

Überlegungen zur Himmelskunde an Hand des „Baader-Planetariums“

Größenvergleiche

Gegen das „Baader-Planetarium“ läßt sich einwenden, daß die Größenverhältnisse in diesem Modell völlig verzerrt sind. Man kann aber die Maße in Gedanken entzerren und kommt dann zu einer recht guten Veranschaulichung für die wirklichen Größen im Kosmos.

Der 150-mm-Maßstab: Zusammen mit dem Betrachter, dem man das Planetarium zeigt, überlegt man: Die Astronomische Einheit ist die Entfernung Erde–Sonne, in Wirklichkeit etwa 150 Millionen km, im Modell dagegen 150 mm! Man braucht also nur eine Zusammenstellung von einigen interessanten astronomischen Konstanten (in Millionen km ausgedrückt) und hat gleich die entsprechenden Größen für das Modell in mm. Man bekommt so eine Abbildung der Wirklichkeit im Maßstab 1:10¹².

| | |
|---|----------------------------|
| Große Halbachse der Umlaufbahn von Merkur | 58 mm |
| Große Halbachse der Umlaufbahn von Venus | 108 mm |
| Astronomische Einheit | 150 mm |
| Große Halbachse der Umlaufbahn von Mars | 228 mm |
| Große Halbachse der Umlaufbahn von Pluto | 5910 mm |
| Durchmesser der Sonne | 1,39 mm |
| Durchmesser der Erde | 0,013 mm |
| Durchmesser des Mondes | 0,003 mm |
| mittlerer Mondbahnradius | 0,38 mm |
| Durchmesser eines Riesensterns | etwa 400 mm |
| 1 Lichtjahr | etwa 9,5 Mill. mm = 9,5 km |
| Entfernung des nächsten Fixsterns | 40 Mill. mm = 40 km. |

Zusätze:

- Ein Riesenstern „paßt noch in die Himmelskugel“ des Modells, aber die Erdbahn verläuft dann „im Stern“.
- Der Wendeldurchmesser von der Lampe in der Mitte des Modells dürfte etwas größer als 1 mm sein. Deshalb erscheint diese Wendel, wenn man sie von der Erdbahn des Planetariums aus betrachtet, etwa gleich groß wie man die wirkliche Sonne von der wirklichen Erde aus sieht.

- Wenn man die astronomische Einheit des Planetariums aus 8¹/₂ m Entfernung (fast 1¹/₂fache Plutoentfernung) betrachtet, so erscheint sie unter dem Sehwinkel 1°; aus ¹/₂ km Entfernung unter dem Sehwinkel 1'; aus 30 km Entfernung unter dem Sehwinkel 1". Die vergleichbare Entfernung nennen die Astronomen 1 Parsec. – Der nächste Fixstern ist etwa ⁴/₃ Parsec entfernt; von ihm aus betrachtet erscheint die astronomische Einheit unter dem Sehwinkel ³/₄". Man macht sich leicht klar, daß dies auch zutrifft, wenn man die astronomische Einheit des Modells aus 40 km Entfernung sieht.

Der 1,5-µm-Maßstab: Gemessen an diesen 40 km ist nun die Himmelskugel des Modells mit Radius 25 cm viel zu klein. Deshalb ist noch ein anderer Größenvergleich dringend nötig. Man könnte daran denken, den Radius der Himmelskugel mit der Entfernung zum nächsten Fixstern gleichzusetzen. Im Hinblick auf das Umrechnen gegebener Größen ist folgender Maßstab zweckmäßiger: Die Wirklichkeit wird im Maßstab 1:10¹⁷ abgebildet, dann wird die astronomische Einheit 1,5 µm. Der nächste Fixstern ist 40 cm entfernt, alle Kilometer der obigen Zusammenstellung werden Zentimeter. Aus 30 cm Entfernung betrachtet erscheint die Strecke 1,5 µm unter dem Sehwinkel 1", also 1 Parsec (1 pc) entspricht 30 cm, 1 kpc wird 300 m, 1 Lichtjahr knapp 10 cm. Sirius ist 83 cm entfernt. Die galaktische Scheibe hat einen Durchmesser von 9 km und eine Dicke von 300 m (bzw. 1¹/₂ km im Kern). Der galaktische Halo hat den Durchmesser 15 km. Im Vergleich dazu ist die Andromedagalaxie „verhältnismäßig nah“ mit etwa 250 km. – Aber der Durchmesser der Sonne ist von der Größenordnung ¹/_{100.000} mm, der der Erde ¹/_{10.000.000} mm!

Zur Fixsterndichte: Es ist naheliegend, auch das Volumen der vorliegenden Himmelskugel mit 25 cm Radius als Anschauungshilfe zu verwenden. Die Fixsternastronomen verwenden als Volumeneinheit 1 Kubikparsec (1 pc³). Im 1,5-µm-Maßstab entsprechen der 25-cm-Kugel etwa 2,5 pc³. Die Dichte an Fixsternen in Sonnennähe beträgt etwa 0,1 Sonnen/pc³. Auf

10 pc³ kommt dann 1 Sonne. Eine Kugel mit dem Radius ⁴/₃ pc (Entfernung bis zum nächsten Fixstern) hat etwa 10 pc³. In einer vergleichbaren Kugel des Modells mit 40 cm Radius ist die Sonne geschrumpft zu einem Kügelchen von etwas mehr als ¹/_{100.000} mm Durchmesser, die Erde hat die Größe eines Atoms. Die durchschnittliche Dichte beträgt noch einige Atome pro cm³ im Modell wie in der Wirklichkeit!

Die Dichte in einem Kugelsternhaufen wird rund 1000 mal größer geschätzt als die Sterndichte in Sonnennähe. Dies entspricht 250 Fixsternen in der 25-cm-Kugel; im Zentrum des Haufens muß die Dichte noch höher sein. Im 1,5-µm-Maßstab ist der Durchmesser des Kugelhaufens M 13 etwa 15 m, der von M 3 rund 25 m.

Heliozentrisches System

Man zeigt mit dem Baader-Planetarium viele Einzelheiten dieses Systems: Drehung der Erde um die schräg stehende Erdachse, Umschwung des Mondes, Bewegung von Erde und Mond um die Sonne, ... Sehr nützlich ist die Datum-Einteilung auf dem Ekliptikkreis. Man kann z. B. feststellen, daß die Erde, von der Sonne aus gesehen, Anfang Dezember im Sternbild des Stier steht.

Es läßt sich auch mit einiger Genauigkeit die Gegend des Fixsternhimmels ermitteln, auf die sich die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne Anfang Dezember oder in einer anderen Zeit des Jahres zubewegt, d. h. man kann für verschiedene Zeiten einen theoretischen Radianten der Meteorströme bestimmen, der sich ergeben würde, wenn die Teilchen vor ihrem Eintritt in die Erdatmosphäre keine Eigenbewegung hätten. Wenn andererseits der wahre Radiant eines Meteorstroms bekannt ist, lassen sich sinnvolle Aussagen über die Bewegung der Meteorite vor dem Eintritt in die Erdbahn machen. Man muß schließlich noch bedenken, daß es ja Nacht sein muß, wenn man Sternschnuppen beobachten will; so kann man beim Blick auf das Planetarium erkennen, daß dafür die Beobachtungschancen vor Sonnenaufgang günstiger sind als nach Sonnenuntergang.

Es ist reizvoll, im Modell die Bahn eines Kometen zu verfolgen, der aktuell ist. Wenn es sich nicht gerade um einen kurzperiodischen Kometen handelt, wird diese Bahn in Sonnennähe durch eine Parabel gut angenähert. Bei bekannter Periheldistanz läßt

sich diese Parabel für die astronomische Einheit 150 mm maßstabsgetreu konstruieren. Auch läßt sich der Ort des Kometen auf der Bahnkurve (im wesentlichen durch Anwendung des 2. Keplerschen Gesetzes) für einige Zeitpunkte festlegen. Diese Kurve wird aus dünnem Sperrholz ausgesägt und räumlich richtig in das Planetarium eingeordnet. Dabei hat man die beste Gelegenheit, die „Bahnelemente“ kennenzulernen, mit denen man die Bahnen im Sonnensystem festlegt. Jetzt läßt sich im Modell die Richtung ermitteln, in der an dem Tag, an dem man ihn sucht, der Komet von der Erde aus erscheint: Man stellt nur fest, wo Erde und Komet an diesem Tag sind und markiert die Verbindungsgerade. Nun verändert man, unter Beibehaltung dieser Richtung den Maßstab (astronomische Einheit 1,5 μm). Dann findet man mit guter Genauigkeit die Stelle des Fixsternhimmels, wo der Komet steht.

Geozentrisches System

Die scheinbare Drehung des Fixsternhimmels: Auch noch in unserer Zeit ist astronomische Beobachtung von der Erde aus grundsätzlich geozentrisch. So denkt selbst der geübte Astronom beim Betrachten des Sternhimmels nicht ausdrücklich daran, daß die Erde eine Kugel ist, die sich dreht und gleichzeitig um die Sonne läuft. – Wenn wir uns schon daran erinnern, daß wir Bewohner der Erdkugel sind, so haben wir dabei das selbstverständliche Bewußtsein, daß wir „oben“ stehen! Es liegt nahe, diese Art zu urteilen, konsequent auf das Baader-Planetarium zu übertragen. Man kann dann anschaulich klar machen, wie aus den wirklichen Bewegungen für uns das geozentrische Abbild dieser Bewegungen entsteht. Dabei ist es nützlich, daß man auf dem Modell der Erde auch die Kontinente erkennt. Man richtet es durch geeignete Stellung der Himmelskugel zunächst so ein, daß bei dem kleinen Erdglobus des Modells Mitteleuropa oben ist. (Am besten sorgt man auch noch dafür, daß die Nordrichtung für Mitteleuropa im Modell mit der wirklichen Nordrichtung übereinstimmt.) Jetzt schaltet man den Motor ein, der das Erdmodell in Bewegung versetzt, läßt aber nicht zu, daß sich Mitteleuropa von oben wegbewegt. Zu diesem Zweck muß man „gegendrehen“. Diese Drehung muß erfolgen um eine Drehachse, die zur Erdachse parallel ist, man nennt sie die Himmelsachse. Die Punktlampe, welche die Sonne

darstellt, ist eingeschaltet, dann bewegen sich die Fixsterne, die an Wände und Decke des Zimmers projiziert werden, grundsätzlich so, wie wir es von der Beobachtung her gewohnt sind. Man achtet noch darauf, daß die Position des Polarsterns praktisch unverändert bleibt.

Diese Betrachtungsweise, bei der man die geozentrische Bewegung aus der wirklichen Bewegung entstehen läßt, kann natürlich auf jede andere Stelle der Erdoberfläche angewendet werden. Interessant sind Äquator, Nordpol und Südafrika. Man muß nur die jeweilige Gegend des Erdmodells zunächst nach oben bringen und dafür sorgen, daß sie trotz Erddrehung oben bleibt. Dann werden die Grundzüge der Sternbewegung für die ausgewählte Gegend an Wand und Decke aufgezeichnet.

Praktische Hinweise:

- Es lohnt sich, auf den kleinen Erdglobus eine deutlich sichtbare Erdachse aufzukleben und auch Mitteleuropa farbig hervorzuheben.
- Um die Gegendrehung exakt durchführen zu können, ist eine sehr langsame Drehung des Erdmodells erforderlich. Dazu muß man die Spannung für das Planetarium etwas reduzieren; dies geschieht am einfachsten mit einem Thyristorregler.
- Es ist zweckmäßig, das ganze Modell an einer Drehachse festzumachen, die man für die geographische Breite des gewünschten Standorts richtig schräg stellen kann. Die Abb. 1 zeigt den fertigen Aufbau. An Hand der Abb. 2 läßt sich die einfache Konstruktion erklären: Die verlängerte „Himmelsachse“ H besteht aus einem Stahlrohr, durch welches ein Gewindestab (10 mm) gesteckt ist. Er läßt sich leicht drehen; an seinem oberen Ende ist eine Art Teller T angeschraubt, in den der Himmelsglobus genau paßt. Der Deckel D paßt genau in in das Innere des Himmelsglobus. Man muß nun nur noch an den passenden Stellen des Tellers und der unteren Schale des Himmelsglobus 2 Löcher bohren für die beiden Schrauben des Deckels. Beim Zusammenbau ist der Himmelssüdpol genau über der Mitte des Tellers. Der Deckel wird beim Südpol in die Schale gelegt, wobei seine Schrauben durch die Schale und den Teller gesteckt werden. Nun dreht man zwei Muttern in die Schrauben, um mit Hilfe des Deckels die Schale des Himmelsglobus

gut auf den Teller zu pressen. Auf diese Weise ist das ganze Modell so fest mit der Himmelsachse H verbunden, daß man diese ohne Bedenken auch waagrecht oder mit Nordpol nach unten stellen kann, wenn es der Versuch erfordert. Es können allerdings große Drehmomente für die waagrechte Achse W entstehen, welche die Achse H hält. Man muß also dafür sorgen, daß diese Achse W sehr fest sitzt.

Zur Herstellung des Tellers geht man von drei Plexiglasscheiben aus. Die untere bleibt ganz, aus den beiden anderen werden mit dem Kreisseider zwei Ringe geschnitten, deren Innenradien für die Himmelskugel passend sind. Diese drei Teile werden zum Teller zusammengeschraubt. Beim Herstellen der Ringe sind zwei kleinere Scheiben übrig geblieben. Sie ergeben zusammen den Deckel.

Die scheinbare Bewegung der Sonne:

Für viele Einzeluntersuchungen im geozentrischen System ist wichtig die Antwort auf die Frage: „Wo sieht man von der Erde aus die Sonne?“ Man bekommt diesen Ort, indem man die Gerade Erdmittelpunkt–Sonnenmittelpunkt bis zur Himmelskugel hin verlängert. In Abb. 3 ist eine Vorrichtung zu sehen, die den betreffenden Ort an die Zimmerdecke oder Wand oder auch auf den Fußboden projiziert. Die Sammellinse Sa erzeugt ein Bild der Lampe So, welche die Sonne charakterisiert (die Brennweite dieser Linse entspricht der Entfernung Sa–So). Diese Linse sitzt am Ende eines Hebels, der um den Haltearm für die Lampe So drehbar ist. Das andere Ende dieses Hebels ist am Haltearm für den Erdglobus befestigt. Wenn sich also die Erde um die Sonne bewegt, so wird die Linse Sa auch entsprechend geführt. Nun hat man ein Hilfsmittel mit dem man vieles verdeutlichen kann. Einiges davon soll kurz beschrieben werden.

- Man läßt die Himmelskugel fest und schaltet den Motor ein. Es wird die Ekliptik als geozentrische Jahresbahn der Sonne aufgezeichnet. Man würde diese Bewegung beobachten, wenn die Erde nicht rotieren würde.
- Man stellt wieder Mitteleuropa nach oben und sorgt dafür, daß es oben bleibt, wenn sich die Erde langsam dreht und gleichzeitig um die Sonne läuft. Es wird dann nicht nur die geozentrische Bewegung der Fixsterne an die Wände projiziert, wie oben beschrieben, son-

dem man sieht auch die (rechtläufige) Bewegung der Sonne gegenüber dem Fixsternhimmel. Wenn man sorgfältig darauf achtet, daß Mitteleuropa oben bleibt, so sieht man auf dem Erdglobus unsere Gegend in den Schatten eintreten, wenn an der Wand das Sonnenbild unter den Horizont tritt.

- Man läßt die Erde um die Sonne laufen und sorgt dafür, daß das Bild der Sonne immer am Horizont bleibt (oder im oberen Kulminationspunkt). Dann sieht man die stetige Veränderung im Ablauf des Jahres für die Aufgangspunkte oder Untergangspunkte der Sonne beziehungsweise die Kulminationshöhen. Man bemerkt ohne Mühe, daß diese Änderungen zur Zeit der Sonnenwenden viel langsamer sind als in der Zeit um die Tag- und Nachtgleichen.
- Für 21. März, 21. Juni, 23. September, 21. Dezember wird die Tagesbahn der Sonne vorgeführt: Man bringt die Erde an die zugehörige Stelle der Datumeinteilung auf dem Ekliptikkreis und läßt sie dort stehen. Dann dreht man die Himmelskugel von Ost nach West, um die Sonnenbahn für diesen Tag aufzuzeichnen. Man sieht unter anderem die großen Unterschiede für die Taglängen. Zunächst wird natürlich die Situation für Mitteleuropa untersucht, aber die Zuschauer zeigen großes Interesse für die anderen Gegenden: Nordpol, Polarkreis mit Mitternachtsonne, Äquator mit konstanter Taglänge, unabhängig von der Jahreszeit, Südafrika (die Sonne kulminiert im Norden, am 21. Dezember ist dort Sommer), ... Man kann leicht darstellen, warum am Äquator nur eine kurze Dämmerung entsteht, im Gegensatz zu den hohen Breiten. Zu diesem Zweck untersucht man, wie tief unter dem Horizont die Sonne jeweils eine Stunde nach Sonnenuntergang steht.
- Festlegung des zu erwartenden Sternhimmels für irgendeinen Ort und eine bestimmte Nachtstunde irgendeines Tages.
Beispiel: Mitteleuropa, 1. Oktober, 21 Uhr Ortszeit:
Richtige Einstellung der Himmelskugel für die geographische Breite. Erde wird zur Stelle „1. Oktober“ auf der Datumeinteilung gebracht. Obere Kulmination der Sonne entspricht 12 Uhr Ortszeit, bei der unteren Kulmination ist dann 24 Uhr. Damit läßt sich leicht die Stellung der Himmelskugel für 21 Uhr festle-

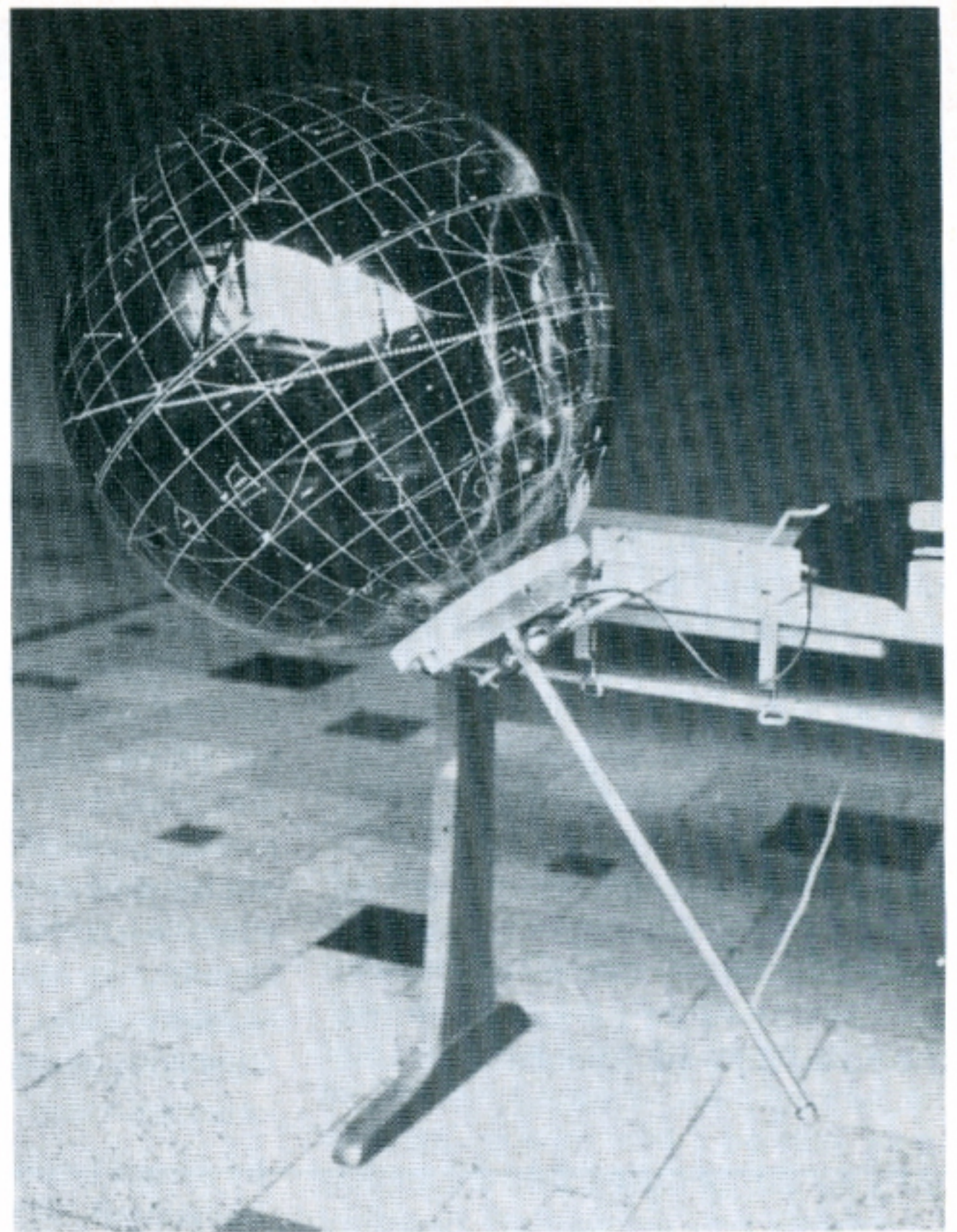


Abb. 1: Baader-Planetarium an feststellbarer Drehachse; das Netzgerät steht auf dem Tisch. Man kann es auch an der „Himmelsachse“ anbringen und gleicht dann das Drehmoment des Modells teilweise aus.

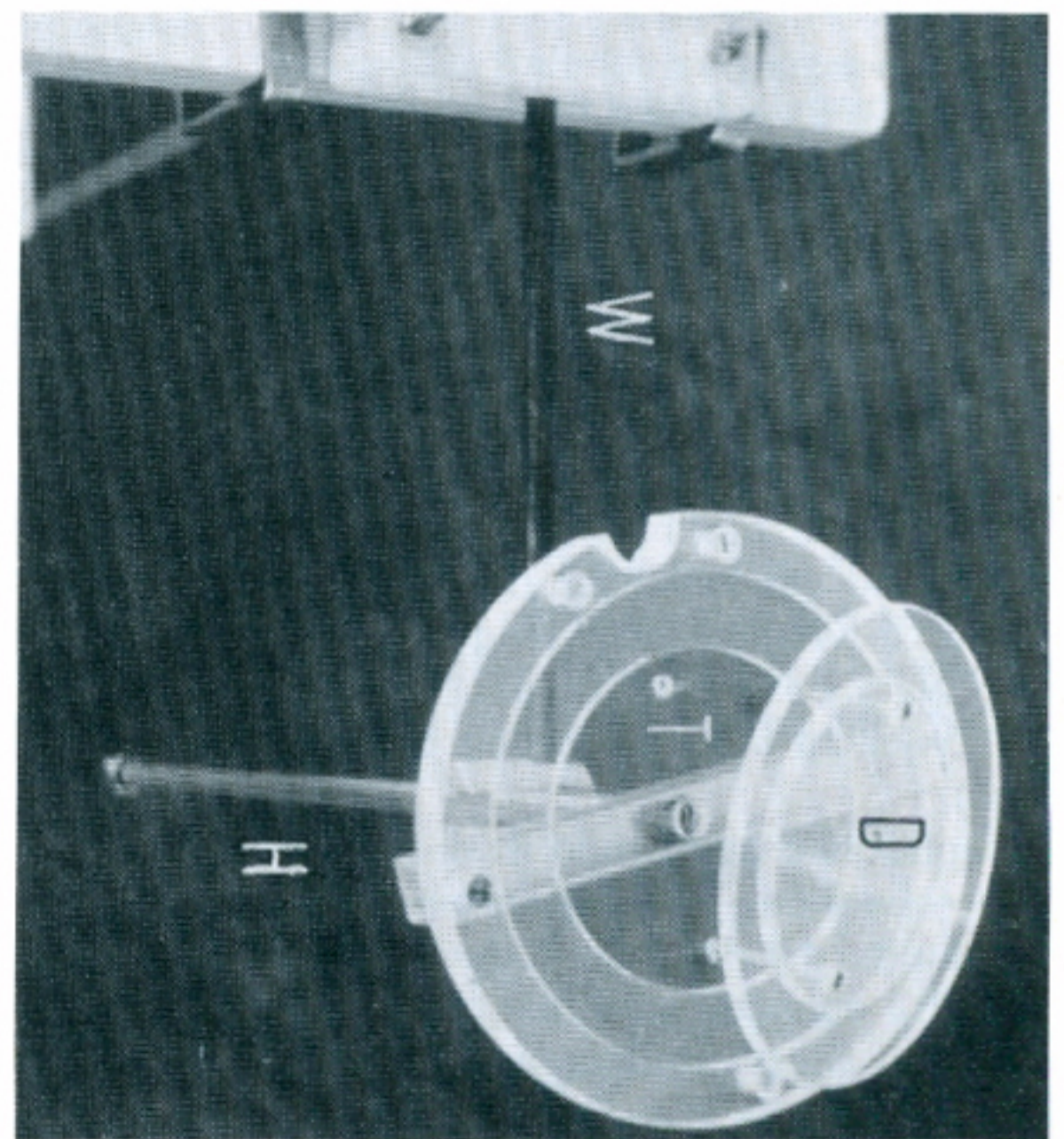


Abb. 2: „Teller“ und „Deckel“ zur Befestigung der Himmelskugel.

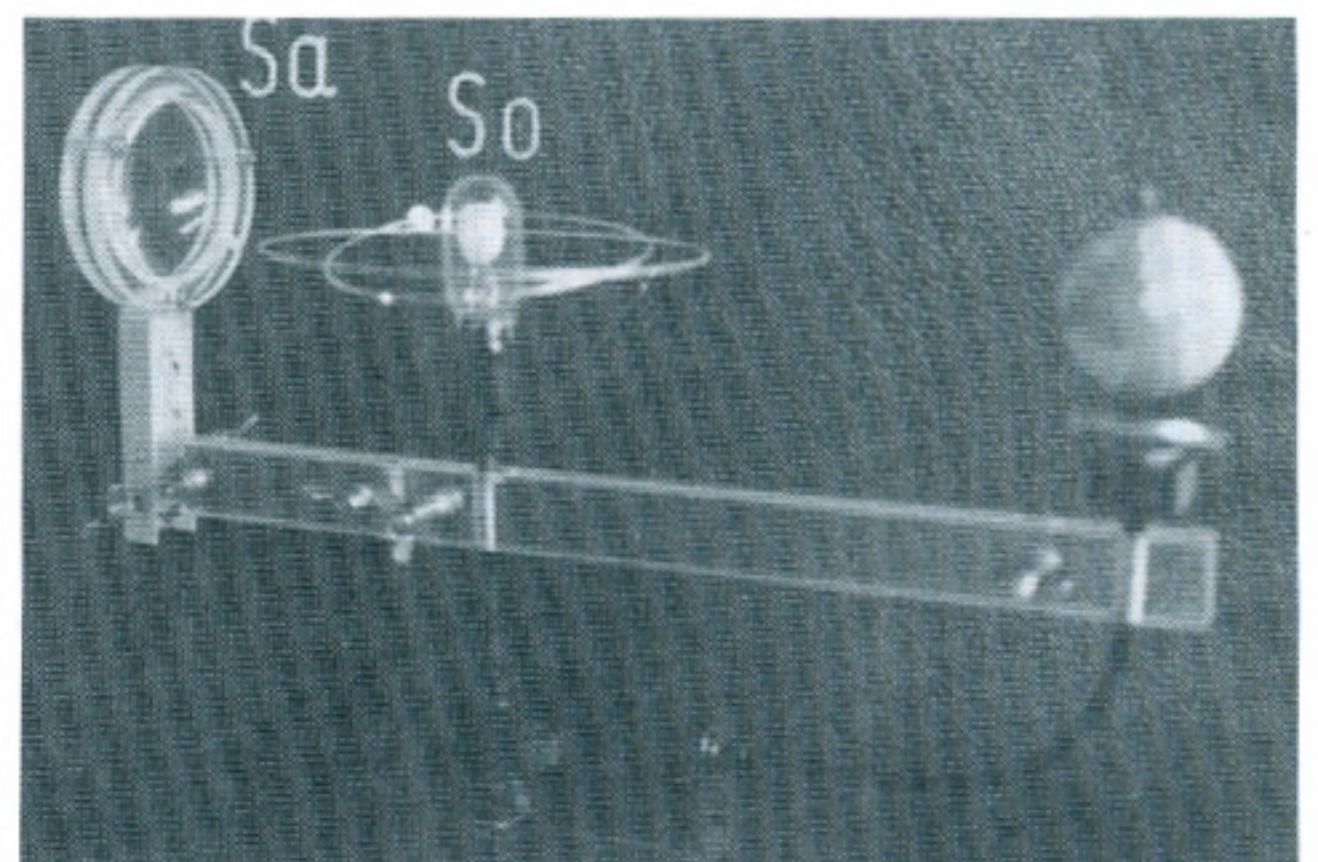


Abb. 3: Projektionsvorrichtung zur Darstellung des Bildes der Sonne. Die Sammellinse Sa bildet die Lampe So an die Wand ab.

gen. Nun sucht man an der Decke vor allem, wo (im Vergleich zum Polarstern) der kleine und der große Wagen stehen. Wenn jetzt die Zuschauer die Möglichkeit haben, im Freien diese Sternbilder aufzusuchen, so sind sie überrascht, wie genau die Stellung stimmt.

Berücksichtigung der Präzession

Es ist reizvoll, den Fixsternhimmel darzustellen, wie er erscheinen wird, wenn in knapp einem halben Platonischen Jahr der Himmelspol in der Nähe des Fixsterns Wega sein wird. Es sind nur zwei weitere kleine Löcher in der unteren Fixsternschale nötig, um die Drehachse H bei dem veränderten Himmelssüdpol festzumachen. Für Kenner des Fixsternhimmels ist es interessant, zu sehen, wie wenig über den Horizont bei uns dann das Sternbild Orion aufsteigen wird und

zwar im Sommer; dagegen wird das ganze „Sommerdreieck“ zirkumpolar sein, Capella und Antares werden etwa gleiche Deklination haben. Aber auch der weniger Geübte ist überrascht von der ungewohnten Bewegung des kleinen Wagens.

In einer weiteren Hinsicht läßt sich das Baader-Planetarium noch verändern: Man richtet es so ein, daß der Frühlingspunkt entlang der Ekliptik beliebig wandern kann und trotzdem die oben beschriebene Drehung um die feste Himmelsachse H noch möglich ist. Man sorgt ferner dafür, daß Frühlingspunkt und Himmelsnordpol am Himmelsglobus (und an der Decke) immer richtig angezeigt werden. Dann läßt sich alles, was mit der Präzession der Erdachse zusammenhängt, noch viel anschaulicher darstellen, vor allem auch für den geozentrischen Standpunkt. Man wird dann nicht versäumen, den Fixsternhimmel Griechenlands einzustellen, für die Zeit,

in der Homer gelebt hat! Dann kann man bestätigen, daß der große Wagen für Homer tatsächlich „nicht teilhatte an Oceanos Bade.“ (Ilias XVIII 487/89). Dagegen zeigt man für den heutigen Sternhimmel der Mittelmeerlande, daß der große Wagen nicht mehr zirkumpolar ist. – Für die Schul- und Volkssternwarte in Aalen habe ich das dortige Baader-Planetarium in dieser Art abgeändert. Es würde aber zu weit führen, die Einzelheiten hier wiederzugeben.

Nachtrag: Etwas störend beim Drehen der Himmelskugel ist immer wieder das Kabel für die Stromversorgung. Aber man kommt gut zurecht, wenn man nach einigen Drehungen gelegentlich die Himmelskugel auch rückwärts dreht. Etwas günstiger wäre es, wenn man bei der Achse H statt dem Gewindestab ein Rohr verwenden würde, durch das man die Leitung führen könnte.

Foucault-Test, besser beobachtet

Jeder Spiegelschleifer muß im Polierstadium mit dem Foucault-Test eine Aussage über die Kurve und Oberfläche von der Spiegelmitte bis zum -rand machen. Nur so wird der Schleifer über die perfekte Sphäre zum angestrebten Rotationsparaboloiden kommen. Dem Anfänger wird das „Einfangen“ des Lichtpünktchens mit dem Auge und das Einstellen der Messerschneide weniger schwierig erscheinen, als zu beschreiben, was sein Auge im Zwielflicht auf dem hellen Spiegel sieht.

Hauptsächlichster Grund ist das ständig störende Vorhandensein von Strukturen der Hornhaut (oder Augenlinse?), ebenfalls sichtbar auf dem Spiegel. Diese Strukturen sind kontrastreicher als die Figuren auf der Spiegelfläche, wodurch sich das Auge sehr leicht ablenken läßt und schneller ermüdet.

Der Verfasser hat mit einem simplen Trick schnell Abhilfe gefunden: nach der exakten Einstellung der Messerschneide wird mit dem beobachtenden Auge der Spiegel fixiert. Durch leichtes Hin-und-Herbewegen oder auch durch leichtes Nicken mit dem Kopf („Ausschlag“ ca. $\pm 2-4$ mm) werden die störenden Hornhaut-(oder Linsen-)Strukturen des Auges auf dem Spiegel praktisch völlig zum Verschwinden gebracht. Das während der Kopfbewegung den Spiegel beob-

achtende Auge kann deutlich entspannter die Formationen des Spiegels untersuchen. Die Erklärung ist darin zu finden, daß durch die leichte Kopfbewegung der Bewegungsablauf der stark vergrößerten Hornhautstrukturen auf dem Spiegel, weit unterhalb des zeitlichen Auflösungsvermögens des Auges liegt.

Übrigens, Foucaultgramme photographisch festzuhalten um den Polierablauf zu dokumentieren, kann jeder mann einfach durchführen: direkt hinter die exakt eingestellte Messer-

schneide wird eine Spiegelreflexkamera mit Normalobjektiv $f/2,8$ $F=50$ mm so angebracht, daß auf der Mattscheibe der Spiegel im Zwielflicht mit seiner typischen „Landschaft“ erscheint (evtl. noch mit der Messerschneide genauer einstellen).

Belichtet wird z. B. auf Isopan IF (Agfa) bei ganz geöffneter Blende (!) und auf Unendlich eingestellter Optik ca. 30 Sekunden. Der Wert ist nur mit Belichtungsreihen genauer zu erhalten. Auch ohne Kameraoptik sind Foucaultgramme zu photographieren.

H. Liebig, Bietigheim-Bissingen

Klarfeld für Mattscheiben

Wer mit kleinen Öffnungsverhältnissen (Okularprojektion $f/d > 20$) Sonne-, Mond- und Planetenphotographie betreibt, wird eine Spiegelreflexkamera mit Klarfeld in der Mattscheibe inkl. 10–15fach Lupe nicht missen können. Das Fokussieren ist wegen Lichtdiffusion in der Mattfläche über eine starke Lupe nahezu unmöglich bzw. erhöht die Wahrscheinlichkeit der Bildunschärfe unnötig.

Steht keine Klarfeldsucherscheibe zur Verfügung, kann einfach abgeholfen werden: auf die Mattscheibenmitte wird mit einem Stäbchen (Zahnstocher) ein winziges Tröpfchen

Immersionsöl (C. Zeiss, $n_D = 1,515$ Zeder) aufgebracht und mit der sauberen Fingerkuppe vorsichtig zu einem 5–10 mm durchmessenden Fleck verschmiert.

An dieser Stelle kann nun ein sehr viel helleres Luftbild mit der Lupe exakt fokussiert werden. Ein Fadenkreuz ist nach der Erfahrung unnötig. Da mit sehr kleinen f/d -Werten gearbeitet wird, erscheint das Bild dann exakt scharf, wenn es fokussiert ist.

Bei großen Öffnungsverhältnissen muß mit einem zusätzlichen Strichkreuz fokussiert werden, da das Auge stark akkommodiert.

H. Liebig, 7120 Bietigheim-Bissingen