Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 59 (2001)
Heft: 305

Artikel: Die Sternwarte Melle : ein Projekt der EXPO 2000
Autor: Riepe, Peter / Tomsik, Harald
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-897914

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

über DICKE und BERINGER grösser gewählten Wellenlänge bei 1.25cm. Es ist vermutlich so, dass die grösseren Wellenlängen tiefer in den Mondstaub eindringen, diesen aufheizen und dieser die Strahlung entsprechend verzögert wieder abstrahlt. Die Messmethode könnte weiter verbessert werden, indem mit einer stabilen und kalibrierten Rauschquelle die Anlage periodisch überprüft wird, um die systematischen Fehler zu reduzieren. Ein richtiger Integrator, höhere Messbandbreite und eine etwas höher Samplingrate würden helfen, die statistischen Fehler weiter zu reduzieren. Es währe interessant zu sehen, wenn andere Amateure diese Messungen wiederholen würden, möglichst auf verschiedenen Frequenzen, um herauszufinden, wie das wellenlängenabhängige Verhalten des Mondstaubes tatsächlich ist. Vor Apollo 11 wurden alle diese Messungen mit professionellen Mitteln bereits durchgeführt, aber für Amateure lohnt es sich trotzdem, damit zu experimentieren. Die neuesten Publikationen, veröffentlicht durch JAIME ALVAREZ-MUÑIZ und ENRIQUE ZAS [9] zeigen, dass der Mond wieder interessant wird im Zusammenhang mit kosmischen Strahlen und Neutrinos. Die beiden Autoren wollen die Mondmasse als extrem grossen Teilchendetektor verwenden und mit terrestrischen Radioteleskopen die Cherenkov-Strahlung versuchen nachzuweisen.

Verdankungen

Hiermit danke ich MICHAEL ARNOLD vom Astronomischen Institut, Gruppe für Plasma, und Astrophysik, für die Erweiterung der Antennenkontrollsoftware durch die Methode «on/off-source». Elektrischer Strom, Beobachtungszeit und einige Netzwerkbandbreite wurden grosszügigerweise durch das Astronomische Institut der ETH Zürich zur Verfügung gestellt.

Privatadresse:
CHRISTIAN MONSTEIN
Dipl. Ing. (FH)
Wiesenstrasse 13, CH-8807 Freienbach
http://www.monstein.de
E-mail: cmonstein@swissonline.ch

Geschäftsadresse:
CHRISTIAN MONSTEIN
Astronomisches Institut ETHZ
Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zürich
http://www.astro.phys.ethz.ch
E-mail: monstein@astro.phys.ethz.ch

Bibliographie

[1] DICKE, R. H. and BERINGER, R., *Microwave radiation from the sun and the moon*, Astrophys. J. 103, 375

[2] PIDDINGTON, J. H. and MINNETT, H. C., *Microwave thermal radiation from the moon*, Aust. J. Sci. Res. A2, 63.

[3] JOHN D. KRAUS, Radio Astronomy, McGraw-Hill Book Company, New York 1966, ISBN 07-035392-1

[4] J. S. HEY, *Das Radiouniversum, Einführung in die Radioastronomie*, Verlag Chemie, Weinheim 1974, ISBN 3-527-25563-X

[5] J. S. HEY, *The Evolution of Radio Astronomy*, Elek Science, London 1973, isbn 236-15453-2

[6] Astronomisches Institut ETH Zürich, Scheuchzerstrasse 7, CH-8092 Zürich, http://www.astro.phys.ethz.ch/rapp/

[7] SCHÖNBERG E. (1929): *Theoretische Photometrie*, Handbuch der Astrophysik Bd. II/1 ed. by K. F. Bottlinger et al. (Springer Berlin)

[8] WOODRUFF, TURNER, SULLIVAN: *Classics in Radio Astronomy*, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht Holland 1982, isbn 90-277-1356-1

[9] JAIME ALVAREZ-MUÑIZ, ENRIQUE ZAS: *Prospects for radio detection of extremely high energy cosmic rays and neutrinos in the moon*. New Scientist (Nr. 2280, p.7) 3 March 2001. More at: http://xxx.lanl.gov/abs/astro-ph/0102173

Die Sternwarte Melle - ein Projekt der EXPO 2000

PETER RIEPE und HARALD TOMSIK

Am 4. Juni 2000 wurde die Sternwarte Melle nach einer fünfjährigen Planungs- und Bauphase eröffnet. Damit wurde für uns ein lang gehegter Traum Wirklichkeit: Eine Sternwarte mit einem Teleskop der Meterklasse. Seitdem ist die Sternwarte Melle als Projekt der Weltausstellung EXPO 2000 zu einem Magneten für die astronomisch interessierte Öffentlichkeit geworden.

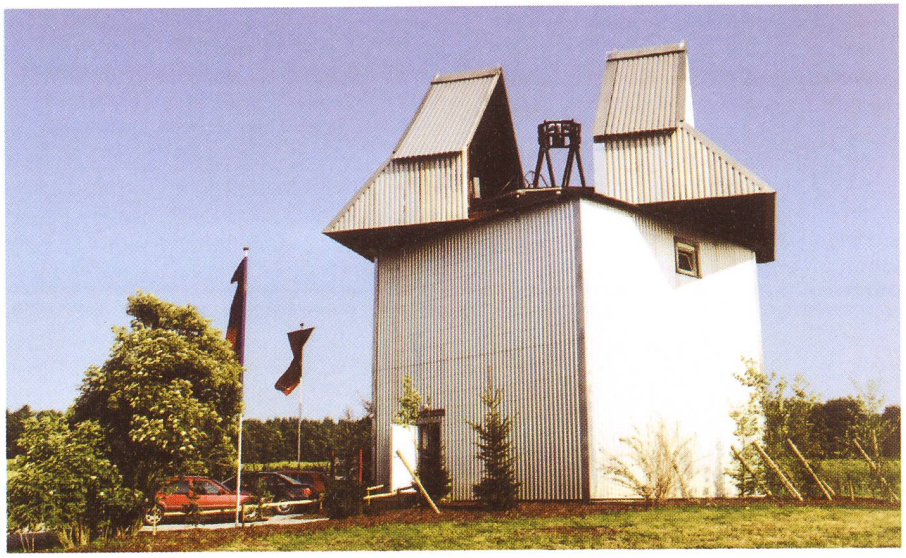

Fig. 1: Datei STW-B.JPG: Die aufgefahrenen Hälften des drehbaren Daches geben einen Spalt von 4 Meter Breite für die Beobachter und das Teleskop frei.

Die Sternwarte

Im Jahre 1995 wurde im niedersächsischen Ort Melle die «Astronomische Gesellschaft Bochum/Melle GbR mbH» gegründet. Ziel war die Errichtung einer größeren Sternwarte mit einem leistungsstarken Teleskop. Am Jahresende fanden wir in der Bauernschaft Oberholsten ein geeignetes Grundstück. Es liegt in einer waldreichen Gegend zwischen Melle und Bad Essen, in einer sachte ansteigenden Flurlandschaft am Nordwesthang eines 180 m hohen Bergrükkens und damit 100 m über der Norddeutschen Tiefebene.

Um das Sternwartenprojekt zu realisieren, wurden Arbeitsgruppen mit folgenden Aufgaben gegründet: praktische Arbeiten beim Bau der Sternwarte, Erarbeitung von rechtlichen Fragen und Verträgen mit Blick auf die Gesellschaft, technische Planungen und Bau des Teleskops. Nichts wäre gegangen ohne die massive Unterstützung durch Bürgermeister JOSEF STOCK. Dem früheren nie-

dersächsischen Innenminister ist es zu verdanken, dass die Sternwarte Melle an diesem landschaftlich sehr schönen Platz gebaut werden konnte und als Projekt für die Weltausstellung EXPO 2000 überregionale Bedeutung erhielt. Im Sommer 1996 begannen die Bauarbeiten sowie das Verlegen von Elektrizität und Telefonleitung. Mit dem Aufsetzen des Daches war der Bau im Frühjahr 1997 vorläufig abgeschlossen.

Der pyramidenförmige Teleskopsockel, aus 50 m^3 Beton gegossen, ragt knapp 7 Meter über das Erdreich und ist vom Fundament der Sternwarte getrennt. Mit einer Basis von 4 m x 3 m stößt er in 1 m Tiefe auf Sandstein. Das Untergeschoss des Gebäudes hat 9 m x 9 m Seitenlänge und 6,2 m Höhe. Darauf sitzt das runde Mittelgeschoss von 9 m Durchmesser und 2,5 m Höhe, in welchem die Funktionsräume sowie der thermisch abgeschirmte Teleskopraum liegen. Er beherbergt die Montierung, die auf dem 2 m x 2,4 m messenden oberen Ende des Betonsockels steht. In der Deckenmitte ist ein umzäunter Durchbruch von 3 m x 3 m Abmessung freigelassen, aus dem die Montierung bis in den ca. 7 m hohen Beobachtungsraum ragt. Hier können sich die Besucher um das Teleskop gruppieren. Die Beobachtungsplattform erfüllt die für ein öffentliches Gebäude vorgeschriebene Belastungsfähigkeit von 500 kg pro m^2. Damit können sich im Obergeschoss bis zu 50 Besucher aufhalten.

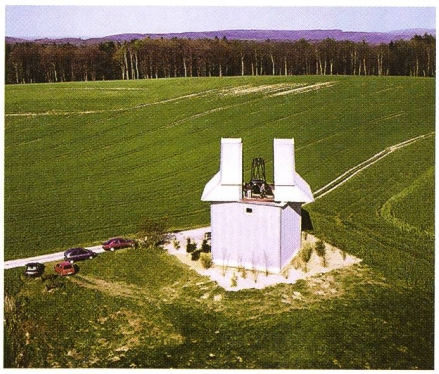

Fig. 2: Datei STW-MELL.JPG: Die Sternwarte Melle liegt inmitten weiter Felder und Wälder im niedersächsischen Wiehengebirge.

Unsere Sternwarte ist von weit her zu sehen. Ihre Gestalt wirkt recht ungewöhnlich: Die vertraute Rundkuppelform ist einer neuen Architektur gewichen, ausgerichtet auf die weitgehende Vermeidung von Luftturbulenzen, die sich aus Temperaturunterschieden zwischen der Umgebungsluft und der Luft aus dem Sternwarteninneren ergeben. Wir wählten eine Bauweise, bei der das Gebäude tagsüber möglichst wenig Wärme aufnimmt. Zunächst reflektiert die Außenverkleidung aus Aluminium einen Großteil der Sonnenenergie. Ferner befindet sich zwischen Aluminiumverkleidung und Wandung kein zirkulationshemmendes Isolationsmedium, sondern ein 6 cm breiter, oben und unten offener Zwischenraum. Erwärmte Luft kann hier wie durch einen Kamin abziehen, so dass sich die dicken Wände aus Kalksandstein kaum erwärmen. Diese passive Maßnahme wirkt ohne den Einsatz elektrischer Energie. Da auch die Beobachter Wärme abstrahlen – etwa 100 Watt pro Person – wurden die Funktionsräume von der Teleskop-Plattform isoliert gekapselt. Bei Langzeitbelichtungen wird das Teleskop vom Steuerungsraum aus überwacht, ohne dass sich jemand auf der Plattform aufhält. Das drehbare zweilagige Dach schließlich besteht aus zwei Hälften, die sich bis zu einer Spaltbreite von 4 m auseinanderfahren lassen. So ist ein sehr schneller Luftaustausch mit der Umgebung gewährleistet. Das Teleskop befindet sich mit etwa 10 m Höhenlage weit über den turbulenten Luftschichten am Erdboden. Die Firsthöhe des Daches beträgt 15,6 m.

Hilfestellung durch Sponsoren

Die Durchführung eines so ehrgeizigen Sternwartenprojekts war nur mit Hilfe interessierter Sponsoren möglich. Das betraf die Errichtung des Sternwartengebäudes, den kompletten Bau der Montierung und des Teleskops. Ohne die tatkräftige Unterstützung verschiedener Firmen, Kreditinstitute und Einzelpersonen wäre das Sternwartenprojekt nicht zustandegekommen. Auch die Stadt Melle unterstützte durch etliche Maßnahmen die äußere Gestaltung und den Betrieb der Sternwarte. So konnten durch städtische Initiativen bei verschiedenen Informationsveranstaltungen in Melle Sponsoren für das Sternwartenprojekt gewonnen werden. Wir danken an dieser Stelle noch einmal allen Gönnern und Helfern von ganzem Herzen!

Bau von Montierung und Teleskop

Vor Beginn der Montierungsplanungen taten sich etliche schwer lösbare Fragen auf: Welche Stabilitätskriterien muss die Montierung für ein 3 Tonnen schweres Teleskop erfüllen? Wie dick müssen Deklinations- und Rektaszensionsachse sein? Welche Lagerungen sind notwendig und wie sind die erforderlichen Genauigkeiten realisierbar? Welche Antriebsmechanik ist zu wählen? Wie müssen die Justiermöglichkeiten für eine 6-Tonnen-Montierung ausfallen? Was ist beim tragenden Unterbau zu berücksichtigen? Im Frühjahr 1998 unternahmen wir deshalb Besuche zwei deutschen Profisternwarten, die auch über Teleskope der Meterklasse verfügen: Beim Observatorium «Hoher List» der Sternwarte Bonn und bei der Sternwarte Hamburg, wo wir viele nützliche Informationen erhielten.

Danach reifte der Entschluss zum Bau einer parallaktischen Gabelmontierung mit einem Newton-Reflektor, denn aus fotografischer Sicht kombiniert dieser Teleskoptypus den Vorteil hoher Lichtstärke mit genügend großer Brennweite. Bereits im Sommer 1996 hatte uns PHILIPP KELLER von der Firma Astro-Optik Keller (Pentling bei Regensburg) den russischen LOMO-Spiegel von 1,12 m Durchmesser und 4,40 m Brennweite geliefert.

Bei der Teleskop-Konstruktion stand uns Herr KELLER stets mit Rat und Tat zur Seite. Er plante sämtliche optischen Details mitsamt der Steuerungssoftware und besprach alles mit uns. Bereits 1996 fertigte er erste Entwürfe für verschiedene mechanische Baugruppen. Unsere eigenen Wünsche zielten jedoch auf noch mehr Stabilität und Masse ab, gerade die Teleskopmontierung betreffend. Wir knüpften Kontakt zu ansässigen Stahlbaufirmen und bildeten ein Konstruktionsteam. Von 1997 bis 2000 wurden die Planungen der schweren Baugruppen Teleskopsockel, Mittelkasten, Spiegelzelle, Gabel und Achsen bis hin zu feinmechanischen Komponenten in eine Vielzahl von CAD-Detailzeichnungen umgesetzt. Dabei kamen uns die Fachkenntnisse von Hauptsponsor GERD NIEMANN ebenso zugute wie die technischen Ausstattungen der Sponsorfirmen. Die praktische Fertigung lief in den Werkhallen der befreundeten Stahlunternehmen ab. Der präzisen Ausführung der schweren Gabel und den Achslagerungen kam hierbei eine besondere Bedeutung zu. Für das Ausspindeln des Stundenlagers und der dazu orthogonalen Deklinationslager stand eine Fräsmaschine mit 2,6 m Portalweite und Universalfräskopf zur Verfügung, die das riesige Werkstück in einer Aufspannung mit höchster Präzision bearbeiten konnte. Die Berechnung der zunächst klassisch konzipierten Stundensachse, als Stiel an die Gabel geflanscht, ergab bereits rein rechnerisch erhebliche Verbiegungen zwischen den Lagern. Diesen für die Gängigkeit der Lager extremen Nachteil beseitigten wir durch «Integration» der Schrägkugella-

ger mitsamt der Stundenachse in die Gabelbasis. Nun dreht sich die «übergestülpte» Gabel allein auf der starren Stundenachse, die ihrerseits fest auf dem Teleskopsockel sitzt und nun wesentlich kleineren Durchbiegungen unterworfen ist. Spiegelzelle, Mittelkasten und Gabel wurden zwecks Beseitigung mechanischer Spannungen 10 Stunden lang bei 650°C geglüht. Die Vorplanungen von PHILIPP KELLER verschmolzen so Zug um Zug mit unseren Vorstellungen und den praktischen Ideen der Maschinenbaufirmen zu einem guten Gesamtkonzept.

Ende 1999 wurde die Sternwarte Melle endgültig zum EXPO-Projekt zertifiziert. Ab da begann unter der Anleitung eines erfahrenen Monteurs der Zusammenbau des Teleskops und der Montierung. Nachdem die Montierung im März alle Tests des Probeaufbaus bestand, konnten Ende März Teleskop und Montierung per Tieflader in die Sternwarte eingekrant werden. Es folgte eine hektische Phase mit Innenverputzen, Fliesenlegen, Anbringen der Treppengeländer, Ausbau der Funktionsräume und der Besuchergalerie, Streichen und Isolieren der Wände, Verlegen der Böden und der elektrischen Leitungen. Erst im Anschluss konnte der Endausbau des Teleskops erfolgen, wurden Motoren und Getriebe installiert und die Steuerung angeschlossen. Die Erstkollimation der Optik erfolgte kurz vor dem «first light» am 2. Juni, als der Kugelsternhaufen M 13 uns einen überwältigenden Anblick bot. Die feierliche Eröffnung der EXPO-Sternwarte fand am 3. Juni vor 150 geladenen Gästen statt.

Führungsbetrieb und Beobachtungen

Zwischen Juni und Oktober 2000 fand täglich ab 18 Uhr der EXPO-Betrieb statt. Alle Mitglieder investierten dafür ihren Jahresurlaub. Das Führungsprogramm beinhaltete die Besichtigung des Gebäudes mit den baulichen Besonderheiten sowie die Erläuterung des Teleskops und seiner Technik. Großes Interesse fand der PC-Steuerungsraum. Eine musikuntermalte Diashow bot Einführung in die Astronomie, ein Videofilm informierte über die Entstehung der Sternwarte und den Bau des Teleskops. Nach Einbruch der Dunkelheit ging es bei klarem Himmel hinauf zum Telskop, zur Live-Beobachtung der Himmelsobjekte. Nicht selten blieb die Sternwarte bei regem Besucherbetrieb bis morgens um 3 Uhr geöffnet. Klar, dass der Mond das favorisierte Beobachtungsobjekt war. Mit dem Celestron 8 und dem 6-Zoll-Leitrefraktor wurde der Erdbegleiter bei kleiner Vergrößerung in der Übersicht betrachtet, am Hauptteleskop konnten Krater und Gebirgsketten hochaufgelöst beobachtet werden. Dank der funkgesteuerten Handtastbox ließen wir die Besucher in Raumschiffmanier langsam am Mondterminator entlangfahren.

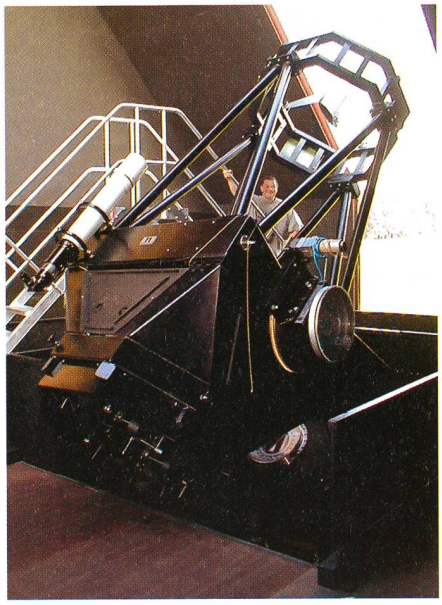

Fig. 3: Datei TEL-0609.JPG: Der 44-Zöller wird aufgrund seiner Lackierung liebevoll «der schwarze Riese» genannt.

Bei Dunkelheit wurden dann die echten Highlights ins Blickfeld gefahren. Wie prachtvoll sich die hellen Kugelsternhaufen M 13 und M 15 bei 315-facher Vergößerung und 3,5 mm Austrittspupille präsentieren, bedarf keiner besonderen Worte. Musterexemplare unter den offenen Sternhaufen waren M 11 im Schild und das «Fuhrmann-Trio» M 36, 37 und 38. Höchsten Beobachtungsgenuss bescherten uns

Tabelle: Die Teleskoptechnik im Überblick.

Bauteil	Masse/kg	bauliche Besonderheiten
Mittelkasten	1100	innere Fachwerkversteifung mit Stahlblechen
Dekl.-Achszapfen	240	in zwei Ebenen mit Mittelkasten verschraubt, Dicke an der Lagerstelle 160 mm
Spiegelzelle	800	Lasalle-System (PHILIPP KELLER), kugelgelagert
Parabolspiegel	330	Sitall, 130 mm dick
Gittertubus	250	90-mm-Rohre (ST 52)
Sekundärring	50	Vierkant-Profilrohr (Aluminium)
Sekundärspinne	50	Edelstahlbleche
Sekundärspiegel	33	elliptischer Spiegel mit kleiner Lasalle-Mechanik
Teleskopsockel	2300	Fachwerkkonstruktion, aufgeschweißte Außenbleche, justierbar in Azimut und Höhe (Feingewinde)
Teleskopgabel	2800	innere Fachwerkkonstruktion, Stabilitätsberechnung über Finite Elemente, max. Verformung < 0,15 mm
Deklinationslager	50	je zwei Präzisions-Kegelrollenlager (FAG)
Stundenlager	120	zwei Präzisions-Schrägkugellager im Gabelkörper, Außendurchmesser 520 mm (FAG)
Stundenachse	500	360-mm-Hohlachse, 800 mm lang, in die Gabel integriert
RA-Schnecke	50	Edelstahl, 90 mm Durchmesser (Kopf)
Achsgehäuse	60	Schrägkugellager/Zylinderrollenlager
Schneckenrad	150	850 mm Durchmesser, Bronze, 212 Zähne
Dekl.-Schnecke	30	Edelstahl, 45 mm Durchmesser (Kopf)
Achsgehäuse	40	zwei Schrägkugellager plus Zylinderrollenlager
Schneckenrad	110	640 mm Durchmesser, Bronze, 160 Zähne
Vorgetriebe	25	je eines in Deklination und Rektaszension
Dunkermotoren	3	computergesteuert (Autoslew, Astro-Optik Keller)

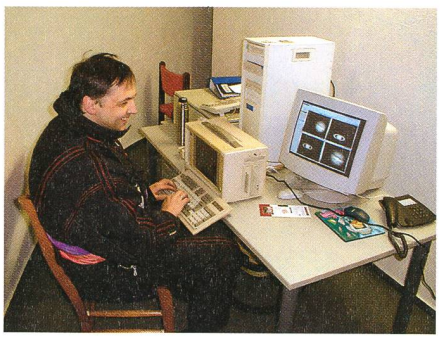

Fig. 4: Datei PC2AB.JPG: Im Mittelgeschoss befindet sich die Computersteuerung des Teleskops. Hier werden auch die Aufnahmen der CCD-Kameras empfangen.

die Planetarischen Nebel, von denen die helleren wie NGC 6543, NGC 7662 und NGC 3242 deutlich blaugrün leuchteten.

Die Welt der Galaxien war für die erfahrenen Besucher ein beliebtes Beobachtungsgebiet. M 82 im Großen Bären erschien kontrastreich mit inneren Dunkelgebieten. NGC 891, die bekannte egde-on-Galaxie in der Andromeda – als «visuell nicht einfach» eingestuft – fiel sofort auf und präsentierte ihren breiten Staubstreifen in der galaktischen Ebene. Überwältigend war der Andromedanebel. Nicht nur dessen Spiralarmstruktur und die dazwischenliegenden Dunkelwolken waren klar auszumachen, auch Einzelsterne der hellen Assoziationen wie NGC 206 konnten von geübten Beobachtern wahrgenommen werden.

Fazit

In den 5 EXPO-Monaten fanden etwa 6000 Besucher den Weg zu uns, überwiegend Familien mit Kindern, Schülergruppen, Rentner, Hausfrauenclubs und Naturfreunde. Etliche Besucher besaßen ein Fernglas oder ein kleineres Fernrohr, aber der weitaus größte Teil hatte noch nie durch ein Teleskop von 200 mm Öffnung oder mehr die Himmelsobjekte beobachtet. Interessantester Gast war der Kronprinz von Nepal, der jüngst für Schlagzeilen in der Presse sorgte. Für ihn und sein Gefolge gab es eine Führung in Englisch. Viermal kamen Fernsehteams des Norddeutschen Rundfunks zu Besuch, dann wurde in Live-Sendungen über das Sternwartenprojekt berichtet.

Nach intensiven Wartungsarbeiten heißt es nun, das eigentliche Ziel anzusteuern, die Inbetriebnahme des Teleskops für astrofotografische Arbeiten. Zur Zeit ist ein Okularauszug mit einem Komakorrektor für das Mittelformat 6x7 in Planung, für gefilterte Aufnahmen auf Planfilm TP 4415.

Daneben steht die Sternwarte Melle auch weiterhin der Öffentlichkeit für Besuche und Beobachtungen zur Verfügung (http://www.sternwarte-melle.de). Jeder Besucher ist herzlich willkommen. Machen Sie bei der Geschäftsstelle einen Termin aus.

Autoren:
Dipl.-Phys. PETER RIEPE,
Lortzingstr. 5, D-44789 Bochum,
Dr. HARALD TOMSIK,
Haselnußweg 15, D-45770 Marl-Sinsen.

BERND SCHRÖTER
Oststrasse 17, D-49324 Melle
Tel. 05422/3986

Le télescope belge «Mercator» de 1.2 m de l'île de La Palma

NOËL CRAMER

Il y a une dizaine d'années, l'Observatoire de Genève a entamé le développement de deux télescopes de 1.2 m dotés de caractéristiques rendues praticables par la technologie moderne et par l'informatique. La conception globale de ces instruments compacts sur monture azimutale est issue du bureau technique de l'Observatoire. Le gros-œuvre mécanique a été réalisé par les Ateliers de Vevey dont ce fut la dernière commande importante avant la fermeture de l'entreprise. L'optique de formule Ritchey-Chrétien, réalisée par les opticiens de l'Université de Turku en Finlande, s'est avérée être d'excellente qualité et parfaitement conforme aux spécifications requises. Les deux instruments sont actuellement en service dans deux sites réputés en des emplacements très différents.

Le premier de ces instruments, propriété de L'Observatoire de Genève, fut mis en service il y a un peu plus de deux ans à l'Observatoire de La Silla de l'ESO, au Chili. Son projet d'implantation a connu un certain nombre de péripéties à la suite de l'intention initiale de l'installer dans le cadre du nouveau site développé par l'ESO au Mont Paranal (voir ORION 244, 1991, p 98). Des changements directoriaux de l'organisation internationale avaient ensuite relégué les «petits» télescopes du futur à l'ancien site de La Silla, où ils pouvaient encore être tolérés un certain

Fig. 1: Vue sur le bord de la Caldera volcanique de Taburiente avec le télescope William Herschel, les deux tours solaires et le télescope Kapteyn.