen. Man unterscheidet zwischen einer Panorama-Projektion am Kuppel-Horizont und einer Allsky-Projektion (Ganzkuppel-Projektion). Für bewegte Bilder kommen Video-Projektoren zum Einsatz. Aufgrund der hohen Lichtstärke werden auch zunehmend Laser-Projektoren eingesetzt. Zusätzlich bieten sie brillante Farben und maximale Schärfe. Die neuesten Generationen von Laser-Projektoren sind in der Lage, die Kuppel vollständig zu bespielen und Sterne in einer vergleichbaren Qualität wie ein optomechanischer Sternenprojektor darzustellen.

Durch die Digitalisierung können seit einigen Jahren auch bewegte kuppelfüllende Bilder dargestellt werden. Damit kann man praktisch beliebige Inhalte auf die Kuppelinnenseite werfen, wodurch das Planetarium zu einem echten Multimedia-Theater wird. Das Zeiss-Planetarium Jena wurde etwa im Oktober 2006 mit einer Ganzkuppel-Laserbild-Projektionsanlage („All Dome Laser Image Projection“) ausgestattet. Diese projiziert ein nahtloses Kuppelbild mit einer erheblich verbesserten Farb- und Kontrastdarstellung.

In Hamburg und Kiel wurde zum ersten Mal in Deutschland das System Digistar 3 der Firma Evans & Sutherland eingesetzt, welches eine 360°-Video-Projektion ermöglicht. Dieser Kosmos-Simulator ermöglicht zum ersten Mal in der Geschichte des Planetariums eine völlig freie Visualisierung komplexer Inhalte weit über die Astronomie hinaus.



Der Goto-Planetariumsprojektor Super-Uranus. Foto: Goto-Homepage.

Die neuen Zeiss-Planetarien

Mit den neuen Modellen UNIVERSARIUM und STARMASER können Flüge in die Tiefen des Sonnensystems nachvollzogen werden. Beschränkungen, die das frühere Planetengetriebe als analoge Nachbildung der Keplerschen Gesetze hatte, sind vorbei. Hier spielt die digitale Technik ihre Vorteile aus. Sonne, Mond und Planeten erhalten voneinander unabhängige Projektoren. Die Positionierung ist Sache der Software. Die Abbildung der gesamten astronomischen Algorithmen unseres Sonnensystems im Steuerrechner vervielfacht die Darstellungsmöglichkeiten. Der Standort Erde ist nur noch einer unter vielen. Ausgehend vom Julianischen Datum werden alle Achspositionen in Echtzeit berechnet und gesetzt. Die verwendeten Rechnerterme erlauben es, einen Zeitraum von +/- 10.000 Jahren präzise zu überstreichen. Das könnte etwa das „Weltuntergangsjahr“ von 1524 sein oder auch die Konjunktion aller Planeten aus dem Jahre 1953 vor der Zeitenwende – die Positionen der



Der Zeiss-Projektor Starmaster. Foto: Zeiss.

Planeten sind nicht nur exakt, sondern auch in wenigen Sekunden eingestellt.

Faseroptiken

Das Licht für die Projektoren der Sterne muß ausschließlich dorthin geleitet werden, wo es gebraucht wird – auf die Löcher in den Sternmasken. Die Lichtleiter gibt es schon lange: Glasfasern. Im Faserprojektor wird das Licht einer Bogenlampe über eine optische Beleuchtungseinrichtung direkt in die gebündelten Lichtleitfasern gelenkt. Jede einzelne Faser leitet das Licht weiter, direkt auf ein kleines Loch in der Sternmaske. Das Loch erzeugt einen Stern. Der Lochdurchmesser bestimmt die Sternhelligkeit an der Kuppel. Die Sternmaske mit bis zu eintausend Löchern, respektive Sternen, ist vergleichbar einem Diapositiv, das mit Hilfe einer speziellen Projektionsoptik an die Kuppel abgebildet wird. Jede Sternmaske repräsentiert dabei einen bestimmten Ausschnitt der scheinbaren Himmelskugel.

Statt wie bisher die gesamte Fläche der Sternmaske zu beleuchten und damit nur 0,001 Prozent zur Sternabbildung zu nutzen, wird das Licht der Bogenlampe durch die Fasern ausschließlich auf die Löcher gelenkt und damit hundertmal effektiver genutzt. Einfach ist das Prinzip, die Technologie dagegen ist kompliziert. Ein Fixsternprojektor besitzt bis zu 1000 gläserne Fasern unterschiedlicher Stärke. Und jede Faser muß mit einer Genauigkeit von einem tausendstel Millimeter ausgerichtet sein.

Die Vorteile der Faseroptiken

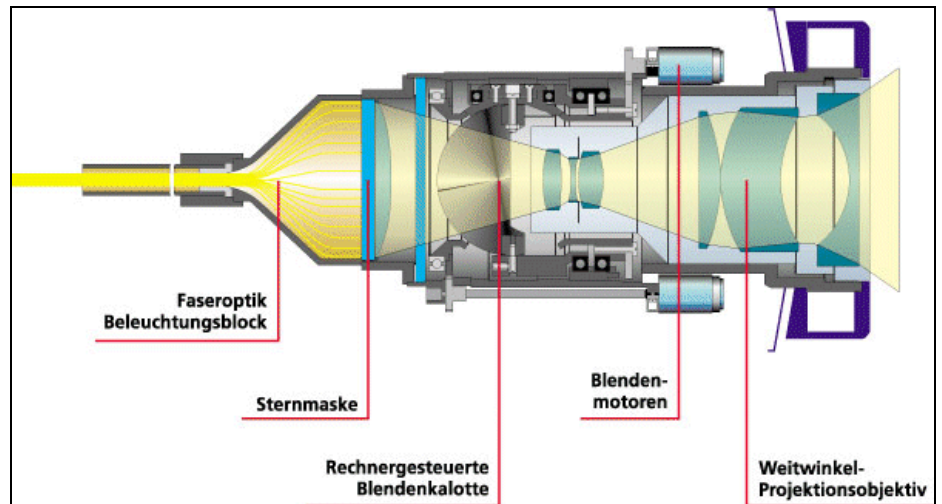
Mit dem Modell I, dem Prototypen der Projektionsplanetarien, erreichte Zeiss 1923 eine Winkelauflösung von etwa 25 Bogenminuten für die hellen Sterne der 0. Größe. Das Auge sieht diese Sterne deutlich als Scheiben. Der natürlichste Eindruck wird erzielt, wenn der scheinbare Durchmesser der

Sterne etwa dem Auflösungsvermögen des Auges von ein bis zwei Bogenminuten entspricht. Die besten klassischen Projektoren erreichten etwas weniger als 10 Bogenminuten. Das Faserprinzip ermöglicht nunmehr Sterndurchmesser von nur einer Bogenminute Winkelauflösung. Mit dem Faserprojektor **erscheinen alle Sterne dem Auge punktförmig**, gestochen scharf und strahlend.

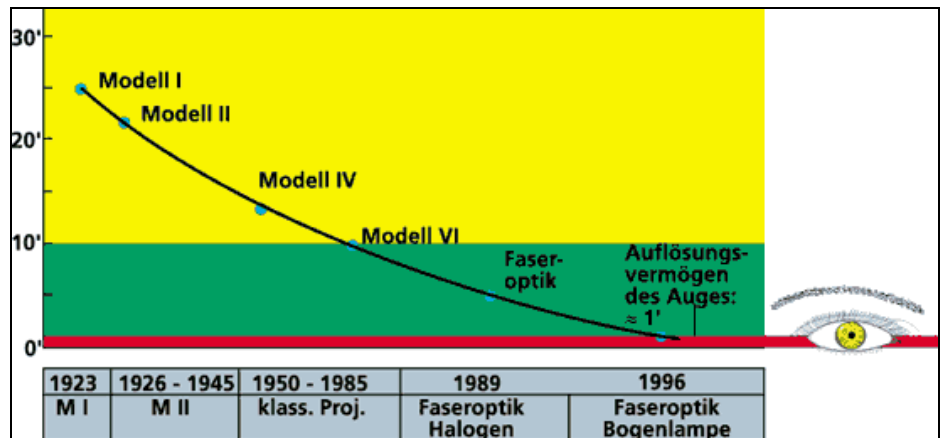
Die Fasertechnologie erlaubt eine **Anpassung der Sternhelligkeiten** durch Variation der Sterndurchmesser. Praktisch bedeutet das, jedes Planetariumsgerät kann individuellen Wünschen angepaßt werden. Für eine Projektion in größeren Kuppeln werden etwas größere Sterndurchmesser zugunsten höherer Helligkeiten der Sterne vorzuziehen sein. Haben bestmögliche Brillanz und Natürlichkeit Vorrang, sollten kleinere Durchmesser mit etwas reduzierter Beleuchtungsstärke gewählt werden.

Grundsätzlich sind Sterne rein weiß. Am besten geeignet für ihre Darstellung sind Bogenlampen. Sie sind bereits weit verbreitet und geben ein natürliches weißes Licht ab. Sie besitzen sowohl am rötlichen als auch am blauen Ende ihres Spektrums genügend Lichtintensität, um durch Ausfiltern natürliche Sternfarben zu erzeugen. Ein neu entwickeltes technologisches Verfahren ermöglicht die Einfärbung einzelner Fasern, mit der die gewünschte spektrale Intensitätsverteilung erreicht werden kann. Damit werden die **natürlichen Farben der hellen Sterne** gezeigt.

Das Sternenlicht wird beim Passieren der Erdatmosphäre gestört, die Sterne scheinen zu flimmern. Die Nachahmung des fachmännisch **Szintillation** genannten Phänomens war schon immer eine harte Nuß für die Planetariumskonstrukteure. Bislang war keine Lösung perfekt. Entweder folgte die künstliche Szintillation einem sichtbaren „Muster“ oder nur die hellsten Sterne flimmerten mittels Sonderprojektoren. Oft blieb es nicht aus, daß einzelne



Das Prinzip der Faseroptik. Grafik: Zeiss.



Die Entwicklung der Sterndurchmesser. Grafik: Zeiss.

Sterne nach Abschalten der Szintillation durch den Mechanismus in der Helligkeit abfielen oder gar verdeckt blieben. Der Zeiss Faserprojektor ermöglicht erstmals die Erzeugung eines realistischen Szintillationseffektes für alle Sterne. Dabei wird die statistische Verteilung der Lage der Fasern genutzt, um das atmosphärische Flimmern der Sterne zu simulieren. Der Effekt ist verblüffend, weil er sich von dem natürlichen so gut wie nicht mehr unterscheiden läßt. Im Gegensatz zu bisherigen Lösungen kommt ein Abschatten oder ein Helligkeitsabfall von Sternen nach Ausschalten des Effektes nicht mehr vor.

Nebelhafte Objekte

Kugelsternhaufen und enge Offene Sternhaufen setzen sich aus lichtschwachen, dicht beieinander stehenden Sternen zusammen. Wieder einmal ist die Natur das Vorbild für die Technologie. Auch die projizierten Sternhaufen setzen sich aus einer

Anzahl sehr lichtschwacher Sterne zusammen. Sie erscheinen dem Auge deshalb genauso wie am Himmel. Für die Darstellung der helleren nebelartigen Objekte werden photographische Aufnahmen verwendet, die in einem besonderen Verfahren digitalisiert wurden. Das digitale Bild, ähnlich einem Rasterfoto, wird mit einer Laserkanone auf die Chromschicht der Sternmasken übertragen und mit einer stärkeren Faser beleuchtet. Die Galaxien und Gasnebel erhalten somit ihre charakteristischen Formen und Strukturen. Erstmals macht es Sinn, ein Fernglas im Planetarium zu benutzen. Was dem Auge noch als verwaschenes Nebelfleckchen erscheint, zeigt im Fernglas die typischen Merkmale des Andromedanebels, der Magellanschen Wolken oder des Orionnebels.

EF, Quellen: Zeiss Homepage, Planetariumsclub, Wikipedia etc.