

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 38 (1980)  
**Heft:** 180

**Rubrik:** Fragen - Ideen - Kontakte

### **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:** 26.01.2026

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

# Die Bewertung von Sichtbedingungen am Nachthimmel

JÖRG JACKOWSKI

Die Schwierigkeit, Sichtbedingungen richtig einzuschätzen, hat wohl jeder Amateurastronom schon erfahren. Die oft verwendete Skala der Himmelstransparenz, die von 0 bis 5 reicht, lässt nur eine unzureichende Bewertung zu, da es oft zu einem fehlerhaften Eindruck kommt<sup>1)</sup>.

So hatte ich den Wunsch, durch geeignete Beobachtungen Regeln zu finden, mit denen man gültige Aussagen über Sichtbedingungen machen kann. Ich machte mich daran, ein Beobachtungsprogramm aufzustellen, und nach dessen Auswertung standen mir genug Erkenntnisse zur Verfügung, um sie einem grossen Leserkreis mitteilen zu können.

Hier nun meine Methode: Man ermittelt die schwächsten Sterne, die mit dem blossen Auge in einer bestimmten Winkelhöhe (z.B. in den Bereichen um 15°, 30°, 60°) gerade noch zu erkennen sind. Die Helligkeit der gefundenen Sterne schlägt man in Tabellenbüchern nach, deren Höhe muss berechnet werden, wenn sie nicht einer geeigneten Sternkarte entnommen werden kann<sup>2)</sup>. Nun gilt es, die Abhängigkeit der Grenzhelligkeit von der Höhe über dem Horizont mathematisch zu erfassen. Vorab wandle ich die Helligkeitswerte von Grössenklassen (m) in Intensitätsstufen (I) um, wobei 1 m = 6 I, 2 m = 5 I, usw. und 6 m = 1 I.

Die Winkelhöhe über dem Horizont sei  $x$ , die dazugehörige Grenzhelligkeit  $y$ . In der vermuteten Exponentialfunktion von der Form  $y = k \cdot x^{-a}$  müssen nun für eine bestimmte Beobachtungsserie die numerischen Werte für  $k$  und  $a$  ermittelt werden.

Beispiel einer Berechnung der Sichtbarkeitsfunktion nach einer Beobachtung vom 16. 6. 1979:

Winkelhöhe (x)	Grenzhelligkeit	Intensität (y)
12°	3,08 m	3,92
27°	4,28 m	2,72
53°	4,90 m	2,10

Für die Approximation der Funktion verwende ich nur das erste und dritte Wertepaar und erhalte damit die Gleichungen

$$\begin{aligned} 3,92 &= k \cdot 12^{-a} \\ 2,10 &= k \cdot 53^{-a} \end{aligned}$$

Die Lösung dieses Systems heisst

$$k = 11,137; a = 0,4202^3)$$

Die gesuchte Funktion lautet

$$y = 11,137 \cdot x^{-0,4202}$$

Man kann nun, nach Ermittlung verschiedener Wertepaare, die Sichtbarkeitskurve zeichnen (Abb. 1). Der gewonnene Wert um 30° dient nur zur Kontrolle<sup>4)</sup>.

Andere Sichtbedingungen werden andere Kurven liefern. Mit einigem Aufwand an Beobachtungs- und Auswertungsarbeit wird man schliesslich eine Schar von Vergleichskurven erstellt haben, und man wird auch wissen, welches die günstigsten Bedingungen sind, die ein bestimmter Beobachtungsort zu bieten vermag (diese entsprechen der am tiefsten liegenden Kurve).

Bei späteren Beobachtungen braucht man dann die Berechnungen nicht mehr anzustellen, sondern kann nach Ermittlung der Grenzhelligkeit in einer bestimmten Höhe mit Hilfe der Kurvenschar voraussagen, was man von den Sichtbedingungen zu erwarten hat. Ein zuverlässiger Vergleich der Beobachtungsbedingungen an verschiedenen Tagen und auch der Regionen untereinander ist nun möglich.

Für Beobachter, die Interesse an diesem Gebiet haben, sei erwähnt, dass man bei ständiger Überwachung der Sichtbedingungen belastende oder entlastende Beweise zur Luftverschmutzung sammeln kann.

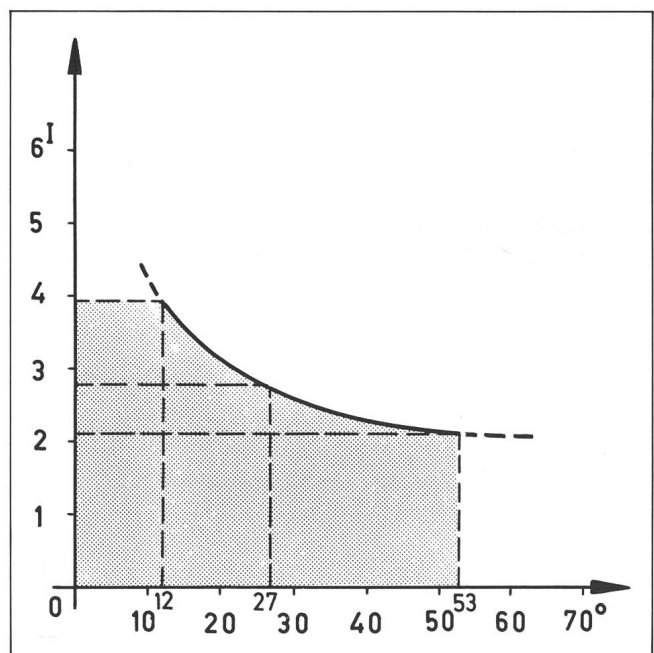


Abb. 1: Sichtbarkeitskurve für die Beobachtung vom 16. 6. 79. Ihre Funktion lautet  $y = 11,137 \cdot x^{-0,4202}$ . Auf der Kurve liegen die Werte für diejenigen Sterne, welche gerade noch sichtbar sind. Schwächere, und daher unsichtbare Sterne ergeben Punkte unterhalb der Kurve.

Ein weiterer Effekt, der mit den Sichtbedingungen zwar im direkten Zusammenhang steht, aber dennoch isoliert betrachtet werden muss, ist der Effekt der verschlechterten Sichtbedingungen durch Stadt- und Strassenbeleuchtung. Bei Trübung des Nachthimmels durch Dunst o.ä. scheint der Himmelshintergrund immer «milchiger» zu werden, da sich die Reflexionsfähigkeit für das Streulicht der Stadtbeleuchtung erhöht. (Abb. 2, 3, 4). Der Nachthimmel erscheint zusätzlich aufgehellt. Damit nimmt der Kontrast zwischen Sternhelligkeit und Hintergrundhelligkeit ab, und schliesslich wird er so gering, dass ein Stern für den Beobachter nicht mehr wahrnehmbar ist. Dennoch hat diese Tatsache nicht die entscheidende Verschlechterung der Sichtbedingungen hervorgerufen, wie es für den Beobachter

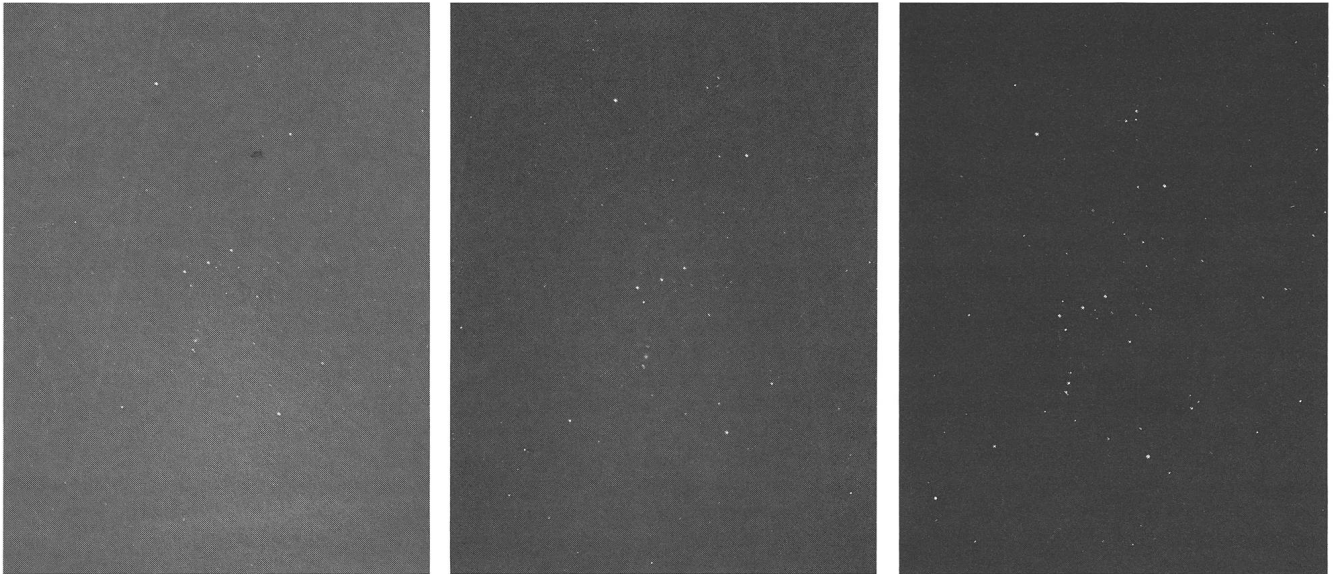


Abb. 2: Alle drei Aufnahmen wurden mit gleicher Kameraeinstellung und gleicher Belichtungszeit (10 Sek.) auf Ektachrome 400 gemacht. Bild 1: Aufnahme im Hochgebirge. Bild 2: Diese Aufnahme wurde in Herne (Deutschland) bei guten Sichtbedingungen gewonnen. Bild 3: Gleicher Standort wie für Bild 2, jedoch bei verschlechterten Sichtbedingungen.

erscheinen mag. Es ist zwar dieser Effekt, der den Nachthimmel nicht so «transparent» erscheinen lässt, aber die wahren Sichtbedingungen sind um ein deutliches Mass besser.

Es würde mich freuen, wenn es zu einem regen Erfahrungsaustausch zum Thema kommen würde.

**Anmerkungen:**

- 1) Es handelt sich hier nicht um eine genau definierte Skala, sondern eher um eine Einstufung nach persönlichen Erfahrungen. Dabei bedeutet 0 = sehr gute Transparenz und 5 = sehr schlechte Transparenz. (Siehe auch ORION Nr. 174, Oktober 1979, S. 163).

## Der Sternenhimmel 1981

41. Jahrgang, Astronomisches Jahrbuch für Sternfreunde, Gegründet 1941 von Robert A. Naef †), Herausgegeben von Paul Wild unter dem Patronat der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft, ca. 200 Seiten, über 40 Abbildungen, broschiert Fr. 30.—.

Jahresübersicht und Monatsübersichten enthalten wie gewohnt zahlreiche Kärtchen zur Darstellung des Laufs von Planeten und Planetoiden, zur Veranschaulichung der Mondfinsternis usw.

Der Astro-Kalender vermittelt rasch greifbar die genauen Zeiten und Umstände aller zu beobachtenden Erscheinungen, wie zum Beispiel Planeten-Konjunktionen, Vorübergänge des Mondes an hellen Sternen, Sternenbedeckungen, Jupitermond-Phänomene, Algol-Minima und andere mehr. Dem Anfänger erleichtern Sternkarten mit Legende — von denen das Handbuch neu für jeden Monat eine enthält — die Orientierung am Himmel, und auch dem erfahrenen Beobachter dient vortrefflich die umfangreiche «Auslese lohnender Objekte», welche die wichtigsten Angaben über 560 helle oder besondere Sterne, Sternhaufen, Nebel usw. enthält. Dieses Jahrbuch ist für alle geschrieben, die sich in der grossen Fülle der Himmelserscheinungen zurechtfinden wollen. Es kann auch viele Anregungen für den Schulunterricht bieten und sei daher Lehrern besonders empfohlen.

**Verlag Sauerländer Aarau - Frankfurt am Main - Salzburg**

## 2) Formel zur Berechnung der Sternhöhe h:

$$\sin h = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \tau$$

$\delta$  = Deklination des Sterns

$\varphi$  = geogr. Breite des Beobachtungsortes

$\tau$  = Stundenwinkel des Sterns (in Grad)

Zur drehbaren Sternkarte SIRIUS (grosses Modell) ist ein Deckblatt erhältlich, auf dem die Sternhöhe direkt abgelesen werden kann.

## 3) Lösungsweg, gezeigt am vorliegenden Zahlenbeispiel:

Allgemein: Aus  $y = k \cdot x^{-a}$  folgt durch Logarithmieren

$$\log y = \log k - a \cdot \log x \quad (1)$$

$$\text{und } a = (\log y - \log k) : (-\log x) \quad (2)$$

Die Gleichungen des Systems werden gemäss (1) logarithmiert

$$\log 3,92 = \log k - a \cdot \log 12 \quad (3)$$

$$\log 2,10 = \log k - a \cdot \log 53 \quad (4)$$

Die Werte der Logarithmen werden berechnet

$$0,59329 = \log k - a \cdot 1,07918 \quad (5)$$

$$0,32222 = \log k - a \cdot 1,72428 \quad (6)$$

Gleichung (5) wird mit (1,72428 : 1,07918) multipliziert

$$0,94794 = 1,59776 \cdot \log k - a \cdot 1,72428 \quad (7)$$

$$0,32222 = 1,0 \cdot \log k - a \cdot 1,72428 \quad (6)$$

Gleichung (6) wird von Gleichung (7) subtrahiert

$$0,62572 = 0,59776 \cdot \log k \quad (8)$$

$$\text{Also } \log k = 0,62572 : 0,59776 = 1,04677$$

$$\text{und } k = 11,137$$

Die Zahlen aus Gleichung (5) und der Wert für  $\log k$  werden in Gleichung (2) eingesetzt

$$a = (0,59329 - 1,04677) : (-1,07918) = 0,4202$$

4) Die Funktion liefert für  $x = 27^\circ$  eine Grenzhelligkeit von 4,21 m anstatt 4,28 m, wie beobachtet.

Eine Ausgleichsrechnung mit allen drei Wertepaaren ergibt (bei einer Korrelation von  $r^2 = 0,999$ )  $\log k = 1,045$  oder  $k = 11,09$  und  $a = 0,421$ .

Die Nachberechnung der Beobachtungen für  $12^\circ$ ,  $27^\circ$  und  $53^\circ$  liefert die Werte 3,11 m, 4,23 m, 4,92 m.

Adresse des Verfassers:

Jörg Jackowski, Bergmannstrasse 5, D-4690 Herne, Deutschland.

## Wann erscheinen die Sterne in der Abenddämmerung?

ERICH LAAGER

Der vorstehende Artikel über die Transparenz des Nachthimmels veranlasst mich, eine Arbeit aus der Schublade zu nehmen, mit der ich mich nun seit über drei Jahren ab und zu beschäftigt habe.

Es begann damals, als Herr Prof. PAUL WILD, Verfasser des «Sternenhimmels» mir sagte, es sei immer recht heikel, zu entscheiden von wann an ein neu auftauchender Planet in der Dämmerung zu beobachten sei. Es wäre deshalb wertvoll, durch geeignete Beobachtungen die nötigen Entscheidungsgrundlagen – etwa in Form von Grafiken oder Tabellen – zu schaffen.

An meinem Wohnort habe ich ringsum einen sehr niedrigen Horizont, also gute äussere Bedingungen, um eine solche Beobachtungsaufgabe anzupacken. Ich habe sie angepackt, bin aber heute noch nicht sehr viel weiter, weshalb ich interessierte Amateure zur Mitarbeit an meinem Programm ermuntern möchte.

Doch nun der Reihe nach:

### Die Beobachtung

An einem klaren Abend setze ich mich kurz nach Sonnenuntergang ins Freie, ausgerüstet mit Papier, Bleistift, Uhr und einer abgeblendeten Taschenlampe. Ich suche den Himmel – vor allem in Richtung Westen – nach den ersten Sternen ab, die in der Dämmerung von blossen Auge zu sehen sind. Wo diese zu suchen sind, habe ich mir an vorausgehenden Abenden gemerkt. Jeder Stern, der am dunkler werdenden Himmel auftaucht, wird zusammen mit der Zeit der Erstbeobachtung notiert, und zwar am einfachsten so, dass man in eine skizzierte einfache Sternkarte bei jedem Stern die Zeiten auf Minuten genau einträgt.

Entsprechend kann man in der Morgendämmerung fest-

stellen, bis zu welcher Zeit die Sterne noch zu sehen sind und jeweils die Zeit der «Letztbeobachtung» festhalten.

### Das Ziel

Mit Hilfe vieler derartiger Beobachtungsergebnisse sollte man schliesslich Antwort geben können auf die Frage: Von wann an kann ein Stern von einer bestimmten Helligkeit in der Abenddämmerung von blossen Auge gesehen werden?

Dieser gesuchte Zeitpunkt wird beeinflusst durch

1. Die Höhe der Sonne unter dem Horizont (diese bestimmt den allgemeinen «Dunkelheitsgrad» der Dämmerung).
2. Den Winkelabstand des Sterns von der Sonne (nahe Sterne stehen in helleren Himmelsregionen und sind somit «benachteiligt»).
3. Die Höhe des Sterns über dem Horizont (tiefer stehende Sterne werden durch die Extinktion mehr geschwächt).
4. Die Transparenz des Himmels.
5. Die Routine und Sehschärfe des Beobachters.

Damit eine Auswertung möglich ist, müssen demnach für jede Einzelbeobachtung die Werte für die 1., 2. und 3. der vorgenannten Grössen berechnet werden. Es sollten auch nur solche Beobachtungen in die Auswertung einbezogen werden, die bei möglichst guten Sichtbedingungen gewonnen wurden.

### Die Berechnung

Die erforderlichen Daten können grundsätzlich mit einem Taschenrechner bestimmt werden. Dazu müssen der Reihe nach die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Interpolation der Sonnenkoordinaten für den Beobach-



tungszeitpunkt mit Hilfe der Tabelle aus einem Jahrbuch.

- Berechnung der Sternzeit und des Stundenwinkels der Sonne.
- Mit Hilfe des Nautischen Dreiecks gelangt man zu Höhe und Azimut der Sonne.
- Analoge Rechnungen für den beobachteten Stern.
- Bestimmung des Winkelabstandes von Sonne und Stern.

Dazu ist der Rechenaufwand nun doch recht gross, denn für jede einzelne Beobachtung – und es kann pro Abend deren viele geben! – müssen auf dem Rechner rund 300 Tasten gedrückt werden. Aber auch wenn ein Programm auf Magnetkarten zur Verfügung steht, müssen alle errechneten Werte anschliessend in Tabellen herausgeschrieben werden.

In dieser mühsamen Auswertungsphase stockte deshalb meine Arbeit, bis sich mir zufällig eine neue Möglichkeit anbot. Herr S. SALERA, Mitglied der Astronomischen Gesellschaft Bern, benutzt in seinem Architekturbüro in Bern einen Kleincomputer Hewlett Packard 9830 A, der von ihm nicht nur für die eigentliche Berufsarbeit, sondern auch für viele andere Anwendungsgebiete eingesetzt wird. Mein Problem interessierte Herrn Salera ebenfalls, und er anerbot sich, mit mir zusammen eine rationelle Auswertung des Beobachtungsmaterials zu planen, zu programmieren und durchzuführen. Wir sassen dann allerdings mehrere Nachmittage zusammen, bis das Programm einwandfrei funktionierte. Nun ist es aber bereit, um eine grosse Beobachtungsfülle in kurzer Zeit zu verarbeiten.

Eingegeben werden:

- Rektaszension und Deklination eines Sterns.
- Visuelle Helligkeit des Sterns.
- Datum und Zeit (MEZ) der ersten, resp. letzten Sichtbarkeit.

Der Sonnenort wird nach einem besondern Unterprogramm berechnet, muss also nicht in Tabellen nachgeschlagen werden. Für diesen astronomisch etwas heiklen Teil waren wir froh über die Kenntnisse von Herrn Dr. BEUCHAT, Bern, der uns bei diesem Programmteil weiterhelfen konnte. Beiden Herren danke ich hier für die Mitarbeit bestens. Ohne diese wäre mein Unterfangen wohl nie weiter gekommen.

Dem Computer müssen vor dem RUN-Befehl nur noch die geographischen Koordinaten des Beobachtungsortes mitgeteilt werden, dann kann's losgehen . . .

In Tabellenform werden alle benötigten Daten ausgedruckt, je eine Zeile pro Einzelbeobachtung. Mit einem Sortierprogramm können anschliessend bis 250 Zeilen nach irgendwelchen Grössen (z.B. nach Höhe der Sonne, nach Sternhelligkeit usw.) geordnet und neu tabelliert werden, was die Auswertung sehr erleichtert. Die Daten von Input und Output werden zudem auf dem Disc gespeichert, der auch das ganze Programm enthält.

### Die Auswertung

Als Resultate von brauchbaren Beobachtungen stehen bis heute 113 Zeilen mit je 4 Grössen zur Verfügung. Ich habe versucht, dieses Zahlenmaterial grafisch auszuwerten. Die bisherigen Ergebnisse sind leider noch recht dürftig. Abb. 1 zeigt die Abhängigkeit der Sternhelligkeit von der Höhe der Sonne. Die Punkte liegen verteilt in einem breiten Band. Man sollte nun erwarten, dass diejenigen Sterne mit dem

kleinsten Abstand von der Sonne in diesem Band zuunterst liegen, denn sie stehen in der hellsten Himmelsgegend und müssen daher selber heller sein, damit sie bei einer bestimmten Sonnenhöhe gesehen werden können. Beim Vorliegen von gutem Beobachtungsmaterial müsste das Band durch eine Kurvenschar ersetzt werden können, wobei jede Kurve einen andern Abstand des Sterns von der Sonne anzeigt.

Die bisher gewonnenen Zahlen streuen nun aber sehr stark, d.h. grosse und kleine Sonnenabstände sind verteilt

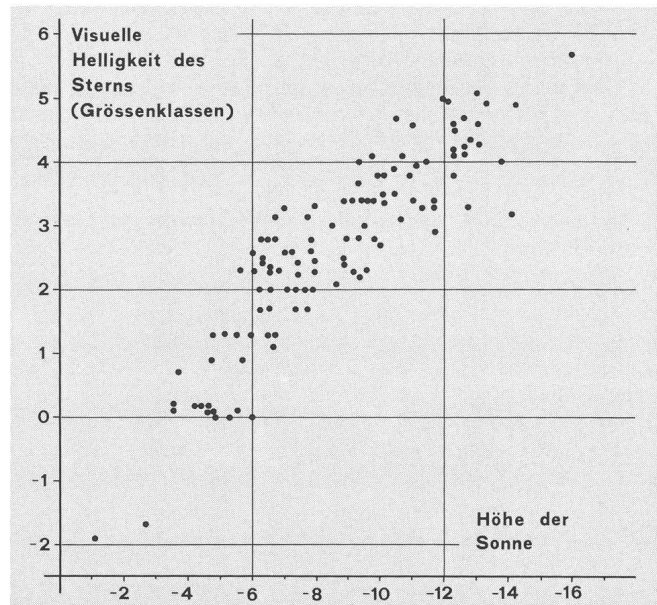


Abb. 1: Provisorische Ergebnisse von Sternbeobachtungen während der Dämmerung. Die Figur zeigt, wie tief die Sonne unter dem Horizont steht, wenn ein Stern von blosserem Auge knapp wahrgenommen werden kann. Je nach Höhe des Sterns und dessen Abstand von der Sonne schwanken diese Werte beträchtlich. Zusätzliche Beobachtungen sollen detailliertere Angaben ermöglichen. – Während der bürgerlichen Dämmerung (Sonnenhöhe bis  $-6^\circ$ ) erscheinen Sterne bis etwa 2. Grösse. Weitaus mehr Sterne werden während der nautischen Dämmerung (Sonnenhöhe von  $-6^\circ$  bis  $-12^\circ$ ) sichtbar.

über das ganze Band. An das Zeichnen von Kurven ist nicht zu denken! – Man muss sich fragen, weshalb die Grafik keine bessere Aufteilung ergibt. Antwort: Es spielen da mindestens zwei Dinge mit. Als erstes wirkt sich offenbar die von Tag zu Tag unterschiedliche Transparenz des Himmels recht stark aus. Stärker jedenfalls, als ich es vermutet hatte. Dann muss natürlich die ungleiche Abschwächung durch die Extinktion je nach Höhe berücksichtigt werden.

So habe ich versuchsweise zwei weitere grafische Darstellungen gezeichnet:

- Einmal habe ich mich auf Sterne mit einer Höhe zwischen  $40^\circ$  und  $60^\circ$  beschränkt.
- Zum zweiten habe ich die Helligkeit der Sterne entsprechend ihrer Höhe um einen mittleren Extinktionsbetrag korrigiert.

Leider werden auch so die Ergebnisse kaum besser, und es gibt offenbar nur einen Ausweg: Es braucht mehr, viel mehr Beobachtungen bei möglichst klarem Himmel! Zudem sollte die Lücke bei Sternen heller als 0. Grösse noch ausgefüllt werden. Daher mein

**Aufruf zur Mitarbeit**

Wer schickt mir Ergebnisse von eigenen Beobachtungen während der Abend- oder Morgendämmerung?

Bevorzugt werden Beobachtungen von hellen Sternen – und vor allem auch von Planeten – die tief am Himmel in Sonnennähe stehen. Man beobachte aber nur, wenn man glaubt, die Sichtbedingungen seien wirklich gut, wie z.B. bei Aufhellungen nach Regenfällen.

**Die Beobachtungsprotokolle** sollen die folgenden Angaben enthalten:

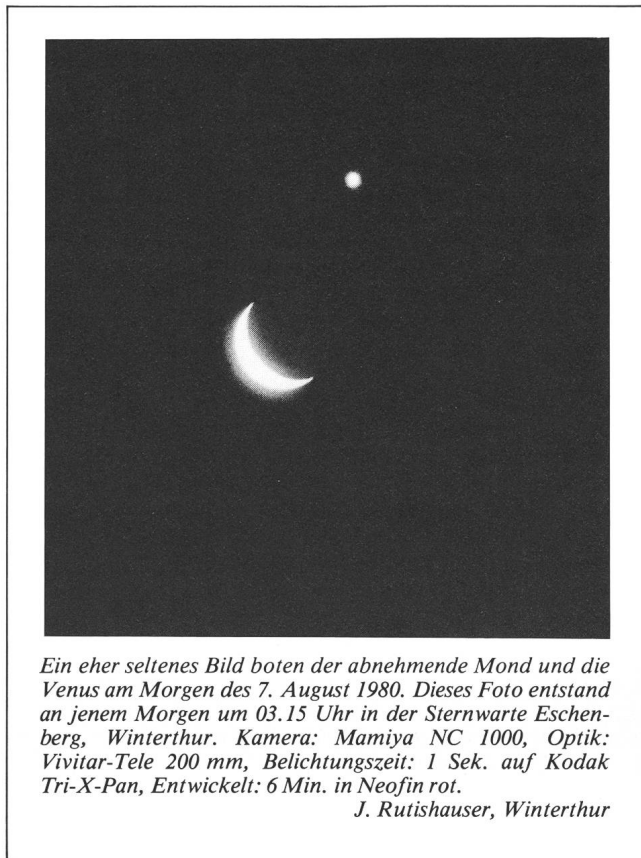
1. Geographische Koordinaten des Beobachtungsortes.
2. Datum der Beobachtung.
3. Zeit (MEZ), zu der der Stern erstmals am Abend oder letztmals am Morgen von blossen Auge knapp sichtbar war.
4. Bezeichnung des Sterns (bei schwachen Objekten ev. zusätzlich die Koordinaten, um Verwechslungen auszuschliessen).
5. Name und Adresse des Beobachters.

Anfänger in Astronomie können sich ohne weiteres an diese Beobachtungen wagen. Sie erhalten dadurch Gelegenheit, sich einen Teil des Himmels mit seinen Sternbildern einzuprägen.

Ich bin auch dankbar für allfällige Literaturangaben und weitere Anregungen zum Thema. – So hoffe ich, später präzisere und zuverlässigere Ergebnisse publizieren zu können.

Adresse des Verfassers:

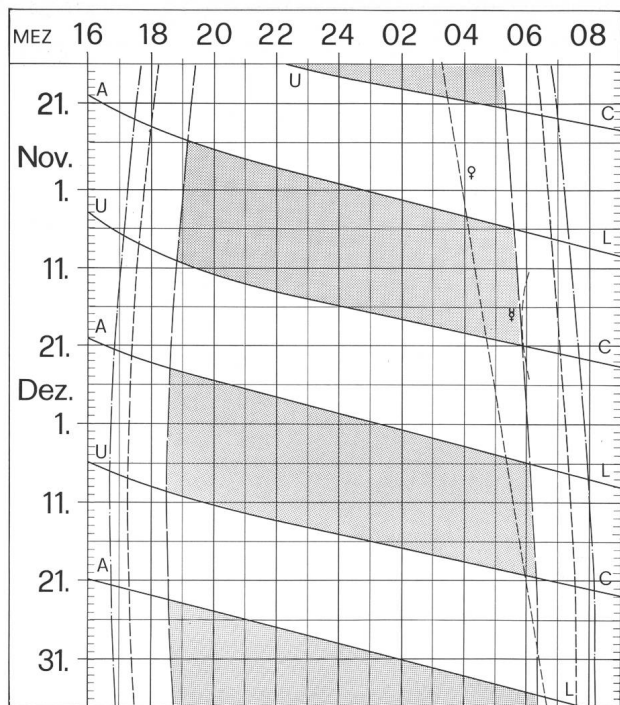
ERICH LAAGER, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg.



Ein eher seltenes Bild boten der abnehmende Mond und die Venus am Morgen des 7. August 1980. Dieses Foto entstand an jenem Morgen um 03.15 Uhr in der Sternwarte Eschenberg, Winterthur. Kamera: Mamiya NC 1000, Optik: Vivitar-Tele 200 mm, Belichtungszeit: 1 Sek. auf Kodak Tri-X-Pan, Entwickelt: 6 Min. in Neofin rot.

J. Rutishauser, Winterthur

**Sonne, Mond und innere Planeten**



**Soleil, Lune et planètes intérieures**

Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30' östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne – bestenfalls bis etwa 2. Grösse – von blossen Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30' de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires – dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 – sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

- — — — — Sonnenaufgang und Sonnenuntergang  
Lever et coucher du soleil
- - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe -6°)  
Crépuscule civil (hauteur du soleil -6°)
- — — — — Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe -18°)  
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil -18°)
- A ——— L Mondaufgang / Lever de la lune
- U ——— C Monduntergang / Coucher de la lune
- Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel  
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre

## FRAGEN · QUESTIONS

### Sonnenphotos, Sonnenflecken und Protuberanzen

Die nachstehenden Fragen wurden von Prof. MAX WALDMEIER, Zürich, beantwortet.

1. Wann wurde die älteste Sonnenaufnahme aufgenommen?  
Vermutlich im Jahr 1857. Die Jahrzahl ist unsicher.
2. In welchem Jahr wurde eine Sonnenfinsternis erstmals photographisch festgehalten?  
Die totale Sonnenfinsternis, d.h. die Korona, am 28. Juli 1851.
3. Existieren Bildbände über Sonnenflecken und Protuberanzen?  
Nein.
4. In welchem Jahr ereignete sich die gewaltigste Sonnen-eruption?  
Vermutlich diejenige vom 1. September 1859.
5. Welche Höhe erreichte die grösste je beobachtete Protuberanz und wann fand dieses Ereignis statt?  
Die grössten Höhen betragen bis gegen 2 Millionen km. Am 20. März 1938 1,6 Millionen km.
6. Wann wurde der grösste Einzelfleck beobachtet und welchen Durchmesser besass er?  
(Zu dieser Frage erhielten wir keine Antwort.)
7. Welche Systeme zur Erfassung von Sonnenflecken werden heute benutzt? Wie ergibt sich ein R-Zahlen-Wert zwischen 0 und 11?  
Der Reduktionsfaktor der Zürcher Beobachter beträgt etwa 0.6, weshalb Werte zwischen 0 und 7, also 1, 2, 3, 4, 5, 6 nicht vorkommen.
8. Die gewaltige Sonnenfleckengruppe vom April 1947 gilt als die grösste Fleckengruppe, die je beobachtet und photographiert wurde. Gab es vor der photographischen Sonnenüberwachung Fleckengruppen grösseren Ausmasses?  
Die vermutlich grösste Fleckengruppe ist im Mai 1951 aufgetreten.

### Der russische 6 m-Reflektor

Ein Leser schreibt uns:

«Zum sowjetischen 6 m-Spiegel im Kaukasus sind mir zwei verschiedene Ansichten bekannt geworden. Einmal hiess es, dieses grösste Instrument seiner Art stelle einen grossen Fortschritt dar und eröffne der Astronomie neue Möglichkeiten für die Forschung. Von anderer Seite wurde behauptet, ein Instrument dieser Grösse stelle *heute* einen Anachronismus dar! Ihre Stellungnahme zu diesen beiden Äusserungen würde sicher bei den Lesern des ORION auf grosses Interesse stossen!»

Die Redaktion bat verschiedene Fachleute um ihre Meinung. Aus deren Antworten zitieren wir nachfolgend einige interessante Gesichtspunkte.

«Über den 6 m-Spiegel ist man recht wenig orientiert, aber ich glaube, beide Behauptungen – Eröffnung neuer Möglichkeiten für die Forschung und Anachronismus – schiessen über das Ziel hinaus. Wesentlich mehr als mit dem 5 m-Spiegel auf Palomar wird man mit dem russischen Instrument auch nicht erreichen, und fundamentale Entdeckungen können immer noch auch mit kleineren Instrumenten gemacht werden. Immerhin stellt das neue Instrument mit seiner azimutalen Montierung ein interessantes Experiment dar, das bei Erfolg sicher nachgeahmt werden wird.

Es wird immer wieder angenommen, dass die Astronomie aus dem Weltraum die terrestrische Astronomie überflüssig macht und letztere einen Anachronismus darstellt. Das ist sicher nicht richtig. Es gibt auch von der Erde aus immer noch viel zu erforschen, und die Beobachtungen aus den Raumschiffen müssen durch Beobachtungen von der Erde aus ergänzt werden, so dass auch die terrestrischen Teleskope nicht arbeitslos werden.»

Prof. MAX SCHÜRER, Universität Bern.

«Das Grossinstrument im Kaukasus ist im Prinzip eine Konkurrenz zum grossen Mount Palomar-Spiegel, den ich persönlich kenne und das ähnliche Aufgaben wie dieser erfüllen soll. Inwieweit dies der Fall ist, kann bei der Verschiedenartigkeit der Montierungen und der angewandten Techniken eigentlich nur an Vergleichsaufnahmen derselben astronomischen Objekte einigermaßen beurteilt werden. Man sollte also versuchen, derartige Aufnahmen zu bekommen und bis dahin eine Beurteilung zurückstellen. Die Reichweite beider Instrumente dürfte bei gleicher Spiegel- und Montierungsqualität etwa gleich sein, da beide Standorte ungefähr gleich günstig gewählt sind. Die beiden Instrumente stellen im übrigen das Maximum des heute für Erdbeobachtungen Möglichen dar. Um über die dadurch gezogenen Grenzen hinauszukommen, wird man in Zukunft auf extraterrestrische Instrumente, von denen ja einige bereits in Betrieb sind, übergehen müssen.»

Dr.-Ing. ERWIN WIEDEMANN, Riehen.

«Ich als gewöhnlicher Amateurastronom bin nicht in der Lage, über ein Werk wie den 6 m-Spiegel ein Urteil zu fällen. Niemand ist dazu berechtigt, der das Instrument und seine Leistungen nicht kennt.»

EUGEN AEPPLI, Adlikon.

«Wenn konstruktiv und optisch alles gut ausgeführt ist und wenn die Beobachtungsverhältnisse für das neue russische Instrument wirklich so gut sind wie in Kalifornien, sind gegenüber dem 5 m-Teleskop noch astronomische Fortschritte zu erwarten.»

JAKOB LIENHARD, Innertkirchen.

Herr Lienhard schickte uns auch einige technische Angaben zum russischen Teleskop.<sup>1)</sup>

Dem Fragesteller sandten wir Kopien der eingegangenen Briefe, worauf er seine Frage in einem zweiten Schreiben präziserte und auch nähere Begründungen zu den bereits geäusserten Meinungen wünschte:

1. Bei der Konstruktion von Refraktoren kam man seinerzeit an eine Grenze (bei 1 m Durchmesser), die sinnvollerweise nicht überschritten werden kann. Gibt es eine solche Grenze auch für Spiegelteleskope?

Ist sie bei 5 m oder 6 m Spiegeldurchmesser erreicht oder liegt sie noch höher?

2. Welches sind die Gründe für eine allfällige Begrenzung des Spiegeldurchmessers?
  - Atmosphärische Bedingungen (Luftunruhe usw.)?
  - Technische Probleme bei der Spiegelherstellung (Guss, Schliff)?
  - Mechanische Probleme bei der Montierung?
  - Gegenüber früher verbesserte Auswertgeräte?
  - Finanzielle Gründe?
3. Wird die Konstruktion eines 6 m-Teleskops heute als sinnvoll erachtet?
4. Wird man voraussichtlich noch weitere Spiegel in dieser Grösse (oder grössere) bauen, oder geht die Entwicklung in Richtung MMT?

Herr Dipl.-Phys. Ch. Kühne, wissenschaftlicher Leiter bei der Projektion astronomischer Instrumente in der Firma Carl Zeiss, Oberkochen, erteilt dazu die folgende Antwort:

1. Grenzgrösse von Refraktoren
 

Die obere Grenze von Objektivdurchmessern von ca. 1 m ist durch zwei Eigenschaften bedingt

  - 1.1 Glaskörper von mehr als 1 m Durchmesser und ca. 1/5 bis 1/6 Dicken/Durchmesser-Verhältnis lassen sich nicht mehr in der für Objektive erforderlichen Homogenität erschmelzen. Die im allgemeinen verbleibenden Schlieren im Glas sind auch durch lokale Retuschen bei der späteren Bearbeitung nicht mehr zu unterdrücken.
  - 1.2 Da eine Spiegelscheibe im allgemeinen nur auf dem Rand aufliegt, biegt sie sich mit zunehmendem Durchmesser infolge ihres Eigengewichtes immer mehr durch und verändert damit die Abbildungseigenschaften.

Davon abgesehen, haben Refraktoren immer mehr an Bedeutung verloren. Dies liegt nicht nur an der Unmöglichkeit, Objektive grösseren Durchmessers herzustellen, sondern auch an einer gewissen Unhandlichkeit infolge ihrer sehr grossen Öffnungszahl (Länge). So sind meines Wissens nach dem Krieg nur zwei grosse Refraktoren von 65 cm Durchmesser entstanden (Merida-Observatorium, Venezuela; Hida-Observatorium, Japan), die immerhin mit ca. 10 m Brennweite einen beträchtlichen Raum beanspruchen.

2. Grenzgrösse für Spiegelteleskope
 

Bei Spiegelteleskopen fallen die unter 1. aufgeführten Gründe für eine Begrenzung des Durchmessers ganz oder doch nahezu weg. Die Homogenität des Spiegelmaterials spielt nur dann noch eine Rolle, wenn der Glashersteller die üblichen technischen Regeln sehr grob missachtet. Schlieren oder Blasen im Glaskörper spielen praktisch keine Rolle.

Die Lagerung des Spiegelkörpers im Teleskop ist zwar mit zunehmendem Durchmesser immer schwieriger und aufwendiger, dennoch sind diese Probleme mindestens bis zu der heute bekannten Grenzgrösse von 6 m beherrschbar. Allerdings macht sich zunehmend erschwerend bemerkbar, dass heute die Tendenz besteht, den Spiegel immer leichter, das heisst immer dünner zu machen, um dadurch beim Tubus und bei der Montierung

an Gewicht zu sparen. Man wird daher immer vor dem Problem stehen, Spiegelgewicht und Lagerungsschwierigkeiten sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Dabei kann auch die Frage eine Rolle spielen, welche optische Qualität überhaupt von dem Teleskop erwartet wird. Es gibt einige Astronomen, die zum Beispiel Teleskope für den IR-Bereich mit einer geringeren Bildqualität akzeptieren. In diesem Falle erwarten sie Erleichterungen auf der konstruktiven Seite durch besonders dünne Spiegel. Andere raten von einer solchen Erleichterung dringend ab mit dem Argument, dass man bei den Leiteinrichtungen in jedem Falle auf das visuelle Spektralgebiet angewiesen ist und dass man dort also keine Qualitätseinbussen hinnehmen kann.

Keine begrenzenden Bedingungen stellen meiner Ansicht nach die atmosphärische Luftunruhe und die mechanischen Schwierigkeiten bei der Montierung dar. Ich halte ferner das Argument nicht für zugkräftig, dass man durch verbesserte Empfänger und Auswertgeräte auf grössere Spiegeldurchmesser verzichten könne. Es ist zwar richtig, dass man durch einen Empfänger mit doppelter Quantenausbeute genauso viel erreicht wie mit einem Spiegel von 1,4-fachem Durchmesser. Dennoch würde man mit beiden zusammen eben doch weiterkommen.

Das schliesslich und endlich begrenzende Problem ist der Guss und die Bearbeitung des Spiegelkörpers. Gewiss spielen auch finanzielle Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle, jedoch dürften diese für hochindustrialisierte Länder nicht von entscheidender Bedeutung sein.

Bezüglich des Gusses muss man berücksichtigen, dass man z.B. beim Abguss des 3,5 m-Rohlings für das Teleskop des Max-Planck-Institutes für Astronomie aus einem Gussansatz von 40 t einen Rohling von 27 t abgiesen musste, um dann daraus einen Spiegel von 14 t zu fertigen. Wie die entsprechenden Zahlen beim 6 m-Spiegel von Zelenchuskaja ausgesehen haben, ist mir nicht bekannt.

Was die Herstellung des Spiegels anlangt, so muss berücksichtigt werden, dass allein die Investition für die Bearbeitungsmaschine ein beträchtliches Hindernis darstellt. Hier ist die Frage der Ökonomie von wesentlicher Bedeutung. Auch wird man hier vor technische Probleme der Lagerung des Spiegels bei der Bearbeitung und der Prüfung während des Fertigungsprozesses gestellt. Wo die diesbezüglichen Grenzen heute liegen, vermag ich nicht zu sagen.

3. 6 m-Teleskop
 

Ich halte die Konstruktion eines 6 m-Teleskops durchaus für vernünftig. Wenn nicht, wäre wohl bereits die Konstruktion des 5 m-Teleskops auf dem Mt. Palomar unvernünftig gewesen. Das letztere wird heute kein Astronom ernsthaft behaupten wollen. Dass man beim Übergang von 5 m auf 6 m gerade eine technische, nicht mehr beherrschbare Grenze überschreitet, ist nicht ohne weiteres einzusehen. Man soll nicht vergessen, dass 30 Jahre nach dem 5 m-Teleskop die Technologie fortgeschritten ist und daher einen solchen Schritt rechtfertigt.
4. Noch grössere Spiegelteleskope
 

Die Frage, bis zu welcher Grösse Spiegelteleskope noch sinnvoll sind, lässt sich nicht abschliessend beantworten. Wenn ich Ihre Frage richtig interpretiere, geht es doch dabei um die Alternative eines maximalen monoli-



thischen Teleskopes und eines Teleskopes etwa nach der Bauart MMT. Nach meiner persönlichen Meinung erscheint mir ein monolithisches Teleskop von 8 m bis 10 m Durchmesser noch beherrschbar. Dies setzt allerdings voraus, dass man die enormen Investitionen für den Abguss des Rohlings und die Bearbeitungsmaschine des Spiegels zu tätigen gewillt ist. Eine Entscheidung darüber ist wiederum davon abhängig, ob ein solches Riesenteleskop Nachfolger finden wird. Man hat sich zwar heute daran gewöhnt, insbesondere im Bereich der Weltraumfahrt mit enormen Summen zu operieren, dennoch sieht man, dass man leicht an eine ökonomische Grenze kommt.

Bezüglich der anderen Richtung, nämlich MMT oder verwandte Lösungsmöglichkeiten wage ich noch keine Voraussage zu machen. Zur Zeit wird etwa ein halbes Dutzend verschiedener Systeme untersucht. Nur eines davon, nämlich das MMT, ist bislang realisiert worden, wobei das abschliessende Urteil noch aussteht. Allen diesen Systemen sind zwei Eigenschaften gemeinsam, in denen sie sich von monolithischen Teleskopen unterscheiden:

- Die Abbildung ist nicht mehr kohärent. Dies bedeutet, dass das natürliche Auflösungsvermögen eines grossen Teleskopes nicht genutzt wird. Dieser Nachteil ist jedoch für erdgebundene Teleskope nicht sehr schwerwiegend, da die Abbildungsqualität ohnehin seeingbegrenzt ist, dennoch bleibt dieser Mangel fühlbar.
- Die Überlagerung der Bildebenen mehrerer Teilsysteme ist aus grundsätzlichen physikalischen Bedingungen heraus niemals kongruent. Die Bildschalen der verschiedenen Teilsysteme sind gegeneinander geneigt und können daher nur in einem mehr oder weniger gemeinsamen Schnittpunkt zur Deckung gebracht werden. Dadurch ist das nutzbare Bildfeld extrem eingeschränkt.

Solange über die Nutzung eines solchen Teleskopes aus der Sicht der Astronomen noch keine Erfahrungen vorliegen, ist kaum damit zu rechnen, dass man die weitere Entwicklung voraussagen kann.

**Anmerkungen:**

1) Der Reflektor des Observatoriums Zelenchukskaja im Kauka-

sus ist azimutal montiert, es muss somit in Höhe und Azimut nachgeführt werden. Dabei rotiert das Bild im Teleskop um sein Zentrum, was durch eine Drehung der Fotoplatte ausgeglichen werden muss. All diese Bewegungen werden durch einen Computer berechnet und gesteuert.

Die Nachführung – Genauigkeit 0,2' – soll sehr gut funktionieren.

Die beweglichen Teile wiegen 800 Tonnen und «schwimmen» auf einem 0,1 mm dicken Ölfilm.

Angaben zum Hauptspiegel:

Durchmesser 6,1 m, Dicke 65 cm, Gewicht 42 Tonnen.

Primärfokus 24 m, dies ergibt für 1° ein Bild von 419 mm, für 1" eines von 0,116 mm Durchmesser. Cassegrain-Fokus 186 m. Spiegelmaterial: Pyrexglas mit einer thermischen Ausdehnung von 3·10<sup>-6</sup>/!°C. Es ist geplant, diesen Spiegel durch einen aus der Glaskeramik Sital zu ersetzen (1983?).

Abbildungsqualität: Von einem Stern werden 61% des Lichts in einem Scheibchen von 0,5" (0,058 mm) abgebildet, innerhalb 1" treffen 91% des Lichtes auf.

Nachführspiegel: 70 cm Durchmesser, 12 m Brennweite.

Grenzhelligkeit: Auf blauempfindlichen Platten 24 m bei 30 bis 40 Minuten Belichtungszeit, auf rotempfindlichen 23,5 m bei 90 Minuten.

**Literatur:**

a) zum 6 m-Teleskop:

ORION Nr. 132 (Sept. 1972), S. 154.

Sky and Telescope Mai 1968 (S. 279), Febr. 1970 (S. 99), Jan. 1971 (S. 9), Mai 1974 (S. 290), Juli 1977 (S. 29), Febr. 1977 (S. 111), Nov. 1977 (ausführliche Beschreibung mit Abbildungen, S. 356ff.). MARX/PFAU: Sternwarten der Welt, Herder Freiburg, 1979 (S. 142ff).

b) Verwandte Themen:

TH. SCHMIDT-KALER: «Das Weltraumteleskop» (Sterne und Weltraum, 1979/2, S. 42ff).

DIETRICH LEMKE: «Das Multi-Mirror-Telescope und die Zukunft der erdgebundenen Astronomie» (Sterne und Weltraum 1979/10, S. 333ff).

ANDREAS TARNUTZER: «Das Multiple Mirror Telescope MMT auf Mount Hopkins. Prototyp einer neuen Fernrohrgeneration» (ORION Nr. 179, August 1980, S. 110ff).

DIETRICH REINHARDT: «Die azimutale Montierung. Neue Technologie für eine alte Idee.» (Sterne und Weltraum, 1980/2, S. 52ff).

Dieser Aufsatz enthält auch Überlegungen zu einem 10 m-Teleskop.

MARTIN C.E. HUBER: «Grossteleskope der Zukunft» (Neue Zürcher Zeitung, 4. April 1979, S. 61).

LEIF J. ROBINSON «Monster Mirrors and Telescopes» (Sky and Telescope Juni 1980, S. 469ff). In diesem Aufsatz werden zum Teil phantastische Projekte für zukünftige Teleskope (Spiegel bis 25 m Durchmesser!) vorgestellt.

**Die grössten Spiegelteleskope**

Ort	Land	Geogr. Breite	Höhe über Meer	Inbetriebnahme	Durchmesser des Hauptspiegels	Brennweite im Primärfokus
Selentchuk	Kaukasus, UdSSR	+ 44°	2070 m	1971	6,10 m	24,0 m
Mt. Palomar	Californien, USA	+ 33°	1706 m	1948	5,08 m	16,76 m
La Palma	Kanarische Inseln	+ 28°		1980?	4,22 m	
Kitt Peak	Arizona, USA	+ 32°	2064 m	1973	4,01 m	10,4 m
Cerro Tololo	Chile	- 30°	2399 m	1976	4,01 m	10,4 m
Siding Spring <sup>1)</sup>	Australien	- 31°	1164 m	1974	3,89 m	12,7 m
Mauna Kea <sup>2)</sup>	Hawai	- 20°	4208 m	1979	3,81 m	9,5 m
La Silla <sup>3)</sup>	Chile	- 29°	2400 m	1972	3,60 m	11,0 m
Mauna Kea <sup>4)</sup>	Hawai	- 20°	4208 m	1979/80	3,58 m	13,7 m
Calar Alto <sup>5)</sup>	Almeria, Spanien	+ 37°	2168 m	1982?	3,5 m	12,25 m
Mauna Kea <sup>6)</sup>	Hawai	- 20°	4208 m	1979/80	3,2 m	
Mt. Hamilton	Californien, USA	+ 37°	1284 m	1959	3,05 m	15,25 m

1) Englisch-australisches Teleskop. 2) Britisches Infrarot-Teleskop. 3) Europäisches Süd-Observatorium (ESO). 4) Canadian Hawaii – French-Hawaiian Observatory. 5) Deutsch-Spanisches Astronomisches Zentrum. 6) Infrarot-Teleskop der University of Hawaii.

Tabelle nach Angaben der Sternwarte DDR-8514 Pulsnitz. (Die Tabelle der grössten Instrumente wird fortgesetzt).



## FRAGEN · QUESTIONS

## Sonderbare Sternspuren auf einer Langzeitaufnahme

**Antwort:**

In ORION Nr. 178 (Juni 1980) publizierten wir auf Seite 97 eine Himmelsaufnahme, die an den Sternspuren Haken aufweist. Dieses etwas ungewohnte astrofotografische Problem hat immerhin fünf Leser zum Schreiben veranlasst.

In vier Zuschriften wird die Meinung vertreten, es müsse sich – trotz gegenteiliger Meinung des Fotografen – um eine Kamerabewegung handeln. Im fünften Brief dagegen steht:

«Die Aufnahme stellt einen Teil des Sternbildes Schwan dar. Die Haken der Sternspuren zeichneten sich gleich zu Beginn der Langzeitaufnahme ab. Zum «Unglück» führte mit grosser Wahrscheinlichkeit eine kurze Bewegung des Filmes in der Kamera: anfänglich entgegengesetzt zur Filmtransportrichtung, dann in Querrichtung dazu übergehend. Diese Vermutung würde fast zur Gewissheit, wenn es sich bei der Aufnahme um das erste Bild eines kurz zuvor, womöglich im Freien und im Dunkeln und nicht sorgfältig eingelegten Filmes handeln sollte. Die Filmperforierung schnappte dann wohl erst nach Betätigen des Verschlusses richtig in das Zahnrad des Bildzählwerkes ein und führte dabei zur ungewollten Verschiebung des Filmes. Vielleicht aber wurde der Filmanfang nicht zuverlässig in der Transportspule befestigt und lockerte sich bei Aufnahmebeginn.»

ANDREAS MAURER, Feldmeilen

Und nun zu den andern Erklärungsversuchen:

«Ich vermute, dass die Entstehung eines solchen Bildes an der Aufstellung der Kamera gelegen haben muss. Der Astro-Amateur schreibt, dass er die Kamera während der Belichtungszeit auf den Boden gelegt hat. Er erwähnt aber nicht, auf welchem Boden er sie gelegt hat, ob Beton, Gras, Schotter usw. Vermutlich hat Sand oder Erde durch das Eigengewicht der Kamera langsam nachgegeben und diese Aufnahme verursacht. Es besteht auch noch die Möglichkeit, wenn auf der Kameraunterseite eine Gummi-Augenmuschel montiert war, dass diese unter dem Druck ihre Form veränderte.

Auf den beiden Aufnahmen ist deutlich ersichtlich, dass während der ersten drei bis vier Minuten Belichtungszeit sich die Kamera stärker bewegte und sich nach etwa 15 Minuten auf parallele Strichspuren einpendelte.

Ich warte schon interessiert auf die nächste Ausgabe des ORION und die Meinung anderer Leser.»

KARL PARIL, Wien

«Mit besonderem Interesse habe ich die in ORION Nr. 178 veröffentlichte Aufnahme gesehen, auf der die Sternspuren seltsame «Haken» haben. Zufällig haben wir nämlich vor kurzem ebenfalls eine Aufnahme zugesandt bekommen, die eine ähnliche Verzerrung aufweist. (Abb. 1) – Die Autorin des Bildes schreibt dazu: 'Die Kamera lag während der ganzen Belichtungszeit auf der Erde, die ganz leicht gefroren war. Vielleicht hat das Erdreich unter der Wärme der Kamera nachgegeben.' Die Unterbrechungen der Sternspuren seien von Wolken hervorgerufen.



Abb. 1: Sternspuren mit Haken entstehen auch anderswo. Diese Aufnahme erhielten wir durch die Volkssternwarte Frankfurt. (Vergl. mit dem Bild in ORION Nr. 178, S. 97). Aufnahme: H. v. BAAIJEN, Offenbach. Man beachte die verschieden starken Verformungen der Sternspuren!

Jedes Anstossen der Kamera scheint mir bei beiden Aufnahmen unmöglich, da die Krümmungen allmählich stattfinden. Auf unserer Aufnahme sind sie dazu noch in den verschiedenen Bildecken unterschiedlich. Auch wir stehen bei der Deutung der Störung vor einem Rätsel. Ob es eine dünne, keilförmige Wasserschicht gewesen ist? Wir sind jedenfalls auf andere Interpretationen gespannt.»

HANS-LUDWIG NEUMANN, Volkssternwarte Frankfurt.

«Diese Aufnahme kann nur durch eine Bewegung der Kamera zustande gekommen sein. Das sieht man nicht nur an den Haken, die Sternspuren laufen auch nicht zentrisch. Teilweise kreuzen sie sich sogar. Sie sind auch nicht gleichmässig gekrümmt, es gibt Buckel in den Linien. Peilen Sie mal drüber! – Also hat sich die Kamera sicher die ganze Zeit über bewegt. Wie nun die Bewegung zustandekam, lässt sich schwer erraten, wenn man nicht weiss, worauf sie lag. Es kann ein Holzbrett gewesen sein, das sich durch die Feuchtigkeit langsam verzogen hat. Es können Pflanzen die Schuld haben, die durch ihre Wachstumsbewegung die Kamera mitzogen. Aber auch Wärmebewegung kann die Ursache sein. Der Erklärungen könnte man noch einige beifügen, wenn sich dies lohnen würde! Sicher ist, dass der Fotograf den Fehler gemacht hat, er hat eben keinen festen Platz für die Kamera gewählt. Man sollte sich über das Wieso und Warum keine Gedanken machen, das Bild wegwerfen und ein neues fotografieren, diesmal unter kritischen Gedanken über das «Festlegen» der Kamera!

Es interessiert mich, was andere dazu zu sagen haben.»

Ing. WILHELM WEIGEL,

Astronomischer Arbeitskreis Wetzlar

Eine gründliche «Analyse» der Problemfoto erhielten wir schliesslich von HUGO BLIKISDORF, Untersiggenthal:

«– Der nördliche Himmelspol befindet sich unterhalb der Aufnahme im Zentrum der Sternspur-Kreisbögen. Der untere Bildrand entspricht somit der Nordrichtung, die linke Seite zeigt nach Westen.

– Die Sternspuren begannen mit den Haken, die Sterne bewegten sich nach links auf der Aufnahme.

– Die Verformung muss durch eine langsame Bewegung entstanden sein, weil auch die schwächsten Sterne hakenförmige Spuren bilden. Bei einer kurzen Erschütterung hätte das schwache Licht nicht ausgereicht, um eine Spur auf dem Film zu hinterlassen.

– Die Sterne bewegten sich bei der Aufzeichnung der Haken, also zu Beginn der Aufnahme, scheinbar nach Nordosten. Sie waren also kurze Zeit rückläufig und setzten darauf ordnungsgemäss ihre rechtläufige Bewegung fort.

– Da dieser Effekt schlecht einer Unregelmässigkeit in der Erdrotation zugeschrieben werden kann, muss also der Grund der Hakenbildung bei der Kamera selbst gesucht werden.

– Damit die Sternspuren zu Beginn eine Richtung nach «Nordosten» einschlagen konnten, musste sich die Kamera anfangs der Belichtung zwangsläufig in entgegengesetzte Richtung geneigt haben, also nach Südwesten!

– Die Länge des Hakens auf dem Bild beträgt etwa 1 mm. Bei einer Kleinbildaufnahme mit 50-mm-Objektiv beträgt die Bildbreite ca. 40°. Dem entsprechen auf dem reproduzierten Bild 80 mm. Daraus folgt, dass der Haken in der Sternspur eine Länge von etwa 0,5° hat.

Eine Neigung der Kamera um 0,5° ist sehr wenig! Dazu genügt eine einseitige Absenkung der Kameraunterlage um einen halben Millimeter (bei 6 cm Basislänge)! Schuld daran könnte eine zu weiche, nachgiebige Unterlage sein, zum Beispiel Gras. Wurde die Kamera aber auf eine harte Unterlage abgestellt, so wäre es auch denkbar, dass sich ein kleiner Käfer aus dem Staub gemacht hat. . . natürlich nach Südwesten!«

## IDEEN · TUYAUX

### Raumfahrt mal ganz anders

Etwa 10 km nördlich von Friedrichshafen liegt auf der Anhöhe über Bitzenhofen die botanische Höhengartenanlage Gnadenu. Seit 1969 hat der Eigentümer, Herr Schulte, eine Symbiose zwischen Natur und Technik bewirkt und in eigener Regie ein Raumfahrt-Dokumentations-Zentrum geschaffen. Dem sich nähernden Besucher teilt sich dies auch durch eine im Maßstab 1:10 erstellte Saturn V-Rakete dar, welche zwischen den vielfältigen Baumarten herausragt. Trotzdem darf hier keinesfalls ein zweites Kennedy-Space-Center erwartet werden. Die Einmaligkeit liegt hier eindeutig auf der Dokumentation der Raketentechnik, welche von den ersten Feststofftreibsatz-Raketen in Peenemünde über die ersten bemannten Raumflüge, das Apollo-Programm, die Viking-Sonden bis zum Space-Shuttle-Projekt und den Zukunftsprognosen führt. Dokumentiert wird anhand von Planaufnahmen, Schaubildern, Fotografien, Vorträgen, beleuchteten Gross-Dias, Briefmarken, Modellen und umfangreicher Literatur, um einmal die hauptsächlichsten Punkte zu nennen.

Dass man das Ganze auch bei schlechtem Wetter begutachten kann, macht diese ohnehin sehenswerte Anlage nur noch attraktiver. Die Öffnungszeiten sind werktags von 08.00 – 18.00 Uhr durchgehend (zumindest bis Ende Oktober). Der Eintrittspreis beträgt für Erwachsene DM 1.50, für Kinder DM 1.00. Während der Schulzeit muss vormit-

### Spiegel-Teleskope

für astronomische und terrestrische Beobachtungen

- Typen:**
- Maksutow
  - Newton
  - Cassegrain
  - Spezialausführungen

**Spiegel- und Linsen- Ø:**  
**110/150/200/300/450/600 mm**

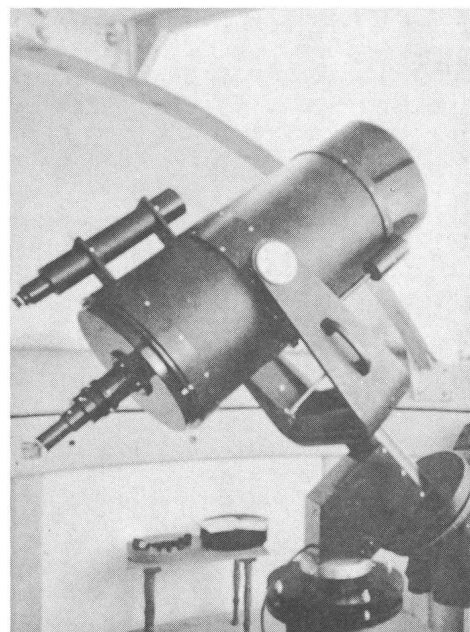
Günstige Preise, da direkt vom Hersteller:

**E. Popp**  
**TELE-OPTIK \* CH-8731 Ricken**

Haus Regula      Tel. (055) 88 10 25

Beratung und Vorführung gerne und unverbindlich!

### Maksutow-Teleskop 300/4800



tags allerdings mit dem Besuch grösserer Gruppen (nur nach Voranmeldung) gerechnet werden, wobei dabei auch das angebotene Programm um Filmvorträge ergänzt werden kann.

DIETER GIRRBACH, BRD

## Bibliographie

JEAN THURNHEER: «*Astronomie Astrophysique de notre temps, 1980*». Format 21x29,7 cm, 300 pages avec 60 photographies et 150 dessins. Edité par l'auteur. Prix Fr. 25.- + port Fr. 1.-. Commande auprès du trésorier de la SVA: M. Robert Rumley, Rue du Temple 7, 1020 Renens. Tél. 021/34 89 52.

Cet ouvrage, dont l'auteur est ancien président et membre d'honneur de la Société Vaudoise d'Astronomie, traite des dernières données physiques connues sur le système solaire, de la radioastronomie, ainsi que des diverses hypothèses de l'expansion de l'Univers, de la relativité et des objets du ciel qui présentent des singularités.

Après un glossaire très complet, cet ouvrage comprend les chapitres suivants: – Le système solaire (description des astres) avec les missions VOYAGER 1 et 2 et leurs résultats. – Les étoiles, avec les étoiles variables, les Céphéides, les Novae, les Supernovae, les étoiles à neutrons, les pulsars, les étoiles à rayons X et les hypothèses des trous noirs. – Les galaxies et les quasars. – La radioastronomie. – L'Univers, la relativité d'Einstein et les expériences sur la relativité générale. – Une bibliographie. MAURICE ROUD

WISCHNEWSKI BARBARA, *Bestimmung von Kometenbahnen*. 109 Seiten, A5, Offset-Druck, agraffiert. Gesellschaft für volkstümliche Astronomie eV Hamburg, Sektion Informatik. Adresse der Verfasserin: Goebenstrasse 14, D-2000 Hamburg 20.

Die vorliegende Abhandlung setzt den interessierten Amateur-astronomen in die Lage, mit einer Kleinrechenanlage Ephemeriden und Bahnparameter von Parabel- und parabelnahen Bahnen zu berechnen. Unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes wurde die Materie vereinfacht behandelt.

Die verwendete Programmiersprache ist BASIC. Gerechnet wird mit 9 signifikanten Ziffern. Um die begrenzte Speicherkapazität von dem Amateur zugänglichen Rechnern zu berücksichtigen, wurde das Problem in 3 unabhängige Programme unterteilt: Ephemeridenrechnung – Bestimmen einer Parabelbahn – Bestimmung einer parabelnahen Bahn.

Im Anhang sind die Ergebnisse von Beispielen aufgeführt. Der Benutzer sollte sich sein eigenes Programm schreiben, zugeschnitten auf seine spezifische Rechenanlage. Um ihm dabei zu helfen, ist im Anhang ein Listing der Programme beigelegt. A. T.

Dr. Simon Mitton: «Die Erforschung der Galaxien.» Springer Verlag, 1978. Übersetzt von D. Schallwisch und M. Reinhardt. 36 Abbildungen und 22 Tafeln.

Dr. Simon Mitton hat in Oxford studiert und am Cavendish-Laboratorium in Cambridge seine Doktorarbeit geschrieben. Seit 1972 ist er Schriftführer des Institutes für Astronomie in Cambridge, ist Fachberater für Astronomie der Zeitschrift «New Scientist» und war jahrelang Schriftführer der Royal Astronomical Society.

Hier liegt ein neues Buch (erschienen 1978) vor, das in anschaulicher und lebendiger Weise über die Entstehung, den Aufbau und die Entwicklung von Galaxien, Galaxienhaufen und dem intergalaktischen Medium berichtet. S. Mitton verzichtet dabei auf hochwissenschaftlichen Jargon und auf unverständliche Formeln. Der Leser wird dennoch an die Front der Forschung geführt, aber in einem zusammenhängenden und übersichtlichen Werk, in welchem – im Gegensatz zu fast allen Zeitschriftenartikeln – ganz deutlich zwischen Tatsachen und Spekulationen unterschieden wird. Jede Theorie wird auf ihre Berechtigung untersucht und gegen Alternativvorschläge abgewogen. Das Buch ist für Laien ebenso empfehlenswert wie für den Fachmann, weil es ihn in angenehmer Sprache mit diesen fernen Welteninseln und den seltsamsten Objekten wie den Radiogalaxien und den Quasaren vertraut macht. Das vorliegende Buch ist die Arbeit eines Fachmannes, dessen Anliegen es ist, das Universum so klar und so einfach wie möglich aufzubauen – und zu beschreiben. EWGENI OBRESCHKOW

## An- und Verkauf/Achats et ventes

### Verkaufe:

Raumfahrt-Kleber, Serie à 4 Stück  
Voyager, Viking, Skylab, Apollo-Sojus  
Fr. 10.- einsenden an:  
Peter Pfister jr., Schweizeraustr. 21, 4132 Muttenz

### Zu verkaufen:

Teleskop Typ Schmidt-Cassegrain (2 Spiegel und 4 Linsen), 1:6,3/1000 mm der Weltfirma MINOLTA, inkl. Transportkiste (Mahagoniholz), Grau- und Farbfilter eingebaut (einschwenkbar). Preis Fr. 2000.- (Neupr. über Fr. 5000.-). Anfragen unter Tel. 072/22 54 75

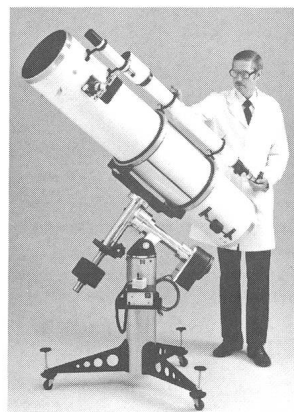
### Zu verkaufen:

Royal Teleskope Mod. R 77 D-76 mm f-1200 mm, mit div. Zubehör, Fachliteratur und Sternkarten günstig abzugeben. Fritz Preisig, Schloss, 8820 Wädenswil, Tel. 01/780 56 70

# SPIEGEL-SCHLEIFER!

**AKTION SPIEGEL-GLÄSER** aus Duranglas, 15 cm Fr. 19.-, 20 cm Fr. 49.-. Schleif- und Polierpulver in Grosspackungen, Polierpech oder fertige Parabolspiegel ab Lager, Cassegrain Optiken, elliptische Planspiegel mit passender Zelle und Spinne, Dellit-Rohre für 15 u. 20 cm-Spiegel 1200, 1500 u. 1700 mm lang, Okularstutzen, Kellner-Okulare, Erfle-Okulare mit 65° Bildfeld (f = 32, 20, 15, 12 und 7 mm), Gross-Okulare mit 50,8 mm Ø, Objektiv-Sonnenfilter, Kamera-Adapter, 9x60 mm und 8x50 mm Sucherfernrohre mit Zenitprisma und Lagerböcken, 60 mm f = 700 mm und 80 mm f = 1200 mm Leitrefraktor, 110 mm Leitreflektor, beleuchtete Doppelfadenkreuz-Okulare, Lagerböcke mit 60, 92, 160 mm Ø, 12x80 mm Feldstecher, leichte transportable und schwere Sternwarten-Montierungen mit Nachführgetriebe, ausbaubar mit elektronischer Steuerung von beiden Achsen, Frequenzwandler und Schrittmotorsteuerungen.

Katalog von: **N. + E. Aepli, Loowiesenstrasse 60, 8106 Adlikon.**  
Telefon: 01/840 42 23 (Besuche bitte nur nach Verabredung)



Komplette  
**NEWTON  
TELE-  
SKOPE**

ab Lager

15 cm F/8

**1590.-**

20 cm F/6

**1960.-**

25 cm F/6

**4960.-**

31 cm F/6

**5968.-**