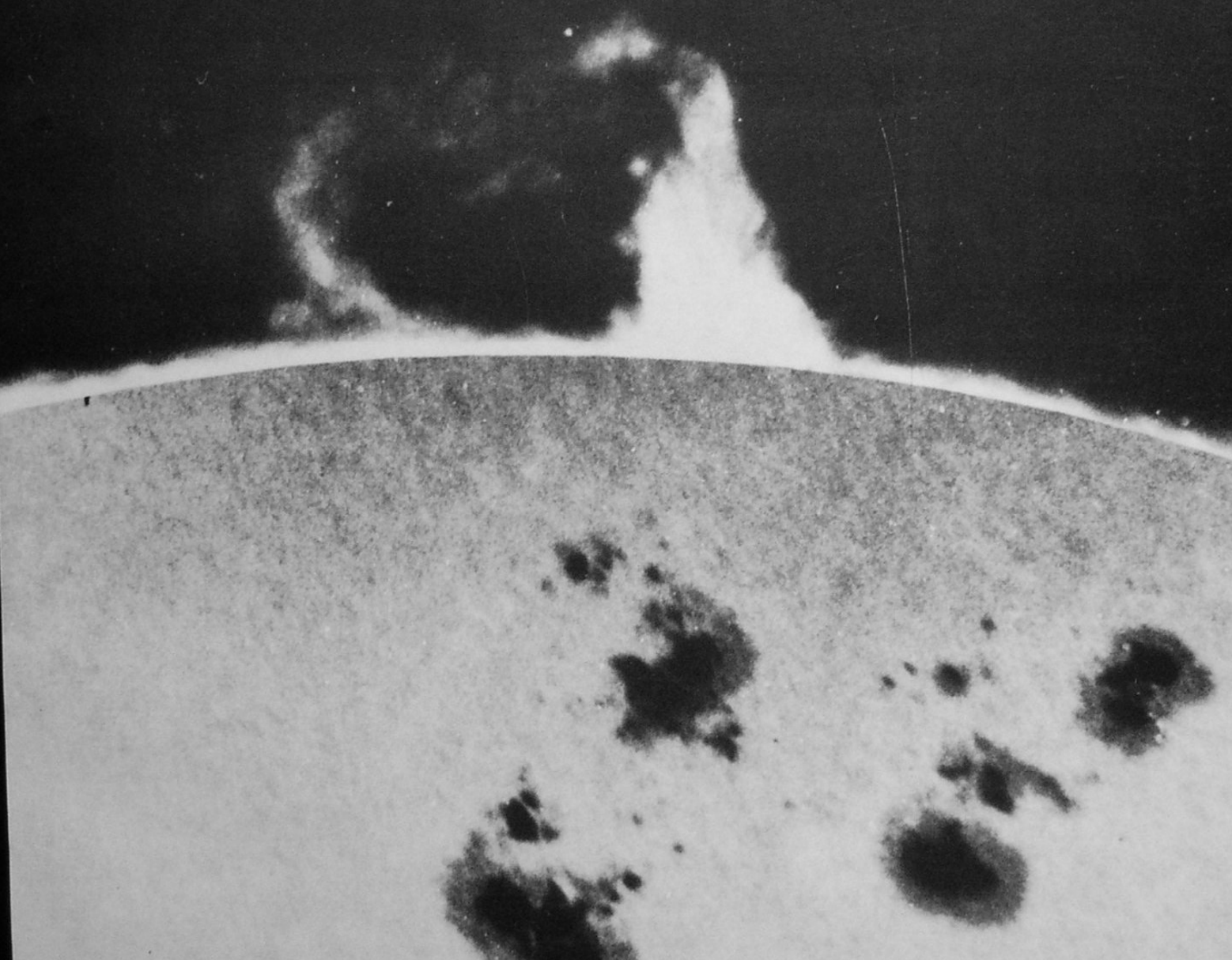

Sirius

Publikation des
Astronomischen Arbeitskreises
der Starkenburg-Sternwarte
Heppenheim
Nr. 27 · Januar 1989



Aus der Arbeit der
Starkenburg-Sternwarte

Kometen, Sonne, Supernovae

Fotomontage von
Erwin Schwab, Starkenburg-Sternwarte HP

Foto im Hd-Licht:

Werner Hartkop, 19. 10. 1987, 8.50 Uhr

Refr. 100/1500 mm; $\frac{1}{30}$ S.; 10 Å Filter

TP 2415

Foto im weißen Licht:

Erwin Schwab, 10. 8. 1988, 15.00 Uhr

Refr. 105/1650 mm; $\frac{1}{125}$ S.

f Äquivalent: 10,4 m

Agfaortho 25

Sirius

Astronomischer Arbeitskreis
der Starkenburg-Sternwarte
im Kulturkreis Heppenheim

Koordinaten der
Starkenburg-Sternwarte
Nördliche Breite $49^{\circ} 38' 83,634''$
Östliche Länge $8^{\circ} 39' 8,297''$

6148 Heppenheim
Kleine Bach 3
Telefon (06252) 4247

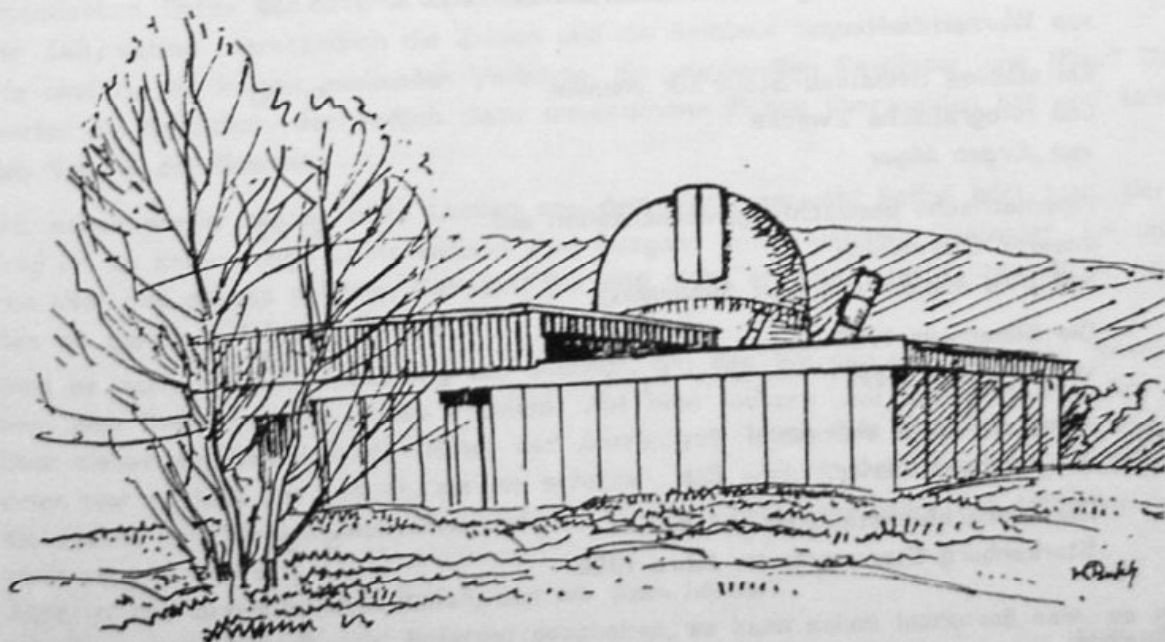
Aus der Arbeit der Starkenburg-Sternwarte

Kometen, Sonne, Supernovae

Mit Text- und Bildbeiträgen von:

Alfred Sturm, Erwin Schwab, Uwe Mandel, Hartmut Eckstein
Werner Hartkop, Jürgen Beerwein, Karl Spanowsky, Peter Geffert,
Dr. Hans Zekl, Andreas Kaufer, Jens Rothermel, Jürgen Majer

Herausgegeben und zusammengestellt von Hartmut Eckstein



Heppenheim, im Januar 1989

Sirius-Ausgabe Nr. 27

Vorwort

Die Starkenburg-Sternwarte ist eine Amateursternwarte. Ihre Mitglieder betreiben die Astronomie als Liebhaberei. Weit über hundert Mitglieder und ein "Park" von leistungsfähigen Teleskopen und Radioantennen sind die Grundlage für das rege Leben auf unserer Sternwarte.

Die vorliegende Ausgabe des **Sirius** - eine Art Jahrbuch der Sternwarte - wäre ohne diese vielfältigen Aktivitäten nicht entstanden. Insgesamt 11 Autoren - alle Mitglieder des Astronomischen Arbeitskreises - haben zum Gelingen dieses Heftes beigetragen.

Hartmut Eckstein

Inhalt

| | |
|---|-------|
| ... trotz der Humpen Wein von <i>Alfred Sturm</i> | S. 1 |
| Alfreds Glatze von <i>Alfred Sturm</i> | S. 3 |
| Bradfield und Borelly - die Weihnachtskometen des Jahres 1987 von <i>Jürgen Beerwein und Erwin Schwab</i> | S. 4 |
| Beobachtung von Sonnenfleckengruppen über mehrere Sonnenrotationen von <i>Erwin Schwab</i> | S. 8 |
| Filme für die Astrofotografie von <i>Peter Geffert</i> | S. 13 |
| Konstruktionsvorschläge für Protuberanzenansätze von <i>Werner Hartkop</i> | S. 14 |
| Ein stabiles Selbstbau-Stativ für visuelle und fotografische Zwecke von <i>Jürgen Majer</i> | S. 20 |
| Fotometrische Beobachtungsmöglichkeiten auf unserer Sternwarte von <i>Uwe Mandel und Karl Spanowsky</i> | S. 22 |
| Die Supernova 1987 A von <i>Dr. Hans Zekl</i> | S. 25 |
| ...und sie dreht sich doch! von <i>Andreas Kaufer</i> | S. 34 |
| Die Beobachtungstätigkeit auf der Starkenburg-Sternwarte im Jahre 1988 | S. 36 |

Zum Titelbild:

Sonne mit Sonnenflecken und Protuberanzen. Fotomontage von Erwin Schwab.
Einzelfotos: 1. Sonne mit Sonnenflecken im weißen Licht. Aufnahme von Erwin Schwab vom 10.8.1988. Refraktor 105/1650, Äquivalentbrennweite 10,4 m. 1/125 Sek. auf Agfa Ortho 25.
2. Sonne im H_{α} -Licht. Aufnahme von Werner Hartkop vom 19.10.87 Refraktor 100/1500. 1/30 Sek. auf TP 2415. Filter 1 nm.

Es ist laut im Vortragsraum, man hört es draußen, lebhaftes Debatten, beifälliges Händeklatschen, ja Jubel! Was soll das? Etwa eine temperamentvolle, politische Aussprache? Auf einer Sternwarte, einer Stätte ernster Wissenschaft, dieser Lärm?

Hand aufs Herz. Sind Sternwarten nicht Stätten mystischer Entrücktheit? Imaginäre Brücken zu dem Unbegreiflichen, eben zum Weltall?

Die Astronomen selbst, sind sie nicht Hohepriestern gleich, umgeben von geheimnisvollen Geräten, Röhren mit funkelnden Gläsern und Spiegeln. Riesige Bibliotheken künden von dem, was sie erforschen konnten. Da ist es verständlich, daß sie nicht von dieser Welt sein können, irdischem Händel stehen sie fern. Oder?

Der Besucher erwartet hier Entrücktheit, Distanz, Abgehobenheit, ja Würde. Und da diese Unruhe aus dem Vortragsraum. Jetzt sogar Gelächter! Was gibt es über die Erhabenheit des Weltalls zu lachen?

Die Astronomen sprechen von Äonen von Lichtjahren, von unfassbaren Weiten, von der gigantischen Größe der Sterne und des Weltalls. Geheimnisvoll ihre Aussagen vom Ablauf der Zeit, schwer verständlich die Zahlen und die Symbole ihrer Kunst.

Wo sind da die langen, wallenden Vollbärte, die würdevollen Gewänder und Hüte? Das erwartet ein Besucher, der endlich diese unbestimmte Scheu überwunden hat und eintritt in den Tempel der Sterne.

Da, schon wieder dieses laute Lachen aus dem Vortragsraum! Beifall hört man, der Vortrag ist zu Ende. Junge Leute wirbeln zum Ausgang unter lustigem Geplauder, sie diskutieren über das gerade gehörte. Seltsam! Sie sind nicht 'entrückt', nicht überwältigt von dem, das sie gerade erfahren konnten.

Ging es doch um die Entstehung von Sternen, um das Werden und Vergehen dieser Sonnen, also über ein schwieriges Problem. Auf eine lockere und unterhaltsame Art wurde über dieses so faszinierende Gebiet der Astrophysik informiert. Und doch, für einige von ihnen war es fast ein Schock, als sie erfuhren, daß auch Sterne nicht ewig leuchten, daß sie endlich sind wie wir Menschen und daß unsere Sonne, ein Stern wie Milliarden andere, einst vergehen wird.

Aber ist das Grund zu dem Beifall, den wir eben hörten?

Wissen vermitteln muß nicht tief Ernst geschehen, es kann schon humorvoll sein, es gibt da Beispiele sogar aus alter Zeit. Die lockeren 'Disputationen' der Scholaren aus dem Mittelalter waren fruchtbar, trotz der Humpen Wein, die dabei kredenzt wurden. Zugegeben, das mit dem Wein muß nicht sein. Es geht sehr gut ohne ihn, aber traurig ist die Beschäfti-



„Fantastisch, so deutlich habe ich den großen Wagen noch nie gesehen!“

gung mit der Wissenschaft keineswegs. Selbstverständlich darf Oberflächlichkeit auch nicht sein.

Wir sehen, die würdevolle Entrücktheit, das über den Dingen schweben, das finden wir hier nicht. Gleichberechtigt sind beide Aufgaben, die sich der Astronomische Arbeitskreis der Starkenburg-Sternwarte gestellt hat.

Da ist zum einen die Arbeit der Mitglieder an den Teleskopen und ihre eigene Weiterbildung, zum anderen die Aufgabe als Volkssternwarte, also die Astronomie für die Öffentlichkeit.

Niemand wird abgewiesen, der zuhören oder mitmachen will, wenn auch gewisse Regeln nötig sind. Einige hundert Vorträge für Schulklassen, Vereine oder sonstige Gruppen werden im Laufe eines Jahres auf Vereinbarung veranstaltet. Wir haben es eben erlebt, die letzten Vortragsgäste stürmten zum Ausgang.

Den Ehrentitel 'Volkssternwarte', den hat die Starkenburg-Sternwarte redlich verdient. Es ist lebendig in ihren Mauern, sie ist nicht zum verstaubten Museum geworden.

Und doch, es war harte Arbeit bis es soweit war. Mehr als 15 Jahre lang Mühe stecken in ihren Mauern. Wer kann da den Erbauern den Stolz verdenken. Es ist ihre Sternwarte, jeder Mauerstein bestätigt das. Aber lange Beobachtungsnächte, die Erlebnisse am Fernrohr, entschädigen für vieles.

Ja aber was sind denn das nun für Leute, die von der Starkenburg-Sternwarte?

Wir haben gehört, weltabgewandte Träumer können es nicht sein. Eher sind sie ein munteres, lustiges Völkchen, dieses Hobby macht ihnen Spaß.

Und doch! Wozu das alles? Die Flecken und Protuberanzen der Sonne werden penibel registriert. Sonnenaktivität nennt man das. Die Sterngucker interessiert das. Dicke Bände voll von Beobachtungsergebnissen zeugen von nächtlichen Fernrohr-Abenteuern. Von Sternen, die ihre Helligkeit ändern, von den skurrilen Bahnen der Planetoiden, das sind kleine Himmelskörper im Bereich unserer Sonne, oft mit seltsamen Namen. Mit denen beschäftigen sie sich auch.

Fotografiert werden geheimnisvoll glimmende Nebel, Gaswolken, in denen Sterne entstehen, Geburtsstuben von Sonnen also. Das unstete Kommen und Gehen der Kometen - seit dem Kometen Hallay wissen wir es genauer, matschige Klumpen aus Eis und Staub sind sie -, die Teleskope der Sternwarte finden auch sie.

Ist an all dem eigentlich noch viel geheimnisvolles? Sind nicht die Schleier fast gelüftet? Aber gemacht, gemacht! Die Sicherheit 'alles' zu erfahren schwindet bestimmt weiter draußen, ab einige Milliarden Lichtjahre. "Keine Angst, abwarten", "... auch das wird sich noch ändern", das meinen sicher viele.

Sind diese Leute gar überheblich und dem Machbarkeitswahn verfallen?

So sind sie nicht! Das ist ein Vorurteil. Wer sie kennt, weiß, wie bescheiden sie sind. Sie wissen: Die "letzten Wahrheiten" werden so nicht erkannt. Unter den Sternen werden die Menschen sie bestimmt nicht finden.

Wenn - ja wenn - das letzte Wissen überhaupt so zu finden ist!

Sie sehen, diese Leute können auch Philosophen sein, die Leute von der Starkenburg-Sternwarte.

Alfreds Glatze

von Alfred Sturm

Vor mir etwa 30 Mädchen und Jungen, Gymnasiasten aus einer nahen Schule. Gerade habe ich für sie unsere Sonne entstehen lassen. An der Tafel, versteht sich.

Fasziniert erleben sie die Kontraktion der Urgaswolke und das erste Auf-flackern der Kernfusion. Eine neue Sonne, unsere Sonne, ist entstan-den. Was etwa 30 Millionen Jahre dauerte, ist hier an der Tafel in 30 Minuten geschehen.

10 Millionen Jahre braucht ein Pho-ton im Mittel, um an die Oberfläche der Sonne zu gelangen. Es ist ein mühsames Hindurchhangeln von Atom zu Atom.

Da, jetzt ist es an der Oberfläche der Sonne angelangt und wird ins Weltall abgestrahlt. Weitere achtein-halb Minuten nur und unser Photon trifft - nach einem, Millionen Jahre dauernden, Irrweg durch die Sonne - auf die Erde auf. Rundum strahlt unsere Sonne ihre Energie ins Weltall, doch nur der zwei milliarden-ste Teil gelangt auf die Erde.

Bei meinen Zuhörern ist das Erstaunen groß. Wirklich nur der zwei milliardenste Teil kommt auf der Erde an? Und das bißchen macht uns oft so zu schaffen.

Einer meiner Mitdiskutanten schaut mich prüfend an und sagt begeistert: "Wissen möcht ich, wie groß der Anteil ist, der auf Ihrer Glatze ankommt!"

Das saß. Wer den Schaden hat, braucht für den Spott nicht zu sorgen. Aber überrascht war ich doch von dieser genialen Ungehörigkeit. Zugegeben, von der letzten Hochgebirgstour war mein Kopf fürchterlich von der Sonne verbrannt.

Recht hatte er doch, der Anteil muß doch rauszukriegen sein. Grob gab ich dem vorlauten "Mathe-Freak" den Rat, es doch mal selbst auszurechnen. Dem ließ das keine Ruhe und die Rechnung liegt jetzt vor.

Rechnung: (von Jens Rothermel) Glatzenfläche: $20 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$
Erdoberfläche: 509956000 km^2 $0,5 * \text{Erdoberfläche}: 254983000 \text{ km}^2$
 $25000000 * 400 \text{ cm}^2 = 1 \text{ km}^2$
 $25000000 * 254983000 \text{ km}^2 = 6374600000000000 * 400 \text{ cm}^2$
 $1/2000000000 * 1/6374600000000000 = 1/12749000000000000000000000$
 $1/12749000000000000000000000$ treffen auf die Glatze von Alfred Sturm auf!

Nachbemerkung: (von Hartmut Eckstein)

Mit Jens Rechnung läßt sich der auf die Glatze auftreffende Anteil der Sonnenstrahlung auf einfache Weise grob abschätzen. Sicher läßt sich die Rechnung noch verbessern? Zu be-rücksichtigen wären noch die Form der Glatze, der Sonnenstand, die Krümmung der Erd-oberfläche, etc. Die besten Versuche veröffentlichen wir im nächsten Sirius. Viel Spaß!



Bradfield und Borelly – die "Weihnatskometen" des Jahres 1987

von Jürgen Beerwein und Erwin Schwab

Außer den Planeten gibt es in unserem Sonnensystem noch die Kometen, die sich auf langgestreckten Ellipsenbahnen um die Sonne bewegen. Kometen werden oft von Amateurastronomen entdeckt. Sie sind zum Zeitpunkt der Entdeckung sehr unscheinbare, winzige und diffuse Objekte. Jährlich werden etwa 10 Kometen neu entdeckt. Die meisten davon bleiben sehr unauffällig und können mit dem bloßen Auge nicht gesehen werden. In den letzten Jahren waren helle Kometen leider Mangelware. Der letzte spektakuläre Komet war Komet West im Jahre 1975. Nicht zuletzt aufgrund seines prächtigen, pfauenartig gespreizten Schweifes wird er als der Jahrhundertkomet bezeichnet.

Er war ein wirklich tolles Ding ohne jedoch – wie Komet Halley – für Schlagzeilen zu sorgen. Halley wurde zum Presse- und Fernsehstar, obwohl er diesmal zu den unscheinbaren Kometenerscheinungen gehörte. Er wäre den Rummel nicht wert gewesen, hätte es nicht die Sonden Giotto und Vega gegeben, die mit Halley erstmals einen Kometen aus nächster Nähe fotografiert und untersucht haben. Halley war nur ca. 15 km groß. Giotto bestätigte die Vermutung, daß ein Komet so etwas wie ein sehr lockerer, schmutziger Schneeball ist. Man konnte schon öfters miterleben, wie Kometen "zu nahe" an der Sonne vorbei flogen und von ihrer Gravitation zerrissen wurden. Ein schönes Beispiel dafür ist der Jahrhundertkomet West. Der Kometenkern zerbrach – Alfred Sturms Auge entging das nicht – eines Nachts in 4 Teile. Ein solches Ereignis erlebt man leider nicht alle Jahre. Meist muß man sich mit langweiligen Vertretern der Gattung Komet zufrieden geben.

Zu diesen zählte auch Komet Borelly 1987 (Foto 1). Er war im Fernrohr nur schwer zu erkennen und hatte auch keinen Schweif. Amateurastronomen treibt aber manchmal der Wahnsinn und so beobachteten wir auch dieses winzige Ding bei klirrender Kälte zur Weihnachtszeit.



Zum Glück gab es aber noch einen zweiten Weihnachtskometen: Bradfield. Er entschädigte uns für den durch Borelly hervorgerufenen Frust. Was Borelly fehlte hatte Bradfield reichlich. Er zeigte nämlich seine beiden Schweife, den Staubschweif und den Gasschweif. Auf dem Bild (Foto 2) erkennt man den Gasschweif sehr gut, der Staubschweif war leider nur schwach.

Wir haben auf unserer Sternwarte den Kometen an drei Tagen beobachtet und auch die Lage die beiden Schweife auf den Sternkarten eingezeichnet. Man erkennt, daß die Schweife in entgegengesetzte Richtung zeigen.

Sind hier etwa die Gesetze der Physik außer Kraft gesetzt? Der Strahlungsdruck der Sonne drückt doch die Ionen des Gasschweifes und die Teilchen des Staubschweifes in die gleiche Richtung weg! Beide Schweife müssen somit der Sonne abgewandt sein.

In diesem Fall treibt unsere Beobachtungsperspektive einen Schabernack mit uns. Der Staubschweif scheint zur Sonne zu zeigen, doch wird dieser Eindruck durch die besondere Lage von Erde, Sonne und Komet vorgetäuscht. Abb. 2 soll dies verdeutlichen.

In Wirklichkeit zeigen natürlich beide Schweife von der Sonne weg. Die Form des Staubschweifes ist jedoch abhängig von der Bewegung des Kometenkopfes und von den unterschiedlichen Beschleunigungen für die verschieden großen Staubteilchen. Der Staubschweif ist somit gekrümmt und kann in manchen Fällen – von der Erde aus gesehen – scheinbar Richtung Sonne zeigen. Bei Bradfield war das der Fall.

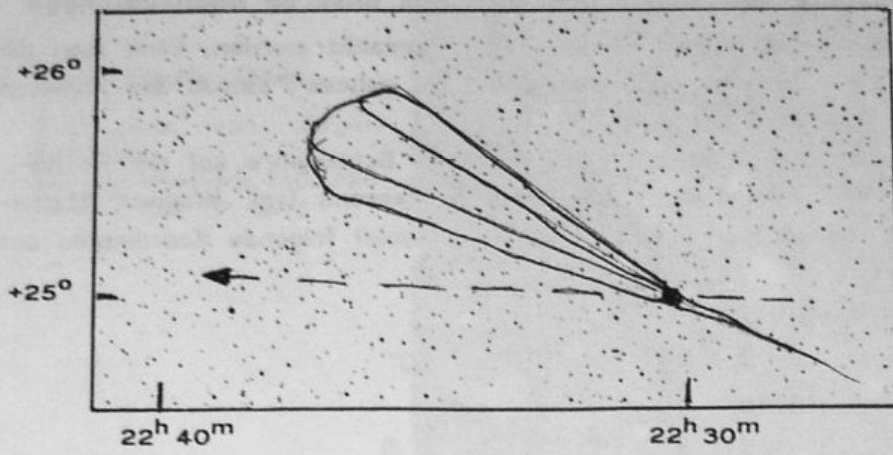
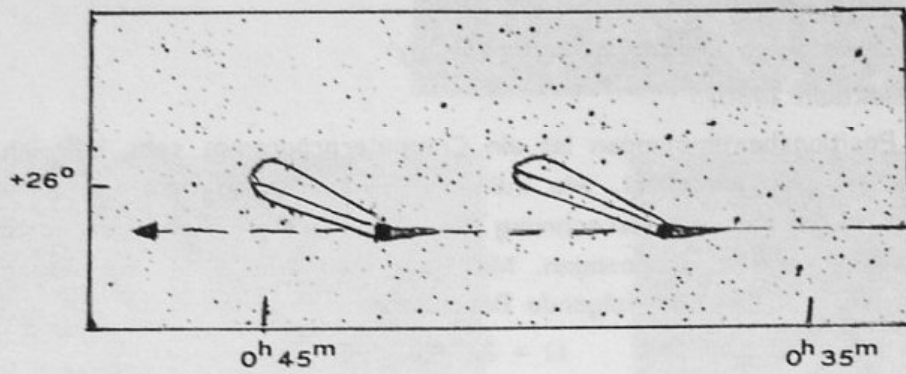


Abb. 1: Komet Bradfield
23.12.1987



13.1.1988 (links)

12.1.1988 (rechts)

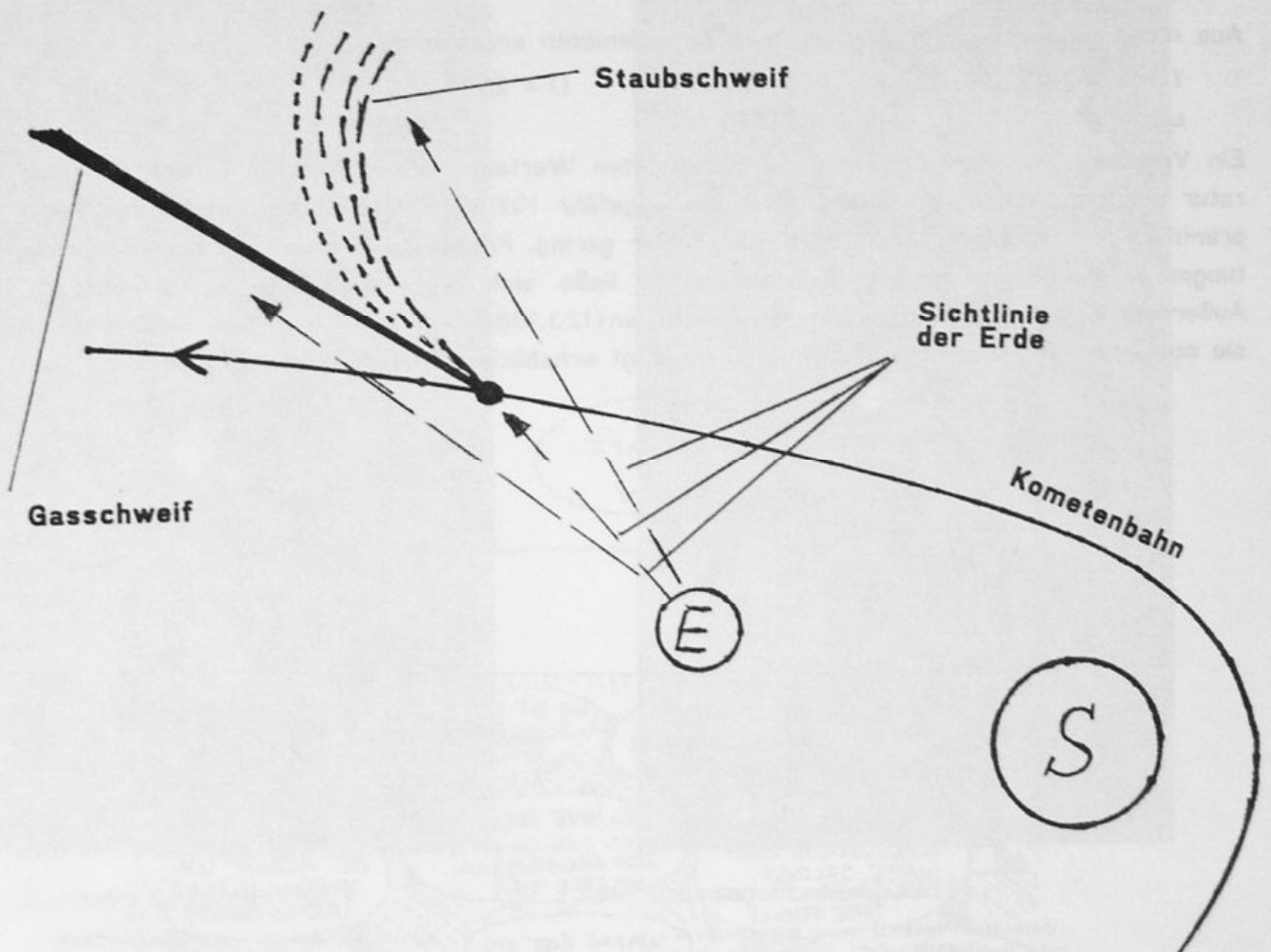


Abb. 2: Staub und Gasschweif eines Kometen aus der Sicht des Beobachters

Berechnung der Bahnelemente von Komet Bradfield aus unseren Beobachtungen

Anhand von drei Fotografien, die an verschiedenen Tagen gemacht wurden, kann man die Bahn eines Kometen berechnen. Zunächst muß man dafür die genaue Position des Kometen auf diesen drei Fotografien ermitteln.

Wir haben die Position des Kometen - ganz einfach - mittels Schieblehre auf der Positivvergrößerung ausgemessen und anhand des Schlesinger-Verfahrens (vgl. Wepner, Mathematisches Hilfsbuch für Studierende und Freunde der Astronomie) folgende Koordinaten des Kometen Bradfield berechnet:

23.12.1987 19.50 - 19.58 UT
 $\alpha = 22^{\text{h}} 30^{\text{m}} 22^{\text{s}},14 \pm 7^{\text{s}}$ $\delta = 24^{\circ} 55' 40'',06 \pm 50''$

12.1.1988 18.05 - 18.13 UT
 $\alpha = 0^{\text{h}} 37^{\text{m}} 43^{\text{s}},45 \pm 0,05^{\text{s}}$ $\delta = 25^{\circ} 59' 58'',57 \pm 0'',6$

13.1.1988 18.15 - 18.27 UT
 $\alpha = 0^{\text{h}} 42^{\text{m}} 57^{\text{s}},35 \pm 1,8^{\text{s}}$ $\delta = 25^{\circ} 56' 58'',68 \pm 30''$

(bezogen auf das Äquinoktium 1950)

Für die Durchführung der Positionsbestimmungen ist ein Computerprogramm sehr hilfreich. Die Autoren haben am eigenen Leib verspürt, wie mühselig es ist, wenn man nur einen einfachen Taschenrechner benutzt. Für die Berechnung der Bahnelemente haben wir dann einen programmierbaren Taschenrechner vorgezogen. Mit Hilfe von Hans Zekl und seinem programmierbaren Taschenrechner haben wir folgende Bahnelemente ermittelt:

$T = 2447110,980$ $i = 39^{\circ},06544$ $\Omega = 257^{\circ},58796$
 $\omega = 92^{\circ},29248$ $\varphi = 1,18665$

Aus der Literatur konnten wir folgende Bahnelemente entnehmen:

$T = 2447106,620$ $i = 34^{\circ},080$ $\Omega = 267^{\circ},356$
 $\omega = 73^{\circ},672$ $\varphi = 0,87094$

Ein Vergleich zwischen den von uns berechneten Werten und den Werten in der Fachliteratur zeigt, daß unser mittlerer Fehler bei ungefähr 10% gelegen hat. Angesichts der recht primitiven Schieblehremethode ist dieser Fehler gering. Könnte man mehr als drei Beobachtungen in die Berechnungen einbeziehen, so ließe sich die Genauigkeit weiter steigern. Außerdem haben unsere zwei letzten Positionen (12.1.1988 und 13.1.1988) den Nachteil, daß sie nur einen Tag auseinander liegen. Dies trägt erheblich zum Fehler von 10% bei.

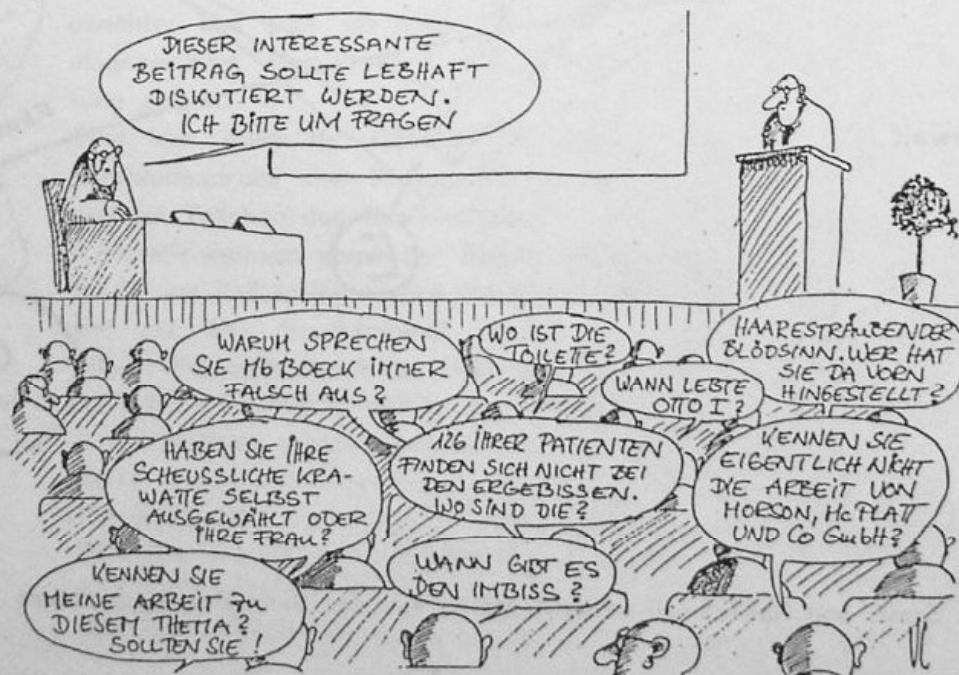


Foto 1: Komet Borelly 1987p

Aufnahme von Jürgen
Beerwein.
Schmidt-Kamera 140/225
10 Min. auf TP 2415



Foto 2: Komet Bradfield 1987s

Aufnahme von Erwin Schwab
am 23.12.1987 19.50-19.58 UT
Schmidt-Kamera 140/225
Norden rechts, Osten oben



Foto 3: Komet Bradfield 1987s

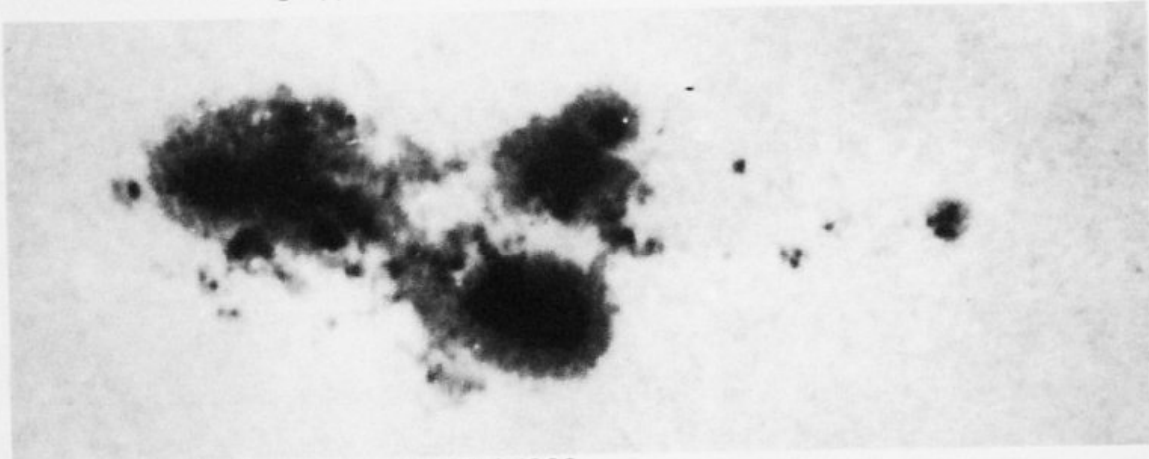
Aufnahme von Erwin Schwab
am 13.1.1988 18.15-18.27 UT
Schmidt-Kamera 140/225
Norden rechts, Osten oben

Beobachtung von Sonnenfleckengruppen über mehrere Sonnenrotationen

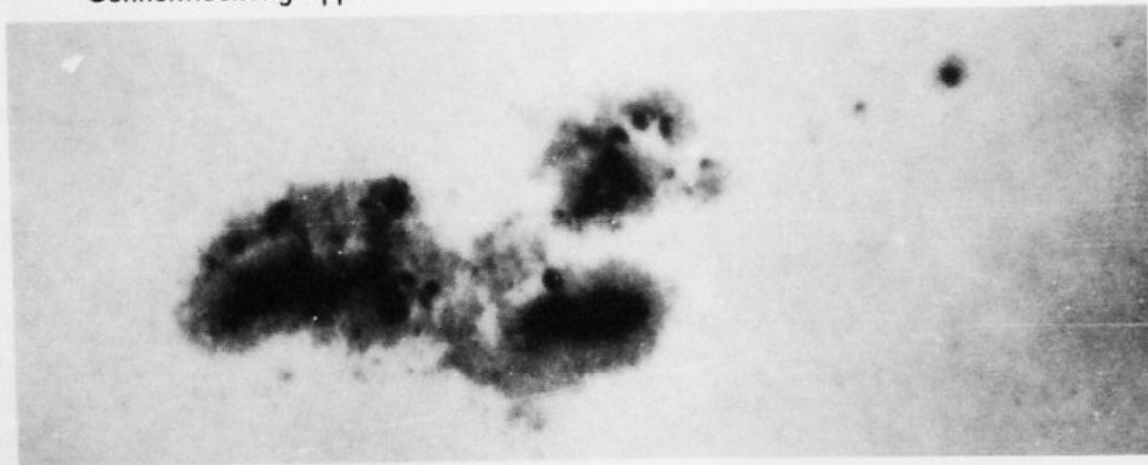
von Erwin Schwab



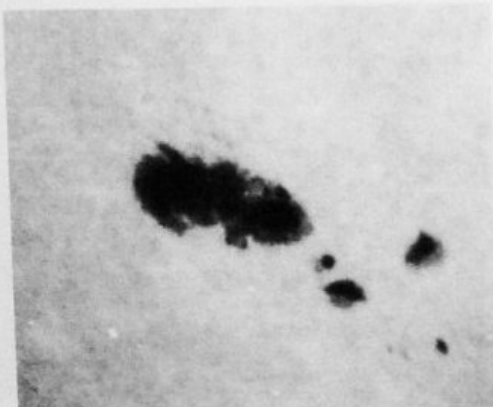
Sonnenfleckengruppe am 26.5.1988



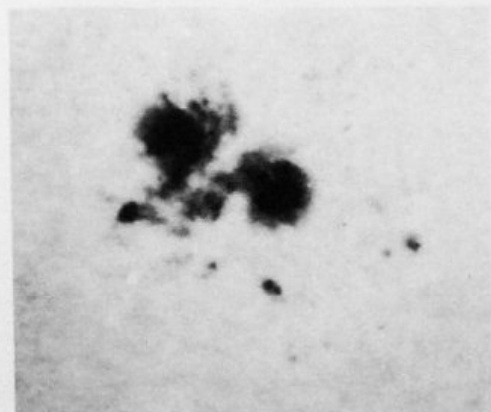
Sonnenfleckengruppe am 30.6.1988



Sonnenfleckengruppe am 2.7.1988



Sonnenfleckengruppe am 26.7.1988



Sonnenfleckengruppe am 28.7.1988

Refraktor 105/1650 und Okularprojektion $f = 10,4$ m. $1/125$ Sek. auf Agfa Ortho 25. Norden oben, Osten links. Aufnahme von Erwin Schwab.

Maßstab:

$10^0 = 40000$ km

Beim Blick durchs Fernrohr auf die Sonne und ihre Flecken hat sich sicher jeder schon die Fragen gestellt: Wie lange leben die Sonnenflecken eigentlich? Wie stark verändert sich ihr Aussehen?

In diesem Artikel soll versucht werden, anhand eines Beispiels zu zeigen, welchen Veränderungen eine Sonnenfleckengruppe während ihres "Lebens" durchlaufen kann. Das Leben eines Sonnenflecks kann sehr kurz sein (wenige Stunden) bis hin zu einigen Monaten. Die wohl langlebigste Sonnenfleckengruppe, die bisher beobachtet wurde, war vom 26. Mai 1948 bis zum 11. November 1948, also über 5 Monate, sichtbar.

Einen Fleck von so langer Lebensdauer zu beobachten ist jedoch nicht so einfach, wie es zunächst scheint, da er sich ja die Hälfte der Zeit auf der Rückseite der Sonne befindet. Er ist dann für uns unsichtbar. Die Sonne hat eine Rotationsdauer von ca. 27 Tagen. Wenn ein Fleck am Westrand verschwindet, dauert es fast 14 Tage, bis er am Ostrand wieder auftaucht. Hat der Fleck sich jedoch in dieser Zeit stark verändert, so kann er durch einfache Beobachtung nicht wieder eindeutig identifiziert werden. Zur eindeutigen Identifizierung eines Flecks müssen zusätzlich Positionsbestimmungen durchgeführt werden.

Auf der Starckenburg-Sternwarte werden die Sonnenfleckenspositionen meist mit der sogenannten Projektionsmethode ermittelt. Hierbei wird die Sonne mittels Fernrohr auf eine Schablone projiziert, es wird die Lage der Flecken markiert und die Nord-Süd-Orientierung der Sonne bestimmt. Auf den Seiten 10 und 11 sind zwei solcher heliographischen Ortsbestimmungen durchgeführt.

Die Position des Flecks Nr. 1 (markierte Stelle)
betrug am

| | |
|-----------|---|
| 30.6.1988 | Heliographische Länge: $360,0^{\circ}$ Heliographische Breite: -19° |
| 28.7.1988 | Heliographische Länge: $358,9^{\circ}$ Heliographische Breite: -19° |

Die Position des Flecks Nr. 2 (markierte Stelle)
betrug am

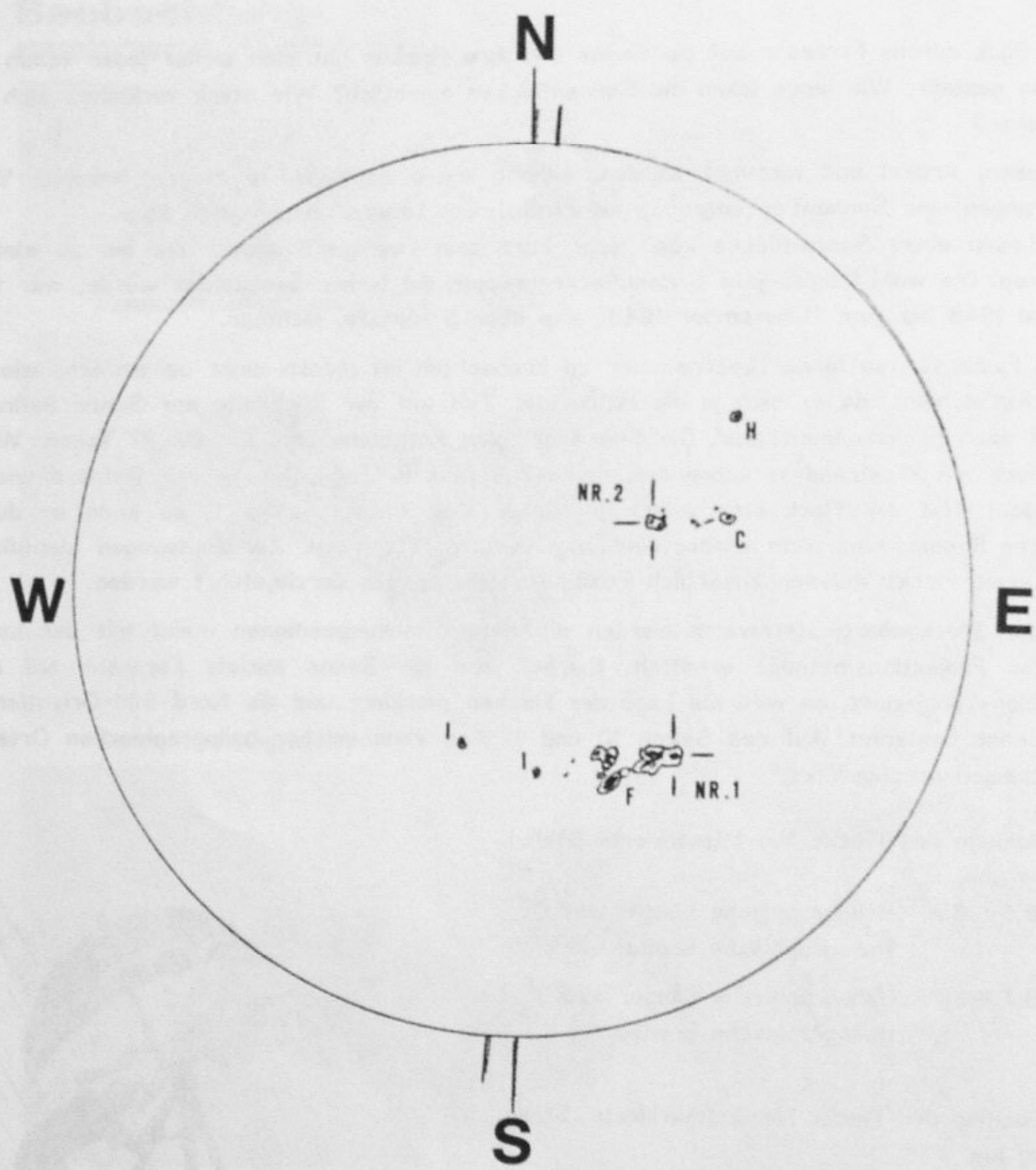
| | |
|-----------|---|
| 30.6.1988 | Heliographische Länge: $6,5^{\circ}$ Heliographische Breite: $12,5^{\circ}$ |
| 28.7.1988 | Heliographische Länge: $10,4^{\circ}$ Heliographische Breite: $12,0^{\circ}$ |



Erwin Schwab bei der Sonnenbeobachtung

Der Fehler der Messungen beträgt $\pm 1^{\circ}$. Man kann also mit Sicherheit sagen, daß diese beiden Sonnenflecken(gruppen) länger als eine ganze Sonnenrotation bestanden haben. Die Fotografien auf S. 8 zeigen die Fleckengruppe Nr. 1. Sie war sogar über 3 Sonnenrotationen sichtbar.

Wenn man nun über mehrere Monate hinweg regelmäßig die Sonne beobachtet, kann man anhand der ermittelten Sonnenfleckenspositionen eine die ganze Sonne erfassende Karte erstellen - die synoptische Karte. Aufgetragen wird die heliographische Breite gegen die heliographische Länge. Auf S. 12 befindet sich ein Beispiel für eine synoptische Karte. Die Flecken, die mit einem Pfeil gekennzeichnet sind, waren über 2 Rotationen sichtbar.



Beobachtung vom 30.6.1988 13⁰⁰ U.T.
 Luftunruhe: 2 Durchsicht: 2 Wolken: 0
 Instrument: Refraktor D=70mm f=1200mm

$P = -3,05^{\circ}$
 $B_0 = +2,81^{\circ}$
 $L_0 = 29,6^{\circ}$

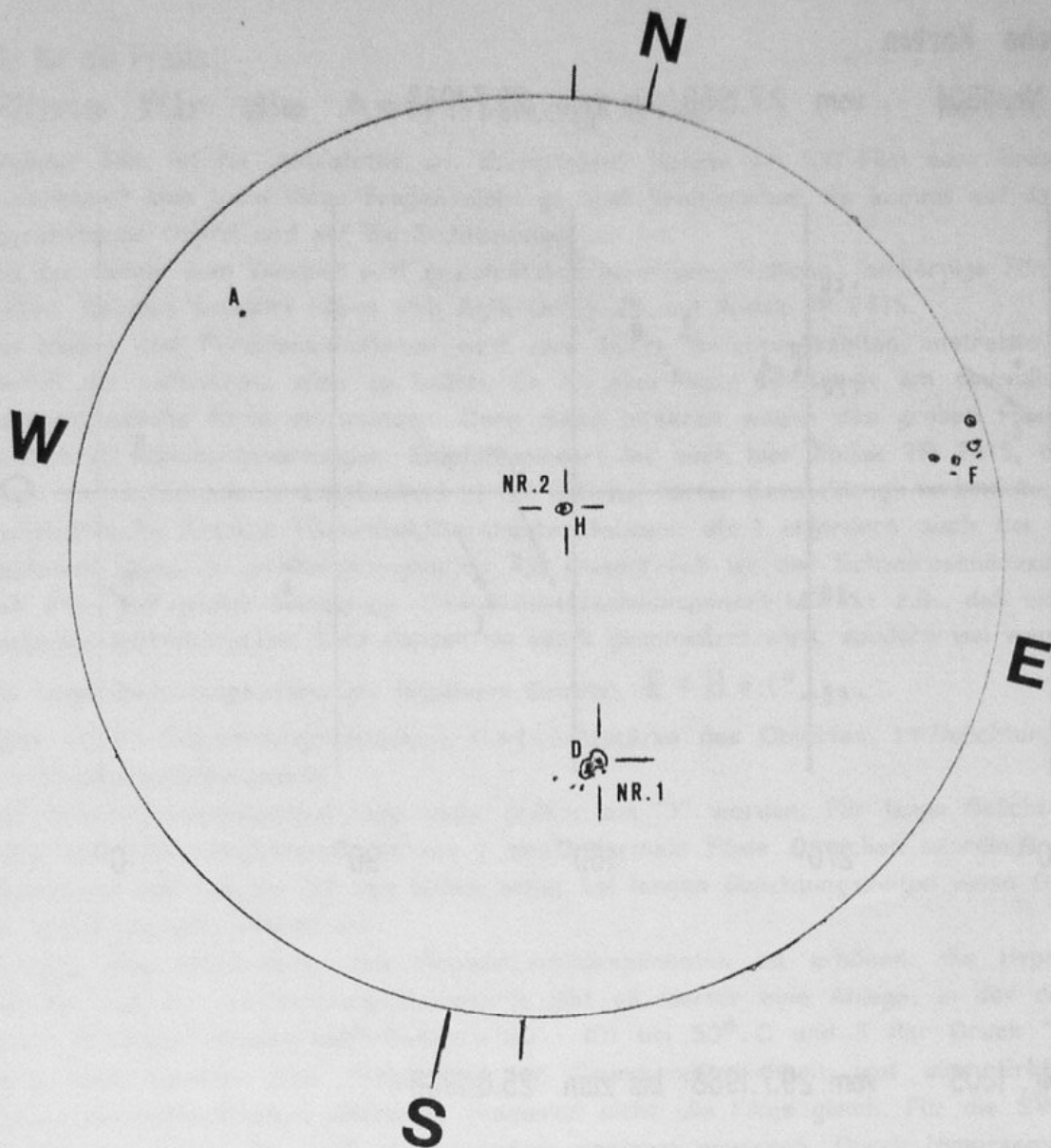
Position Fleck Nr. 1: $L = 360,0^{\circ}$
 $B = -19^{\circ}$

Position Fleck Nr. 2: $L = 6,5^{\circ}$
 $B = +12,5^{\circ}$

Re: 125/6 Re_{Nord}: 50/3 Re_{Süd}: 75/3

$L_{Koor.} 13^{00}:22,45^{\circ}$

H2, C10, H8, F40, I3, I2



Beobachtung vom 28.7.1988 13⁴⁵ U.T.
 Luftunruhe: 2 Durchsicht: 2 Wolken: 0
 Instrument: Refraktor D=70mm f=1200mm

$P = +9,29^{\circ}$
 $B_0 = +5,51^{\circ}$
 $L_0 = 19,09^{\circ}$

Position Fleck Nr. 1: $L = 358,9^{\circ}$
 $B = -19,1^{\circ}$

Position Fleck Nr. 2: $L = 10,4^{\circ}$
 $B = +12,0^{\circ}$

Re: 70/4
 F16, D12, H1, A1

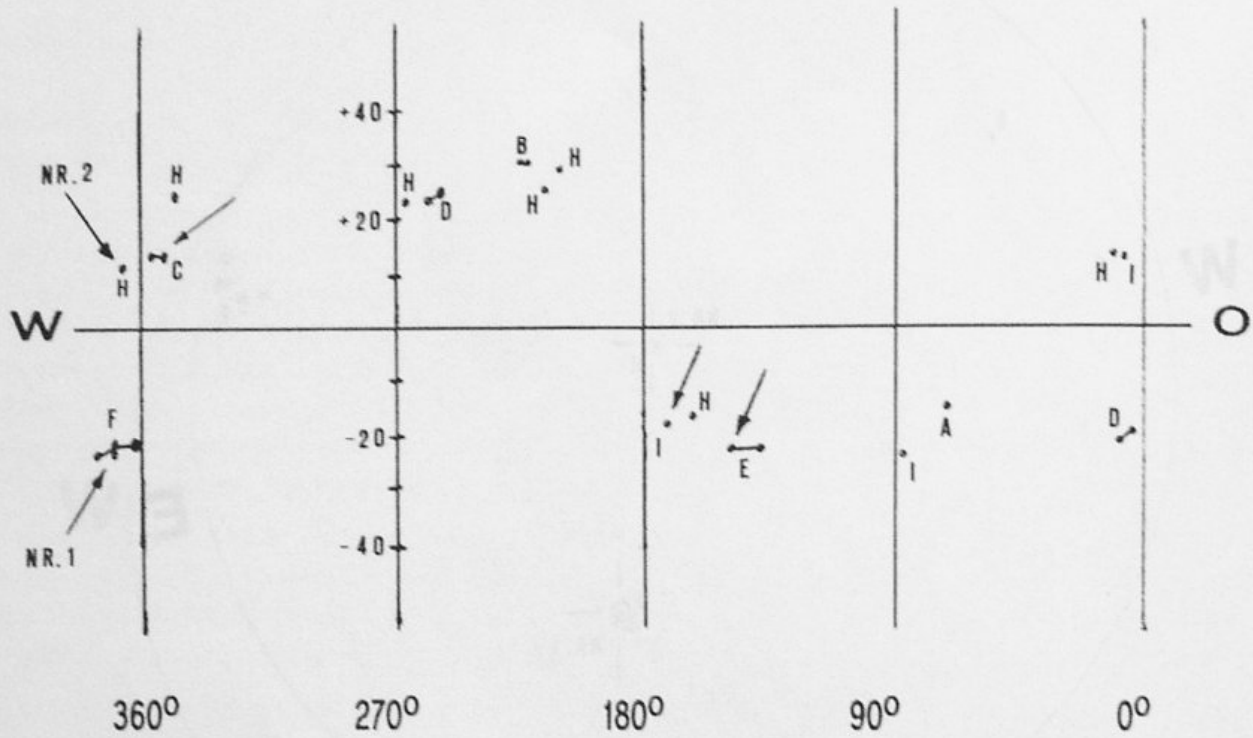
Re_{Nord}: 48/3

Re_{Süd}: 22/1

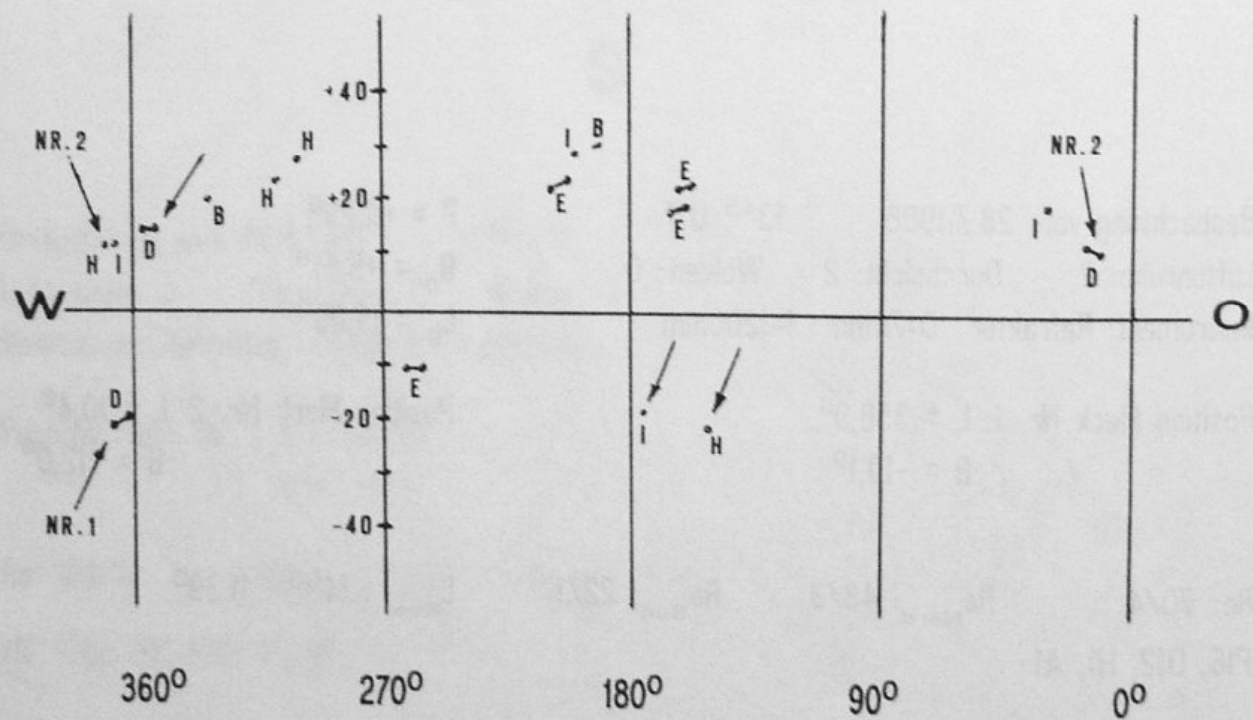
$L_{Koor.} : 14^{00} : 11,39^{\circ}$

Synoptische Karten

Rotations Nr. 1804 vom 2.7.1988 bis zum 29.7.1988



Rotations Nr. 1805 vom 29.7.1988 bis zum 25.8.1988



Tip für die Praxis:

Filme für die Astrofotografie

von Peter Geffert

Welcher Film ist für Astrofotos am sinnvollsten? Nehme ich SW-Film oder besser einen Farbdiafilm? Man kann diese Fragen nicht generell beantworten. Es kommt auf das zu fotografierende Objekt und auf die Sichtbedingungen an.

Bei der Sonne zum Beispiel sind grundsätzlich niedrigempfindliche, feinkörnige Filme vorzuziehen. Bestens bewährt haben sich Agfa Ortho 25 und Kodak TP 2415.

Bei Mond- und Planetenaufnahmen wird man kurze Belichtungszeiten anstreben, um den Einfluß der Luftunruhe klein zu halten. Es ist aber nicht unbedingt am sinnvollsten, hier hochempfindliche Filme einzusetzen. Denn diese besitzen wegen des groben Filmkorns ein schlechtes Auflösungsvermögen. Empfehlenswert ist auch hier Kodak TP 2415, der feines Korn mit noch mittlerer Empfindlichkeit (21 DIN bei harter Entwicklung) verbindet.

Lichtschwache Objekte (Gasnebel, Sternhaufen, Galaxien etc.) erfordern auch bei hochempfindlichen Filmen lange Belichtungszeiten. In diesem Fall ist der Schwarzschildexponent eines Films von großer Bedeutung. Der Schwarzschildexponent bewirkt z.B., daß ein Film bei doppelter Belichtungszeit nicht doppelt so stark geschwärzt wird, sondern viel weniger.

Für lange Belichtungszeiten gilt folgendes Gesetz: $E = H * t^s$

Dabei ist E = Schwärzungsvermögen, H = Leuchtstärke des Objektes, t = Belichtungszeit und s = Schwarzschildexponent.

Der Schwarzschildexponent kann nicht größer als "1" werden. Für lange Belichtungszeiten wäre ein Schwarzschildexponent von 1 ideal. Normale Filme erreichen allerdings nur einen Exponenten von 0,6 bis 0,7 und büßen somit bei langen Belichtungszeiten einen Großteil ihrer Anfangsempfindlichkeit ein.

Es gibt eine Möglichkeit, den Schwarzschildexponenten zu erhöhen: die Hypersensibilisierung. Auf der Starkenburg-Sternwarte gibt es hierfür eine Anlage, in der der Film in einem Stickstoff-Wasserstoff-Gemisch (90 : 10) bei 50° C und 3 Bar Druck "gebacken" wird. Dies bewirkt eine Steigerung der Grundempfindlichkeit und eine Erhöhung des Schwarzschildexponenten. Allerdings reagieren nicht alle Filme gleich. Für die SW-Fotografie hat sich Kodak TP 2415 als besonders geeignet erwiesen. Durch Hypersensibilisierung steigt der Schwarzschildexponent von 0,7 auf 0,85. Bei langen Belichtungszeiten beträgt der Empfindlichkeitsgewinn das 15-50-fache gegenüber unbehandeltem Film. Hypersensibilisierter Kodak TP 2415 hat die Astroemulsionen Kodak 103-a in der Amateur-Astrofotografie weitgehend verdrängt, da er bei ähnlicher Empfindlichkeit feineres Korn besitzt.

Man kann auch Diafilme hypersensibilisieren. Doch kann es wegen des 3-schichtigen Aufbaus der Emulsion zu Farbverschiebungen kommen. Allerdings ist die Empfindlichkeitssteigerung viel geringer als bei Kodak TP 2415. Auch ist die Haltbarkeit der sensibilisierten Diafilme trotz Lagerung im Tiefkühlfach nur auf wenige Tage begrenzt. Für eigene Versuche sei die folgende Tabelle ein erster Anhalt:

| Film | ASA | Dauer d. Hypersens. | Empfindlichkeitssteigerung bei gleicher Belichtungszeit |
|----------------|-----|---------------------|---|
| Kodak TP 2415 | 50 | 36 - 48 h | 3-4 Größenklassen |
| Kodak Tri-X | 400 | 15 - 18 h | 2-2,5 Größenklassen |
| Ilford HP5 | 400 | 7 - 9 h | 2,5-3 Größenklassen |
| Kodak 103a-E | 100 | 4 - 5 h | 1 Größenklasse |
| Kodak 103a-F | 100 | 5 - 6 h | 1 Größenklasse |
| Kodak 103a-O | 100 | 6 h | 1 Größenklasse |
| Ektachrome 200 | 200 | 9 - 11 h | 1-2,5 Größenklassen |
| Ektachrome 400 | 400 | 6 - 7 h | 1-2,5 Größenklassen |
| Fujichrome 100 | 100 | 5 - 6 h | 1-2,5 Größenklassen |
| Fujichrome 400 | 400 | 5 h | 1-2 Größenklassen |

Vorbemerkung (von Hartmut Eckstein)

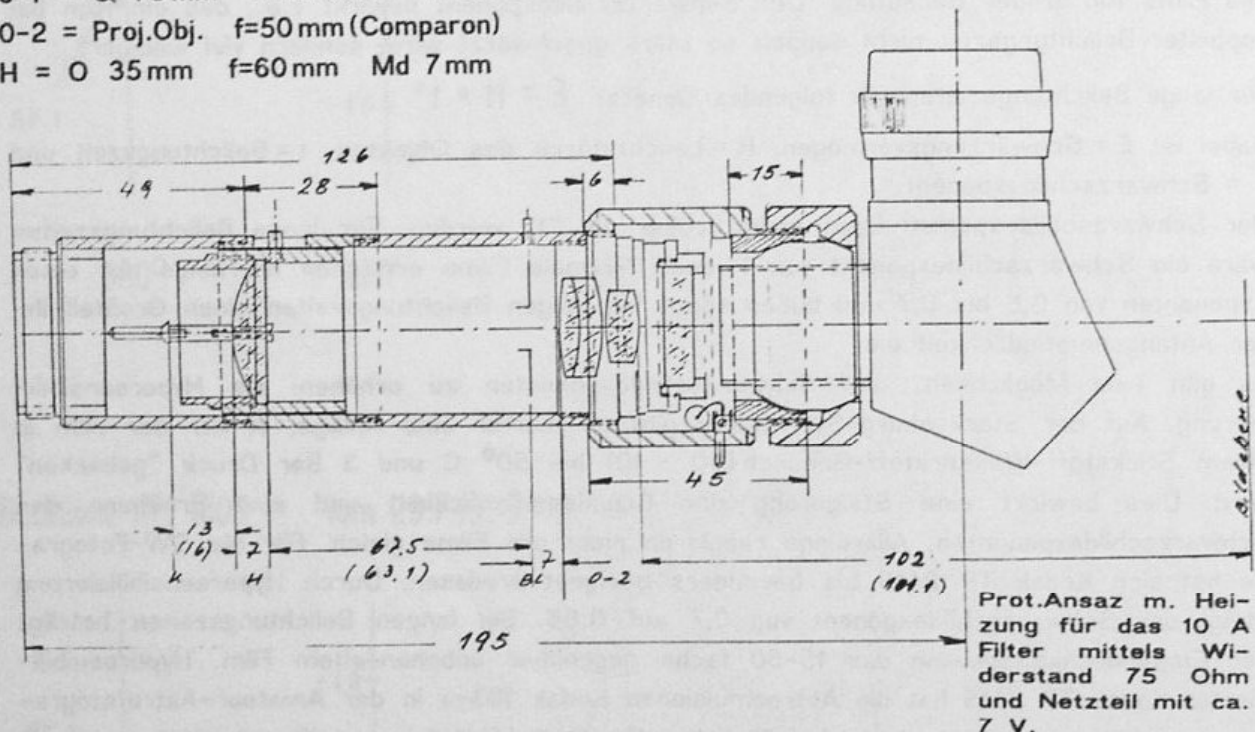
Werner Hartkop hat seit 1985 zahlreiche funktionierende(!) Protuberanzenansätze gebaut. Ausgehend vom Grundprinzip eines Protuberanzenansatzes hat er eigene Konstruktionsideen entwickelt und ausprobiert. Die hier von ihm vorgestellten Konstruktionsvorschläge sind nicht am grünen Tisch entstanden, sondern kommen aus der Praxis. Ihre Realisierung erfordert eine Drehbank und Grundkenntnisse in der Feinmechanik. Die Konstruktionsbeschreibungen enthalten für den Praktiker wertvolle Kniffe. Bleibt zu erwähnen, daß auch der Protuberanzenansatz der Starckenburg-Sternwarte aus der Hand von Werner Hartkop stammt.

Konstruktionsvorschläge für Protuberanzenansätze

von Werner Hartkop

1. Konstruktionsvorschlag:

O-1 = Ø 60mm f=530mm K bis H 13 mm (2 Hilfslinse in separaten Hülsen wegen
O-1 = Ø 75mm f=1200mm K bis H 16 mm kleineren Bohrung in der H für f=530mm)
O-2 = Proj.Obj. f=50mm (Comparan)
H = O 35mm f=60mm Md 7mm



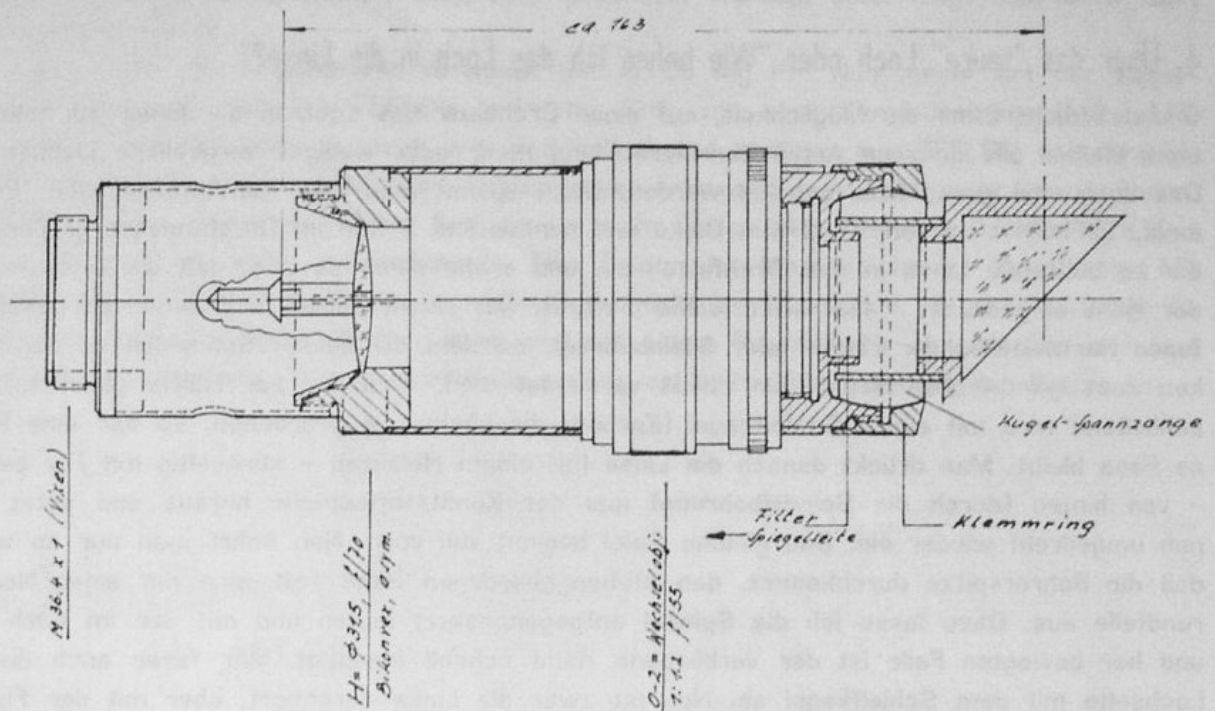
So geht es auch!

2. Konstruktionsvorschlag:

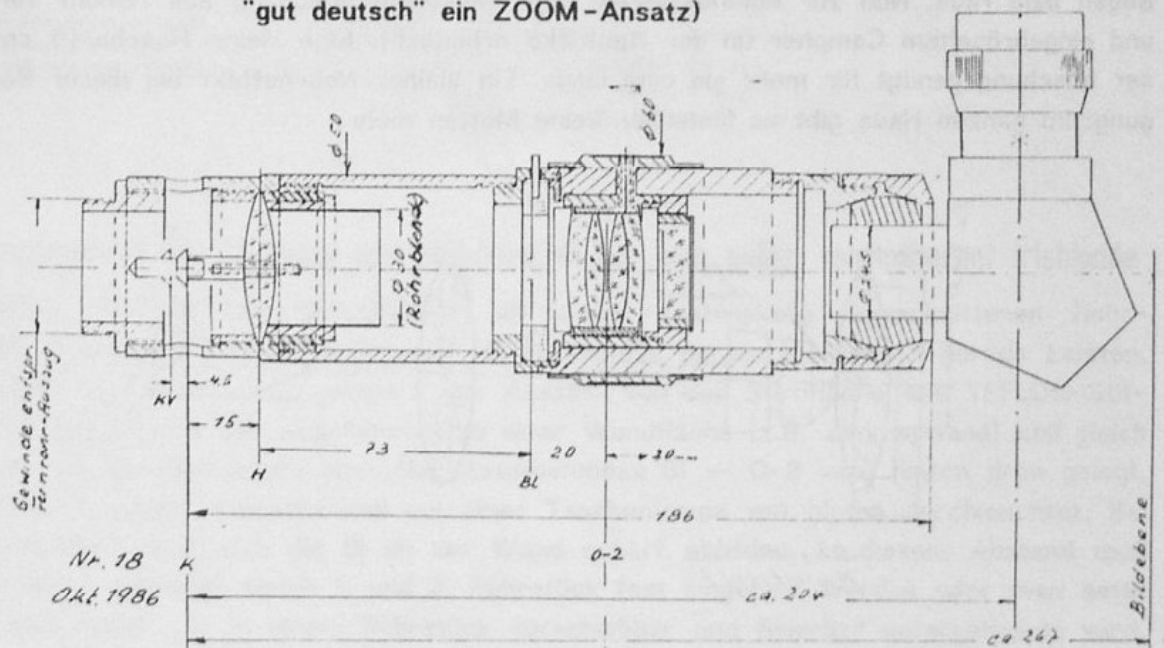
Der Protuberanzenansatz besteht aus einem unverändertem Wechselobjektiv (hier 1,2/55), vergüteter Bikonvexlinse (asymmetrisch) als Hilfslinse, dem 90° Prisma und einem orthoskopischen Okular mit f=25 mm. Die Blende ist vorhanden, sie sitzt im Objektiv und sie sitzt gut dort. In der durchbohrten Hilfslinse steckt ein mit einer M2 Gewindestange verstärkter Stift aus **TEFLON**. Die Kegelblende wird nur eingesteckt. Wärmeprobleme treten damit nicht mehr auf. Das O 22 mm lichte Weite (außen O 25 mm) messende Filter wird hinter dem Objektiv untergebracht. Der Ansatz, in das Auszugsrohr des Fernrohrs eingeschraubt, sitzt fest. Die Kugelspanneinrichtung, die an Stelle einer Exzentervorrichtung vorgesehen ist, erleichtert die Handhabung. Eine Hand genügt zur Bedienung, mit der anderen Hand hält man sich am ... oder das Fernrohr fest. Mit dieser Vorrichtung läßt sich der Sonnenrand bequem "abfahren". Sollte sich einmal eine Riesenprotuberanz an den Gesichtsfeldrand verirrt haben, so kann man sie in die Gesichtsfeldmitte einstellen.

Durch Verschieben des Prismas in der Kugelspannzange oder des Okulars in der Steckhülse wird auf die Kegelblende fokussiert. Die Klemmung erfolgt mittels Klemmring. Keine Banke! Die Klemmung hält und wackelt nicht. Nicht unerwähnt bleiben soll eine gewisse Bildgrößenverstellung mit dem Entfernungseinstellung des Objektivs.

Diesen Ansatz habe ich an einem 60/910 Kaufhaus-Refraktor und an dem 75/1200 Uni-tron-Compact (ein Schaer-Refraktor) mit entsprechend auswechselbaren Kegelblenden "eingearbeitet". Keine Rede davon, daß die Alu-belegten Spiegel die Protuberanzen zerstrahlen. Schon wegen der kurzen Bauart ist dieses Fernrohr bestens geeignet. Ein Filter mit einer HWB von 1 nm ist nicht unbeteiligt an dem kontrastreichen Bild. Der Durchmesser des Sonnenbildes in der Bildebene liegt je nach Jahreszeit zwischen 10,2 mm und 10,6 mm.



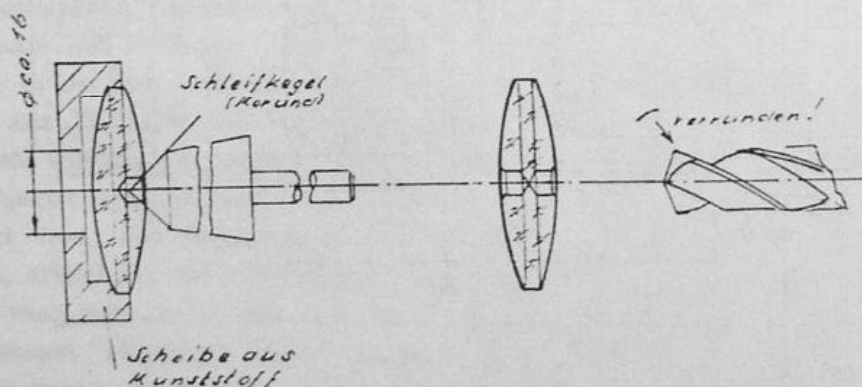
3. Konstruktionsvorschlag: Ein Protuberanzenansatz mit verstellbarem Sonnendurchmesser (auf "gut deutsch" ein ZOOM-Ansatz)



Der ZOOM-Ansatz wird an Refraktoren mit Brennweiten von 910 - 1500 mm verwendet. Die Kegelblenden werden entsprechend der Brennweite ausgewechselt. In der durchbohrten Hilfslinse ($\varnothing = 40$ mm, $f = 65$ mm, bikonvex) steckt der mit einer Gewindestange verstärkte Aufnahmestift (TEFLON) für die Kegelblende. Das O-2 besteht aus 2 Achromaten mit $\varnothing = 30$ mm und $f = 150$ mm in einer Hülse, die von außen über einen Ring um 20 mm bewegt werden kann. Das Pentaprisma steckt in einer 6-fach geschlitzten, zylindrisch durchbohrten, abgeflachten Kugel aus Polyamid. Durch Anziehen des hinteren Klemmringes wird das Prisma in jeder Stellung fest gehalten. Der Sonnendurchmesser beträgt in der Bildebene 19-28 mm bei 1500 mm Brennweite des Fernrohrobjektivs.

4. Über das "teure" Loch oder "Wie bohre ich das Loch in die Linse?"

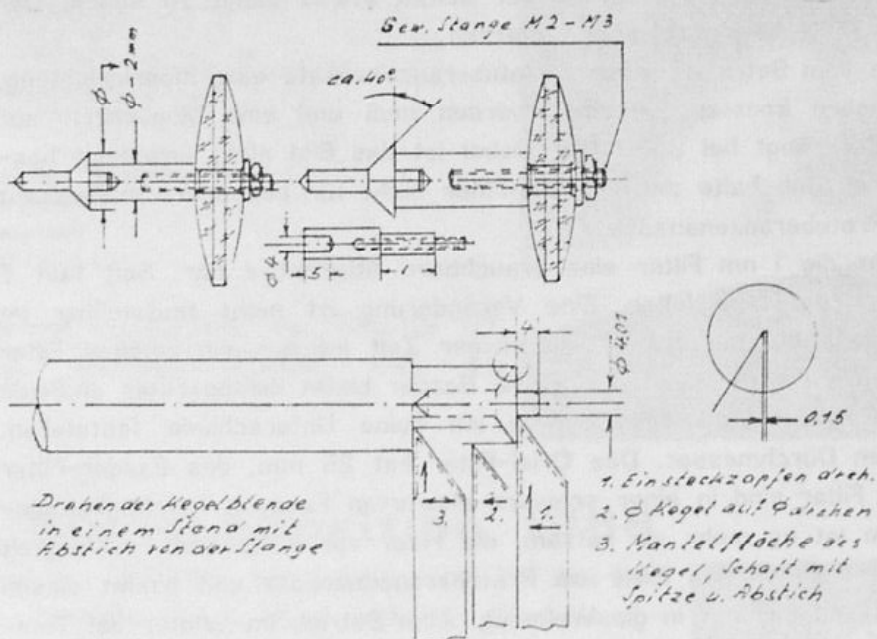
Grundsätzlich: Ohne die Möglichkeit, auf einer Drehbank das Loch in die Linse zu bekommen, bleiben alle anderen Arten der Herstellung mehr oder weniger vergebliche Liebesmüh. Das Loch muß genau axial gebohrt werden. Dazu spannt man eine Kunststoffscheibe (Polyamid, TEFLON o.ä.) von 10-12 mm Dicke und mindestens 5 mm im Durchmesser größer als die zu bohrende Linse in das Drehfutter ein und drehe diese so aus, daß die Linse - mit der Hand eingedrückt - fest sitzt (siehe Skizze). Mit einem scharf und zentrisch geschliffenen Hartmetallbohrer (Glas- oder Steinbohrer), an dem die beiden Schneiden an den Ecken zum zylindrischen Schaft hin etwas verrundet sind, wird bis zur Hälfte gebohrt. Anschließend wird mit einem Schleifkegel (Korund) die Lochkante gebrochen, so daß eine kleine Fase bleibt. Man drückt danach die Linse mit einem Holzstab - stirnseitig mit Filz belegt - von hinten (durch die Spindelbohrung) aus der Kunststoffschiene heraus und setzt sie nun umgedreht wieder ein. Das gleiche Spiel beginnt von vorn. Nun bohrt man nur so weit, daß die Bohrerspitze durchkommt, den stehengebliebenen Rand feilt man mit einer Nagelrundfeile aus. Dazu lasse ich die Spindel entgegengesetzt laufen und mit der im Loch hin und her bewegten Feile ist der verbliebene Rand schnell beseitigt. Wir fassen auch die 2. Lochseite mit dem Schleifkegel an. Nun ist zwar die Linse durchbort, aber mit der Flucht beider (halb durchbort) Löcher kann es hapern. Daher wird das Loch noch mit einer hartmetallbestückten Bohrstange ausgedreht. Die Drehzahl der Drehbankspindel beim Bohren und Drehen beträgt 200 U/min. Beim Bohren und Drehen muß laufend gekühlt werden, um den Bohrschlamm zu entfernen. Ist auch etwas Fingerspitzengefühl vorhanden, hat man den Bogen bald raus. Nun zur Kühlflüssigkeit: eine gesättigte Mischung aus reinem Terpentinöl und eingebröseltem Campher (in der Apotheke erhältlich). Eine kleine Flasche (5 cm^3) dieser Mischung genügt für mehr als eine Linse. Ein kleiner Nebeneffekt bei dieser Beschäftigung: im ganzen Haus gibt es hinterher keine Motten mehr.



5. Über die Befestigung der Kegelblende an der Hilfslinse

Durch die Brennpunktlage auf dem Rand der Kegelblende werden Temperaturen erreicht, die - je nach Brennweite und Öffnung der Fernrohroptik - gewaltig ansteigen. Eine metallische Verbindung (Kegelblende, Hilfslinse über Schraube, Gewindestab ect.) leitet die Wärme fast vollständig in die Hilfslinse. Durch Politur der Mantelfläche der Kegelblende strahlt sicher etwas Hitze ab, aber genügt das, um Formänderung der Linse und Längendehnung der Verbindungselemente zu vermeiden? Die immer wieder notwendige Nachfokussiererei spricht dagegen. Außerdem ist es trotz vorsichtigster Politur nicht auszuschließen, daß die Kreisform (Rand der Kegelblende) unrund wird. Die Mantelfläche kann zwar durch Aufbringen dauerhafter Schichten (Chrom, Nickel, o.ä.) geschützt werden, doch fragt sich auch hier: wo bleibt die Form?

Als Material für die Kegelblenden verwende ich Al Cu Mg Pb. Nun meine Art der Kegelblendenbefestigung: ein aus TEFLON gedrehter Stift, mit einer Gewindestange (M2 - M3) verstärkt, in die Hilfslinse gesteckt, mit U-Scheiben und Muttern aus TEFLON verschraubt, unterbindet jeglichen Wärmefluß. Eine Fokuskorrektur braucht nun nicht mehr stattzufinden, die Hilfslinse ist keiner extremen Temperatur mehr ausgesetzt. Die Kegelblende wird nun eingesteckt und ist leicht auszuwechseln. Eine Politur der Mantelfläche ist überflüssig. Mit der Zeit ist an der Mantelfläche zum Rand hin nicht zu übersehen, welche Wirkung die Sonne hat. Fett oder Schweiß der Finger sind mit einem Fensterleder abzuwischen und zum Wechseln der Kegelblenden faßt man diese an der schlanken Verlängerung der Spitze an.



6. Die Bestimmung des Abstands von Hilfslinse(H) zur (von außen verstellbaren) Irisblende

Die Hilfslinse wird mit dem TEFLON-Stift an einem rechtwinklig abgeschnittenen Rohrstück befestigt und auf einer U-Schiene (2 zueinander parallel befestigte gerade Leisten, ein Balkenauszug tut es auch) gelagert. Der Abstand von der Stirnfläche des TEFLON-Stiftes (gleich Anlagefläche der Kegelblende) zu einer Wandfläche (z.B. Zimmerwand) soll gleich der Brennweite des Refraktors sein. Der Zusammenbau BI - O-2 wird hinten dran gelegt, auf gleiche Mittenhöhe gebracht und mit einer Taschenlampe von hinten durchleuchtet. Bei richtigem Abstand muß sich die BI an der Wand scharf abbilden. In diesem Abstand muß die H entweder zwischen einem 1. und 2. Rohrstück fest eingebaut werden oder man setzt die H in eine Hülse, die in einem Rohrstück verschiebbar und fixierbar untergebracht wird.

Bei einer späteren Kontrolle, wenn der Protuberanzenansatz am Fernrohr sitzt und man auf die Objektivfrontseite eine transparente Papierscheibe gelegt hat, wird sich beim Durchleuchten auch hier die BI scharf abbilden.

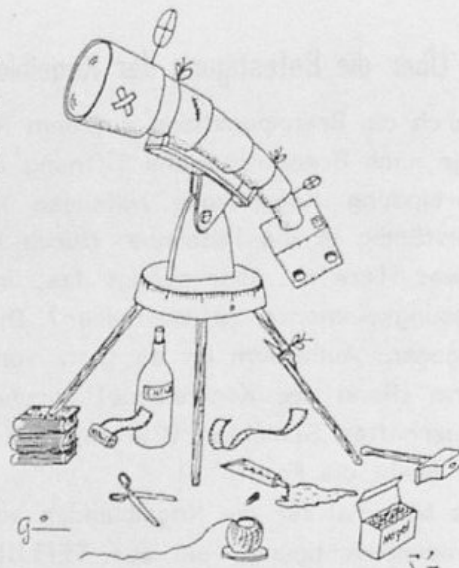
Der Durchmesser der Kegelblende errechnet sich wie folgt:

Winter: $0,00948 \cdot f(O-1)$

Sommer: $0,00917 \cdot f(O-1)$

Anzahl der Kegelblenden:

| | | |
|------------|-------------|---------|
| $f(O-1) =$ | 910-1000 mm | 1500 mm |
| visuell | mind. 6 | 12 |
| fotogr. | 12 | 12 |



Werner Hartkops neueste Kreation:
Der Großformat-Protuberanzenansatz

7. Das H_{α} - Interferenzfilter

Meine Erfahrungen habe ich mit 3 nm Schott-Filtern, 0,5 nm und 1 nm Filtern von Oriol, Darmstadt und neuerdings auch mit 1 nm Filtern der Fa. Baader, München gemacht.

Die Schott-Filter mit $O = 30$ mm sind, wenn man sich in Höhen ab 800 m bei guter Luft aufhält, brauchbar. Im südhessischen Flachland ist nur selten etwas damit zu sehen. Der Preis lag vor 3 Jahren bei 377,- bei sehr langer Lieferzeit.

Die 0,5 nm Filter benötigen zum Betrieb in einem Protuberanzenansatz eine Kippeinrichtung, eine Heizung, die einigermaßen konstant gehalten werden muß und eine Möglichkeit zur Drehung. Der Preis des Filters liegt bei 2500 DM. Dabei ist das Bild nicht unbedingt besser als bei einem 1 nm Filter. Ich halte das 0,5 nm-Filter nicht für besonders interessant zur Verwendung in einem Protuberanzenansatz.

So stellen meines Erachtens die 1 nm Filter eine brauchbare Alternative dar. Seit fast 5 Jahren beobachte ich mit einem Oriol-Filter. Eine Veränderung ist nicht feststellbar im Vergleich zu 2 jüngeren Filtern gleicher HWB. Seit einiger Zeit ist nun ein zweiter Filter auch mit der HWB von 1 nm auf dem Markt. Die Firma Baader bietet dieses Filter an. Beide Filter sind in der Leistung gleich, jedenfalls konnte ich keine Unterschiede feststellen. Unterschiede gibt es aber im Durchmesser. Das Oriol-Filter hat 25 mm, das Baader-Filter 31,8 mm Durchmesser. Die Filter sind in einer schwarz eloxierten Fassung feuchtigkeitsgeschützt eingebaut. Trotzdem ist es mehr als ratsam, die Filter vor Kälte und Feuchtigkeit zu schützen. Am besten beläßt man den Filter im Protuberanzenansatz und nimmt diesen nach Gebrauch vom Fernrohr ab und mit in die Wohnung. Zum Betrieb im Winter bei Temperaturen um 0° C und darunter benutze ich eine "Umhüllheizung", bestehend aus mit Alufolie ausgekleideten Papprohren. Ein Rohr wird über den Protuberanzenansatz geschoben, welches im Bereich O-2/Filter ein Loch mit einem Rohrstopfen nach unten besitzt. In einem zweiten Rohr (aufschiebbar auf den Stopfen) ist eine 25 Watt Nähmaschinenbirne befestigt, die in brennendem Zustand für die Wärmezufuhr sorgt. Damit erreiche ich die Temperatur, wie sie auf den Prüfsertifikaten, die allen Filtern beigegeben sind, vermerkt ist. Das Filter selbst ist in jedem Fall in einer Fassung, ausgefüttert mit Selbstklebesamt, untergebracht, so daß auf keinen Fall eine Metall-Metall-Verbindung entsteht. Die Heizung wird mit einem Thermostat geregelt.

- Bezugsquellen:
- 1) L.O.T. Laser Optik Technologie, Im Tiefen See 58, 61 Darmstadt (früher Fa. Oriol)
 - 2) Fa. Baader Planetarium KG, Hartelstr. 30, 8000 München 21

7. Programm zur Errechnung von Abständen und Durchmessern der Blenden und Linsen im Protuberanzenansatz (Sharp PC-1261)

```

10: "X" : WAIT: USING "*****" : CLS
20: PRINT "PROT. ANSATZ - BERECHNUNG"
30: INPUT "BRENNWEITE 0-1 = "; OA
40: INPUT "DURCHMESSER 0-1 = "; O
50: INPUT "BRENNW. HILFSL. = "; H
60: INPUT "DICKE V. HILFSL. = "; DH
70: INPUT "ABST. KEGELBL. BIS H = "; KH
80: INPUT "ABST. IRISBL. BIS 0-2 = "; BO
90: A = OA + KH; OE = A * H / (A - H)
100: GB = O * H / (A - H)
110: CK = OA * .00948; KK = OA * .00917
120: KV = KH * H / (KH - H); KV = KV * -1
130: VF = KV / KH
140: OO = KV + DH + OE + BO; OB = OO / 2
150: SW = GK * OO / (KV - OO); SW = SW * -1
160: SS = KK * OO / (KV - OO); SS = SS * -1
170: AB = OO * OB / (OO - OB)
180: BB = KH + DH + OE + BO + AB
190: PRINT "NUN AUFSCHREIBEN!"
200: PRINT "ABST. H-R = "; OF; "MM"
210: PRINT "RAND 0-1 WIRD AUSGEBL. AB
IRISBL. ÖFFNUNG = "; GB; "MM"
220: PRINT "GR. K. BL. = "; GK
230: PRINT "KL. K. BL. = "; KK
240: PRINT "KEGELBL. VIRT. = "; KV; "MM"
250: PRINT "VERGR. FAKTOR = "; VF; "x"
260: PRINT "BRENNWEITE 0-2 = "; OB; "MM"
270: PRINT "WINTERSONNE = "; SW; "MM"
280: PRINT "SOMMERSONNE = "; SS; "MM"
290: PRINT "ABST. KV BIS 0-2 = "; OO; "MM"
300: PRINT "ABST 0-2 BIS BILDEBENE = "; AB; "MM"
310: PRINT "BAULG. VON RAND KEGELBL. —
BILDEBENE = "; BB; "MM"

```

Adresse des Verfassers:
Eysenbachstr. 2
61 Darmstadt
☎ 06151/54612

Protuberanz am 5.4.1987 um 17.18 Uhr UT
Aufnahme von Werner Hartkop,
Refraktor 80/1500 H_{α} = 1nm, 1/15 Sek.
auf TP 2415, Luft 3-4

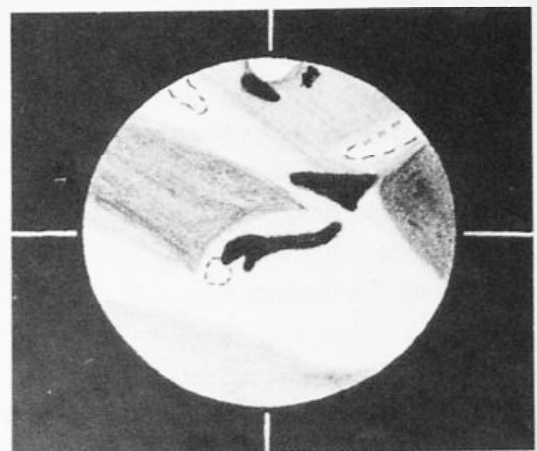


Die Marsopposition 1988

1988 war das Marsjahr des Jahrhunderts für den Beobachter in Mitteleuropa. Auch auf der Starkenburg-Sternwarte konnten wir detailreiche Beobachtungen und Fotos machen. Hierzu zwei Beispiele.



Foto: Mars am 7.9.1988 um 23.00 Uhr UT.
Aufnahme mit 300/4800 Maksutov-Teleskop
und 2x Telekonverter, $f = 9600$ mm.
Belichtungszeit 1/15 Sek. auf Kodak TP 2415.
Aufnahme von Hartmut Eckstein.



Zeichnung: Mars am 13.9.1988 um
23.20 UT. 300/4800
Maksutov. 200-fache
Vergrößerung. Zeichnung
von Erwin Schwab.

Ein Tip für Bastler:

Ein stabiles Selbstbau-Stativ für visuelle und fotografische Zwecke

von Jürgen Majer

Seitdem es Teleskope für den "häuslichen" Gebrauch gibt, stellt der Besitzer nach kurzer Zeit des Benutzens fest, daß die Optik meist brauchbar, aber die Mechanik nur wenig zufriedenstellend ist. Gründliche Abhilfe bedeutet eine Neukonstruktion der gesamten Montierung. In den meisten Fällen scheitert diese Überlegung aber an der nicht vorhandenen Drehbank oder Fräse. Also geben wir uns mit der Montierung zufrieden, die dabei ist. Achtung! Geeignet für den nun vorgeschlagenen Umbau sind nur Montierungsmodelle, bei denen sich die Gegengewichtsachse in Deklination mitdreht. Bei Ausführungen mit starrer Gegengewichtsachse erfolgt für die Fotografie keine kontrollierte Feineinstellung in Deklination, wenn man anstelle des Gegengewichts eine Kamera anbringt.

Soweit die Vorbemerkungen zur Montierung.

Nun zum eigentlichen Umbau. Wir wollen uns mit ganzer Hingabe dem Austausch der alten, höhenverstellbaren, dreibeinigen Stativkonstruktion widmen. Sie sorgt schon bei leichtem Wind für bewegte Bilder im Okular und verdirbt den Spaß am Beobachten. Diese Wackelei soll ein Ende haben.

Die Neukonstruktion bewirkt, daß die Gewichtskräfte und Schwingungen gegenüber dem Dreibein-Stativ besser aufgefangen und verteilt werden. Zudem ist die neue Bauweise variabel und unter Verwendung der gleichen Grundteile ausbaufähig. Das beschriebene Stativ eignet sich für eine leichte Reisemontierung für fotografische Zwecke, aber auch als Ersatz für das wacklige Holzstativ eines kleinen Fernrohrs.

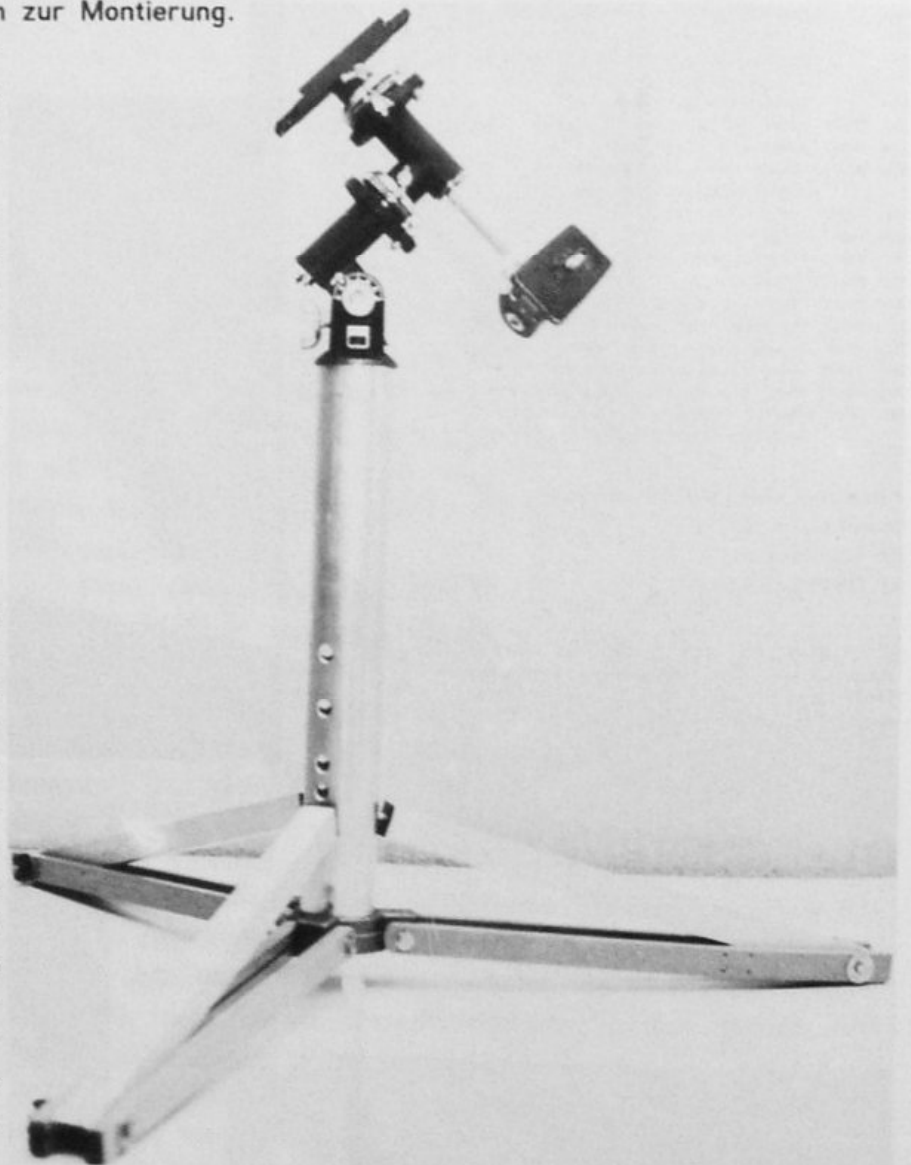


Foto: Das Selbstbaustativ in Niedrigbauweise als Basis für eine kleine Reisemontierung

Als Grundbestandteile verwenden wir den parallaktischen Aufsatz (Montierung) sowie ein Stativbein-Anschlußstück (Dreizack). Weiterhin benötigen wir Material aus dem örtlichen Handel für Leichtmetall, Holz- und Eisenteile. Zur Kostenersparnis lohnt sich ein Besuch bei einem Altmetallhändler. Für unsere Hartholzleisten, die wir als Verbindung zwischen dem "Dreizack" und den Alu-Vierkantrohren nehmen wollen, fragen wir am besten einen Schrei-

ner um Rat. Vielleicht überläßt er einem astronomisch interessiertem Bastler etwas Brauchbares preisgünstig. Für alle Schraubverbindungen der neu entstehenden Stativteile haben sich Maschinenschrauben mit Flügelmuttern bewährt. Entsprechend dimensionierte Unterlegscheiben sind obligatorisch. Diese Teile, wie auch die Verschlussteile für die Vierkantrohre - sie finden normalerweise bei Rolltischen Anwendung - erhält man im Eisenwarengeschäft. Letztere werden als Verbindung zwischen Absteifungsrohr und Abstandhalter benötigt. Nun können wir anfangen, unser Stativ zu bauen.

Der erste Schritt besteht darin, die untere Anschlußmöglichkeit der Montierung zu prüfen. Bei den meisten Ausführungsarten besitzt sie ein Gewinde, in der eine M10 Schraube die alte Verbindung zwischen Stativ und Montierung besorgt. Hier faßt nun der neue Gewindestab M10. Gegebenenfalls schneidet man sich ein entsprechendes Gewinde. Wie aus den beigefügten Abbildungen erkennbar, wird mittels eines Rundrohres aus Aluminium der gewünschte Abstand zwischen Montierung und "Dreizack" gewährleistet. Für eine Reisemontierung wird dieses Rundrohr möglichst kurz gewählt (ca. 350 mm), als Ersatz für ein herkömmliches Stativ sind ca. 950 mm geeignet. Der Gewindestab ist einige cm länger als das Rundrohr.

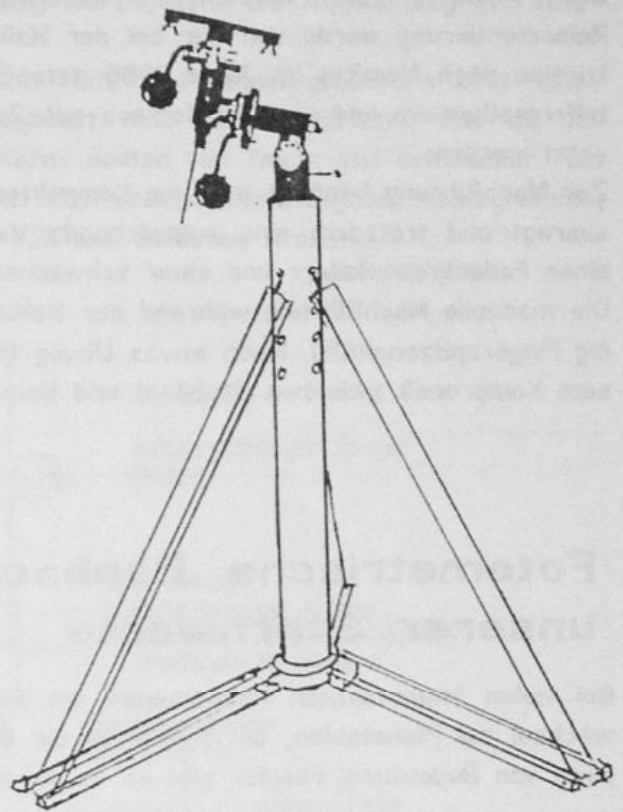
Nun müssen wir exakt arbeiten. Wir reißen die Bohrungen im Abstandshalter-Rundrohr an. Sie sind senkrecht übereinander und haben waagrecht einen Abstand von 120° . Wir tragen den Abstand der waagerechten Löcher auf Millimeterpapier ein (Rohrdurchmesser mal π geteilt durch 3) und legen dieses zum Anreißen um das Rohr. Vor dem Bohren wird vorgekörnt. Damit aus den Markierungen die Aufnahme Löcher der Aussteifungsachsen werden, bohren wir mit 6 mm Bohrer vor. Danach wird zuerst mit 10 mm Bohrer und dann mit 13 mm Bohrer aufgebohrt. Nach Entfernen Bohrspäne widmen wir uns der Konstruktion der neuen Stativbeine.

Die Bohrungen der Hölzer, die am Dreizack anliegen und gegenüberliegend die Aussteifungsrohre halten sollen, werden so angerissen, daß sie am Dreizack im flachen Winkel anstehen und am Fußpunkt das Vierkantrohr knapp aufnehmen können. Man sollte immer zwei exakt übereinanderliegende Hölzer nach Markierung mit 6 mm Bohrer bohren.

Die Größe der Aussteifungsrohre sollte so bemessen sein, daß ihre Länge bei Verwendung an einer Reisemontierung im unteren Drittel des Distanzhalter-Rundrohres aufgenommen wird, bei Verwendung als Stativ für ein kleines Fernrohr im oberen Drittel.

Die Löcher im Aussteifungsrohr unten werden den Hölzern angepaßt und mit 6 mm Bohrer durchbohrt. Die Rohrverschlußteile werden durch Abfeilen so vorbereitet, daß sie stramm am gegenüber liegenden Ende eingeschlagen werden können. Die Achsen sind in die vorbereiteten Öffnungen zu stecken. Nun ist alles für die Grundmontage vorbereitet.

Der abgelängte Gewindestab findet seine Aufnahme in der Montierung, das Anstandhalter-Rundrohr wird übergestülpt. Der Dreizack wird am Abstandhalter-Rundrohr ausgerichtet und mittels Flügelschraube befestigt. Danach schraubt man die Hölzer locker am Dreizack an.



Zeichnung: Das Selbstbaustativ als Ersatz für ein handelsübliches Holzstativ

Am gegenüberliegenden Ende müssen die Aussteifungsrohre befestigt werden. Sie werden dann in den Bohrungen des Mittelrohrs verankert. Jetzt können alle Schraubverbindungen angezogen und das Teleskop angebracht werden.

Die Ausrichtung der Montierung erfolgt nach der Scheinerschen Methode. Feinkorrekturen in Azimut werden durch Trimmen der Montierung am Abstandhalter-Rundrohr vorgenommen. Die Korrektur der Polhöhe geschieht durch Unterlegen von Holzkeilen unter die Stativfüße. Dies wird erleichtert, wenn man beim Zusammenbau einen Stativfuß in Südrichtung anbringt. Diese Art der Feineinstellung ist noch nicht der Weisheit letzter Schluß. Doch hinsichtlich der Stabilität erfüllt das Stativ die Fo-

to: Das Selbstbaustativ in Niedrigbauweise als Basis für eine Erwartungen. Durch Belasten mit Gewichten wird die Stabilität sogar noch erhöht. Der "Prototyp" der Version als handgetriebene Reisemontierung wurde von mir bei der Halley-Ex-

kursion nach Namibia im Jahre 1986 getestet und hat sich bewährt. Eine zweiäugige Mittelformatkamera und eine KB-Kamera mit 2,8/180 Zeiss-Sonnar konnten erfolgreich eingesetzt werden.

Zur Nachführung benötigt man ein kompaktes Fernrohr, das nicht über die Stativbeine hinausragt und trotzdem eine ausreichende Vergrößerung zuläßt. Ferner ist die Verwendung eines Fadenkreuzokulars und einer schwachen Gesichtsfeldbeleuchtung wichtig. Die manuelle Nachführung während der Belichtungszeit erfordert Konzentration und ein wenig Fingerspitzengefühl. Nach etwas Übung findet der Sternfreund aber sicher Spaß an diesem Kompromiß zwischen Stabilität und Bequemlichkeit.



"Bei der Kuppel haben wir uns finanziell übernommen."

Fotometrische Beobachtungsmöglichkeiten auf unserer Sternwarte

von Uwe Mandel und Karl Spanowsky

Bei vielen interessanten Phänomenen am Sternhimmel wie Veränderlichen Sternen, Lichtwechsel bei Planetoiden, bei Novae ist die Bestimmung der scheinbaren Helligkeit des Objekts von Bedeutung. Hierfür gibt es im Amateurbereich im wesentlichen drei Möglichkeiten:

- * die klassischen Schätzmethode nach Pickering oder Argelander, die vor allem bei der Beobachtung Veränderlicher Sterne angewendet werden. Die erreichbare Genauigkeit liegt hier bei etwa 0,1 Größenklassen.
- * die fotoelektrische Beobachtung mit Hilfe eines Fotomultipliers oder eines entsprechenden Fotohalbleiters direkt am Fernrohr. Hierbei kann eine Genauigkeit von 0,01 Größenklassen erzielt werden.
- * das Fotografieren und Ausmessen eines Sternfeldes, welches das interessierende Objekt enthält. Das Ausmessen geschieht mit Hilfe eines Irisblenden- oder eines Festblendenfotometers, wobei die Ausführung eines Irisblendenfotometers wesentlich aufwendiger ist. Die erzielbare Genauigkeit liegt bei etwa 0,03 Größenklassen.

Die Sternwarte hat sich vor zwei Jahren ein Mikroskop-Festblenden-Fotometer angeschafft, mit dessen Hilfe Negative von Kleinbildfilmen ausgewertet werden können. In diesem Artikel soll der Umgang mit diesem Gerät beschrieben und über erste Erfahrungen damit berichtet werden. Dies verbinden wir mit dem Aufruf, sich nicht nur der sehr schönen Arbeit am Fernrohr zu widmen, sondern auch der Auswertung des oft reichlich vorhandenen Materials mehr Rechnung zu tragen.

Eine interessante Möglichkeit bietet die parallele Beobachtung eines kurzperiodischen Veränderlichen visuell und fotografisch, wie wir es mit bisher mangelndem Erfolg (das ändert sich!) durchgeführt haben. Während man im Abstand von einigen Minuten den Veränderlichen visuell mit der Argelanderschen Stufenschätzmethode schätzt, wird gleichzeitig das entsprechende Sternfeld mit unserer Flat-Field-Kamera fotografiert. Als Aufnahmematerial eignet sich am besten der hypersensibilisierte Kodak-Technikal-Pan-Film, da er sehr feinkörnig ist und wegen seiner Empfindlichkeit kurze Belichtungszeiten zuläßt.

Die visuellen Schätzungen werden nach den schon mehrfach beschriebenen Verfahren ausgewertet. Diese werden in der BAV-Einführung, die sich in unserer Bibliothek befindet, sehr gut beschrieben.

Nachdem der Film in der Dunkelkammer entwickelt wurde, kann die Auswertung der fotografischen Ergebnisse beginnen.

Zuerst betrachtet man ein Negativ der Serie mit Hilfe des Fotovergrößerers oder eines Dia-Projektors, um den Veränderlichen und möglichst viele Vergleichssterne (bis zu 10) herauszusuchen. Die Helligkeiten der Vergleichssterne sollten von "nicht viel schwächer" bis "nicht viel heller" als der Veränderliche reichen. Die Größenklassenangaben (fotografisch, nicht visuell) entnimmt man einem Sternkatalog, z.B. den Selected Areas.

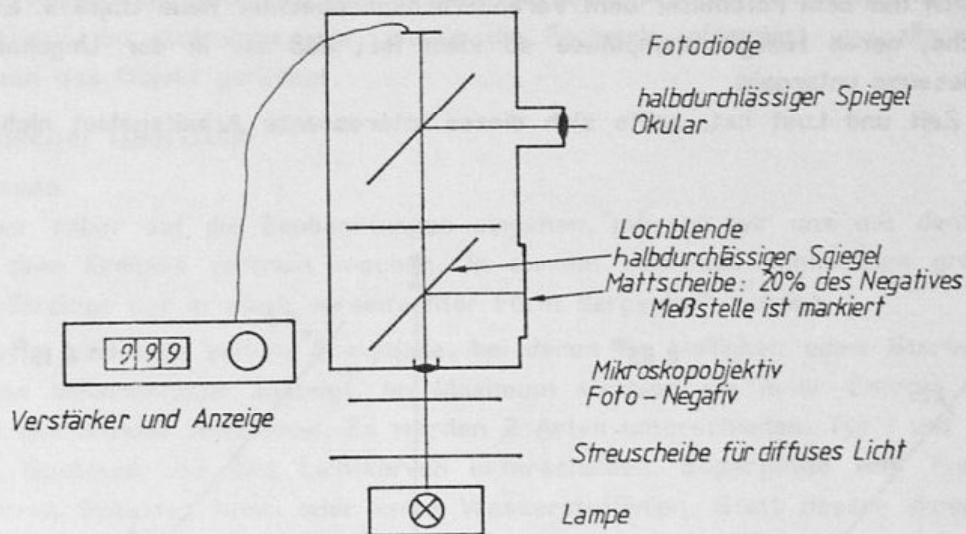


Abbildung 1: Prinzip-Skizze des Mikroskop-Festblenden-Fotometers

Nun werden die Negative nacheinander im Fotometer ausgemessen. Hierzu wird das Negativ in einem Diarahmen (gut bewährt haben sich die Bonum-Rähmchen, die die Wölbung des Negativs verhindern) auf dem beweglichen Objektstisch des Mikroskops festgeklemmt. Wie auf der Prinzip-Skizze des Fotometers zu erkennen ist, wird der vom Mikroskop gesehene Bildausschnitt auf eine kleine Mattscheibe projiziert. Auf dieser muß das zu vermessende Objekt mit Hilfe des beweglichen Objektstisches in die Mitte eingestellt werden. Durch eine wählbare Blende hindurch kann dieser Bildausschnitt mit Hilfe einer Fotodiode vermessen

werden. Das Ausgangssignal der Diode gelangt über einen Messverstärker zu einem Digitalvoltmeter. Zur Zentrierung des Objektes in der Blende dient ein zusätzlicher Einblick. Bei der Wahl der Blende ist darauf zu achten, daß auch der hellste Vergleichssterne die Blende nur zu ca. 3/4 ausfüllt und andererseits auch der schwächste Vergleichssterne noch genügend groß in der Blende erscheint. Entsprechend ist auch der Meßbereich des Voltmeters zu wählen.

Beim Messen wird nun immer zuerst der Stern und dann der Himmelshintergrund daneben gemessen. Dies geschieht sowohl mit dem Veränderlichen wie auch mit den Vergleichssterne. Dann wird die Prozedur am gleichen Negativ ein- bis zweimal wiederholt. Nachdem alle Negative durchgemessen sind, erfolgt die Auswertung.

Zuerst wird von jedem gemessenen Wert die Differenz Himmelshintergrund - Stern gebildet (nicht umgekehrt, da ein Negativ vorliegt: je heller der Stern, desto kleiner der Messwert). Nun werden die Messungen eines Objekts auf einem Negativ gemittelt. Es kann dann für jedes Negativ eine Eichkurve "Sternhelligkeit gegen Meßwert", wie in Abb. 2 gezeigt ist, aufgetragen werden. Bei kleinen Helligkeitsdifferenzen ist die Eichkurve annähernd linear. Zum Schluß wird der Meßwert des zu messenden Veränderlichen eingetragen. Seine Helligkeit kann jetzt direkt abgelesen werden. Als Ergebnis erhält man die Helligkeit des Veränderlichen zum jeweiligen Aufnahmezeitpunkt, wobei natürlich die Belichtungszeit zu beachten ist. Am Besten trägt man die Uhrzeit vom Beginn der Belichtungszeit ins Diagramm ein. Die ermittelten Helligkeitswerte werden dann zu einer Lichtkurve verbunden, die in ihrem zeitlichen Verlauf gut mit den Ergebnissen der visuellen Beobachtung vergleichbar ist.

Das aufwendige Verfahren der graphischen Auswertung läßt sich natürlich durch Einsatz eines Personal-Computers erheblich vereinfachen und verkürzen. Wir wollten aber hier die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Arbeit mit dem Fotometer vorstellen.

Durch die genaueren Beobachtungsergebnisse gegenüber der visuellen Beobachtung erschließen sich mit dem Fotometer dem Veränderlichenbeobachter neue Objekte. Es sind dies Veränderliche, deren Helligkeitsamplitude so klein ist, daß sie in der Ungenauigkeit der visuellen Messung untergeht.

Jeder der Zeit und Lust hat, sollte sich dieses interessante Arbeitsgebiet nicht entgehen lassen.

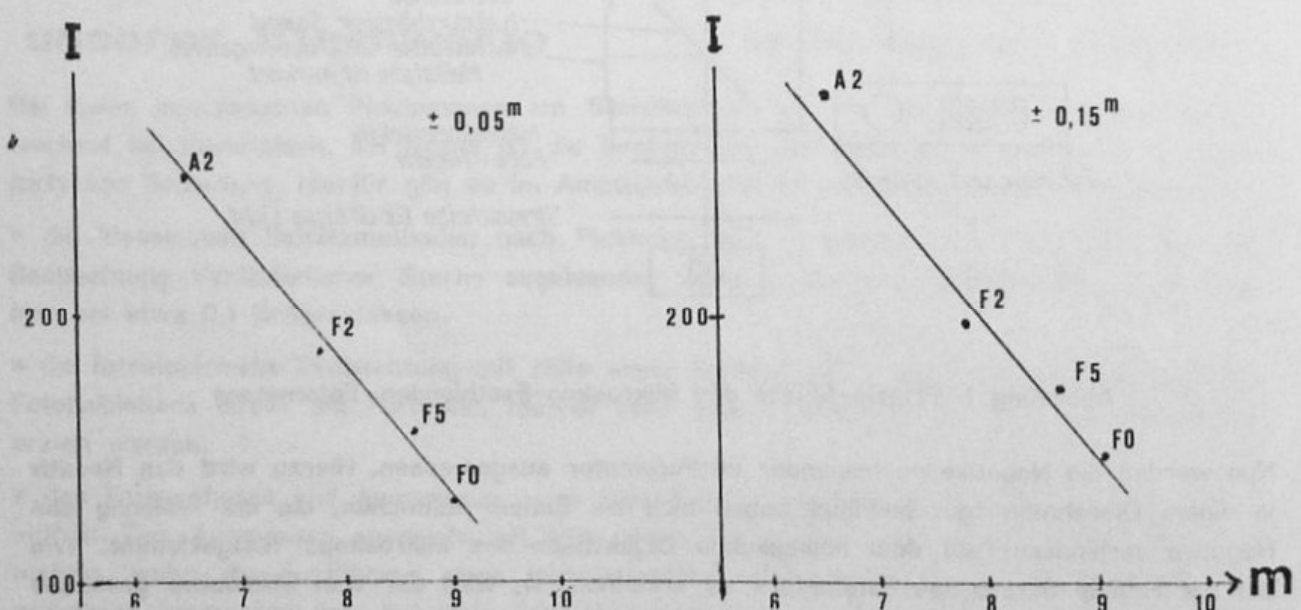


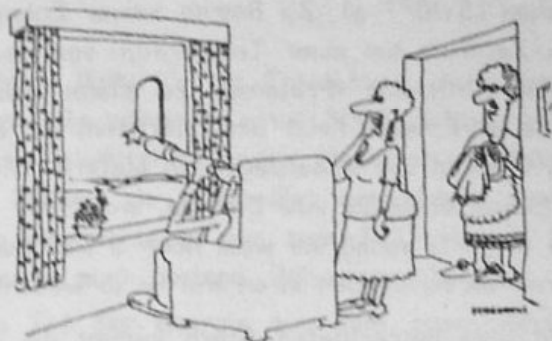
Abbildung 2: Beispiel für zwei Eichkurven "Sternhelligkeit gegen Meßwert"

Das wohl spektakulärste Ereignis, das in der Natur zu beobachten ist, bildet die seltene Explosion eines massereichen Sternes in Form einer Supernova.

Am 24. Februar 1987 erschien in der Großen Magellanschen Wolke (GMW) eine helle Supernova. Sie war die erste seit 385 Jahren, die wieder mit bloßem Auge sichtbar war.

Jedes Jahr werden in anderen Galaxien – Milchstraßensystemen – ca. 20 bis 30 dieser Explosionen beobachtet. Meist werden sie aber erst entdeckt, nachdem ihre Helligkeit schon wieder abnimmt. Bei keiner hat man jemals den Ursprungstern beobachtet.

Die Supernova 1987A (SN 1987A) bot eine besondere Gelegenheit, die Theorie der Supernova zu prüfen. Aufgrund der großen scheinbaren Helligkeit war es möglich, sie gleichzeitig in vielen verschiedenen Wellenlängenbereichen zu untersuchen. Der glückliche Umstand, daß die Sternexplosion in einem sehr frühen Stadium entdeckt wurde, ermöglichte wesentlich genauere Aussagen über die Vorgänge während des Ausbruchs.



"Supernovae sind sein Spezialgebiet!"

Am Morgen des 24. Februar 1987 begann um 3 Uhr 26 MEZ der Astronom Ian Shelton am Las Campanas Observatorium in Chile eine dreistündige Fotografie des Gebietes um den Tarantelnebel in der GMW. Diese kleine, irreguläre Galaxie ist nur etwa 180000 Lichtjahre (56 kpc, Kiloparsec) entfernt. Sie befindet sich damit in nächster Nachbarschaft der Milchstraße. Nach der Entwicklung der Aufnahme entdeckte Dr. Shelton einen Stern 5. Größe, der vorher dort nicht zu sehen war. Nachdem er sich überzeugt hatte, daß dies kein Fehler auf der Aufnahme war, wurde die Fachwelt informiert und alle verfügbaren Teleskope auf das Objekt gerichtet.

I. Theoretischer Überblick

1. Supernovae

Bevor wir näher auf die Beobachtungen eingehen, müssen wir uns mit dem Kenntnisstand vor dem Ereignis vertraut machen. In diesem Überblick können die grundlegenden Prozesse allerdings nur in stark vereinfachter Form dargestellt werden.

Supernovae sind sehr seltene Ereignisse, bei denen die Helligkeit eines Sterns in kurzer Zeit um das Millionenfache ansteigt. Im Maximum strahlen sie mehr Energie ab als alle Sterne der Milchstraße zusammen. Es werden 2 Arten unterschieden: Typ I und II, die sich durch ihre Spektren und ihre Lichtkurven unterscheiden. Supernovae vom Typ I (SN I) zeigen in ihren Spektren kaum oder keine Wasserstofflinien. Statt dessen dominieren hier die Linien des Elementes Helium, während in den Spektren der Supernovae vom Typ II (SN II) die des Wasserstoffs vorherrschen. Die Lichtkurven beider Typen zeigen ebenfalls deutliche Unterschiede. Nach dem Maximum fallen die Helligkeiten der Supernovae I rasch ab. In etwa 25 - 40 Tagen gehen sie um 3 Größenklassen zurück. Danach verlangsamt sich der Abfall auf ca. 1 Größenklasse in 65 Tagen. Dagegen nehmen die Helligkeiten der SN II langsamer ab. 20 Tage nach dem Maximum sind sie um 1 Magnitude geringer, um in 90 Tagen um eine weitere zurückzugehen. [1].

Die Ursache für diese Unterschiede ist in den verschiedenen Prozessen zu suchen, die zu einer Supernova führen können. Beim Typ I handelt es sich wohl um explodierende Weiße Zwerge, die sich in engen Doppelsternsystemen befinden. Wenn dann Materie vom Begleitstern auf den Weißen Zwerg strömt, kann sich auf dessen Oberfläche soviel Was-

serstoff ansammeln, daß dieser schließlich in einer thermonuklearen Explosion zu Helium fusioniert. Dabei wird der Stern vollständig zerrissen.

Bei Supernovae vom Typ II handelt es dagegen um Ereignisse, bei denen ein massereicher Stern am Ende seiner Entwicklung explosionsartig einen großen Teil seiner Hülle in das Weltall schleudert. Die SN 1987A gehört in diese Klasse, auch wenn sie, wie wir noch sehen werden, kein typischer Vertreter ist.

2. Die Entwicklung eines massereichen Sterns

Eine Supernovaexplosion ist das Ende einer Folge von Kernprozessen, die die Entwicklung eines Sterns bestimmen [2]. Betrachten wir einen Stern mit anfangs 25 Sonnenmassen ($5 \cdot 10^{34}$ g). Zu Beginn seiner Entwicklung gewinnt er Energie dadurch, daß in seinem Zentrum bei einer Temperatur von ca. 15 Millionen °K (Grad Kelvin, $0^\circ \text{C} \approx 273^\circ \text{K}$) Wasserstoffkerne (Protonen) zu einem Heliumatom verschmolzen werden. Die dabei freiwerdende Energie heizt das Sternzentrum so stark auf, daß genügend Druck entsteht, um dem Gewicht der außenliegenden Materie Widerstand zu leisten. Auf dieselbe Weise erzeugt die Sonne ebenfalls ihre Energie, wobei sie jedoch mit ihrem Wasserstoffvorrat sehr sparsam umgeht, sodaß sie wohl noch 5 Milliarden Jahre leuchten wird. Größere, massereichere Sterne verschwenden ihren Vorrat in wesentlich kürzerer Zeit.

In dem betrachteten Stern kommt die Energieerzeugung nach rund 7 Millionen Jahren zum Erliegen und die Schwerkraft gewinnt die Oberhand. Sein Kern schrumpft und wird dichter, gleichzeitig steigt seine Temperatur dabei an. Wenn sie 50 Millionen Grad erreicht hat, wird der Vorgang angehalten, weil jetzt das zuvor gebildete Helium in Kohlenstoff umgewandelt wird. Dabei wird wieder Energie freigesetzt, die den Stern stabilisiert. Aber nach nur 500 000 Jahren ist der größte Teil des Heliums umgesetzt und das Spiel beginnt von neuem. Wieder schrumpft der Kern und wird heißer. Nach und nach bildet der Stern in seinem Inneren immer schwerere Elemente; doch werden die Zeiten in denen dies geschieht immer kürzer. Zuletzt wird innerhalb eines einzigen Tages Silizium in Eisen umgewandelt. Damit ist die Kette der Energieerzeugungsprozesse am Ende, denn die Kerne der Eisenatome sind die stabilsten in der Natur. Um aus diesen noch schwerere Atomkerne zu erzeugen, müßte der Stern mehr Energie aufbringen, als er dabei gewinnen würde. Damit befindet er sich aber in einem Dilemma, aus dem er nicht mehr herauskommt.

Äußerlich hat der Stern sein Erscheinungsbild stark verändert. Aufgrund der hohen Zentraltemperatur hat er sich zu einem riesigen Stern aufgebläht, dessen Oberfläche relativ kühl ist und deshalb rötlich erscheint. Man nennt diese Objekte deshalb "Rote Riesen" oder "Überriesen". Die äußeren Bereiche des Sternes sind nur schwach an ihn gebunden, sodaß der Druck der Strahlung diese in das Weltall treibt (Sternwind). Dabei kann im Laufe der Zeit mehr als die Hälfte der ursprünglichen Masse verloren gehen.

3. Der Zusammenbruch der Kernregion

Die theoretischen Untersuchungen der nun folgenden Ereignisse und Prozesse sind äußerst schwierig, da eine Reihe physikalischer Gesetze nicht genügend genau bekannt sind.

Im Moment, in dem die Energieerzeugung zum Erliegen kommt, steht die Materie im Zentrum unter einem sehr großen Druck. Aufgrund der hohen Temperatur haben die Atome ihre Elektronenhüllen verloren. Diesen besonderen Zustand nennt man "entartete Materie". Weil keine Energie mehr erzeugt wird, sorgt das Gewicht des über dem Kern liegenden Gases dafür, daß dieser innerhalb einer Sekunde in sich zusammenbricht.

Man sollte nun annehmen, daß dabei wie zuvor Druck und Temperatur stark zunehmen, aber genau das Gegenteil ist der Fall. Der Druck wird nämlich durch zwei Größen bestimmt, zum einen durch die Anzahl der Teilchen in einem Volumenelement und zum ande-

ren durch deren mittlere Energie, die durch die Temperatur beschrieben werden kann. Im Sternzentrum tragen sowohl die Atomkerne als auch die Elektronen zum Druck bei, wobei der Anteil der letzteren überwiegt. Wenn nun die Dichte im Kern immer weiter ansteigt, nimmt anfangs die Energie, d.h. die Temperatur, der Elektronen zu. Aber irgendwann wird sie so groß, daß die Atomkerne bei den Zusammenstößen mit den Elektronen zerbrechen. Dadurch wird diesen soviel Energie entzogen, daß ihr Beitrag zum Gesamtdruck stark abnimmt. Damit wird der Kollaps sogar noch beschleunigt. In kurzer Zeit wird die Materie so dicht, daß die Elektronen mit den Protonen reagieren und unter Aussendung von Elektronenantineutrinos zu Neutronen verschmelzen.

4. Neutrinos

Die entstehenden Neutrinos spielen eine wichtige Rolle für die Entstehung einer Supernova, obwohl sie kaum mit Materie wechselwirken. So würde in einer 3000 Lichtjahre dicken Wasserschicht nur die Hälfte der durch sie hindurchfliegenden Neutrinos Reaktionen auslösen. Selbst aus dem Inneren der Sterne können sie unbehelligt entweichen. Gerade weil sie kaum mit Materie reagieren, sind ihre Eigenschaften nur zum Teil bekannt. Beispielsweise ist noch nicht geklärt, ob sie eine, wenn auch geringe, Ruhemasse besitzen.

Die flüchtigen Neutrinos führen einen großen Teil der Energie aus dem zusammenbrechenden Stern ab. Damit wird der Zusammenbruch weiter beschleunigt. Erst wenn die Dichte Werte von ca. 400 000 Tonnen/cm³ erreicht hat, treten dramatische Änderungen ein, die den Kollaps in eine Explosion umwandeln.

5. Die Explosion

Unter den extremen Bedingungen während des Kollaps wird die Materie im Sterninneren so dicht, daß schließlich die flüchtigen Neutrinos den Kernbereich nicht mehr verlassen können. Damit verliert der Stern auch keine Energie mehr. Dennoch setzt sich der Zusammenbruch noch fort. Erst wenn die Dichte der Neutronenmaterie auf etwa 270 Millionen Tonnen/cm³ angestiegen ist, wird sie schlagartig hart und der Kollaps kommt abrupt zum stehen.

Für die nun folgenden Ereignisse gehen die Theorien auseinander, denn die Bedingungen im Stern entziehen sich der experimentellen Prüfung. Deshalb gibt es zur Zeit keine einheitliche Theorie der Materie unter den beschriebenen Verhältnissen. Dennoch lassen sich einige allgemeinere Gesetze erkennen.

Das abrupte Anhalten des Kollaps erzeugt gewaltige Schallwellen im Stern, die vom Zentrum nach Außen laufen. Aber je weiter sie vordringen, desto langsamer werden sie, weil die Schallgeschwindigkeit abnimmt. Gleichzeitig müssen sie gegen Materie anlaufen, die immer noch auf den Kern einstürzt. Deshalb gibt es in einer bestimmten Entfernung einen Bereich, in dem die Schallgeschwindigkeit gleich der Einsturzgeschwindigkeit des Gases ist, der sogenannte Schallpunkt (Abb. 1). Relativ zum Sternzentrum kommt dort die Schallwelle zum stehen. Die einfallende Materie erzeugt beim Aufprall auf den Neutronenkern weitere Schallwellen, die die im Schallpunkt verstärken. In kurzer Zeit baut sich dort wieder ein starker Druck auf. Während dieser Vorgänge sorgt die einfallende Materie dafür, daß der Kern stärker verdichtet wird, als er es seinem Gewicht nach sein müßte. Schließlich läßt der Druck auf ihn nach und er schwingt zurück. Dadurch wird der Druck im Schallpunkt derartig verstärkt, daß eine Stoßwelle mit 30 000 bis 50 000 km/sek in die darüber liegende Schicht läuft.

In einigen Modellen erreicht die Stoßwelle die Sternoberfläche und sprengt den größten Teil der Hülle ab. Der zurückbleibende Teil sammelt sich im Neutronenkern. Ein Neutronenstern der Pulsar ist entstanden.

Detaillierte Rechnungen deuten jedoch daraufhin, daß die Energie der Stoßwelle nicht ausreicht. Dadurch kommt sie schon nach wenigen hundert Kilometern zum Stehen. Ihre Energie ist Anfangs so groß, daß sie die Atomkerne der in sie eindringenden Materie zerbricht, wodurch sie sehr schnell schwächer wird. Außerdem reagieren wieder die freiwerdenden Protonen mit Elektronen zu Neutronen. Ein zweiter Schwall Neutrinos entsteht und trägt beim Verlassen des Sterns einen großen Teil der Energie mit sich fort.

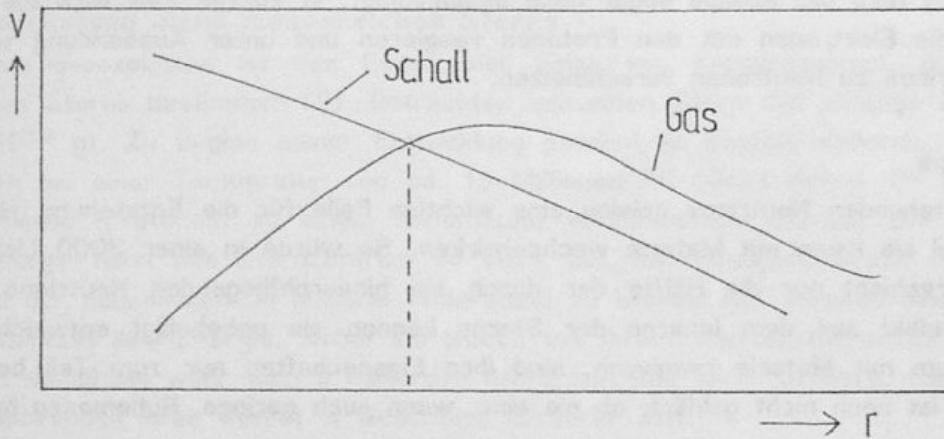


Abb. 1: Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit und der Einsturzgeschwindigkeit im Inneren des Sterns. Im Schallpunkt ist die Geschwindigkeit genauso groß wie die Einfallgeschwindigkeit der Materie. Daher bleiben die Schallwellen relativ zum Zentrum stehen.

Schließlich können die im Kern gefangenen Neutrinos doch noch entkommen. Am Ort der Stoßwelle reagiert zwar nur jedes tausendste von ihnen mit der Materie, aber insgesamt wird diese dabei wieder sehr stark aufgeheizt. Der Druckanstieg ist so groß, daß die vor der Stoßfront liegende Hülle abgesprengt und der im Inneren liegende Neutronenstern freigelegt wird.

Der zu erwartende Neutrinoschauer sollte mehrere Sekunden dauern. Die Neutrinos tragen dabei den größten Teil der Energie der Supernova fort ($3 \cdot 10^{53}$ erg); das entspricht dem Energieäquivalent von 10% der Sternmasse ($E = mc^2$).

6. Das Endstadium des Kerns

Für das weitere Schicksal des entstandenen Neutronensterns ist dessen Masse von Bedeutung. Sofern sie kleiner als 1,8 Sonnenmassen bleibt ($3,6 \cdot 10^{33}$ g) ist ein Neutronenstern der Endzustand. Er kann sich dann als Pulsar bemerkbar machen.

Ist seine Masse größer, dann bricht auch er zusammen und es entsteht ein "Schwarzes Loch". Dieser Prozeß kann verzögert werden, da die Temperatur des Neutronenkerns anfangs 100 Milliarden Grad beträgt und der damit verbundene Druck groß genug ist, den Stern für eine Weile zu stabilisieren. Außerdem rotiert der Kern sehr schnell. Die damit verbundenen Zentrifugalkräfte tragen zusätzlich zur Stabilität bei.

II. Die Beobachtungen

Nachdem wir uns mit den physikalischen Bedingungen der Supernovae vom Typ II vertraut gemacht haben, sollen jetzt die Beobachtungsergebnisse zusammengefaßt und mit der Theorie verglichen werden.

1. Die Lichtkurve

Eine Reihe glücklicher Umstände gestattete es, den Helligkeitsanstieg der SN kurz nach dem Beginn der Explosion zu verfolgen (Tabelle 1). Aus Aufnahmen vom 23. 2. 1987 weiß man, daß die Helligkeit der Supernova um 11.30 MEZ etwa 6. Größe war. Etwa eine Stunde zuvor hatte der neuseeländische Astronom A. Jones das Gebiet beobachtet und nichts bemerkt. Die Helligkeit der SN muß zu diesem Zeitpunkt schwächer als $m=7.5$ gewesen sein [3].

Vom Zeitpunkt der Entdeckung an nahm die Helligkeit während weiterer 3 Tage zu, um anschließend leicht zurückzugehen. Vom 10. März bis zum 25. Mai stieg sie im visuellen Wellenlängenbereich kontinuierlich an. Ganz anders der Verlauf im ultravioletten Bereich: zu Beginn war die Supernova hier am hellsten, doch fiel die Intensität nach kurzer Zeit ab, um sich dann auf einem Plateau zu stabilisieren und später nochmals leicht anzusteigen.

Die Form der Lichtkurve bis zum Maximum war sehr ungewöhnlich. Sie weicht stark von den üblichen für Supernovae beider Typen ab.

Nach dem Maximum verlief der Helligkeitsabfall genau so, wie man es für eine SN II erwartet (Abb. 2).

Dieses merkwürdige Verhalten kann man durch die Natur des Vorgängersterns erklären.

2. Der Vorgänger

Genauere Positionsmessungen der Supernova [4,5] deuten daraufhin, daß der Stern mit der Katalognummer Sk -69 202 explodierte. Dieser steht allerdings in einem Komplex aus 3 Komponenten (Abb. 3). Zwei weitere Sterne befinden sich in 1.5" bzw. 3" Abstand. Die Position der Supernova selbst stimmt auf 0.04" mit der von Sk -69 202 überein. Frühere spektrale Untersuchungen dieses Sterns zeigen aber einen heißen, blauen Überriesen (Spektraltyp B3Ia) anstatt eines roten (vgl. Kap. 1.2).

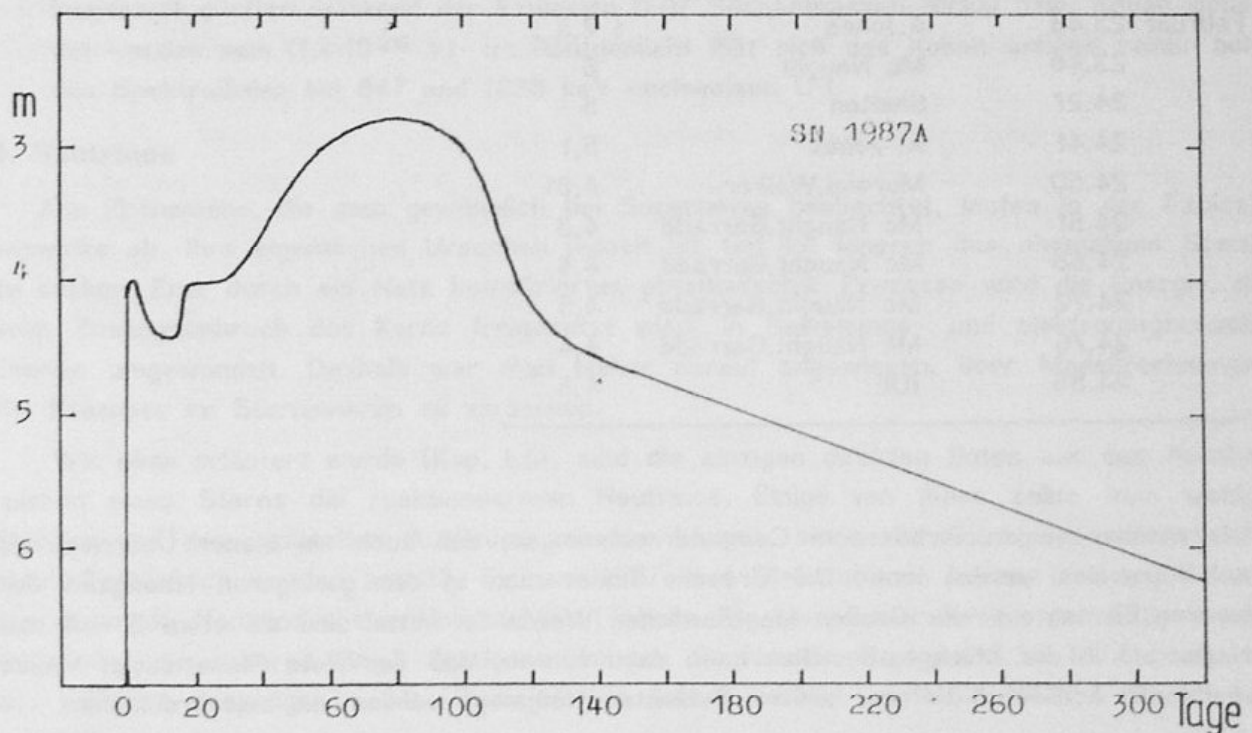


Abb. 2: Helligkeitsverlauf der Supernova 1987A im Visuellen.

Obwohl inzwischen allgemein angenommen wird, daß Sk -69 202 der Vorgänger der SN war, ist dennoch die Möglichkeit, daß ein anderer, diesem benachbarter, Stern explodierte, nicht ganz auszuschließen. Wenn dieser mindestens 4 Größenklassen schwächer war, konnte er vorher nicht beobachtet werden. Nach der Explosion müßte Sk -69 202 jetzt noch in der undurchsichtigen Explosionswolke stecken. Selbst wenn der explodierende Stern 40 AE (1 AE=149,6 Millionen km) von der Supernova entfernt wäre, hätte die Explosionswolke ihn in weniger als 4 Tagen erreicht. Einem Abstand von 40 AE entspricht in der Entfernung der GMW ein Winkel von $7 \cdot 10^{-4}$ Bogensekunden, der selbst mit den besten Teleskopen nicht aufgelöst werden kann.

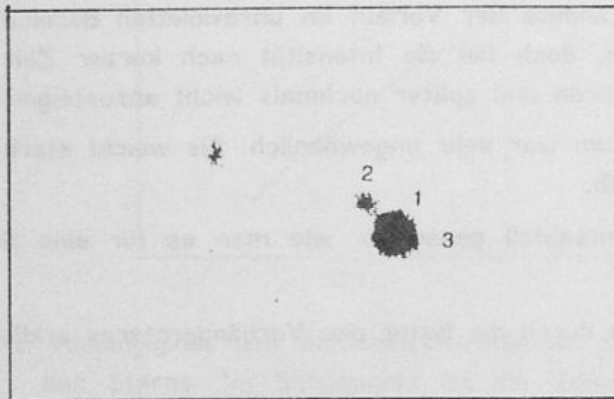


Abb. 3: Sternfeld um Sk -69 202. Man beachte, daß der Stern Nummer 3 nicht mehr aufgelöst ist, sondern in dem breiten Fleck des Hauptsterns verschwindet [6].

Tabelle 1:

Helligkeiten der Supernova 1987A in der Frühphase

| Datum (MEZ) | Beobachter | Helligkeit |
|---------------|-------------------|------------|
| Februar 23.43 | A.Jones | > 7,5 |
| 23.48 | Mc Naught | 6 |
| 24.27 | Shelton | 5 |
| 24.41 | A. Jones | 5,1 |
| 24.50 | Moreno,Walker | 4,81 |
| 24.51 | Mc Naught,Garradd | 4,8 |
| 24.68 | Mc Naught,Garradd | 4,4 |
| 24.72 | Mc Naught,Garradd | 4,5 |
| 24.76 | Mc Naught,Garradd | 4,4 |
| 24.85 | IUE | 4,5 |

Inzwischen zeigen verbesserte Computerrechnungen, daß auch ein blauer Überriese zu einer Supernova werden kann. Die Ursache findet man in der geringeren Häufigkeit der schweren Elemente in der Großen Magellanschen Wolke. Im Mittel sind sie etwa 3 - 4 mal geringer als in der Milchstraße. Dies kann dazu führen, daß der Rote Riese soviel Masse verliert, daß schließlich tiefere, heißere Schichten freigelegt werden, die blau erscheinen.

Welcher Stern tatsächlich explodierte, wird sich erst dann mit Sicherheit sagen lassen, wenn in einigen Jahren die Explosionswolke sich so weit ausgedehnt haben wird, daß sie wieder durchsichtig wird, und man dann wieder bis ins Zentrum blicken kann.

3. Spektren

Schon wenige Stunden nach ihrer Entdeckung wurden die ersten Spektren der Supernova aufgenommen. Dabei zeigten sich in den verschiedenen Spektralbereichen große Unterschiede:

UV: 14 Stunden nach der Entdeckung (25. 2. 87) war die Hülle sehr heiß ($T=135\ 000\ \text{K}$). Sie kühlte rasch ab, denn zwei Tage später betrug die effektive Temperatur nur noch $8800\ \text{K}$ und am 14. März sogar nur noch $5200\ \text{K}$.

Die ersten Spektren zeigten wenige, sehr breite Absorptionslinien, die auf Ausstoßgeschwindigkeiten von $20\ 000 - 30\ 000\ \text{km/sek}$ hinweisen.

Im Mai 1987 traten dann schmale Emissionslinien des Elementes Stickstoff auf, die keine Dopplerverschiebung zeigten, also gegenüber dem Explosionsort in Ruhe waren. Es handelt sich hier wohl um Linien aus der den Vorgängerstern umgebenden Wolke, die durch den ehemaligen Sternwind aus der Phase als Roter Riese gebildet wurde. Der Radius dieser Wolke dürfte etwa ein Lichtjahr betragen. Untersuchungen zeigen, daß in dieser Wolke Stickstoff 6 - 60 mal häufiger vorkommt als in der Sonne. Er muß demnach aus Bereichen des früheren Sterns stammen, in die der durch Kernverschmelzung gebildete Stickstoff transportiert wurde.

Visueller Bereich: Anfangs wurden die Spektren durch die Balmerlinien des Wasserstoffs dominiert. Zusätzlich traten Linien des Elementes Helium auf. Die abgeleiteten Geschwindigkeiten lagen bei $18500\ \text{km/sek}$. Später tauchten immer mehr Linien schwererer Elemente auf. Dabei zeigte sich, daß in der Explosionswolke die Elemente Sc, Ti, V, Cr, Sr und Ba etwa 5 - 20 mal häufiger als in der Sonnenumgebung sind. Diese wurden somit bei der Explosion gebildet (s-Prozeß). Die Gesamtmasse der Explosionswolke wurde zu 8 - 10 Sonnenmassen abgeschätzt.

Röntgenbereich: Seit dem Maximum fällt die Helligkeit mit einer Halbwertszeit von 78 Tagen. Dies entspricht ziemlich genau derjenigen des radioaktiven ^{56}Co , das wiederum beim Zerfall von ^{56}Ni entsteht, das selbst eine Halbwertszeit von 6.1 Tagen besitzt. Insgesamt dürften während der Explosion 0.07 Sonnenmassen Nickel bzw. Kobalt gebildet worden sein ($1,4 \cdot 10^{26}\ \text{t}$). Im Röntgenlicht läßt sich das Kobalt anhand seiner beiden Spektrallinien bei 847 und $1238\ \text{keV}$ nachweisen [7].

4. Neutrinos

Alle Phänomene, die man gewöhnlich bei Supernovae beobachtet, laufen in der Explosionswolke ab. Ihre eigentlichen Ursachen jedoch ist tief im Inneren des ehemaligen Sterns zu suchen. Erst durch ein Netz komplizierter physikalischer Prozesse wird die Energie, die beim Zusammenbruch des Kerns freigesetzt wird, in Bewegungs- und elektromagnetische Energie umgewandelt. Deshalb war man bisher darauf angewiesen, über Modellrechnungen die Prozesse im Sterninneren zu verstehen.

Wie oben erläutert wurde (Kap. 1.5), sind die einzigen direkten Boten aus den Kernbereichen eines Sterns die reaktionsarmen Neutrinos. Einige von ihnen sollte man wenige Stunden vor dem optischen Ausbruch messen können, wenn die Supernova relativ nahe steht. Tatsächlich wurden am 23. Februar 1987 in 4 Meßstationen kurze, mehrere Sekunden dauernde Neutrinoschauer beobachtet (Tabelle 2). Leider war keines der Experimente vollständig einsatzbereit. In 3 Stationen wurden die Neutrinos gegen $8.36\ \text{MEZ}$ beobachtet, während dasjenige im Mt. Blanc-Massiv jedoch schon um $4.52\ \text{MEZ}$ 5 Reaktionen registrierte.

Gegenwärtig - Juni 1988 - kann diese Diskrepanz nicht befriedigend erklärt werden.

Möglicherweise traten die am Mt. Blanc gemessenen Ereignisse zufällig auf, obwohl ihre Wahrscheinlichkeit dafür nur $1/65000$ beträgt. Außerdem ergibt sich aus dieser Messung, daß beim Kollaps einige 10^{55} erg an Energie erzeugt wurden, etwa 100 mal mehr als erwartet.

Andererseits kamen zu diesem Zeitpunkt nur relativ energiearme Neutrinos, die von den anderen Detektoren nicht gemessen werden konnten. Im 2. Puls, rund 3,5 Stunden später, trafen höherenergetische Teilchen ein, die dann der Meßeinrichtung unter Europas höchsten Berg entgingen, weil sie dafür zu unempfindlich ist.

Tabelle 2:
Neutrinomessungen

| Observatorium | N | E | t | Δt |
|---------------|----|-------|----------|------------|
| Mt. Blanc | 5 | 5-10 | 3h52m36s | 7 |
| IMB | 8 | 20-22 | 8h35m41s | 5 |
| Baksan | 3 | 12-18 | 8h36m12s | 6 |
| Kamiokande II | 11 | 7-36 | 8h35m40s | 13 |

Erläuterung:

- N = Anzahl der gemessenen Neutrinos
 E = Energieintervall der Neutrinos in MeV
 t = Zeitpunkt der Reaktion in MEZ
 Δt = Zeitintervall der Reaktionen



Aber auch die Daten aus den drei anderen Stationen erfüllen nicht in allen Belangen die theoretischen Erwartungen. Da man nicht die Neutrinos direkt, sondern nur ihre Reaktionsprodukte nachweist, sollten deren Bewegungsrichtungen gleichmäßig über alle Winkel verteilt sein. Aber es wurden deutlich mehr in dem Halbraum gemessen, der von der Supernova abgewandt ist. Dieses Verhalten erwartet man bei der Streuung der Neutrinos an Elektronen, doch ist die Wahrscheinlichkeit für diesen Prozeß 100 mal kleiner als für die direkte Reaktion mit Protonen. Da aber noch nicht alle Eigenschaften der Neutrinos mit ausreichender Genauigkeit bekannt sind, ist ein Fehler in der Theorie nicht ganz ausgeschlossen.

Generell lassen sich 2 verschiedene Folgerungen ziehen:

1. Wenn man die Ergebnisse des Mt. Blanc-Experimentes vernachlässigt - diese Annahme wird gegenwärtig bevorzugt - dann stimmen die Messungen der restlichen Stationen recht gut mit der Theorie überein. Insbesondere läßt sich zeigen, daß die Neutrinos für einige Zeit im Kern eingeschlossen waren. Auch passen die Pulsbreiten von einigen Sekunden recht gut. Nur die Winkelverteilung der Reaktionsprodukte bleibt unverstanden.
2. Nimmt man an, daß die Neutrinos, die im Mt. Blanc registriert wurden, von der Supernova stammen, dann muß etwas an der derzeitigen Theorie falsch sein. Dafür gibt es 2 Vorschläge:
 - a) Einmal könnte der entstandene Neutronenstern etwas zuviel Masse gehabt haben, um stabil bleiben zu können. Aufgrund seiner anfänglichen extrem hohen Rotationsperiode und der hohen Temperatur konnte er einem weiteren Kollaps zu einem Schwarzen Loch eine Weile Widerstand leisten. Doch erzeugte sein extrem starkes Magnetfeld durch die Rotation elektromagnetische Strahlung, die ihm immer mehr Energie entzog, sodaß sich nach einigen Stunden der Zusammenbruch fortsetzte.
 - b) Dasselbe Ergebnis erhält man, wenn man einen massereichen, aber noch stabilen Neutronenstern annimmt, auf den innerhalb des infrage kommenden Zeitraums soviel Material stürzt, daß er schließlich unter dem vergrößerten Gewicht zusammenbricht.

Zusammenfassung:

Der Ausbruch der Supernova 1987A war ein Glücksfall für die moderne Astronomie, um eine ganze Reihe der Prozesse bei einer Sternexplosion im Detail zu untersuchen.

Das Verhalten der Lichtkurve kann mit der Annahme, daß ein blauer, kompakter Überriese der Vorgängerstern war, erklärt werden. Auch die anderen Beobachtungen der Explosionswolke geben neue Erkenntnisse über den Energietransport in der explodierenden Sternhülle. Insbesondere konnte nachgewiesen werden, daß der radioaktive Zerfall von ^{56}Co die Heizung der Wolke und damit die Lichtkurve nach dem Maximum bestimmt.

Auch für die Theorie der Sternentwicklung ergeben sich neue Erkenntnisse. So scheint im Stadium des Roten Riesen der Massenverlust die Entwicklung eines Sternes stark zu beeinflussen. Hierbei spielen offensichtlich die Häufigkeiten der schweren Elemente eine nicht zu vernachlässigende Rolle, sofern die Identifizierung des Vorgängersterns korrekt ist.

Andere Aspekte sind aber weiterhin ungeklärt. Insbesondere ist die Interpretation der Neutrinoexperimente und damit das Verständnis des eigentlichen Supernovaereignisses kontrovers. Sicher dürfte sein, daß ein massereicher Stern mit anfänglich 20 Sonnenmassen am Ende seiner Energieerzeugungsprozesse innerhalb weniger Sekunden unter seinem eigenen Gewicht zusammenbricht. Dabei wird der Kern auf Dichten komprimiert, die größer als die Dichten in Atomkernen sind, während die Sternhülle in einer gewaltigen Explosion in das Weltall geschleudert wird.

Schluß:

Irgendwann in den nächsten Jahren wird die Explosionswolke sich soweit verdünnt haben, daß man wieder in das Zentrum blicken kann. Dann wird sich vielleicht zeigen, ob tatsächlich der Stern mit der Katalognummer Sk -69 202 explodierte, und einen Neutronenstern bzw. einen Pulsar oder vielleicht sogar ein Schwarzes Loch zurückließ.

Die Explosionswolke wird in einigen Jahren auf den alten Sternwind treffen. Die dabei entstehenden Schockfronten werden das Gas zum Leuchten anregen. Daraus läßt sich nachträglich der alte Sternwind untersuchen und somit genauere Informationen über das Stadium des Roten Riesen und des Schicksals des Sterns danach ableiten.

Am Anfang bestand das Universum aus Wasserstoff und Helium. Die schwereren Elemente wurden dann im Inneren der Sterne durch Fusion leichter Elemente erzeugt. In den gewaltigen Supernovaexplosionen wurden diese an den interstellaren Raum abgegeben. Aus ihnen entstanden dann wieder neue Sterne. So wurde nach und nach der Anteil der schweren Elemente im Weltall immer mehr erhöht. Alle schwereren Elemente, die heute existieren, entstanden somit einst im Inneren der Sterne, so auch alle, die in lebenden Organismen vorhanden sind.

Ohne die Supernovae gäbe es kein Leben auf der Erde!

Literatur:

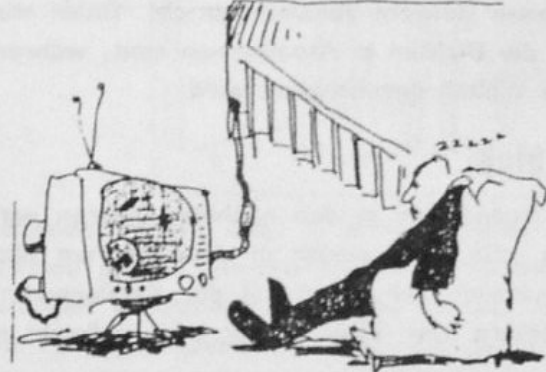
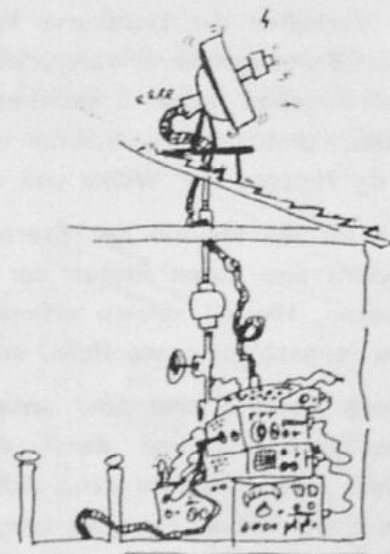
- [1] de Jager, C., in "The Brightest Stars", 1980, D.Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, S. 384 ff
- [2] Bethe, H.A., Brown, G., 1985 Spektrum der Wissenschaften, Heft 7
- [3] Arnett, W.D., 1987, in "ESO Workshop SN1987A", Garching, S. 374
- [4] West, R.M., 1987, in "ESO Workshop SN 1987A", Garching
- [5] West/Lauberts/Jorgensen/Shuster, 1987, Astron. Astrophys. 177, L1-L3
- [6] Schorn, R.A., 1987, Sky & Teleskope heft 5, S.470
- [7] Matz, S.M. et al., 1988, Nature 331, S. 416

... und sie dreht sich doch !

Die rechnergestützte Antennensteuerung und Meßwerterfassung

von Andreas Kaufer

Das große Problem der Radioastronomie auf der Starkenburg-Sternwarte liegt bisher in der Schwierigkeit, Beobachtungen in einer für jeden, auch den Laien, ansprechenden Form darzustellen. Natürlich wird auch in der Radioastronomie angestrebt, eine 'Radiographie' eines Himmelsobjekts analog zu der Photographie in der optischen Astronomie zu erstellen. Nur solch eine graphische Darstellung ermöglicht es dem Menschen, der ja kein Sinnesorgan für Radiostrahlung hat, das Beobachtete zu erfassen. Nur aus der Tatsache heraus, daß solche 'Bilder' bisher noch nicht, oder nur eindimensional in Form von Schreiberstreifen erzeugt wurden, läßt sich die immer wieder kritisch gestellte Frage nach der Effektivität und dem Sinn der radioastronomischen Empfangsanlage verstehen. Jedoch sollte man die Schwierigkeiten bedenken, die sich bei der Erstellung einer Radiographie ergeben und nicht nach optischen Maßstäben urteilen. Man sollte sich folgendes immer vor Augen halten (Über die Problematik der HF-Empfangstechnik wurde schon mehrfach berichtet und wird daher bei dieser Betrachtung beiseite gelassen) :



Amateur-Radioastronomie heute..

- Das Beobachtungsinstrument ist ein Parabolspiegel mit 3 m Durchmesser, der wegen seiner Größe und Masse azimuthal montiert ist, und dies erfordert eine nicht lineare Nachführung um zwei Achsen, was nur mit einem Rechner zu bewältigen ist. Das optische Teleskop ist im allgemeinen parallaktisch montiert, was zur Nachführung grundsätzlich nur eines konstant laufenden Motors bedarf.
- Die Position der Antenne am Himmel kann nicht durch einen Sucher festgestellt werden und auch ein Leitrohr zur Kontrolle der Nachführfehler steht nicht zur Verfügung. Daraus folgt, daß Positionsmelder dem Steuerrechner Winkelwerte übermitteln müssen, damit die Antennenposition errechnet und Korrekturen angebracht werden können.
- Bedingt durch die Empfangstechnik bei Wellenlängen im Radiobereich ist es nur möglich einen einzelnen Empfänger auf den Himmel zu richten und die Intensität der Strahlung an dieser einen Stelle zu messen. Da aber nun ein Bild eines zweidimensionalen Himmelsausschnittes aus sehr vielen einzelnen Punkten unterschiedlicher Intensität besteht, müssen sehr viele Einzelmessungen gemacht werden und im Nachhinein zu einem ganzen Bild zusammengesetzt werden. Auch diese Arbeit kann nur von einem Rechner bewältigt werden. In der optischen Astronomie übernimmt diese Arbeit der Film, der ja schon eine zweidimensionale Anordnung von kleinen Empfängern, nämlich den Filmkörnern, ist. Der Himmelsausschnitt wird also als Ganzes durch die Optik auf den Film abgebildet und dort festgehalten und braucht 'nur' noch entwickelt werden. (Hier sind die Schwierigkeiten halt auf andere Gebiete verschoben).

Aus diesen Tatsachen lassen sich schon die meisten Forderungen an den unvermeidbaren Rechner zur Steuerung, Messwerterfassung und -auswertung ableiten.

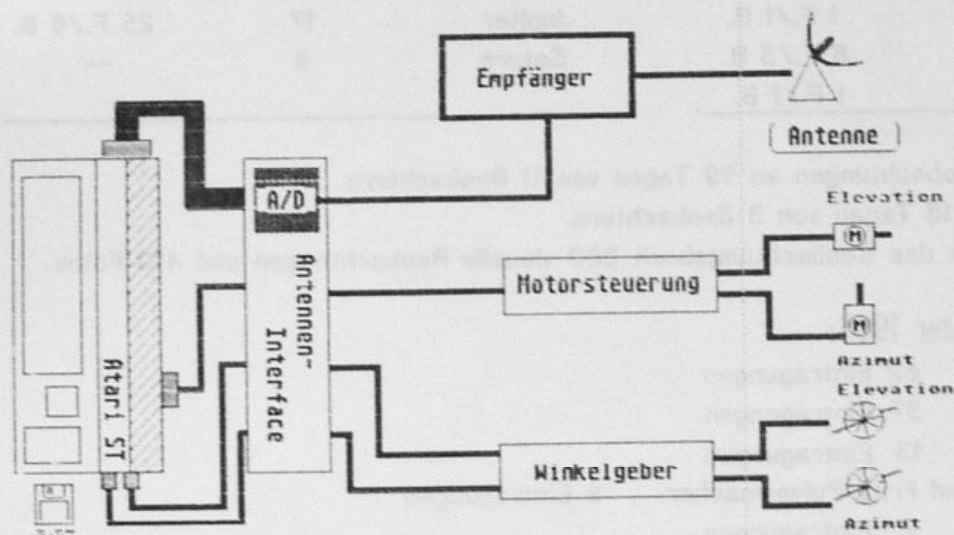
Er muß

- die äquatorialen Koordinaten des Beobachtungsobjekts schnell und präzise in horizontale Koordinaten und umgekehrt wandeln können . . .
- aus den Ausgabewerten der Positionsmelder (sprich Winkelgebern) die augenblickliche Antennenposition interpretieren . . .
- die Position des Objekts mit der der Antenne vergleichen und die Laufrichtung der beiden Motoren in Azimut und Elevation festlegen . . .
- die Motoren in die festgelegte Richtung bewegen und anhalten, wenn die Istposition der Antenne gleich der Sollposition ist.
- den von Antenne und Empfänger gemessenen Intensitätswert, der als Spannung vorliegt, digitalisieren und ihn mit folgenden zusätzlichen Daten auf einem geeigneten Medium abspeichern:

Messwert/Datum/UT/Rektaszension und Deklination des beobachteten Punktes am Himmel

- nach der eigentlichen Beobachtung die obigen Daten auswerten und in einer Graphik z.B. die Messwerte (= Intensitäten) in ein Koordinatensystem mit den Achsen Rektaszension und Deklination eintragen, wodurch man eine zweidimensionale Abbildung des beobachteten Radiohimmels erhalte, was ja das eigentliche Ziel war . . .

Anfang August 1988 haben Robert Bräutigam und ich kurzentschlossen die Realisierung dieser Überlegungen in Angriff genommen. Wir haben beschlossen in möglichst kurzer Zeit, d.h. etwa drei Monaten, ein, was zumindest die Steuerung und Messwerterfassung betrifft, funktionierendes System zu erstellen, um endlich einen gezielten Beobachtungsbetrieb aufnehmen zu können.



Bei dem Rechner haben wir uns auf einen Atari ST geeignet, zum einen, weil hier der finanzielle Aspekt sich in Grenzen hält, zum anderen, weil wir beide zu Hause einen Rechner dieser Art zu Verfügung haben, was die Softwareentwicklung und Tests um einiges komfortabler macht (= länger anhaltende Motivation!), sowie natürlich die Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit dieses Computers sich für unseren Zweck geradezu anbietet.

Im weiteren haben wir uns auf die Programmiersprache Pascal geeinigt, da hier schon einschlägige Erfahrungen vorhanden sind, was natürlich auch zur Reduzierung der Entwicklungszeit der Software wichtig ist.

Als Speichermedium benutzen wir vorerst Disketten, da sich gezeigt hat, daß der Speicherplatz einer Diskette für Dauerbeobachtungen bis hin zu einer Woche ausreichend ist.

Als Positionsmelder benutzen wir die schon vorhandenen Winkelgeber von Hewlett-Packard, die eine Positionierungsgenauigkeit von etwa zehn Bogenminuten ermöglichen, was bei der gegebenen Auflösung der Antenne ausreichend sein sollte.

Da es sich bei früheren Projekten als ungeschickt erwiesen hat, zu zweit an Software/Hardware zu arbeiten, haben wir die Arbeiten wie folgt aufgeteilt. Robert entwickelt vornehmlich die noch benötigte Hardware zur Antennensteuerung sowie die notwendige Software zur Beobachtungsauswertung, während ich mich mit der Steuer- und Meßwerterfassungssoftware beschäftige.

Der momentane Stand des Projekts ist, daß Steuer- und Erfassungs - Soft/Hardware fertig sind und 'nur' noch die Antennenkoordinaten mit Hilfe der Sonne geeicht werden müssen. Wenn die sich daran anschließende Testphase positiv verläuft, sehen wir keine größeren Hindernisse mehr, Anfang '89 die schon lange geplanten Beobachtungsreihen auf der Starkenburg-Sternwarte Heppenheim zu starten.

Die Beobachtungstätigkeit im Jahre 1988 auf der Starkenburg - Sternwarte

1988 wurde an 43 klaren Nächten beobachtet:

| Objekt | Visuelle B. | Fotografien | Objekt | Visuelle B. | Fotografien |
|---------------|-------------|-------------|---------|-------------|-------------|
| Offene Haufen | 25 | 12 F./4 B. | Meteore | 3 | -- |
| Kugelhaufen | 11 | -- | Mond | 7 | 20 F./4 B. |
| Galaxien | 22 | 18 F./6 B. | Venus | 14 | -- |
| Nebel | 17 | 17 F./7 B. | Mars | 32 | 88 F./5 B. |
| Sternfelder | 19 | 1 F./1 B. | Jupiter | 17 | 25 F./6 B. |
| Kometen | 5 | 8 F./3 B. | Saturn | 6 | -- |
| Kleinplaneten | -- | 1 F./1 B. | | | |

Sonne: 90 visuelle Beobachtungen an 59 Tagen von 11 Beobachtern

220 Fotos an 18 Tagen von 3 Beobachtern

Insgesamt verzeichnet das Beobachtungsbuch 268 visuelle Beobachtungen und 410 Fotos.

Die aktivsten Beobachter 1988:

1. Erwin Schwab 62 Eintragungen
2. Renate Korecky 37 Eintragungen
3. Peter Geffert 13 Eintragungen
4. Jürgen Beerwein und Fritz Pulvermacher 9 Eintragungen
6. Jürgen Majer 7 Eintragungen
7. Karl Spanowsky und Christian Bonerz 6 Eintragungen
9. Hartmut Eckstein und Hans Zekl 5 Eintragungen
11. Achim Morgenthaler 4 Eintragungen
12. I.Husseini U.Kinkel, K. Schäufele, U. Mandel, S. Klügl, K. Kemmerich, D. Kemmerich, W. Zipp, M. Engelhardt 2 Eintragungen
21. B. Dreiling, G. Treffert, M. Volk, P. Böhme, A. Unger, R. Bräutigam 1 Eintragung

(Eine Eintragung ist jeweils eine durchgehende Nachtbeobachtung mit meist mehreren Objekten oder eine durchgehende Tagbeobachtung)