

*10 Jahre*

*Internationale  
Amateursternwarte*

*1999 – 2009*



# Zum Geleit

---

## Liebe Mitglieder und Freunde der IAS,

vor mehr als zehn Jahren, am 18. April 1999, wurde die IAS von einer kleinen Schar engagierter Amateurastronomen gegründet. Heute ist sie ein stattlicher Verein mit über achtzig Mitgliedern, der an einem der besten Plätze der Welt zwei Sternwarten betreibt. Die eine auf Hakos ist voll betriebsfähig und mit hervorragenden Instrumenten und Einrichtungen ausgestattet. Die andere auf dem Gamsberg wird in Kürze das größte Amateurteleskop im südlichen Afrika, vielleicht auch in ganz Afrika beherbergen.

Der Weg dahin war nicht ganz einfach und keineswegs geradlinig. Er ist auch noch nicht zu Ende, so wie wahrscheinlich der Ausbau jeder Sternwarte nie zu Ende ist.

Am Anfang stand der Traum vom Gamsberg und die Entscheidung des Max-Planck-Instituts für Astronomie, diesen hervorragenden Platz, den das Institut aus politischen Gründen nicht selbst nutzen konnte, bis zu einer künftigen Eigennutzung qualifizierten Amateuren zugänglich zu machen.

Das Ziel war damit gegeben. Über den Weg dorthin gingen die Meinungen bald auseinander. Aus heutiger Sicht war es sicher richtig, den Weg zum Gamsberg über eine Basisstation auf der Farm Hakos zu wählen. Durch die bestehende Infrastruktur, durch Spenden und massiven Arbeitseinsatz von Mitgliedern und nicht zuletzt durch die tatkräftige Hilfe der Hakosmannschaft konnten in kürzester Zeit Beobachtungsmöglichkeiten geschaffen werden, die die Reise zur IAS-Sternwarte astronomisch lohnend machten. Von Hakos aus konnte man dann nach und nach den Gamsberg erkunden, Infrastruktur schaffen, die Aufstellung des großen 70-cm-Teleskops vorbereiten, aber daneben auch die Station Hakos immer komfortabler ausbauen. Hakos bleibt auch als Standort erhalten, wenn bei einer künftigen Eigennutzung des Gamsbergs durch die MPG dort kein Platz mehr für die IAS sein sollte.

Es ist nicht einfach, von Deutschland aus eine Sternwarte in Namibia zu bauen und zu betreiben. Schon die hohen Reisekosten schränken die Besuchs- und Aufbaumöglichkeiten stark ein. Alles was nicht vorhanden ist, muss im 130 km entfernten Windhoek beschafft werden oder steht erst bei der nächsten Reise, vielleicht erst im nächsten Jahr zur Verfügung. Dieselben Probleme stellen sich bei der laufenden Wartung und Reparatur der vorhandenen Anlagen. Komplizierte Hightech und technische Spielereien verbieten sich da von selbst. Wichtig sind robuste Standardtechnik mit hoher Zuverläs-

sigkeit, Redundanz und minimalem Wartungsaufwand. Keine Kompromisse sollen dagegen in der Qualität von Optik und Mechanik eingegangen werden.

Dies ist auf Hakos heute erreicht. In den Neumondzeiten der Hauptsaison und auch schon außerhalb dieser begehrten Zeiten sind stets IAS-Mitglieder auf Hakos anzutreffen. Unser derzeitiges Spitzeninstrument, das 50-cm-Cassegrain von Philipp Keller, ist nahezu auf zwei Jahre im Voraus ausgebucht. Ein langbrennweitiger 40-cm-Cassegrain, ein weiterer 50-cm-Astrograf und nicht zuletzt das 70-cm-Teleskop auf dem Gamsberg werden ab 2010 für Entlastung sorgen.

In dieser Festschrift ist zusammengestellt, wie es zur Gründung des Vereins kam, wie der Aufbau vonstatten ging und was in der Zwischenzeit auf Hakos und auf dem Gamsberg bereits geleistet wurde. Besonders die später eingetretenen Mitglieder, die diese Entwicklung nur noch zum Teil oder gar nicht mitgemacht haben, können damit nachvollziehen, unter welchen Schwierigkeiten und Problemen das heute Bestehende geschaffen wurde. Vielleicht werden dann auch kleine Mängel, die unter diesen Umständen unvermeidbar sind, mit etwas anderen Augen gesehen.

An dieser Stelle möchte ich nochmals allen danken, die zur Realisierung dieses großartigen Projektes beigetragen haben. Zu allererst der Max-Planck-Gesellschaft und dem Max-Planck-Institut für Astronomie, die durch Bereitstellung des Gamsberggeländes und der Grundausrüstung für das 70-cm-Teleskops die Weichen gestellt haben, dem Institut für Astronomie und Astrophysik in Tübingen (IAAT) für die Überlassung des 40-cm-Cassegrain-Teleskops, Walter Straube, seiner Familie und seinen Mitarbeitern, die durch Bereitstellung des Geländes auf Hakos und durch tätige Mithilfe den Aufbau auf Hakos ermöglichten und nicht zuletzt allen Mitgliedern und Freunden der IAS, die durch selbstlosen Arbeitseinsatz und beträchtliche Sach- und Geldspenden die IAS-Sternwarten in Namibia aufgebaut haben und für die weitere Nutzung erhalten.

Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank auch allen Bild- und Textautoren dieser Schrift, ohne deren Beiträge diese Zehnjahres-Chronik unseres Vereins nicht möglich gewesen wäre.

*Werner Roßnagel*



# Grußwort

---

Es gibt Amateursternwarten, die diesen Namen kaum zu Recht tragen, da sie eigentlich professionell arbeiten. In ihrer Ambition, von einem der besten Plätze der Welt zu beobachten und Himmelsaufnahmen mit 'state-of-the-art' Teleskopen und Kameras zu machen, gehört die Internationale Amateursternwarte eigentlich in diese Kategorie.

Die IAS ist aber eine Amateursternwarte im besten Sinne, da sie allein aus Liebe zur Sache, den Wundern am Sternenhimmel, von ihren Mitgliedern mit enormem Engagement und Sachverstand vorangetrieben wird. Das MPI für Astronomie ist seit 10 Jahren eng mit der IAS verbunden, sowohl durch die Überlassung nicht mehr benötigter Teleskopteile als auch durch die Nut-

zung des Gamsberges in Namibia durch die IAS. Dieser Berg war einst von der Max-Planck-Gesellschaft erworben worden, um dort eine große Sternwarte für den Südhimmel aufzubauen, was sich nicht verwirklichen ließ. Es ist schön zu sehen, dass jetzt endlich Himmelsbeobachtungen und -aufnahmen von höchster Qualität auf dem Gamsberg gemacht werden.

Ich gratuliere der IAS zu ihrem zehnjährigen Bestehen und wünsche ihr weiterhin große Freude und Erfolge, auch mit ihrem neuen Teleskop.

Prof. Dr. Hans-Walter Rix  
Direktor  
Max-Planck-Institut für Astronomie



# Inhalt

---

Zum Geleit.....	iii	Die geologische Geschichte des Gamsbergs.....	67
Grußwort.....	v	Der Gamsberg und seine biologische Vielfalt .....	71
Inhalt.....	vii	Die Farm Hakos.....	73
<b>I. Wie es dazu kam .....</b>	<b>1</b>	<b>IV. Astronomische Arbeit .....</b>	<b>77</b>
Astronomie auf der Südhalkugel .....	3	Teleskopausrüstung .....	79
Gamsberg – was nun?.....	7	Astrofotografie.....	81
Die Anfänge der IAS .....	10	Wissenschaftliche Astronomie .....	85
<b>II. Aufbauarbeit.....</b>	<b>23</b>	<b>V. Reise- und</b>	
Anfänge auf Hakos .....	25	<b>Beobachtungsberichte .....</b>	<b>111</b>
Stromversorgung.....	33	Astronomie auf Hakos in Namibia .....	113
Die Astrokamera AK2 .....	37	Eine Reise nach Hakos .....	116
Die neue Astrokamera 3 (AK3) .....	41	Marsopposition in Namibia .....	119
Das 50-cm-Cassegrainteleskop.....	43	SüdSternFreundeTreffen 2007.....	120
Kuppel mit 40-cm-Cassegrain-Teleskop .....	45	Six, five, four, three, two, one: click.....	123
Die Eroberung des Gamsbergs .....	52	<b>VI. Astrofotos.....</b>	<b>127</b>
Gabelmontierung und 71-cm-Teleskop .....	56	Unsere Autoren.....	144
<b>III. Namibia – das Umfeld.....</b>	<b>59</b>	Herausgeber .....	144
Fakten und Zahlen .....	61		
Die Namibwüste: Faszinierender Natur- und			
Kulturraum.....	62		









# I. Wie es dazu kam

Der Verein „Internationale Amateursternwarte“ besteht nun seit zehn Jahren. Die Vorgeschichte reicht aber viel weiter zurück. Bereits 1970 erwarb die Max-Planck-Gesellschaft den Gamsberg in Namibia, um sich diesen hervorragenden Standort für die geplante Südsternwarte zu sichern. Die Überlegungen, die hierzu geführt haben, schildert Prof. Dr. Hans Elsässer in dem Beitrag „Astronomie auf der Südhalbkugel“, der seinem 1985 erschienenen Buch „Weltall im Wandel“ entnommen ist. Wie politische Gründe diesen Plan vereitelten, zeigt sein zweiter Beitrag „Gamsberg – was nun?“ in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ im Jahr 2000.

Ein Anstoß, diesen somit brachliegenden Platz bis zu einer späteren Nutzung engagierten Amateurastronomen zugänglich zu machen, kam von K.-L. Bath mit einem Schreiben an die Redaktion der vom MPIA herausgegebenen Zeitschrift „Sterne und Weltraum“. Die Anregung fiel auf fruchtbaren Boden. Wenig später wandte sich Thorsten Neckel mit einem Rundschreiben an eine Reihe ihm bekannter Amateurastronomen. K.-L. Bath lud zu einem ersten Treffen ein, was dann letztlich zur Gründung der IAS am 18.04.1999 führte, mit Thorsten Neckel als erstem Vorsitzenden dieses Vereins.



Abb. I.1 Sternwarte der IAS auf der Farm Hakosim Jahr 2009

# Astronomie auf der Südhalbkugel

Von Hans Elsässer

Im Bereich der südlichen Subtropen gibt es drei Regionen, die sich durch besonders niedere Bewölkung auszeichnen. Das sind die südamerikanische Atacama-Wüste im Küstenvorland der Hochanden, die westlichen Ausläufer der südafrikanischen Kalahari-Wüste und Zentralaustralien.

Die klimatisch begünstigte Zone im Inneren Australiens kommt für ein Observatorium kaum ernsthaft in Betracht. Sie ist einmal wenig erschlossen, zum Andern fehlt es an ausreichend hohen Bergen. Die australischen Alpen mit Gipfeln über 2000 m liegen am Südostrand in einer Region mit höherer Bewölkung. Hinzu kommt die große Entfernung und der dementsprechend hohe Zeit- und Kostenaufwand für Reisen. In Chile, am südlichen Ende der Atacama, etwa 600 km nördlich von Santiago, sind in neuerer Zeit mehrere größere amerikanische Observatorien und die Europäische Südsternwarte (ESO) entstanden, und es schien naheliegend, auch die Südhalbkugelsternwarte des MPI für Astronomie dort zu errichten.

Eine Konzentration fast aller größeren Observatorien der Südhalbkugel in Chile ist aber wohl kaum die optimale Lösung. Abgesehen von politischen Gesichtspunkten gibt es allein aus astronomischer Sicht eine Reihe von Argumenten, die für eine gleichmäßigere Verteilung in geographischer Länge sprechen. Bewölkte Nächte sollten nicht mehrere Observatorien simultan behindern. Differenzierung in geographischer Länge entkoppelt aber nicht nur die Beobachtungsklimata, sondern ermöglicht auch wegen der Zeitverschiebung eine wesentlich bessere Überwachung variabler Objekte. Für die Beobachtung von Quasaren, Pulsaren und anderer schnell veränderlicher Himmelskörper ist das ohne Frage von Interesse. Wir dachten deshalb an einen Standort im südlichen Afrika. Für einen solchen spricht zudem die kleinere Entfernung von Europa, bei geringeren Kosten ist er schneller erreichbar.

Wetterdaten zeigen sofort, dass dort in erster Linie das ehemalige Deutsch-Südwestafrika (Namibia), die Gegend um und südlich von Windhuk, in Frage kommt. Der Jahresgang der dortigen Bewölkung mit der günstigen Saison von April bis Oktober, während des Süd winters mit den langen Nächten, ist gerade komplementär zu dem der chilenischen Region, wo sich ESO befindet. Das ist ein weiterer positiver Aspekt, weil so, in Kombination mit der europäischen Sternwarte in Chile, das ganze Jahr über hervorragende Bedingungen gegeben wären. Auf La Silla, dem ESO-Berg, beläuft sich die jährliche Anzahl photometrischer Nächte – diese sind mindestens sechs

Stunden wolkenlos – im Mittel auf 220. In Südwestafrika sind es nach unserer Erfahrung nicht weniger.

Als besonders attraktiv erschien uns der 2350 m hohe Gamsberg, ein 120 km südwestlich von Windhuk liegender Tafelberg am Rande der Namib-Wüste. Von Wind-



Abb. I.2 Der Gamsberg (2350 m) in Südwestafrika (Namibia)

huk aus, das einen großen Flughafen hat, ist er über eine der Hauptstraßen zur Küste in zwei Stunden zu erreichen. Sein Plateau ist 2.5 km lang, stellenweise fast 1 km breit und umfasst eine Fläche von 240 ha; nach Osten erhebt er sich 500 m über die Umgebung. Nach Westen, zum Atlantik hin, ist der Höhenunterschied wesentlich größer (Abb. I.2). Dass es sich um eine hervorragend geeignete Stelle handelt, war sehr schnell klar, und deshalb ein naheliegender Wunsch, sie durch Kauf zu sichern, nicht zuletzt um zu befürchtenden Spekulationen von vorn herein einen Riegel vorzuschieben. Da die Hochfläche für die Viehzucht kaum genutzt werden konnte, wurden wir, dank der Vermittlung von Herrn Cranz, dem Farmer vom benachbarten Göllschau, mit dem Besitzer rasch handels-einig, und so ging der Gamsberg 1970 für einen Quadratmeterpreis von 0,5 Pfennig in den Besitz der Max-Planck-Gesellschaft über. Eine halbsprecherische »Pad«, die teurer wurde als der ganze Berg, macht es heute möglich, mit Hilfe geländegängiger Fahrzeuge sein Plateau zu erklimmen. Bis die Zufahrt fertig war, hauste Thorsten Neckel unter primitivsten Umständen über viele Monate auf dem Berg und gewann unter großen Mühen die ersten Daten.

Die Testbeobachtungen erbrachten exzellente Resultate. Die aus den Messungen folgende hohe Reinheit der Atmosphäre kommt auch in den enormen horizontalen Sichtweiten zum Ausdruck, die in der Regel über 100 km liegen. Die Luftfeuchte ist nicht selten so gering, dass das

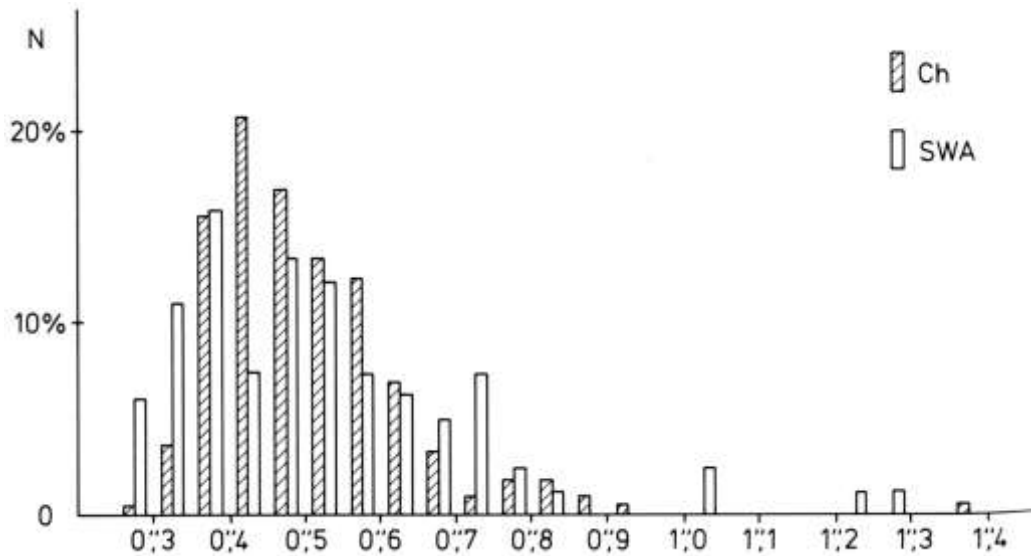


Abb. I.3 Seeing-Vergleich von La Silla/Chile und Gamsberg/SWA. Häufigkeit der Seeingwerte in Bogensekunden nach lichtelektrischen Messungen

Hygrometer an der Nullmarke kleben bleibt. Seeing wurde mit den vorher beschriebenen Methoden registriert. Um einen einwandfreien Vergleich mit den Bedingungen in Chile zu erhalten, standen Geräte derselben Bauart für längere Zeit auf dem ESO-Berg. Abb. I.3 enthält die Ergebnisse lichtelektrischer Messungen der Bildruhe vom Gamsberg und La Silla, der Dissertation von Kurt Birkle entnommen, aus jeweils über 100 Nächten der Jahre 1971 bis 1973 nach dem in Abb. I.4 erläuterten Verfahren. Wie sie zeigt, kommen an beiden Stellen Seeingamplituden von etwa 0.5 Bogensekunden am häufigsten vor, die Bedingungen sind also im Allge-

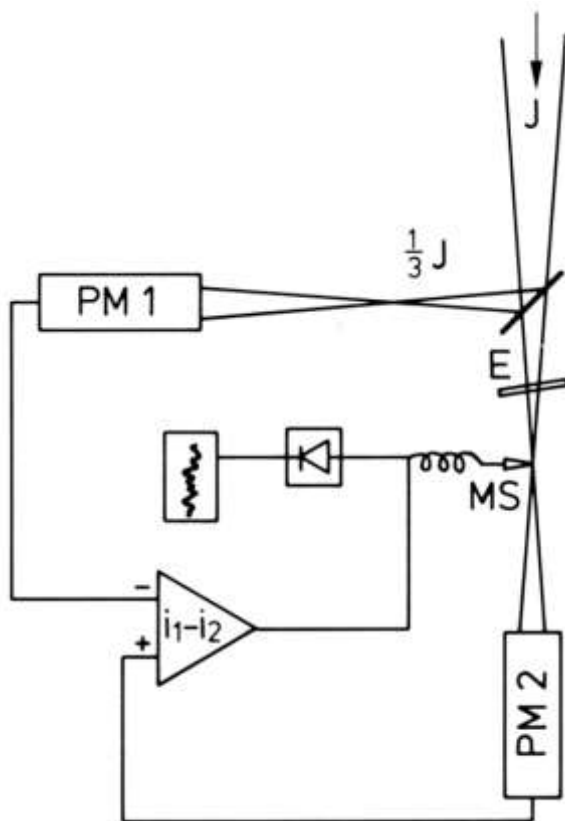


Abb. I.4 Prinzip der lichtelektrischen Seeing-Messung mit Messerschneide MS, Photomultipliern PM 1 und PM 2, Eichplatte E, Lichtintensität J, i Photostrom

meinen recht gut. Die besonders kleinen Werte bei 0.3 Bogensekunden wurden allerdings auf dem Gamsberg häufiger beobachtet als in Chile, was die herausragende Qualität der südwestafrikanischen Region kräftig unterstreicht.

Der Gamsberg ist im Lauf der Jahre zu einer kleinen Station ausgebaut worden, die auch andere Beobachtungsprogramme als nur die reinen Standorttests zulässt. Neben einigen Baracken für technische Einrichtungen und Wohnzwecke steht dort eine Hütte mit abfahr-

barem Dach, in der ein 50-cm-Teleskop untergebracht ist. Mit ihm sind unter anderem Tausende von photometrischen Messungen an jungen Sternen der südlichen Milchstraße ausgeführt worden, die unsere Kenntnis von der galaktischen Struktur am Südhimmel merklich vertieft haben. Diese bescheidenen Möglichkeiten des Gamsberges wurden in den vergangenen Jahren regelmäßig mit Erfolg genutzt. Dabei sahen wir die ersten Eindrücke immer wieder von neuem bestätigt, und aufgrund der inzwischen mehr als zehnjährigen Erfahrung sind wir überzeugt, eine Stelle gefunden zu haben, mit der sich nur wenige andere der Erdoberfläche an Qualität und Eignung für eine Sternwarte messen können.

Aber während wir in aller Unschuld unsere astronomischen Interessen verfolgten, kam die Politik ins Spiel! Nachdem die Absicht, in Südwestafrika ein großes Observatorium zu errichten, bekanntgeworden war, schrieb der damalige Forschungsminister Leussink im März 1971 dem Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft, dass ihm »aus politischen Gründen« ein Standort in Namibia wenig geeignet erscheine. Er hob auf die Resolution 283 der Vereinten Nationen vom Jahr zuvor ab, in der diese ihre Mitgliedsländer aufforderten, sich jeglicher Vorhaben und Investitionen zu enthalten, die Anerkennung und Stützung der Autorität der südafrikanischen Regierung im Gebiet von Südwestafrika bedeuten könnten. Die UN bekräftigten mit dieser Resolution erneut ihre Auffassung, die Anwesenheit der Republik Südafrika in Namibia sei nach Ablauf des Völkerbundmandats illegal und hindere die Vereinten Nationen, ihre unmittelbare Verantwortung für dieses Land bis zu seiner völligen Unabhängigkeit wahrzunehmen. Einer der Gründe für den Einspruch war offensichtlich, dass sich unsere Regierung zu jener Zeit um die Mitgliedschaft der Bundesrepublik in den UN bemühte und nachteiligen Reaktionen, die sie vor allem in den schwarzafrikanischen Ländern befürchtete, vorbeugen wollte. (Übrigens wurde auch die Aufstellung in Chile als nicht wünschenswert bezeichnet.)

Die Intervention der Bundesregierung erregte beträchtliches Aufsehen und fand in den Medien starken Widerhall. Der Tenor der kritischen Stimmen spiegelt sich in der Anfrage des Abgeordneten Dr. Franz (CDU/ CSU)

vom 7. November 1973 im Deutschen Bundestag wider: »Treffen Pressemeldungen zu, dass die Bundesregierung die Max-Planck-Gesellschaft daran hindert, im von der Republik Südafrika verwalteten Südwestafrika die von ihr projektierte Sternwarte zu bauen, obwohl wissenschaftliche Gründe für die Errichtung an diesem Ort sprechen, und teilt – bejahendenfalls – die Bundesregierung die Auffassung, dass gerade die Erfahrungen in Deutschland von einer Politisierung wissenschaftlicher Entscheidungen abhalten sollten?« Die Bundesregierung vertrat dagegen wiederholt die Auffassung, die Wissenschaftsorganisationen sollten bei ihren internationalen Aktivitäten stets in Übereinstimmung mit den staatlichen Instanzen handeln.

Die Max-Planck-Gesellschaft, die immer darauf bedacht ist, wissenschaftsfremde Einflüsse abzuwehren, hat sich in diesem delikaten Fall auch dazu bekannt, für die endgültige Entscheidung, die von ihrem Senat zu treffen war, politische Gegebenheiten nicht außer acht lassen zu wollen. Ohnehin war die Position der Wissenschaft in dieser Angelegenheit keine sonderlich starke. Für die Finanzierung der Sternwarte und der Teleskope war allein der Bund zuständig, und wir konnten nicht ausschließen, dass die Bewilligung der beträchtlichen Mittel von der Standortwahl abhängig gemacht werde.

Auf diesem Hintergrund war 1973 die geographische Breite für die Montierung des 3,5-m-Teleskops festzulegen; bei längerem Zuwarten hätten die Entwurfsarbeiten an dem Instrument unterbrochen werden müssen. Dass dann zugunsten des Calar Alto entschieden wurde, war indessen nicht allein durch die Furcht bestimmt, das Projekt des großen Teleskops überhaupt zu gefährden. In den Diskussionen mit dem wissenschaftlichen Beirat des Instituts spielte besonders die Frage eine Rolle, wie sich die geographische Verteilung der Großteleskope insgesamt entwickle und ob sich etwa eine einseitige Bevorzugung der Südhalbkugel abzeichne. Zu bedenken war dabei auch, dass die wachsende Luft- und Lichtverschmutzung im Westen der USA die Spitzenobservatorien in Kalifornien und Arizona zunehmend behindert.

Eine neue Bewertung des Nordhimmels und seiner Bedeutung im Vergleich zum Südhimmel kam hier zum Vorschein. In den fünfziger und sechziger Jahren ist, wie schon früher, vielfach die Meinung vertreten worden, die Zukunft der Astronomie liege in erster Linie auf der südlichen Halbkugel mit dem günstigen Blick zum galaktischen Zentrum und den einzigartigen Magellanschen Wolken. Der Nordhimmel sei »ausgelaugt« und biete nur noch wenig Neues. Daran ist richtig und nach wie vor gültig, dass die Erforschung des südlichen Himmels weit weniger vorangetrieben ist als die des nördlichen, und insofern sind die großen Anstrengungen zum Ausbau der südlichen Astronomie nötig und gerechtfertigt. Die überraschenden Entdeckungen in den bis dahin unzugänglichen Wellenlängenbereichen, die auch, wie an anderer Stelle ausgeführt, der optischen Astronomie ganz neue Perspektiven eröffnet haben, machten aber deutlich, dass auch der Nordhimmel alles andere als *terra cognita* ist. Ihn zu vernachlässigen, hieße, die Weichen falsch stellen; die Entwicklung der Astronomie im letzten Jahrzehnt hat daran keinen Zweifel gelassen.

Die Entscheidung für den Calar Alto fiel umso leichter, als wir damals bereits wussten, dass auch dort recht häufig mit exzellentem Seeing gerechnet werden kann. Ein Platz für das Gebäude des 3,5-m-Teleskops

war ohnehin bei den Geländeplanungen von Anfang an reserviert worden. Allerdings war auch klar, dass es auf dem Calar Alto weniger wolkenlose Nächte geben wird als auf dem Gamsberg.

Die Hoffnungen, den Gamsberg doch noch nützen und ausbauen zu können, waren damit aber nicht gestorben. Das zweite 2,2-m-Teleskop war von vornherein für die Südhalbkugel bestimmt und 1970 bei Zeiss zusammen mit dem ersten, das heute in Andalusien steht, in Auftrag gegeben worden. Sein endgültiger Standort musste zwar zum damaligen Zeitpunkt offenbleiben; beide Instrumente derselben Bauart gleichzeitig zu bestellen, bedeutete aber einen wesentlichen Preisvorteil. Zudem hatten wir uns davon überzeugt, dass es immer noch billiger kommen werde, eventuell die Polhöhe der Montierung nachträglich zu ändern (innerhalb gewisser Grenzen), als das Teleskop II später separat bauen zu lassen. Das Instrument war dann 1976 fertig. Wir hatten gehofft, die namibische Problematik würde sich in der Zwischenzeit soweit entschärfen, dass das politische Hindernis vergessen und nach der Lieferung des Teleskops mit der Gamsberg-Sternwarte angefangen werden könnte. Das war, aus heutiger Sicht, naiver Optimismus: Südwestafrika ist nach wie vor umstritten und seine Lage heute (1985) noch immer im Wesentlichen dieselbe wie damals!

Schwierigkeiten ganz anderer Art kamen dazu. Einmal sahen wir uns bei den Bauarbeiten auf dem Calar Alto erheblichen Kostensteigerungen gegenüber, die neue Ausschreibungen und einen Wechsel der Baufirma erzwangen. Eine Folge davon waren erhebliche Verzögerungen im Bauablauf. Zum Ändern musste der Staat in jenen Jahren bei der Forschungsförderung kürzer treten. Der Bundesminister für Forschung und Technologie lieferte 1975 einen Ausschuss »Großinvestitionen in der Grundlagenforschung«, der unter dem Vorsitz von Professor Heinz Maier-Leibnitz sechs größere Projekte im Bereich von Astronomie, Physik und Weltraumforschung zu beraten hatte und im Hinblick auf die kürzer werdende Finanzdecke Prioritäten festlegen sollte. Die Sternwarte auf der Südhalbkugel war eines dieser Vorhaben, und es war zu befürchten, dass sie als nicht weiterhin förderungswürdig eingestuft werde. In den Empfehlungen des Ausschusses hieß es dann: »An der Südsterne besteht für die deutschen Astronomen nach wie vor ein offensichtlicher Bedarf bei interessanten Fragestellungen. Aufgrund der Verzögerungen und der erheblichen Verteuerungen beim Aufbau der Nordsterne des Max-Planck-Instituts für Astronomie und der Schwierigkeiten bei der Festlegung eines Standorts sollte die Errichtung zu einem späteren Zeitpunkt vorgesehen werden. Dies kann insofern hingenommen werden, weil der Nutzungswert des Teleskops wegen der Fortentwicklungsmöglichkeiten der Zusatz-Messinstrumente nicht abnimmt.« Auf dem Calar Alto sind alles in allem rund 200 Millionen DM investiert worden. Mit der sicher nicht ganz billigen Erschließung des Gamsberges konnte unter diesen Umständen so bald nicht gerechnet werden.

Es blieb somit zunächst nichts anderes übrig, als das fertige 2,2-m-Teleskop II im Keller des Astrolabors auf dem Königstuhl einzulagern. Wir vom Institut waren ohnedies mit dem Aufbau des Calar Alto voll beschäftigt. Ein gangbarer Ausweg aus dieser frustrierenden Situation deutete sich erstmals an, als Italien und die Schweiz der Europäischen Südsterne als siebtes und achtes Mitglied beitreten wollten. Der größere Kreis von ESO-Nut-

zern verlangte nach einer Kompensation durch zusätzliche Teleskope auf La Silla. Und so kam das 2,2-m-Teleskop II schließlich doch nach Chile! In einem 1980 ausgehandelten Vertrag wurde vereinbart, der europäischen Organisation das Gerät für 25 Jahre als Leihgabe zu überlassen. ESO hat dafür neben den Lasten des laufenden Betriebs die Kosten des Umbaus der Montierung, der Montage am Ort und des neuen Teleskopgebäudes übernommen. Die Astronomen der Max-Planck-Gesellschaft können das Teleskop zu 25 Prozent in eigener Regie benutzen, die übrige Zeit wird es nach den gleichen Regeln wie alle anderen Instrumente auf La Silla an die Beobachter der Mitgliedsländer, also auch an diejenigen aus der Bundesrepublik, vergeben. Zwar war es für uns eine bittere Pille, dass sich ESO aus finanziellen Gründen nicht in der Lage sah, das Teleskop mit einem Duplikat des leistungsstarken Coudé-Spektrographen seines Zwilings vom Calar Alto auszustatten, und wir hielten diese Entscheidung für kurzichtig. Trotzdem ist die Potenz der La-Silla-Sternwarte mit dem 2,2-m-Teleskop – es wurde dort 1984 in Betrieb genommen – spürbar verstärkt worden. Der Gamsberg ist dadurch, jedenfalls vorerst, »ins Aus« geraten. Er sollte jedoch darüber nicht vergessen werden, denn es gibt nur noch wenige ungestörte Stellen seiner Qualität, und die geschilderten Argumente zu seinen Gunsten sind weiterhin gültig.

Aber wenn die Blühträume des Anfangs auch nicht alle gereift sind, zu Unmut oder gar Resignation gibt es wenig Grund. Das wesentliche Ziel ist ohne Frage erreicht worden: die Lage der beobachtenden Astronomie unseres Landes grundlegend zu verbessern und der deutschen Forschung nach einer viele Jahrzehnte langen Durststrecke wieder zeitgemäße Instrumente in die Hand zu geben. Und ein erfreulicher Begleiteffekt sei nicht

übersehen: An dieser Entwicklung waren deutsche Firmen maßgeblich beteiligt. Das dabei erarbeitete Know-how hat ihre Chancen auf dem Weltmarkt beträchtlich gesteigert und ihnen in neuerer Zeit ansehnliche Aufträge aus dem Ausland eingebracht.

*Auszug aus dem 1985 bei DVA erschienenen Buch „Weltall im Wandel“ S.275ff*

*Anmerkung der Redaktion:*

*Auffallend bei den Seeing-Vergleichsmessungen ist, dass fast durchweg sehr gute Seeingwerte gemessen werden, wie wir sie in der Regel an unseren Teleskopen auf Hakos nicht erreichen. Ein Teil dieses Unterschieds lässt sich durch die verwendete fotoelektrische Messmethode erklären (Abb. I.4). Wie aus anderen Textstellen zu entnehmen ist, wurde wahrscheinlich generell mit einem 18-cm-Refraktor gemessen. Das Seeing setzt sich nach Baader (Beschreibung der Wirkungsweise der SBIG AO7) aus den Komponenten „Image Motion“ und „Blurring“ zusammen. Gemessen wird mit der fotoelektrischen Methode ausschließlich „Image Motion“ unterhalb einer systembedingten Grenzfrequenz.*

*Bei unseren Anwendungen wird als Seeing-Wert im Allgemeinen die Halbwertsbreite (FWHM) einer Sternabbildung angegeben, in der sich alle Bildstörungen über einen längeren Zeitraum aufsummieren.*

*In diesem Wert enthalten sind beide Komponenten, dazu über längere Zeiten gemittelt. Außerdem fotografieren wir hauptsächlich mit Öffnungen zwischen 40 und 50 cm, was ebenfalls im Allgemeinen zu schlechteren FWHM-Werten führt.*





# Gamsberg – was nun?

Von Hans Elsässer

*Abb. I.5 Der Gamsberg mit seinem ca. 40 m dicken „Deckel“ aus Quarzit vom Flugzeug aus. Links die steile und kurvenreiche Zufahrtsstraße, die einen Höhenunterschied von etwa 500 m überwindet. Im Hintergrund nach Westen Teile der Namib-Wüste. (Bild Bernd Schroeter, nicht aus Originalartikel)*

Im Juni 1996 erhielt ich aus Pretoria von Dr. Khoto Mokhele, dem neuen Präsidenten der südafrikanischen *Foundation for Research and Development (FRD)*, einen Brief des Inhalts, seine Regierung habe beschlossen, sich an der Realisierung des gemeinsam projektierten „Internationalen Gamsberg-Observatoriums“ (IGO) nicht zu beteiligen. Sie wolle vielmehr ihre begrenzten Mittel auf die Förderung von Wissenschaft und Forschung im eigenen Land konzentrieren; für die Astronomie bedeute das, an dem Standort Sutherland festzuhalten und dessen vorhandene Infrastruktur zu nutzen.

## Südafrikanische Pläne

Eine neue leistungsfähige Sternwarte als gemeinsame Anstrengung Südafrikas, Namibias und Deutschlands kam 1992/93 ins Gespräch, nachdem in der Republik Südafrika der Entschluss gefasst war, entscheidende Schritte zugunsten der optischen Astronomie zu unternehmen. Als einziges aktives Zentrum im südlichen Afrika genoss das nationale Observatorium in Kapstadt mit seiner Beobachtungsstation in Sutherland zwar nach wie vor einen weltweit guten Ruf, seine instrumentelle Ausstattung war aber seit langem nicht mehr auf der Höhe der Zeit. Das ist auch ein Grund dafür, warum die Astronomie Afrikas im Vergleich zu Australien und Südamerika merklich zurückliegt. Schon seit Jahren waren die südafrikanischen Kollegen mit der Planung eines Tele-

**Der Tafelberg in Namibia gehört zu den für Astronomie am besten geeigneten Plätzen auf der südlichen Hemisphäre. Hier folgt ein Bericht über die neueren Bemühungen um seine Nutzung als Standort eines internationalen Observatoriums.**

skops der 4-m-Klasse beschäftigt und hatten dazu umfangreiche, ins Detail gehende Studien erarbeitet. Sie dachten an ein Instrument ähnlich dem „New Technology Telescope“ (NTT) der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile. Jetzt ging es um die Verwirklichung dieser Pläne.

Der Gamsberg kam als eventueller Aufstellungsort ins Spiel, da Dr. Michael Feast, der damalige Direktor am Kap, offenbar Vorbehalte gegen Sutherland hatte und nach einem besseren Platz suchte. Ich kannte ihn schon seit vielen Jahren und hatte ihm von den herausragenden Qualitäten des Gamsbergs erzählt, und auch davon, dass das Plateau des Berges von der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) angekauft worden war. Nach einer Ortsbesichtigung im April 1991, gemeinsam mit dem englischen Astronomen Royal Graham Smith, schlug Feast mir vor, in Kontakt mit der FRD, der für die Grundlagenforschung Südafrikas, und damit auch für die Astronomie zuständige staatlichen Organisation, auszuloten, ob eine gemeinsame Gamsberg-Sternwarte auf den Weg gebracht werden könnte.

Im vorhergehenden Artikel „Südhalkugelp Probleme“ wurden die bisherigen Gamsbergaktivitäten des MPIA ausführlich beschrieben.

## Der erste Anlauf

Bei der Gründung des Max-Planck-Instituts für Astronomie (MPIA) Ende der sechziger Jahre waren neben der Zentrale in Heidelberg zwei Observatorien, das eine auf der Nord-, das andere auf der Südhalbkugel vorgesehen. Die Sternwarte für den nördlichen Himmel ist als Deutsch-Spanisches Astronomisches Zentrum auf dem Calar Alto in Andalusien entstanden. Heute arbeiten dort fünf Teleskope mit Öffnungen bis zu 3,5 Metern. Für die Sternwarte auf der Südhalbkugel dachten wir an das südwestliche Afrika, wo die klimatischen Bedingungen im Bereich der subtropischen Hochdruckgürtel zwischen 20 und 40 Grad südlicher Breite besonders günstig sind. Als idealer Platz stellte sich der 2350 m hohe Gamsberg heraus, ein Tafelberg mit einem 2.5 km langen und bis zu 800 m breiten Plateau. Er liegt 120 km südwestlich von Windhoek oberhalb der Namibwüste.

Dort wurde 1970 eine Station für Testmessungen errichtet, deren Resultate unsere Erwartungen übertrafen. Die Jahreskurve der Bewölkung verläuft komplementär zu derjenigen der chilenischen ESO-Region: Die langen Winternächte von April bis Oktober sind besonders wolkenarm, die jährliche Zahl photometrischer Nächte ist mit ca. 230 fast identisch mit der in Chile. Die extreme Reinheit der Atmosphäre ist nicht nur durch Extinktionsmessungen belegt, sondern auch durch die Erfahrung, dass vom Gamsberg aus die mehr als 100 km entfernten Berge bei Windhoek häufig zu sehen sind. Der Nachthimmel ist angesichts der extrem dünn besiedelten Umgebung völlig frei von künstlichem Licht. Seeing-Messungen, an beiden Orten mit denselben Methoden, ergaben für den Gamsberg Werte, die denen von La Silla, dem ESO-Berg, mindestens gleichkommen. Unter dem Eindruck dieser günstigen Daten konnten wir dann alsbald die Hochebene des Gamsbergs, die landwirtschaftlich kaum zu nutzen ist, von dem bisherigen Besitzer, einem Farmer der Umgebung, zu einem günstigen Preis für die MPG erwerben. Dadurch wollten wir auch zu befürchtenden Spekulationen nach Bekanntwerden unserer Pläne zuvorkommen.

Ein gewichtiges Handikap des Gamsbergs sei nicht verschwiegen: der schwierige Zugang zum Plateau. Den Fuß des Berges kann man von Windhoek aus in zwei bis drei Stunden über eine der Hauptstraßen des Landes bequem erreichen. Die Höhe zu erklimmen ist weniger leicht. Im ersten Jahr der Testmessungen hat das Dr. Thorsten Neckel viele Male zu Fuß geleistet. Um oben eine kleine Beobachtungsstation mit einem 50-cm-Teleskop und einigen Baracken errichten zu können, ist dann eine schmale, serpentinreiche „Pad“ angelegt worden, die nur mit geländegängigen Fahrzeugen und nicht ohne ein gewisses Risiko zu bewältigen ist (Abb. I.5). Das konnte nur eine vorläufige Lösung sein.

Obwohl der Gamsberg gewiss einer der wenigen exzellenten Plätze ist, die es heute weltweit noch gibt, konnte die geplante Sternwarte nicht verwirklicht werden. Die Politik hat es verhindert, insbesondere der Einspruch der Bundesregierung, die deutsche Investitionen im ehemaligen Deutsch-Südwestafrika im Hinblick auf einschlägige UN-Resolutionen unterbinden wollte. Nach der späteren Gründung Namibias als autonomer Staat waren dann die Chancen für eine deutsche Sternwarte auf dem Gamsberg wegen fehlender Mittel dahin. Das zu jenem Zeitpunkt für den Gamsberg gedachte und bereits fertiggestellte 2,2-m-Teleskop, ein Duplikat des 2,2 auf

dem Calar Alto, ging schließlich als Leihgabe zur ESO nach La Silla und tut dort seit 1980 gute Dienste. Die Einzelheiten dieser politischen Querelen, wie auch eine ausführlichere Darstellung der Gamsbergaktivitäten des MPIA, sind meinem 1985 bei der DVA erschienenen Buch „Weltall im Wandel. Die neue Astronomie“ auf den Seiten 275 ff. zu entnehmen.

## Das Projekt IGO

Die ersten Treffen im Oktober 1992 mit der FRD in Pretoria und den Kollegen in Kapstadt verliefen vielversprechend; Chancen für eine neue Entwicklung auf dem Gamsberg zeichneten sich ab. Vor allem der damalige FRD-Präsident, Dr. Reinhard Arndt, ließ starkes Interesse an einer internationalen Zusammenarbeit erkennen, nicht allein weil damit die Aussicht bestand, die beträchtlichen Kosten einer modernen Sternwarte auf mehrere Schultern zu verteilen. Ein anderes, ihm nicht weniger wichtiges Motiv schien mir zu sein, durch verstärkte internationale Kontakte der damaligen politischen Isolation Südafrikas entgegenzuwirken. Im Jahr darauf folgte er unserer Einladung auf den Calar Alto, um sich von den Anlagen und dem Betrieb eines modernen Observatoriums ein eigenes Bild zu machen. Das Streben nach politischer Öffnung war wohl mit ein Grund, warum Dr. Arndt mich bat, auf dem UN/ESA-Workshop über „Basic Space Science in Africa“, der 1993 in Lagos stattfand, das Projekt eines internationalen Observatoriums auf dem Gamsberg vorzustellen und andere afrikanische Staaten zur Mitwirkung zu ermuntern.

Selbstverständlich war es besonders wichtig, Namibia mit ins Boot zu holen. Dafür war die namibische Botschafterin in Bonn, Frau Nora Schimming-Chase, eine große Hilfe. Von einem Besuch des Calar Alto wusste sie, um was es ging. Bei sich zuhause hat sie für das Vorhaben geworben und einen Beschluss ihrer Regierung veranlasst, der die neue Gamsberginitiative ausdrücklich begrüßte und jede mögliche Unterstützung zusagte. Für Namibia war die mit einer solchen Einrichtung verbundene internationale Ausstrahlung verlockend. Man versprach sich auch neue interessante Arbeitsplätze für Landeskinder. Das Physik-Department der Universität Windhoek hoffte auf gemeinsame Programme, bei denen seine Studenten High-Tech-Methoden erlernen könnten.

Die Details des Projekts IGO wurden von einer Arbeitsgruppe entworfen, deren Mitglieder für Südafrika der FRD-Vizepräsident, Dr. Gerhard von Gruenewaldt, und der jetzige Direktor der Kapsternwarte, Dr. Bob Stobie, für Namibia Prof. Detlof von Oertzen von der Universität Windhoek, und für das MPIA der Direktor der Calar-Alto-Sternwarte, Dr. Kurt Birkle, und der frühere Institutsbetreuer und Leiter der Rechtsabteilung der MPG, Dr. Günter Preiß, waren. Sie trafen sich 1994 und 1995 mehrmals in Heidelberg, in Windhoek und auf dem Calar Alto. Es ging nicht nur um die Planung der gesamten Anlage, sondern auch um die Kosten, die Organisationsform und, nicht zuletzt, um einen Qualitätsvergleich von Gamsberg und Sutherland.

Das Hauptinstrument sollte entsprechend den Vorstellungen der Kap-Astronomen ein Teleskop der 4-m-Klasse sein. Bei den Kosten war ein nicht zu vernachlässigender Teil für die Infrastruktur vorzusehen. Nach einer schon früher vom MPIA bei der Firma H. Seelenbinder, Windhoek in Auftrag gegebenen Studie musste für eine

gut ausgebaute Straße zum Plateau, sowie die Elektrizitäts- und Wasserversorgung mit rund 10 Millionen DM gerechnet werden.

Der Betrieb des IGO sollte im Wesentlichen in südafrikanischen Händen liegen, wie auch der überwiegende Teil der Beobachtungszeit. Für uns vom MPIA stand nicht im Vordergrund, neue Beobachtungsmöglichkeiten am Südhimmel zu erschließen. Ich habe immer wieder darauf hingewiesen, dass Deutschland als Mitglied der ESO in Chile bereits mit potentem Instrumentarium Zugang zum Südhimmel hat. Das vorrangige Ziel war vielmehr, den Gamsberg der wissenschaftlichen Nutzung zu öffnen. In meinem Vortrag in Lagos vertrat ich das Konzept eines Wissenschaftsparks, da der Gamsberg nicht allein für die Astronomie attraktiv sei, sondern auch für andere Disziplinen, die auf einen ungestörten Höhenstandort, reine Atmosphäre etc. angewiesen sind.

Die deutsche Seite wollte beim IGO vor allem zu den Investitionen beitragen. In dieser Hinsicht war Dr. Horst Skoludek, der frühere Vorstandssprecher von C. Zeiss Oberkochen, ein ganz wichtiger Mitstreiter. Aufgrund seiner vielfältigen Kontakte zu Wirtschaft und Finanzwelt sah er Chancen, Sponsorengelder, inländische wie ausländische, einzuwerben und fand sich bei vielen Gesprächen darin bestätigt. Namibia konnte als klassisches Entwicklungsland auf vielerlei internationale Unterstützung hoffen. Die Bundesregierung befürwortete Ende 1995 das IGO-Projekt im direkten Kontakt mit der Regierung in Pretoria, zu diesem Zeitpunkt allerdings ohne finanzielle Zusagen, wollte das jedoch für die Zukunft nicht ausschließen. Seitens Namibias erhofften wir uns Mitwirkung bei den Erschließungs- und Infrastrukturmaßnahmen.

Der Abschlussbericht der IGO-Arbeitsgruppe lag in seiner endgültigen Form im April 1996 vor. Ein umfangreicher Teil waren die im wesentlichen von Dr. Preiß erarbeiteten Entwürfe für die erforderlichen rechtlichen Vereinbarungen, ohne die ein solches komplexes Gebilde weder geschaffen noch am Leben erhalten werden kann. Teilweise waren sie in Anlehnung an die deutsch-spanischen Verträge für den Calar Alto formuliert.

Die wichtigste Aussage war die Empfehlung, das Projekt auf dem Gamsberg zu realisieren, dessen überlegene Qualität als Standort für eine Sternwarte auch von den Südafrikanern anerkannt wurde. Vermutlich spielte dabei Folgendes mit: Schon bei unseren ersten Diskussionen hatten sie mir als ihr Fernziel ein 8-m-Teleskop angedeutet, das man aber nicht in Sutherland aufstellen wollte. Deshalb sei es ratsam, nicht erst dann einen neuen Platz ins Auge zu fassen.

### Die Zukunft?

Die eingangs erwähnte brüske Absage aus Pretoria wirkte wie eine kalte Dusche und löste bei den deutschen und namibischen Partnern nicht geringe Verärgerung aus – auch deshalb, weil die südafrikanischen Regierungsverhalten von Anfang an über die Intentionen zugunsten des Gamsbergs informiert waren. Die Gründe für den plötzlichen Meinungsumschwung konnten wir nur erahnen. Ein Faktor war gewiss das altersbedingte Ausscheiden von Dr. Arndt als FRD-Präsident und wichtiger Promoter der

internationalen Kooperation. Auch mag der inzwischen erfolgte Wechsel des Regimes mit dem Ende der Apartheid und neuen politischen Prioritäten eine Rolle gespielt haben. Eine Chance für die Astronomie des südlichen Afrika und die Entwicklung Namibias ist so jedenfalls erneut vertan worden. Was nun? Auch wenn gegenwärtig keine konkreten Vorhaben anstehen, wird das Gamsbergplateau weiterhin im Besitz der MPG bleiben. Es könnte in der Zukunft für die Wissenschaft noch von großem Wert sein. In der Vergangenheit sind immer wieder Wünsche laut geworden, dort oben Mess-Stationen zu errichten, für atmosphärische Untersuchungen, zur Registrie-



Abb. I.6 Die Lage des Gamsbergs im südlichen Afrika

rung hochenergetischer kosmischer Strahlung und anderes. Die neuerdings gegründete „Spaceguard Foundation“ mit Sitz in Frascati hat die Absicht geäußert, vom Gamsberg aus den südlichen Himmel nach bisher unbekanntem Asteroiden zu durchmustern, die der Erde gefährlich nahe kommen könnten. Aber auch damit scheint es nichts zu werden. Der schwierige Zugang zum Plateau wirkt abschreckend.

Vor kurzem ist auf Initiative engagierter deutscher Amateurastronomen ein Verein gegründet worden, der auf der Farm Hakos am Fuß des Gamsbergs eine Beobachtungsstation errichten will. Die begehrtlichen Blicke gelten aber auch der fast 1000 Meter höher gelegenen Tafel Ebene. Näheres dazu in einem der nächsten Hefte.

*Dieser Artikel wurde veröffentlicht in:*

– *Sterne und Weltraum* 39 [2-3/2000] S. 121ff

– *Mitteilungen der Wissenschaftlichen Gesellschaft Namibia* 41 [10-12/2000] S. 18ff

# Die Anfänge der IAS

Von K.-L. Bath

Jede Geschichte hat ihre Vorgeschichte. Über lange Zeit hinweg sah ich Bilder und Berichte in nahezu jedem Heft von „Sterne und Weltraum“ und anderswo, Berichte von Amateurastronomen, die nach Namibia gereist waren, ihre Ausrüstung hin und wieder zurück gebracht hatten, und natürlich ihre stolze Ausbeute an beneidenswerten Bildern des südlichen Sternhimmels. Irgendwann fiel das auf, und mein Gedanke war, diese Leute sollten sich zusammentun und in Namibia, dem ehemaligen Deutsch-Südwest-Afrika, eine Amateursternwarte mit Instrumenten schaffen, die sie dann nicht mehr transportieren müssten, und die der Einzelne sich nicht leisten kann. Die Zeit war reif dafür. Und so schickte ich am 28.04.1997 einen Brief an die Redaktion von „Sterne und Weltraum“, der nachfolgend in gekürzter Form wiedergegeben ist.

Die Reaktion von Dr. Th. Neckel und Dr. J. Staude: Ich habe sozusagen offene Türen eingerannt. Ähnliche Gedanken gab es auch im Max-Planck-Institut für Astro-

nomie in Heidelberg (MPIA) und sogar bei Professor Hans Elsässer selbst.

Der nächste Schritt war ein Brief, den Dr. Neckel am 26.10.1997 an eine Reihe ihm bekannter Amateurastronomen verschickte. In diesem Brief, er ist hier ebenfalls in gekürzter Form abgedruckt, beschreibt er unter anderem, wie es zu den astronomischen Aktivitäten des MPIA auf dem Gamsberg gekommen war. Und der Brief war ein Aufruf an die Amateurgemeinde, sich an dem Projekt einer Amateursternwarte auf dem Gamsberg zu beteiligen.

Am 25.04.1998 gab es dann ein erstes Treffen interessierter Amateure im Anschluss an die Frühjahrstagung der VdS (Vereinigung der Sternfreunde) in Würzburg. Hiervon existiert noch das untenstehende Bild.

Und am 18.04.1999 fand die Gründungsversammlung der IAS statt, wiederum in Würzburg und anlässlich der Würzburger VdS-Frühjahrstagung. Das Protokoll unserer Gründungsversammlung sei hier ebenfalls wiedergegeben.



Abb. I.7 Erstes Treffen in Würzburg

Hintere Reihe: Dr. Jörg Schumann, Prof. Hans-Hellmuth Cuno, Wolf-Peter Hartmann, Dr. Wolfgang Beisker, Hans-Joachim Bode  
Mitte: Kurt Mench, Dr. Michael Anton, Dr. Jens Lüdemann, Dr. Heiko Lüdemann  
vorne (v.l.n.r): Andreas Masche, Philipp Keller, Michael Koch, Dr. Thorsten Neckel, Hans Czichon, Karl-Ludwig Bath

# Brief vom 28.04.1997 an „Sterne und Weltraum“

Von Karl-Ludwig Bath

Lieber Herr Dr. Neckel,  
lieber Herr Dr. Staude,

...

Seit Jahren reisen Amateurastronomen zu ihrem Astrotoururlaub mit zunehmender Tendenz nach Namibia. Begeisterte Berichte liest man immer wieder, und Astrobilder aus Namibia finden sich neuerdings in jedem SuW-Heft. Ich selbst war noch nicht dort, habe aber vor, im kommenden Jahr einmal hinzufiegen.

Namibia ist immer noch erstaunlich deutsch, was jeder Reisende bestätigt, letzthin auch ein Fernsehbeitrag. ... In *interstellarum* 7, S. 66, Spalte 3 liest man, dass bereits „viele Gästefarmen sich auf die Bedürfnisse der Amateurastronomen eingestellt“ haben. Ich kann mir deshalb vorstellen, dass es in Namibia in absehbarer Zeit eine fest installierte größere (Süd-) Sternwarte von und für Amateurastronomen geben wird.

Sinnvollerweise wäre das ein europäisches Projekt, gewissermaßen ein Mikro-ESO, auch ein kleiner Stein für das Zusammenwachsen Europas und ein wenig Entwicklungshilfe für Namibia. Der Namibische Staat setzt zunehmend auf Tourismus und ist an derartigen Aktivitäten interessiert.

Konkreter: ... Was in erster Linie nötig wäre, das sind einige engagierte Leute, die so ein Projekt zu ihrer Sache zu machen bereit sind. ... Ich frage mich ernstlich, ob der Traum einer Amateur-Sternwarte in Namibia sich nicht realisieren lässt. Ich horche schon eine Weile herum und höre, was andere dazu sagen; der Mensch lebt von Utopien.

Insbesondere denke ich bei Namibia natürlich an den Gamsberg, der in all den begeisterten Berichten *nicht* vorkommt, was mich sehr erstaunt. Vor Jahren hat das MPIA das Plateau des Gamsbergs erworben, und Sie, Herr Dr. Neckel, haben dort einige Zeit Seeing-Messungen gemacht. ... Steht Ihr 50-cm-Cassegrain noch dort? Ob das MPIA oder gar die ESO für die Zukunft etwas auf dem Gamsberg planen (z.B. ein HET-Teleskop, vgl. „*Skyweek*“ 49+50/1996, S.4, Kasten, 2. Absatz, Zeile 10ff), weiß ich nicht. Der Gamsberg ist ein Platz, der La Silla nicht nachzustehen scheint. Die politischen Gründe, die seinerzeit gegen den Gamsberg sprachen, dürften entfallen sein. Um so eher bietet es sich heute an, über eine astronomische Nutzung nachzudenken. Vor einer konkreten Planung muss natürlich klar sein, wie sich das MPIA zu der Sache stellt. Gehört ihm das Gelände noch? Aber ich denke, dass selbst dann, wenn das MPIA dort selbst etwas vor hat, auf dem Plateau genügend Platz auch für die Amateurgemeinde wäre. – Und selbst, wenn der Gamsberg nicht in Frage kommen sollte (MPIA dagegen, ärztliche und andere Versorgung problematisch, ...), gibt es sicherlich einen anderen auch aus astronomischer Sicht sinnvollen Platz in der Umgebung von Windhoek.

Mein Vorschlag für eine europäische Amateur-Südsternwarte in Namibia ist ziemlich ernst gemeint. Hier ein zweiter Anlauf:

## Zum Ort:

... Der Ort scheint nochmals eine Klasse besser zu sein als Teneriffa, und er liegt auf der Südhalbkugel. Im Vergleich zu anderen exquisiten Plätzen wie Chile oder Hawaii ist Namibia für uns Europäer noch einigermaßen erreichbar.

## Zum Sinn:

Es soll bei dem Projekt nicht nur darum gehen, dass jeder „einmal im Leben“ einen fantastischen Astrotoururlaub machen kann. Vielmehr gibt es auch heute eine Reihe von Aufgaben in der Astronomie, die von engagierten Amateuren sinnvoll bearbeitet werden können. Die Fachastronomen haben für vieles nicht die nötige Zeit, und sie werden leider eher weniger.

## Zur Instrumentierung:

- Es gibt sicher genügend viele auch größere Amateurteleskope für ein solches Projekt (Anzeigen der Art „Verkaufe aus Altersgründen...“).
- In der Anlage 2 finden Sie einen Artikel, nach dem ein Amateurastronom in den chilenischen Anden in der Nähe des Paranal sein 76 cm Newton-Teleskop aufgestellt hat, was ihn bisher an die 200.000 DM gekostet haben soll. – Eine solche Aktion als einzelner durchzuführen, halte ich allerdings für ein Unding.
- Es gibt funktionstüchtige Fernrohre/Teleskope, die in verschiedenen europäischen Sternwarten dem Fernrohrhimmel entgegengedämmern. Angenommen ein solches Instrument würde etwa als Dauerleihgabe zur Verfügung gestellt, so wären „nur noch“ die Transportkosten aufzubringen.

Größere Refraktoren kann man mit zu Coelostaten erweiterten nicht mehr genutzten Heliostaten zu Horizontalfernrohren umgestalten, so dass die aufwendigen Kuppeln entfielen. Die  $\pm 25^\circ$  in Deklination wären sicherlich erweiterbar.

Ich höre Sie sagen, das ist für Amateure um unzählige Nummern zu groß und jenseits der Realität. Ich will dem (gewissermaßen in einem dritten Anlauf) einige Punkte entgegenhalten:

- Aus dem Berufsleben ausgeschiedene und nach wie vor begeisterte Amateur- und auch Fachastronomen gibt es. Z.B. ...
- Zum Alter der Leute: Dr. F. Frevert, der die Würzburger VdS-Tagungen bis vor kurzem im Alleingang durchgeführt hat, ist fast 83 Jahre alt und damit 20 Jahre älter als heutige Frührentner. Für die deutschen Pensionäre sehe ich Namibia als attraktive und sinnvollere Alternative zu Bali und der Karibik, wo sie in Scharen hinfliegen. Und es

käme sogar noch etwas Nützliches dabei heraus (hoffentlich). ...

- Trotz allem bleiben erhebliche Kosten. Aber ich denke, es wird in Europa Leute geben, die bereit sind, sich hier finanziell zu engagieren, weil sie die Sache gut finden und hier eine Aufgabe für sich sehen, etwa auch die angesprochenen Rentner und Pensionäre.

Je länger ich das Projekt im Kopf herumtrage, desto mehr fesselt es mich. Engagierte und geeignete Pensionäre können es vorantreiben mit Briefen, Besuchen und Meetings. U.a. müssen astronomische Institutionen besucht und das Projekt mit ihnen besprochen werden. Ein Name muss gefunden werden, es muss eine offizielle Organisation geschaffen werden, die Zuschüsse und Leihga-

ben entgegennehmen kann. Arbeitsgruppen wären zu schaffen. ...

Um Ihnen die Mühe einer schriftlichen Antwort zu ersparen, werde ich Sie gelegentlich anrufen. Ich würde mich freuen, in Ihnen Gesprächspartner für das angesprochene Projekt zu finden und bin auch gerne bereit, zu einer ausführlicheren Besprechung nach Heidelberg zu kommen (mein erster Beitrag). Material zum Thema kann ich mitbringen.

Soeben bekomme ich die neue „Sternzeit“ 2/1997 auf den Tisch; wieder drei Seiten Astro-Urlaub in Namibia. Ich denke, es ist wirklich an der Zeit, das alles auf eine vernünftige Basis zu stellen.

*Mit herzlichen Grüßen  
Karl-Ludwig Bath*

## Eine Amateursternwarte auf dem Gamsberg in Namibia?

Aufruf von Thorsten Neckel am 26.10.1997

Von Jahr zu Jahr unternehmen immer mehr Amateurastronomen Urlaubsreisen in klimatisch bevorzugte Gebiete der Erde, um dort fern der mitteleuropäischen Lichtverschmutzung unter einem ungetrübten Sternhimmel beobachten zu können. Es gibt weltweit nur relativ wenige Regionen mit optimalen astronomischen Gegebenheiten, die zugleich ein Mindestmaß an Zivilisation bieten, insbesondere Unterkunftsöglichkeiten und elektrischen Strom.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt bei einem Astrourlaub betrifft den Transport des Fernrohres: Ist es nicht gerade sehr klein, so bereitet es Mühen und ganz erhebliche Ausgaben, um es an den Einsatzort zu bringen, dort aufzubauen und zu justieren, und um es dann nach einer Neumondperiode wieder abzubauen und nach Deutschland zurückzubringen.

Die ideale Lösung all dieser Probleme wäre eine Amateursternwarte an einem exzellenten Standort, die mit mindestens einem größeren, leistungsfähigen Teleskop ausgerüstet sein sollte. Um die eventuelle Realisierung eines derartigen Projektes auf dem Gamsberg in Namibia geht es in den folgenden Ausführungen.

Der Gamsberg war vor nunmehr 26 Jahren als Standort für die ursprünglich geplante Südsternwarte unseres Institutes ausgewählt worden. Er besitzt alle Voraussetzungen, die für astronomische Beobachtungen, auch mit sehr großen Teleskopen, erfüllt sein müssen. Diese sind:

1. Der Gamsberggipfel (2347 m über Meereshöhe, 450 m bis 1200 m über dem Niveau der unmittelbaren Umgebung) überragt bereits einen nennenswerten Anteil bodennaher Dunst- und Staubschichten und die tagsüber durch Sonneneinstrahlung entstehende Warmluftschicht über dem Boden. Dies ist die wichtigste Voraussetzung für gutes Seeing.
2. Die Anzahl von Nächten, die mindestens über sechs Stunden ohne Unterbrechung selbst für photometrische Zwecke brauchbar sind, beträgt

200 – 220/Jahr.

3. Die atmosphärische Extinktion beträgt im Visuellen in den meisten Nächten 0.10 bis 0.12 mag im Zenit. Der Wert 0.10 mag ist der theoretisch mögliche Grenzwert für eine staubfreie Atmosphäre.
4. Mit Ausnahme der Regenzeit (vorwiegend Februar und März) ist die Luftfeuchtigkeit meistens sehr gering (typische Werte sind 20% bis 40%, aber auch 0% wurde schon gemessen).
5. Der Gamsberg ist ein Tafelberg mit einer fast völlig ebenen, 2.4 km<sup>2</sup> großen Fläche. Platz für beliebig viele Fernrohre etc. ist also vorhanden.
6. Der einzige Ort in der weiteren Umgebung, von dem eine nennenswerte Lichtverschmutzung ausgeht, ist Windhoek, die Hauptstadt von Namibia. Windhoek ist 100 km vom Gamsberg entfernt. Vom Gamsberg aus ist nachts allenfalls ein schwacher Lichtschein in Richtung Windhoek tief über dem Horizont wahrnehmbar.
7. Eine gut befahrbare Hauptstraße führt etwa 20 km am Gamsberg vorbei. Von dieser Straße bis zum Fuß des Gamsberges führt eine Farmstraße, die auch von anderen als von Geländefahrzeugen benutzt werden kann, wenn auch schon mit Vorbehalten.
8. Vom Fuß des Berges führt eine steile und kurvenreiche „Straße“ auf das Gipfelplateau, die nur mit Geländefahrzeugen *und* mit ausreichender Erfahrung befahrbar ist.

Die meteorologischen und topographischen Voraussetzungen für die Errichtung einer Sternwarte sind also ausnahmslos erfüllt.

## Astronomische Beobachtungen auf dem Gamsberg zwischen 1970 und 1986

Soweit es mir bekannt ist, wurde der Gamsberg erstmals im Mai 1970 von zwei Astronomen bestiegen: und zwar von Dr. Gerhard Schnur und mir. Damals hatten wir (verschiedene Kollegen aus Heidelberg, die damals regelmäßig in Südafrika am Boyden-Observatorium bei Bloemfontein beobachtet hatten) nach und nach alle genügend hohen Berge in Südwestafrika inspiziert, um eine erste Vorauswahl für einen möglichen Sternwartenstandort treffen zu können. Der Gamsberg war derjenige Berg, der sich für den Bau einer Sternwarte am besten zu eignen schien. Folglich wurde beschlossen, ihn im Rahmen einer ausführlichen Seeing-Expedition auf seine Eignung hin zu untersuchen. Meteorologische Beobachtungen und Seeing-Messungen führte ich dann zwischen August 1970 und August 1971 auf dem Gipfelplateau des Gamsberges aus. Damals gab es noch keine Straße auf den Gipfel. Die ersten Gerätschaften wurden von einem Hubschrauber auf den Berg transportiert: Sechs Wetterhütten, die an verschiedenen Stellen auf dem Plateau aufgestellt wurden, und ein kleines Fernrohr vom Typ Questar, mit dem Strichspuren photographisch registriert wurden. Deren mikroskopische Vermessung diente der Gewinnung von Seeing-Werten. Solche Strichspuraufnahmen machte ich normalerweise in drei Nächten pro Woche. Nach einigen Monaten wurde es deutlich, daß die Zahl klarer Nächte wie auch die bis dahin gewonnenen meteorologischen Daten und ebenfalls die ersten Seeingwerte, sehr vielversprechend aussahen. Daraufhin wurde der Bau einer provisorischen Straße in Auftrag gegeben, die dazu dienen sollte, auch schwerere Geräte und das Baumaterial für feste Unterkünfte auf den Gipfel transportieren zu können. Der Aufbau unserer noch jetzt vorhandenen und betriebsbereiten Station begann im Juni 1971, nachdem die Straße nach oben fertig war, und wurde 1972 beendet. Damit standen und stehen auf dem Gamsberg folgende Einrichtungen zur Verfügung:

- Zwei gemauerte Fernrohrhütten mit abfahrbaren Dächern. Eine enthält ein 50-cm-Teleskop für lichtelektrische Beobachtungen, die andere enthielt ein Spezialfernrohr für lichtelektrische Seeingmessungen, das seit Jahren demontiert ist.
- Zwei Wohnhäuser: Fertighäuser aus Hartfaserplatten, die mit Glaswolle isoliert sind, und den landesüblichen Wellblechdächern. Jedes enthält zwei Schlafzimmer, eines zusätzlich Küche und Wohnzimmer, das andere ein großes Arbeitszimmer.
- Hütte mit WC und Dusche.
- Hütte für zwei Diesel-Generatoren.
- Eine 40 qm große Werkstatt.
- Ein kleines Häuschen mit zwei Schlafräumen, das ursprünglich vorübergehend auf dem Gamsberg tätigen Arbeitskräften zum Übernachten diente.

Mit dem 50-cm-Teleskop wurden von April 1972 bis Mai 1986 zahlreiche Beobachtungsprogramme durchgeführt. Die bei der Photometrie nebenbei anfallenden Extinktionskoeffizienten zeigten, daß in den meisten Nächten die atmosphärische Extinktion dem Idealwert für eine staubfreie Atmosphäre sehr nahe kommt.

Das Seeing erwies sich dem auf La Silla (European Southern Observatory in Chile) herrschenden als ebenbürtig, ebenso die Zahl der klaren bzw. »photometrischen« Nächten.

## Die Pläne zur Errichtung einer Großsternwarte auf dem Gamsberg

Das Max-Planck-Institut für Astronomie war in der Absicht gegründet worden, daß es sowohl auf der Nord- als auch auf der Südhalbkugel der Erde je eine große Sternwarte errichten und betreiben sollte. Diese Einrichtungen sollten den Astronomen aller deutschen Sternwarten offenstehen. Die Nordsternwarte wurde in Spanien auf dem Calar Alto errichtet, für die Südsternwarte wurde der Gamsberg ausersehen, dessen Gipfelplateau 1971 von der Max-Planck-Gesellschaft gekauft worden war.

UNO-Resolutionen, die Südafrika ebenso wie das damals von Südafrika verwaltete Südwestafrika betrafen, führten dazu, daß unsere Pläne bezüglich des Gamsberges nicht realisiert werden konnten. Im April 1973 wurde entschieden, das 3,5-m-Teleskop auf dem Calar Alto aufzustellen, und nicht auf dem Gamsberg, wie zunächst vorgesehen. Unser zweites 2,2-m-Teleskop, ebenfalls für den Gamsberg gebaut, wurde 1984 nach einem entsprechenden Umbau der Montierung (geographische Breite  $-29^\circ$  statt  $-23^\circ$ ) auf La Silla in Chile in Betrieb genommen.

Das Interesse an der Benutzung unseres Mini-Teleskops auf dem Gamsberg erlosch mit der Inbetriebnahme der großen Teleskope auf dem Calar Alto. Das letzte Beobachtungsprogramm auf dem Gamsberg führte ich 1986 aus, als der Halleysche Komet am Himmel stand. Einige in SuW abgedruckte Bilder des Kometen zeigen, daß ich mich damals zu Ehren des Kometen Halley auch photographisch betätigt hatte. In den Jahren nach 1986 war ich alljährlich (mit einer einzigen Ausnahme) einige Wochen lang auf dem Gamsberg, um dafür zu sorgen, daß unsere Station nicht verkommt. Notwendige Reparaturen habe ich selbst ausgeführt oder veranlaßt, daß sie von anderen ausgeführt werden. Nach einjähriger Abwesenheit waren stets einige Tage Arbeit nötig, um auf dem Berg einigermaßen kultiviert leben zu können.

Neue Chancen für eine Sternwarte auf dem Gamsberg schienen gekommen, als die Südafrikanischen Astronomen den Plan faßten, ein eigenes Großteleskop zu errichten. Angestrebt wurde ein Nachbau des New Technology Telescopes (3,5 m Hauptspiegeldurchmesser) auf La Silla (ESO). Als möglicher Standort wurde der Gamsberg diskutiert, aber auch der Hügel, der die südafrikanische Nationalsternwarte beherbergt: Sutherland, etwa 400 km nördlich von Kapstadt gelegen.

Wäre die Standortfrage zu Gunsten des Gamsberges entschieden worden, wäre dieses südafrikanische Teleskopprojekt zu einem internationalen geworden. Die Max-Planck-Gesellschaft wäre beteiligt gewesen, da sie zumindest den in ihrem Besitz befindlichen Standort hätte einbringen können. Außerdem bestand an der neuen

Universität in Windhoek großes Interesse daran, sich an diesem Projekt zu beteiligen. Hier gibt es eine naturwissenschaftliche Fakultät mit einer kleinen Abteilung für Physik. Auch die namibische Regierung bekundete großes Interesse an der Realisierung des Teleskopprojektes auf dem Gamsberg.

Ein umfangreiches Gutachten wurde erstellt, worin die Vor- und Nachteile der beiden möglichen Standorte von allen Seiten beleuchtet wurden. Der Gamsberg war, vom astronomischen Standpunkt aus betrachtet, natürlich besser geeignet als Sutherland, dafür fehlt ihm noch nahezu jede Art von Infrastruktur: Zufahrt, Strom- und Wasserversorgung, Betriebsgebäude und Unterkünfte. Dieser Unterschied in den notwendigen Investitionskosten wird wohl eine wesentliche Rolle dabei gespielt haben, daß die südafrikanische Regierung nach Vorlage des Gutachtens sehr schnell gegen die Gamsberg-Option entschied. Das war Mitte des vergangenen Jahres.

Damit ist vorerst die Errichtung einer Großsternwarte auf dem Gamsberg in weite Ferne gerückt. Da der Gamsberg aber für astronomische Beobachtungen einer der besten Standorte auf der Erde ist, wird er weiter Eigentum der Max-Planck-Gesellschaft bleiben.

## Gamsberg-Sternwarte für Amateurastronomen

Nun erhebt sich die Frage, ob vorerst überhaupt noch Möglichkeiten bestehen, den Gamsberg astronomisch zu nutzen. Es ist bekannt, dass Jahr für Jahr zahlreiche Amateurastronomen nach Namibia reisen, um dort astronomische Beobachtungen durchzuführen. Viele großartige Ergebnisse wurden dort schon gewonnen, ein erheblicher Anteil der besten Astrophotos in Sterne und Weltraum stammt aus Namibia. Aber die aus Namibia zurückgekehrten Beobachter berichten andererseits von sehr schlechtem Seeing und gewaltigen Temperaturschwüngen, die jede Nacht erfolgen. Beides ist unvermeidbar, wenn man keinen hinreichend hohen Berg als Standort wählt. Ich habe oft erlebt, daß nachts auf dem Gamsberg angenehme +5 Grad C herrschten, während unten auf den Farmen etliche Grad Kälte registriert wurden. Solche krassen Unterschiede sind für ein Wüstenklima typisch.

Für Himmelsaufnahmen mit kurzbreitweitigen Objektiven ist es natürlich belanglos, ob das Seeing nun schlecht oder gut ist. Aber die Entwicklung der Amateurastronomie der letzten Jahre geht einerseits zu immer größeren Fernrohröffnungen und andererseits zu verstärktem Einsatz von CCD-Kameras. Beides führt dazu, dass auch für Amateurbeobachtungen die Frage nach der Güte des Seeings immer größere Bedeutung erlangt. Aber gerade in dieser Hinsicht kann der Gamsberg es sogar mit La Silla aufnehmen. Bis vor kurzem galt La Silla als weltweit bester Platz, wenn man das Seeing als Maßstab anlegt! (Jetzt dürfte der Paranal, zukünftiger Standort des Very Large Telescope als der Platz mit dem besten Seeing anzusehen sein).

Diese Überlegungen haben nun zu der Idee geführt, dass der Gamsberg den Amateurastronomen zur Verfügung gestellt werden könnte, sofern diese daran Interesse bekunden. Besonders interessant würde eine Amateursternwarte auf dem Gamsberg dadurch werden, dass außer den vorhandenen Einrichtungen auf dem Gamsberg auch ein 70-cm-Teleskop zur Verfügung gestellt werden könnte. Dieses 70-cm-Teleskop wurde an unserem Institut

in den letzten Jahren gebaut, ursprünglich in der Absicht, das anvisierte Großteleskop zu ergänzen. Das Großteleskop ist nun in weite Ferne gerückt, aber das 70-cm-Teleskop ist fast fertig.

Welche Investitionen wären erforderlich oder wünschenswert, um eine Amateursternwarte auf dem Gamsberg zu betreiben? Das größte Sorgenkind des Gamsberges war in den vergangenen 25 Jahren die sogenannte Straße auf das Gipfelplateau. An vielen Stellen weist sie Steigungen von mehr als 40% auf, manche Kurven sind so eng, dass es nur mit viel Erfahrung möglich ist, sie ohne Gefahr für Auto und Insassen zu befahren. Zunächst bestand die Oberfläche aus Sand und Geröll. Alle losen Anteile sind mittlerweile von Wind und Regen fortgetragen, an die 25 zerbrochene Landroverachsen legen Zeugnis von den dadurch entstandenen Problemen ab. Vor einigen Jahren haben wir daher begonnen, möglichst viele gefährdete Teile der Straße nach und nach mit Beton zu sanieren. In diesem Jahr wurde nochmals eine größere Reparaturaktion dieser Art durchgeführt. Auch wenn die Straße auf den Berg jetzt in einem recht guten Zustand ist, so ist dennoch weiterhin größte Vorsicht bei ihrer Benutzung erforderlich. Es ist absolut unmöglich, daß Besucher aus Deutschland, die bisher nur auf europäischen Straßen gefahren sind, auf der jetzigen Straße selbst auf den Gamsberg fahren. Würde dies erlaubt, so müßte im Falle eines tödlichen Unfalles eines unerfahrenen Benutzers der Gamsbergstraße derjenige, der die Erlaubnis zum Befahren gegeben hat, eine Strafanzeige wegen fahrlässiger Tötung erwarten. (Zu diesem Punkt liegt mir ein juristisches Gutachten vor).

Im Jahr nach der Fertigstellung der Straße auf den Gamsberg endete der Versuch eines Windhoeker Autofahrers, den Gamsberg mit seinem Landrover zu erklimmen, mit einem schweren Unfall – zum Glück ohne Personenschäden. Seitdem haben wir die Straße streng verschlossen gehalten, so dass sichergestellt ist, dass sie nur von Personen mit ausreichender Erfahrung befahren wird.

Die Fertighäuser auf dem Berg haben ihre prognostizierte Lebensdauer von 25 Jahren gerade hinter sich. Intensive Pflege und Sanierungsarbeiten in den vergangenen Jahren haben es ermöglicht, dass man jetzt noch immer davon ausgehen kann, dass sie einige weitere Jahre benutzt werden können. Aber auf längere Sicht sollten sie durch feste Behausungen ersetzt werden. Ähnliches gilt für die beiden Diesellgeneratoren. Auch sie sind beide 25 Jahre alt und haben viele 1000 Stunden arbeiten müssen. Viele aufwendige Reparaturarbeiten sind schon erforderlich gewesen.

Auch unser 50-cm-Teleskop ist nur nach einer gründlichen Renovierung wieder zu benutzen. Beispielsweise müssten die Spiegel neu mit Aluminium bedampft werden, was seit 1972 nicht mehr geschehen ist. Dennoch sehen die Spiegel noch recht brauchbar aus, ein Hinweis darauf, wie schadstoffarm die Luft auf dem Gamsberg ist!

Die Inbetriebnahme des 70-cm-Teleskops würde erhebliche Mittel erfordern. Ich erwähnte, dass es fast fertig ist. Das Wörtchen fast gilt aber (u.a.) der noch nicht vorhandenen Optik! Und diese wird natürlich einiges kosten, voraussichtlich an die 100 000 DM. Dazu kommen weitere Kosten für ein Fernrohrgebäude. Eventuell könnte man das vorhandene Gebäude, das ehemals den Seeing-Monitor beherbergte, entsprechend aufstocken, so dass es



das 70-cm-Fernrohr aufnehmen könnte. Hinzu kommen die Kosten für Transport und Montage. Alles in allem sollten im Laufe der nächsten zwei oder drei Jahre mindestens 300 000 DM zur Verfügung stehen, um das unumgängliche Mindestmaß an Unterkunfts- und Beobachtungsmöglichkeiten verfügbar zu machen.

Um einen effektiven Beobachtungsbetrieb bei einigermaßen komfortablen Bedingungen zu ermöglichen, wäre ein größerer Aufwand erforderlich.

- Die altersschwachen Fertighäuser müssten durch feste Unterkünfte ersetzt werden,
- eine dauerhafte Wasserleitung vom Fuß des Berges auf das Gipfelplateau müsste angelegt werden,
- die Dieselgeneratoren müssten durch neue ersetzt werden,
- mindestens ein geländegängiges Fahrzeug (Landcruiser) müsste angeschafft werden,
- mindestens ein des Landes kundiger Mitarbeiter müsste fest angestellt werden.

Dies alles würde Investitionskosten von mindestens eine Million DM erfordern und alljährlich nicht unerhebliche Betriebskosten. Der Aufbau auf dem Berg würde vor allem wegen der aufwendigen Transporte teuer: Gegenwärtig können mit einer Fahrt maximal eine Tonne Ladung nach oben transportiert werden.

Angesichts der allgemein knappen Geldmittel ist es nicht möglich, dass ein Teil dieser Mittel von der Max-Planck-Gesellschaft kommen kann. Daher müssen andere Finanzierungsmöglichkeiten gesucht werden. Die wichtigste Voraussetzung dafür, dass überhaupt etwas geschehen kann, ist das Vorhandensein von Interesse: Der beste Weg scheint uns die Gründung eines Vereins von europäischen und namibischen Amateurastronomen zu sein, die an dem Projekt interessiert sind. Ferner müssten zumindest einige Mitglieder dieses Vereins bereit sein, einen Teil der Kosten zu übernehmen. Ich gehe davon aus, dass unter denen, die am Projekt einer Amateursternwarte auf dem Gamsberg interessiert sind, auch einige potentielle Spender zu finden sein werden. Sodann müsste versucht werden, die restliche Finanzierung durch Zuschüsse aus anderen Quellen sicherzustellen.

Von entscheidender Bedeutung für den Betrieb einer Amateursternwarte auf dem Gamsberg ist die Mitarbeit der in der Umgebung des Gamsberges ansässigen Farmer, die im Farmersverein Gamsberg zusammengeschlossen sind. Im vergangenen Jahr wurde ihnen gestattet, unsere Straße für Touristentransporte zu benutzen, als Gegenleistung reparieren sie die Straße zum Gipfel, sofern dies erforderlich ist. Alle Beteiligten sind sich darüber einig, dass solche Fahrten nur von routinierten Fahrern durchgeführt werden dürfen, um Unfälle zu vermeiden.

Mit dem Tourismus haben sich die namibischen Farmer eine neue Einnahmequelle erschlossen. Hierzu sind sie durch die schlimmste Dürre aller Zeiten, die seit etwa zehn Jahren anhält, gezwungen worden. In einer intensiven Zusammenarbeit zwischen dem Astronomenverein Gamsberg und dem Farmersverein Gamsberg sehe ich eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen des vor-

gestellten Planes. Auch in den vergangenen 25 Jahren wären unsere Tätigkeiten auf dem Gamsberg nicht durchführbar gewesen, wenn wir uns nicht in diversen Notfällen (und die hat es oft genug gegeben!) 100%ig auf die tatkräftige Unterstützung einiger Farmer hätten verlassen können. Weiter wäre es wünschenswert, dass jemand, der des Landes kundig ist, die lokale Organisation übernimmt.

Wie könnte das Projekt realisiert werden?

1. Der erste Schritt ist dieses Schreiben, das ich hiermit an Sie und andere mir bekannte Amateurastronomen verschicke. Teilen Sie mir bitte mit, ob Sie an der Realisierung des Projektes mitwirken möchten, ob Sie selbst auf dem Gamsberg beobachten möchten oder ob Sie das Projekt nur aus Idealismus finanziell unterstützen möchten. Welchen Betrag würden Sie gegebenenfalls zur Verfügung stellen? Schreiben Sie mir auch bitte, welche astronomischen Programme Sie auf dem Gamsberg in Angriff nehmen möchten.
2. a) Gehen in den kommenden Wochen weniger als etwa 20 positive Antworten bei mir ein, so würde dies bedeuten, dass es nicht möglich ist, das vorgestellte Projekt zu realisieren. Auch wenn keine nennenswerten Zusagen für eine finanzielle Beteiligung eingehen, müsste dieser Schluss gezogen werden.  
  
b) Ist jedoch ausreichendes Interesse und die Bereitschaft zu einer gewissen finanziellen Beteiligung erkennbar, so muss versucht werden, bei zahlungskräftigen Unternehmen für Spenden zu werben. Dabei würden wir die Unterstützung einer Agentur in Anspruch nehmen, die solche Spenden vermittelt.
3. Sobald ein ausreichendes Startkapital in Aussicht ist, muss ein ordentlicher Verein gegründet werden, dem vorerst Interessenten aus den deutschsprachigen europäischen Ländern und aus Namibia angehören sollten. Mit der Max-Planck-Gesellschaft muss ein Vertrag über die Nutzung des Gamsberges durch den Verein der Amateurastronomen geschlossen werden und mit dem Farmersverein Gamsberg muss ein Übereinkommen getroffen werden, in welchem Ausmaße und zu welchen Kosten sie am Aufbau der Sternwarte mitwirken. Insbesondere sollten die Farmer sämtliche Transporte durchführen und Arbeitskräfte zur Verfügung stellen.
4. Auf einer ersten Mitgliederversammlung sollte darüber beraten werden, welches die ersten Aktivitäten auf dem Berg sein müssen. Bei dieser Gelegenheit berichte ich über den aktuellen Zustand der Infrastruktur (Häuser, Generatoren) auf dem Gamsberg. Da ich mich alljährlich einige Wochen in der Nähe des Gamsberges aufhalte, bin ich meist über alles informiert. Die Mitglieder berichten über die von ihnen geplanten Beobachtungen. Der Aufbau des Gebäudes für das 70-cm-Teleskop sollte möglichst bald in die Wege geleitet werden,

allein schon deshalb, weil der Transport des Baumaterials sehr viel Zeit erfordern wird.

5. Der Start aller Aktivitäten auf dem Gamsberg muss darin bestehen, dass eine Gruppe von maximal vier Mitgliedern auf dem Berg tätig wird und zunächst die Häuser, Strom- und Wasserversorgung wieder funktionsfähig macht, soweit dies erforderlich ist. Wasser wurde in den vergangenen 25 Jahren in 500-Liter-Portionen hochgefahren, vielleicht könnte in Zukunft eine Wasserleitung verlegt werden. In dieser ersten Phase würde ein in Windhoek ansässiger Freund von mir helfen. Herr Lengenfelder, ein gebürtiger Österreicher, hatte auch vor einigen Jahren, als die ESO auf dem Gamsberg meteorologische- und Seeingmessungen machen ließ, die lokale Organisation übernommen. Er hat die erforderliche Erfahrung im Umgang mit Landrover n (und besitzt selbst einen) und auch

mit unserer Straße, und würde voraussichtlich einige Male pro Jahr für die Dauer von jeweils etwa drei Wochen zur Verfügung stehen. (Während der ESO-Kampagne war er für Kochen, Einkaufen usw. zuständig, sein Sohn für sämtliche Messungen).

6. Weiter in die Zukunft zu planen, wäre voreilig. Die alles entscheidende, aber noch völlig unbekannte Größe ist der finanzielle Rahmen, der dem Gamsbergastronomenverein zur Verfügung stehen wird – falls es ihn denn jemals geben wird. Zunächst geht es nun um Punkt 1: Schreiben Sie mir, ob Sie mitmachen möchten. Danach erst kommt Punkt 2 (a oder b) an die Reihe.

*Thorsten Neckel, 26.10.1997*

## Protokoll der Gründungsversammlung

vom 18. April 1999

### Internationale Amateursternwarte e.V.

---

Ort: Kolpingstuben Würzburg, Kolpingstraße, Tel.: 0931-54664

Datum: 18.4.1999. Beginn 9.30h, Ende 17h

**Anwesende** (18): Dr. Michael Anton, Karl-Ludwig Bath, Dr. Wolfgang Beisker, Hans-Joachim Bode mit Gattin (10h bis 14.30h), Prof. Dr. Reinhart Claus, Hans Czichon, Wolf-Peter Hartmann, Philipp Keller, Heiko Lüdemann, Dr. Jens Lüdemann, Andreas Masche, Dr. Thorsten Neckel, Prof. Dr. Johannes M. Ohlert, Martin Quaiser, Stefan Ritter, Prof. Dr. Helmut H. Schäfer, Dr. Jörg Schumann.

TOP 1: Begrüßung der Anwesenden durch J. Lüdemann

TOP 2: Berichte

2.1 Th. Neckel berichtet, dass

- Prof. H. Elsässer Mitglied werden wolle, aber zur Zeit in Urlaub sei und deshalb nicht kommen konnte.
- Dietmar Henß durch eine wesentliche berufliche Veränderung sich an dem Namibia-Projekt vorerst nicht beteiligen könne und deshalb vorerst nicht Mitglied werden wolle. Er wolle aber nach Möglichkeiten mithelfen.
- Prof. v. D. Oertzen will mitmachen und ist bereit, die Organisation am Fuß des Gamsbergs zu übernehmen. Wir sind dringend auf die Mithilfe von Leuten aus Namibia angewiesen. – W.-P. Hartmann nimmt im Sommer Kontakte auf, klärt mehrere Alternativen ab.

2.2 Das 70-cm-Teleskop

Ph. Keller berichtete über das 70-cm-Teleskop, das das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA), Heidelberg, dem Verein als Dauerleihgabe zur Verfügung stellen will. Ein Vertrag mit dem MPIA ist zu erarbeiten (Arbeitsgruppe). Das Teleskop besteht derzeit aus der Gabel und der Polachse (2 m lang) mit den zugehörigen Lagern. Es fehlen: Die Polhöhenwiege, die Steuerung, die Optik und ein Schutzbau. Die Mechanik sei für 11

KDM fertigzustellen (Firma Knopf in der Eifel, Lagerkosten 100 DM pro Monat nach Fertigstellung). Der Transport per Schiff (1,5 t) sei mit 5 000 DM zu veranschlagen, die Gesamtkosten einschließlich Optik mit 100 KDM. Vorgesehener Zeitraum bis zur Fertigstellung: 1,5 Jahre.

Th. Neckel schlug vor, eine der beiden auf dem Gamsberg schon vorhandenen Schutzhütten entsprechend umzubauen. Nach seiner Meinung kann das Teleskop (1 t) ohne größere Probleme auf den Gamsberg gebracht werden.

W.-P. Hartmann bietet an, das Teleskop bis zur Verschiffung bei sich in Regensburg zu lagern.

### 2.3 Das 80-cm-Teleskop

W.-P. Hartmann und Ph. Keller haben ein 80-cm-Teleskop privat in Auftrag gegeben, das sie unter auszuhandelnden Bedingungen (u.a. Standort, Sondernutzungsrechte) dem Verein zur Verfügung stellen wollen. Es handelt sich um einen Hypergraphen, der sowohl im Primärfokus (1 : 3,3) wie auch im Nasmyth-Fokus (1 : 15, 0,5" Auflösung) mit und ohne Bildfeldkorrektor verwendet werden kann. Sinn: Ohne Korrektor kann man noch weiter im UV und im IR arbeiten. Die Optik sei in zwei Monaten verfügbar. Vorgesehener Zeitraum bis zur Fertigstellung: 1,5 Jahre.

### 2.4 Teleskope für die sofortige Nutzung

J. Lüdemann fragt, wer ein bereits funktionstüchtiges Teleskop zur Verfügung stellen kann, damit „es sofort losgehen kann“?

- H. Czichon: 1:15-Apochromat ohne Montierung, Termin noch zu klären.
- W.-P. Hartmann: Ein C14. Es fehlt der Südmotor. Leihdauer z.B. 1 Jahr. Ein 33cm Dobson-Teleskop. Leihdauer z.B. 1 Jahr.

### 2.5 Standorte

- Gamsberg

Der Gamsberg ist als Standort weiterhin von hohem Interesse. Th. Neckel berichtete kurz,

# dass die Straße zum Gamsberg im Vergleich zu früheren Jahren in einem hervorragenden Zustand sei. Ein Ausbau in der Weise, dass jedermann mit einem normalen PKW hinauffahren kann, koste nach Auskunft eines entsprechenden Unternehmens in Windhoek (1995) 5 Mio DM.

# dass die NEAR-Leute (Near Earth Asteroid Rendezvous), die ebenfalls auf dem Gamsberg aktiv werden wollen, sich nicht mehr gemeldet hätten. Nach seiner Kenntnis fehlte (auch) dort das Geld.

Ein zusätzlicher Standort ist am Fuß des Gamsbergs geplant. Dazu bieten sich drei Farmen an:

- Die Farm Hakos  
Walter Straube und Tochter Waltraud Eppelmann. Im vergangenen Sommer waren mehrere von uns auf Hakos: K.-L. Bath, R. Jorczyk, A. Masche, J. Lüdemann.
- Die Farm Weener  
Herr van Heerden, ca. 68 Jahre alt, Sohn Niki, 25 Jahre, hilfsbereit, kann vieles. Womöglich steht uns dort ein Haus/eine Hütte zur Verfügung.
- Die Farm Gamsberg  
Die Farm wurde vor wenigen Jahren von Uschi Bauer und Klaus Nieft gekauft. Auch dort könnten wir ev. ein Haus mieten oder erwerben.

### TOP 3: Nutzungsordnung, Satzung, Vereinsname

#### 3.1 Debatte zum Satzungsentwurf

A. Masche berichtete über die Entstehungsgeschichte von Satzung und Nutzungsordnung; auch über die vorbereitende Sitzung im engeren Kreis vom 07.03.1999 in Wilhelmsfeld bei Th. Neckel.

Es lag somit ein Satzungsentwurf vor, an dem etliche künftige Vereinsmitglieder mitgewirkt hatten, insbesondere auch W.-P. Hartmann und D. Henß. Diskussionsstoff barg insbesondere der Vorschlag, eine passive Mitgliedschaft zuzulassen. Der Vorschlag wurde abgelehnt. Nach geringen Änderungen wurde die nun vorliegende Satzung in offener Abstimmung einstimmig verabschiedet.

#### 3.2 Zur Nutzungsordnung

Obwohl die Nutzungsordnung nicht Teil der Satzung ist und jederzeit vom Vorstand angepasst werden kann, nahm sie in der Diskussion einen breiten Raum ein, z.B. das Problem der Übertragbarkeit von Beobachtungspunkten. Es gab hierin keine Einigung, eine Entscheidung wurde zurückgestellt.

#### 3.3 Der Vereinsname

Wegen der anzustrebenden wissenschaftlichen Gemeinnützigkeit sollten verschiedene Termini im Vereinsnamen nicht vorkommen, z.B. die Begriffe Namibia oder Süd. Folgende Vorschläge wurden diskutiert:

IAV	Internationale Astronomische Vereinigung	11
AGIA	Arbeitsgemeinschaft internationaler Astronomen	8
IAS	Internationale Amateur-Sternwarte	0
ATAIR	Amateur telescoping and independent research	0
EVA	Europäische Vereinigung von Astronomen	0
ISAR	International Society for Astronomical Research	12

In offener Abstimmung ergaben sich die o.g. Stimmenanteile. Nach erneuter Debatte wegen des doch überzogen erscheinenden Begriffes Research ergab eine neue Abstimmung 5 Stimmen für IAV und 8 Stimmen für IAS. Und so heißt unser Verein nun **Internationale Amateursternwarte** (siehe Kopfzeile).

### TOP 4: Die Vereinsgründung

Die vorliegende Satzung wurde von den dort verzeichneten Gründungsmitgliedern gegen 15:30h unterschrieben. Weitere Zusagen für eine Mitgliedschaft lagen von folgenden nicht (mehr) anwesenden Personen vor: Hans-Joachim Bode, Rainer Jorczyk, Michael Koch.

#### Die Vorstandswahl

Auf Antrag von J. Lüdemann wurde über jedes Vorstandsmitglied einzeln und geheim abgestimmt.

#### Wahlleiter: W.-P. Hartmann

Als Vorsitzenden schlug W.-P. Hartmann Herrn Th. Neckel vor. Zugleich dankte er in seiner Laudatio Th. Neckel für die Initiierung des Projektes. Wegen seiner Fachkompetenz, seiner Kenntnisse der Verhältnisse vor Ort und wegen seines Bekanntheitsgrades und Engagements sei er ein Aushängeschild für unseren Verein.

In seiner Antwort betonte Th. Neckel, daß er trotz seiner starken beruflichen Belastung bereit sei, für wichtige Dinge im Verein zur Verfügung zu stehen. Das Protokoll vermerkt Beifall. Zu gegebener Zeit werde er aber sein Amt zur Verfügung stellen.

#### Die Wahlergebnisse

1. Vorsitzender:	<b>Dr. Thorsten Neckel</b>	einstimmig gewählt
2. Vorsitzender:	<b>Dr. Jens Lüdemann</b>	9 Stimmen
	Karl-Ludwig Bath	4 Stimmen
	Enthaltung	1 Stimme
	Damit ist J. Lüdemann gewählt	

Kassenwart:	<b>Andreas Masche</b> W.-P. Hartmann: Der Kassenwart ist das ärmste Schwein im Verein. Er dankte A. Masche für sein Engagement.	einstimmig gewählt
Schriftführer:	<b>Karl-Ludwig Bath</b>	einstimmig gewählt
Beisitzer:	<b>Prof. Reinhart Claus</b>	einstimmig gewählt
Kassenprüfer:	<b>Dr. Jörg Schumann</b> <b>Prof. Johannes M. Ohlert</b> <b>Ersatzmann Dr. Michael Anton</b>	einstimmig gewählt einstimmig gewählt einstimmig gewählt

Alle Gewählten nahmen die Wahl an.

Zur Feier der Stunde wurde Sekt gereicht, M. Anton dokumentierte die zu friedene und glückliche Runde auf Videofilm.

#### TOP 5: Verschiedenes

- H. Czichon berichtet, daß die Firma Schott/Mainz in Aussicht gestellt habe, dem Verein einen 70cm Spiegelrohling (117mm dick) unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.
- Th. Neckel will sich bei Schott offiziell dafür bedanken und Näheres in die Wege leiten. Zuvor will H. Czichon nochmals den aktuellen Stand des Angebotes erfragen. Die Bearbeitung des Spiegels ist noch zu klären. Th. Neckel berichtet, daß es in Windhoek eine wissenschaftliche Gesellschaft mit einer Astronomiegruppe gebe. Inwieweit die noch bestehe, müsse erkundet werden.
- Zur bisherigen Adressenliste  
Die vorhandene Adressenliste der an dem Projekt bislang Interessierten soll weitergeführt werden. Diese Leute werden vielleicht später noch Mitglied, gehören auf jeden Fall zu unserer Zielgruppe. Deshalb sollen folgende Informationen auch an sie verschickt werden:
  - # die endgültige Satzung,
  - # das Protokoll der Gründungsversammlung,
  - # ein Antragsformular für den Beitritt.
- Fundraising/Sponsoren  
Es soll eine professionell aufgemachte Broschüre erstellt werden mit ca. 8 Seiten, Selbstdarstellung des Vereins, Beschreibung der Vereinsziele, Photographien. Standardanschriften, Zielgruppe: U.a. neue Firmen.
- Logo  
Der Verein braucht ein Logo. Th. Neckel will sich in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift Sterne und Weltraum darum kümmern.

K.-L. Bath, im Mai 1999



## **Präambel der IAS-Satzung**

Die Astronomie ist eine Schlüsseldisziplin zur Stärkung des allgemeinen Interesses an der Naturwissenschaft. Die Ergebnisse astronomischer Forschung sind zu einem großen Teil auch ohne tief fundierte theoretische Vorkenntnisse nachvollziehbar und verständlich. Zahlreiche astronomische und astrophysikalische Phänomene sind der unmittelbaren Anschauung zugänglich.

Vereinszweck ist, die astronomische und naturwissenschaftliche Bildung in der Bevölkerung zu fördern. Dies soll durch die Möglichkeit zu eigener Beobachtung, wie auch durch Publikationen und Vorträge geschehen.

Die Entwicklung der astronomischen Beobachtungstechnik schreitet ständig fort. Gleichzeitig erschwert die zunehmende Luft- und Lichtverschmutzung in Mitteleuropa die astronomische Beobachtung. Der Verein setzt sich daher auch das Ziel, Amateurastronomen Zugang zu leistungsfähigen Teleskopen unter optimalen klimatischen Bedingungen zu ermöglichen, wie sie nur noch in wenigen Ländern anzutreffen sind. Schließlich soll die Beobachtung des südlichen Sternhimmels, der von Mitteleuropa aus nicht sichtbar ist, ermöglicht werden. Der Verein soll allen interessierten Amateuren und Wissenschaftlern offen stehen.

Eine stärkere Förderung naturwissenschaftlicher Arbeiten, der Austausch mit anderen Ländern und die Einbeziehung der heranwachsenden Generation sind in Deutschland dringend erforderlich, um das Verständnis für die Ergebnisse der Spitzenforschung und den Anschluss an die technologische Entwicklung in Forschung, Lehre und Ausbildung zu erhalten.





## II. Aufbauarbeit



*Abb. II.1 Die Farm Hakos im Jahr 1999*

# Anfänge auf Hakos

Von Martin Quaiser

## Historie

Der Südhimmel bleibt uns in Europa verschlossen. Objekte wie das Kreuz des Südens, Omega Centauri oder die Begleitgalaxien unserer Milchstraße, die Magellanschen Wolken, werden erst dann nachts über dem Horizont sichtbar, wenn wir weit nach Süden reisen.

Nur wenige fortgeschrittene Amateurastronomen hatten bisher das Land besucht, das in der Kolonialzeit als Deutsch-Südwest bezeichnet wurde. Einer dieser Vorreiter war Hans Vehrenberg, international anerkannter Amateurastronom, der jahrelang nach Namibia reiste, um unter glasklarem und dunklem Himmel aufregende astrofotografische Ergebnisse zu erzielen und zu veröffentlichen. Nur – ein Manko hatte die Beobachtung immer: Sie war beschränkt auf transportable, relativ leichte Instrumente – die Leistungsfähigkeit war limitiert. Namibia selbst verfügte zu dieser Zeit über keine Sternwarte.

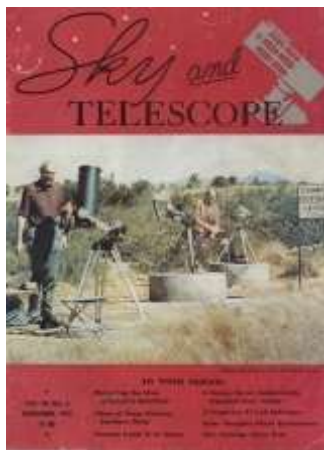


Abb. II.2

Das Sky & Telescope Titelbild vom Dezember 1975 zeigt Vehrenberg (links) und einen Astrokollegen auf Hohenheim – am Horizont im Hintergrund ragt der Kleine Gamsberg hervor.

## Hohenheim und Hakos – Farmen am Fuß des Gamsbergs

Als ein geeigneter Ort zur astrofotografischen Beobachtung schien die Farm Hohenheim zu sein, in Sichtweite eines der imposantesten Berge Namibias, dem Tafelberg Gamsberg. Das Plateau selbst – 2347 m hoch gelegen – befindet sich im Besitz der Max-Planck-Gesellschaft, erworben mit dem großen Ziel, eine Europäische Südsterne zu errichten. Die geografische Lage, der kalte Benguela-Meeressstrom und das aride Klima bestimmen hier die ausgezeichneten astronomischen Bedingungen, die weltweit kaum übertroffen werden können – Seeing im Schnitt unter einer Bogensekunde, dazu der tiefdunkle Himmel bis hinab zum Horizont – Lichtverschmutzung ist nicht existent. Letztendlich aber investierten die Profiastronomen in La Silla in Chile, da Namibia erst 1990 eine unabhängige demokratische Republik wurde und damit auch die Apartheidpolitik Südafrikas endete – das Projekt Gamsberg war gestorben.

In den neunziger Jahren des 20. Jahrhunderts setzte ein regelrechter Reiseboom nach Namibia ein. Zum Beispiel wurden Farmen in Gamsbergnähe, die bislang von Karakulschaf- und Viehzucht gelebt hatten, durch mangelnde internationale Nachfrage nach Fellen und mehreren an-

haltenden Dürreperioden gezwungen, einen anderen Erwerbszweig zu suchen. Man setzte auf Tourismus, denn an Sehenswürdigkeiten fehlt es Namibia nicht: die Dünen von Sossusvlei, vielfältige Tierarten in der Etoschapfanne oder der Fish River Canyon u. v. m. Zudem erschien der Jagdtourismus auf Antilopen wie z. B. Oryx, Kudu oder Springbock lukrativ. Die Bedingungen für Amateurastronomen besserten sich damit auch – man hatte Unterkunft und Verpflegung.



Abb. II.3 Das Hohenheim-Hakos-Logo

Walter Straube, aufgewachsen auf Hohenheim und jetziger Besitzer dieser Farm, erkannte, wie wichtig für das Überleben der Farmen der Tourismus und im Speziellen der Astrotourismus ist. Als die Farm Hakos, direkt anschließend an die Grenze von Hohenheim, zum Verkauf anstand, überlegte er nicht lange und erwarb sie. Landschaftlich ist Hakos durch die Lage inmitten des Faltengebirges reizvoller als das flache Hohenheim. Der Vorbesitzer versuchte sich in der Schweinezucht, was sich jedoch letztendlich nicht rechnete, da sämtliches Futter aus Windhoek herbeigeschafft werden musste und der Wasserverbrauch zur Schweinezucht zu groß war. Walter Straube baute Hakos zur Gästefarm aus und richtete eine kleine Sternwarte ein, die den Gästen zur Beobachtung zur Verfügung steht. Sie beherbergt eine ältere Zeissmontierung, die Hans Vehrenberg in seinen letzten Lebensjahren auf dem Gamsberg verwendete. Vehrenberg montierte hierauf u. a. die legendäre C14-Schmidtkamera. Hakos ist seither ein Begriff für Amateurastronomen und eine der ersten Amateursternwarten in Namibia überhaupt.

## Der Verein Internationale Amateursternwarte e. V. (IAS)

In Deutschland formierte sich Ende des 20. Jahrhunderts eine Gruppe engagierter Amateurastronomen mit dem Ziel, eine Sternwarte in Namibia zu errichten. Das Gelände um den Gamsberg wurde erforscht und zahlreiche Farmen besucht. Seeing-Messungen bestätigten die guten Voraussetzungen für astronomische Projekte auf dem Gamsberg und in Gamsbergnähe.

Es wurde der Verein Internationale Amateursternwarte (IAS) gegründet, um so eine leistungsfähige Amateursternwarte in Namibia zu errichten, die von Mitgliedern des Vereins erbaut, betrieben und genutzt werden sollte. Aber nicht nur das: Astronomische Lehrveranstaltungen könnten an den Teleskopen in Namibia durchgeführt werden, mit hoher Erwartung an klare Nächte mit außergewöhnlicher Transparenz und bestem Seeing. In Mitteleuropa ist dies nicht möglich. So könnte eine breite Öffentlichkeit in den Genuss der Nutzung des Inventars kommen und hätte so die Möglichkeit, das höchst interessante Feld der Astronomie praktisch kennenzulernen und einen Einstieg in eine der faszinierendsten Naturwissenschaften zu finden.

## Die Internationale Amateursternwarte auf Hakos entsteht

Grundsätzlich beschlossen wir, zunächst eine Basisstation auf Hakos zu errichten, dabei aber immer das eigentliche Ziel, den Gamsberg im Laufe der Zeit zur Beobachtungsstation weiter auszubauen, nicht aus den Augen zu verlieren.

Im Gegensatz zum Gamsberg sind bequeme Unterkünfte, Versorgung, Werkstatt, Wasser und jederzeit ansprechbares Hilfspersonal auf Hakos vorhanden – nicht zuletzt verspricht die Nähe zum Farmgebäude relative Sicherheit und schreckt vor Vandalismus ab. Weiterhin ist Hakos erheblich leichter zugänglich als der Gamsberg. Zudem war in der Vergangenheit die Anfahrt über die Serpentina hinauf zum Gamsbergplateau – vor allem nach der Regenzeit – oft durch riesige herabgestürzte Felsbrocken blockiert. Limitierte finanzielle Ressourcen hätten zunächst ausschließlich zur Verbesserung der Infrastruktur verwendet werden müssen – man wollte aber sobald als möglich beobachten.

## Erste Instrumente und Pläne

Kurz nach Gründung des Vereins wurde eine schwere parallaktische Montierung bei Bernd Liebscher bestellt. Sie sollte vorerst ein von Wolf-Peter Hartmann zur Verfügung gestelltes Celestron C14 aufnehmen. Weiterhin plante Karl-Ludwig Bath seit Jahren akribisch die Konstruktion und Aufstellung einer 45-cm-Astrokamera in einer englischen Rahmenmontierung. Dieses Ensemble, das eine Instrumente eher zur visuellen Beobachtung, das andere ein rein fotografisches Instrument, erschien als optimaler Grundstock die Bedürfnisse der Mitglieder zu befriedigen.

Nur, damit war auch klar: Diese zwei Instrumente brauchten baldmöglichst einen Schutzbau – und den gab es auf Hakos zunächst einmal nicht.

Wir entschlossen uns, vorhandene marode Stallungen umzubauen, die ehemals zur Schweinezucht genutzt worden waren. Diese liegen in Sichtweite des Farmgebäudes und eignen sich ideal als sicherer und auch nachts leicht zugänglicher Standort für die geplanten Teleskope.

## Die Arbeiten beginnen

130 km von Windhoek entfernt – in der Wüste – begannen nach meinen Plänen die ersten grundlegenden Arbeiten im März und April 2000, August und Oktober 2000 und setzten sich im Mai und Juni 2001 fort.

## Das Sternwartengebäude

Um den bereits umbauten Raum effektiv zu nutzen, entstand der Plan, die Plattformen der größeren Instrumente, zusammen mit zwei weiteren Räumen, in einem Gebäude zu integrieren. Zur Verfügung stand eine Stallung von 7 m x 10 m Seitenlänge. Das Gebäude, aus Beton-Sandstein gemauert, hat einerseits den Vorteil, dass die wärmespeichernde Masse der Außenmauer – aufgrund ihrer Dicke von nur 10 cm – sehr gering ist, ihre Stabilität dadurch andererseits eingeschränkt erscheint. Um Kuppelseeing zu vermeiden, kamen nur Rolldächer als Schutzbauten in Frage.

### Die Innenräume

Nach dem Entfernen ehemaliger Fundamente im Innern des Gebäudes wurden neue Fundamente eingebracht, die die Wände der zwei Räume tragen sollten. Gleichzeitig wurde das alte Dach abgenommen, die Außenmauer auf ein einheitliches Niveau abgetragen und sieben überflüssige Fenster aus Wärmeschutzgründen vermauert.



Abb. II.4 Die Wände der Innenräume werden gemauert. Der Sockel für die Säule der Liebscher-Montierung ist rechts zu sehen

Um die Stabilität der dünnen Außenmauern zu erhöhen und um als sichere Unterstützung für die zwei Rolldächer zu dienen, wurde das komplette Gebäude nach dem Hochmauern der neuen Innenwände mit einem solide gegossenen Ringanker aus Stahl und Beton umgeben. Diese insgesamt ca. drei Wochen dauernden und – neben dem Ausheben der Fundamente – wohl anstrengendsten Arbeiten am Gebäude, spielten sich in 2,5 m Höhe ab, wobei einzelne Verschalungssegmente nahezu 100 kg wogen und mühsam fixiert und nivelliert wurden. Schließlich mussten auch noch einige Tonnen Beton auf dieses Niveau gehoben werden. Weiterhin wurden unterstützend für ein späteres Stahlgestell, das die Rolldächer tragen muss, Doppel-T-Träger senkrecht in den neuen Wänden vermauert.

Die zwei Innenräume von 6 m x 2 m und 2,5 m x 4 m waren zum einen für die Steuerungs-PCs der Hauptinstrumente und von Instrumenten außerhalb des Gebäudes über Netzwerk geplant. Sie beherbergen heute den PC zur Internet-Kommunikation und die Elektronik zur Energieversorgung. Zum anderen sollte der kleinere Raum ursprünglich als Fotolabor dienen. Aufgrund des rasanten Wechsels der Beobachter von Film und Filmentwicklung auf CCD-Kameras und der digitalen Bear-



Abb. II.5 Der alle Mauern umschließende Ringanker ist beinahe fertig gestellt. Im Hintergrund sind der Gamsberg (links) und die Hakosberge (rechts) zu sehen

beitung am PC zu dieser Zeit, wurde daraus schlicht ein Lager- und Ruheraum.

Um mit dem Innenausbau des Computerraumes und des Fotolabors beginnen zu können, wurde der Boden der beiden Räume und der Aufgänge zu den Teleskopplattformen mit ca. 120 mm starkem Beton vergossen und mit Natursteinplatten ausgelegt. Als Kabelkanäle wurden zwei PVC-Rohre mit 110 mm Durchmesser in den Boden der Räume eingemauert.

Die Dächer des Computerraums und des zukünftigen Fotolabors, vor allem die kritischen Verbindungen zwischen Betonwand und Wellblech, sowie die Dachnagelköpfe, wurden mit Glasfasermaterial und entsprechender Dichtungsfarbe mehrfach abgedichtet, um ein Eindringen von Wasser und Staub zu verhindern (dies ging auch Jahre gut, bis dann doch an einer Stelle Wasser an den Wänden hinunterlief). Dem Schweinestall alle Ehre – diese Arbeiten entwickelten sich zu einer regelrechten Sauerei mit verklebter Kleidung und Haaren. Von innen wurden alle Ritzen und Dachnägel weiterhin dick mit Silikon vergossen. Unterhalb des Wellblechs der beiden Räume wurde ein Holzgerüst zur Befestigung von Nut- und Federbrettern als Decke angebracht.

Der Zwischenraum zwischen Dachblech und zu montierender Holzdecke wurde durch eine ca. 100 mm starke Schicht aus Glaswolle gefüllt – die Räume sind somit wärmeisoliert. Die Nut- und Federbretter wurden lackiert und am Holzgerüst befestigt. Jetzt war es an der Zeit, die Räume, Fenster- und Türrahmen mehrmals anzupinseln – die Entscheidung für innen und außen fiel auf die Farbe

„sand tan“ – nicht ganz weiß, jedoch so hell, dass wir keine Aufheizung befürchten müssen. Passt in die Landschaft. Zuletzt wurden zwei rohe Holztüren mit Schlössern, Griffen und Scharnieren versehen, so dass sie in die vorhandenen Türrahmen eingesetzt werden konnten.

#### *Fundament und Säule der Liebscher-Montierung*

Glanzstück des Sternwartengebäudes war damals das über zehn Tonnen schwere Fundament für die Liebscher-Montierung. Schieferiger Sandstein wurde sehr mühsam per Hand auf 1,6m x 1,6m x 1,1m ausgehoben und mit Beton, Stahl und Quarzsteinen aufgefüllt, danach nochmals bis 60 cm über den Boden verschalt und ausgegossen.

Ein anschließendes, gemauertes und mit feinkörnigem Kies gefülltes Fundament geht in die Säule über, auf der die Grundplatte der schweren Montierung verschweißt und vergossen wurde. Nicht vergessen sollte man dabei, dass viele Tonnen geeigneter Sand und das Steinmaterial auf abenteuerliche Weise mit Traktor und Anhänger aus Flussbetten von umliegenden Farmen geholt wurden. Der Sand wurde per Hand auf die Anhänger geschaufelt.

Auf der Liebscher-Montierung mit einer Steuerungseinheit FS2 von Michael Koch wurde zunächst das von Wolf-Peter Hartmann zur Verfügung gestellte C14 montiert.



Abb. II.6 Die Innenräume der Sternwarte.



Abb. II.7 Die Säule für die Liebscher-Montierung



Abb. II.8 Ein spannender Moment: Das kleine Rolldach wird montiert



Abb. II.9 Viele Hände packen an: Die Liebscher-Montierung wird in das Sternwartengebäude gehievt.

Abb. II.10 (unten) Der Rohbau mit dem bereits verkleideten kleinen Rolldach



Heute trägt die Montierung einen hochwertigen 50-cm-Cassegrain der Firma Astrooptik Philipp Keller, der es ermöglicht, durch entsprechende Korrektoren im Primärfokus ( $f/3$ ) und Sekundärfokus ( $f/6$  und  $f/9$ ) herausragende astrofotografische Ergebnisse zu erzielen. Private Instrumente können über eine entsprechende Ansatzplatte montiert werden.

#### *Das „kleine“ Rolldach und die Liebscher Plattform*

Zur Entlastung der gemauerten Wände und zur Befestigung der Laufschienen des Rolldachs wurden zwei 14 m lange Schweiß- und Schraubkonstruktionen aus Doppel-T-Trägern sorgfältig ausnivelliert und in tiefen Fundamenten verankert. Vorbereitend für die kommenden Jahre wurde das Tragegestell bereits für beide Rolldächer angefertigt und aufgestellt. Aus Zeit- und Kostengründen und der Tatsache, dass die Montierung der 45-cm-Astromkamera sich noch im Bau befand, erfolgte zunächst jedoch nur die Fertigstellung des „kleinen Rolldachs“.

Das kleine mit Wellblech gedeckte Rolldach, 4 m x 4,7 m, reicht bis 3,30 m über den Boden der Sternwartenplattform. Ein Tor mit einer gesamten Weite von 2,7 m und über 1 m Höhe ermöglicht die Unterbringung von Teleskopen auch größeren Durchmessers, sowie eine ausreichende Belüftung der Instrumente tagsüber. Nach dem kompletten Aufschieben des Daches in Richtung Norden wird eine Beobachtung dort nur bis 15 Grad über den Horizont eingeschränkt. Die Schrägdach-Bauweise der Rolldächer ermöglicht auch bei jeweils geschlossenem zweitem Rolldach einen möglichst großen Beobachtungsbereich. Das Dach mit einem Gesamtgewicht von ca. 750 kg läuft auf vier doppelt kugelgelagerten hochwertigen Stahlrollen und ist sehr leichtgängig. Ein Abheben oder Entgleisen des Rolldachs bei starkem Wind wird durch entsprechende Sicherungen verhindert.

Da die Rolldächer erhebliche Windangriffsflächen aufweisen, wurde zunächst eine Seilzugvorrichtung angebracht, – mittlerweile durch eine manuelle Kurbelmechanik ersetzt – mit der das Dach auch bei widrigen Windbedingungen sicher geöffnet und geschlossen werden kann.

Das Rolldachgestell, also alle Metallteile, die das Rolldach tragen und alle Schweißnähte, wurden nochmals mehrfach mit Rostschutzfarbe behandelt. Zur Stabilisierung des Rolldachgestells und des Rolldachs in weit geöffnetem Zustand wurde die Statik durch Einschweißen von 4-Kant-Verstrebungen drastisch erhöht. Die Kanten des Rolldachs wurden von außen mit gebogenen Stahlblechen verkleidet, um die für Staub, Wind und Regen durchlässigen Eckverbindungen abzudichten.

Der Holzboden der Liebscher-Plattform aus Bohlen wurde auf einem in die Wände eingelassenen Holzgestell verschraubt. Ein stabiles Stahlgeländer wurde hergestellt, lackiert und montiert, ebenso eine einfache Treppe aus Holzbohlen. Ein Windschutz wurde damals geplant, jedoch aus Zeitmangel zunächst nicht realisiert. Die Montierung macht selbst bei starkem Wind keine Anstalten zu vibrieren. Ein starker Schlag gegen die Säule erzeugt zwar eine minimale Auslenkung, jedoch wird die Schwingung augenblicklich gedämpft. Um jederzeit hochauflösende Astrofotografie betreiben zu können, wurde mittlerweile ein steckbarer Windschutz montiert.

#### *Elektrik und Netzwerk im Sternwartengebäude*

Die beiden Räume und die Plattform der Liebscher-Montierung wurden mit insgesamt mehr als 50 m Aufputz-Kabelkanälen ausgestattet. Die 12-V- und 220-V-Stromversorgung erfolgte vorläufig zentral vom Steuer Raum aus, wobei Kabel für getrennte Kreise (12-V-Beleuchtung, 12-V-Zigarettenanzünderbuchsen (Kfz-Steckdosen) und 220-V-Dosen) in den Kabelkanälen verlegt wurden. Um Störungen durch elektromagnetische Felder zu vermeiden, wurden alle Kabelkanäle doppelt verlegt, wobei das 220-V-Kabel einen eigenen Kanal bekam und das 12-V-Kabel zusammen mit dem an sich schon gut abgeschirmten CAT-5-Ethernet-Patchkabel in einen anderen gelegt wurde. Sofern ein Hub im Steuer Raum abgeschlossen wird, sind alle Arbeitsplätze über doppelt geschirmte CAT-5-Ethernet-Patchkabel (mit Standard-RJ45-Steckern) verbunden.

Mittlerweile wurde die Elektronik auch im Zusammenhang mit der Solaranlage erweitert und modifiziert. Auch erfolgt die Energieversorgung der Außensäulen nun dezentral mit Akkus, die geladen in den Außenbereich gebracht und nach der Beobachtung zurück an die Lade-station im Beobachtungsgebäude transportiert werden müssen.

#### *Beleuchtung und Steckdosen*

Die Standardbeleuchtung erfolgte zunächst in beiden Räumen über 12-V-Halogen-Kaltlicht-Spiegellämpchen an Seilspannkabeln, wobei die Möglichkeit besteht, über einen Doppelschalter entweder weißes oder rotes Licht oder beides zur Verfügung zu haben. Die volle Beleuchtung stört auch bei geöffneter Tür des Steuer Raums Beobachter an der Liebscher-Montierung nur wenig.

Die Beleuchtung auf der Liebscher-Plattform erfolgt durch eine Doppelröhren-Leuchtstofflampe, wobei in zwei Stufen rot und rot/weiß geschaltet werden kann. Die Lampe ist flexibel über ein Kabel an eine 12-V-Zigarettenanzünderbuchse angeschlossen.

Im Steuer Raum haben wir zwei Arbeitsplätze mit je einer 220-V-Schuko-Dose und je einer Dreifach-Zigarettenanzünderdose installiert – im Fotolabor ist es ein Arbeitsplatz. Deutlich sichtbar signalisiert eine grüne LED an jeder Dreifach-Dose Einsatzbereitschaft, falls Spannung anliegt. Die Kabelenden mit Klemmen oder Batterieschellen sind markiert und können durch Generator oder Inverter mit 220 V (Kabeltrommel) oder Auto-/Blei-gel-Batterien mit 12 V versorgt werden. Auf der Liebscher-Plattform ist es zurzeit eine 220-V-Dose und eine Dreifach-Zigarettenanzünderdose.

#### *Die Außensäulen*

Zunächst bestand das Interesse der Mitglieder immer noch darin, auch ihre eigenen Montierungen und Instrumente nach Namibia bringen und montieren zu können – der Verein verfügte noch nicht über Fornax- und Geminimontierung, die heute jedem Mitglied fest montiert und mit Staubschutzkasten versehen zur Verfügung stehen. So wurden zunächst zwei stabile Säulen mit variablen Adapterplatten zur Aufnahme unterschiedlichster Montierungen und Instrumente in unmittelbarer Nähe des Sternwartengebäudes errichtet.



Abb. II.11 Richtfest – Waltraud Eppelmann, Martin Quaiser, Friedhelm Hund und Walter Straube (v. links).



Abb. II.12 Außenansicht von Nordost und Nordwest: Die Sternwarte ist voll einsatzbereit

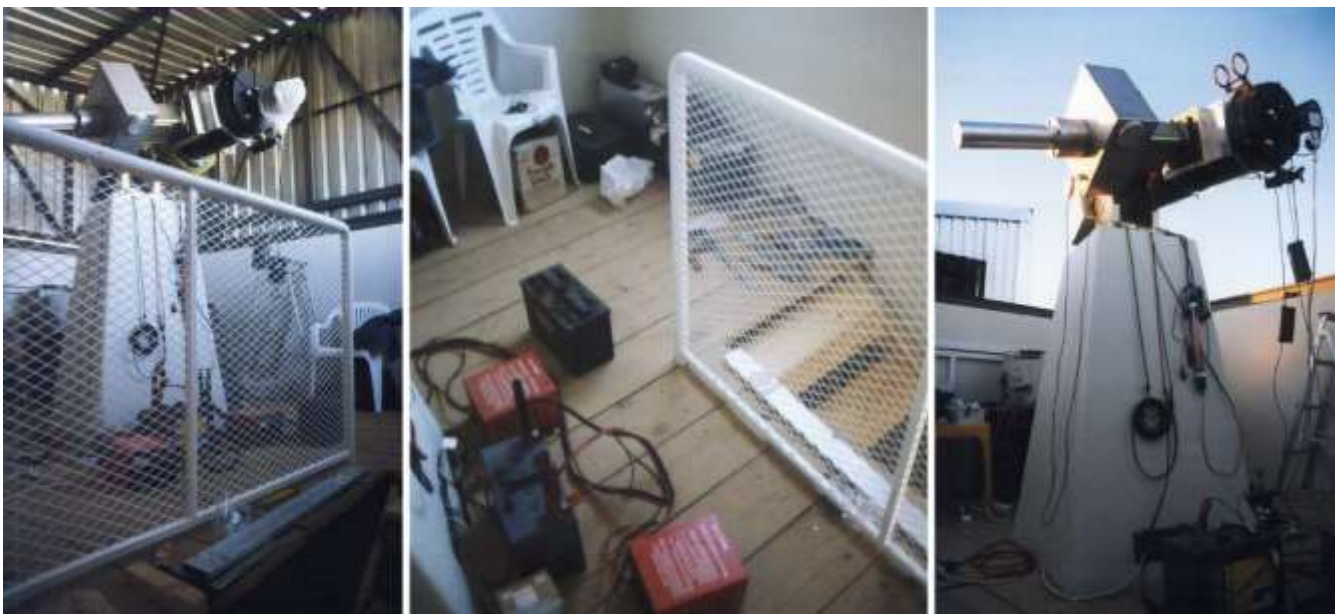


Abb. II.13 Bis auf die Elektronik ist die Plattform der Liebscher-Montierung fertig gestellt





Abb. II.14 Erste Veränderlichen-Messungen durch Dieter Husar am C14

Ein 150-mm-Stahlrohr und ein 300-mm-Rohr bilden die große Außensäule, wobei der Innenraum des Stahlrohres zur Schwingungsdämpfung mit Sand aufgefüllt und der Zwischenraum zwischen den Säulen mit Beton ausgegossen wurde. Im Fundament verschwanden mehr als 1,5 Kubikmeter Beton und -zig Kilo Stahl; das Loch des Fundaments wurde aus mittelhartem schiefrigem Sandstein herausgearbeitet. Letztendlich wurde ein konisch zulaufender Kegel am Fuße der 1,5m hohen Säule vergossen, mit dem eine enorme Verringerung der Schwingungsanfälligkeit erreicht wurde.

Nur wenig entfernt befindet sich in ähnlicher Bauweise eine niedrigere ca. 1m hohe Säule, um SC-Instrumente in Gabelmontierung oder Newton-Teleskope aufzunehmen. Heute existieren insgesamt drei Außensäulen.

Ein Kanal zur Aufnahme von zwei 110-mm-PVC-Rohren wurde ca. 50 cm tief, 30 cm breit durch den 3,5m

breiten Raum der zukünftigen Astrokamera unter dessen Außenwand hindurch und dann ca. 10m bis zur ersten Außensäule aufgemeißelt. Ypsilonförmige PVC-Verzweigungsrohrstücke mit von oben zugänglichen Inspektionsdeckeln wurden in einem gullyähnlichen gemauerten Schacht justiert und vergossen, um leicht Kabel nachlegen zu können und später die Stromversorgung und das Netzwerk zu anderen Stellplätzen zu erweitern.

Im ersten Rohr liegen neben jeweils zwei Zugdrähten zwei paar 6-mm<sup>2</sup>-12-V-Kabel und ein CAT5-Ethernet-Patchkabel, sowie zwei 220-V-Kabel und zwei Zugdrähte im zweiten PVC-Rohr. Diese Einrichtungen werden noch nicht genutzt.



Abb. II.15 Arbeiten an Fundament und Kabelkanälen



Abb. II.16 Erst ein Windschutz sorgt in vielen Nächten für gute Bedingungen zur Astrofotografie

## Windschutz für Instrumente auf den Außensäulen

Häufig auftretender starker Wind fordert einen hoch effektiven Windschutz, ohne dessen Hilfe Aufnahmen am Seeing-Limit nicht möglich sind. Selbst visuelles Beobachten ist in manchen Nächten unmöglich.

Der Windschutz wurde aus stabilem 4-Kant-Profilmaterial konstruiert, das verschweißt wurde; aufgrund der hohen Windlast bei ca. 25 m<sup>2</sup> Fläche ist ein stabiles Fundament unumgänglich. Im ca. 5 m durchmessenden achteckigen Fundament wurden verschweißte Doppelstahlrohre, die durch 12-mm-Baustahl verbunden sind, millimetergenau positioniert, ausnivelliert und vergossen. So können die Elemente des Windschutzes, zurzeit sind es vier, mit zwei Personen – je nach Windrichtung – auch noch nachts umgestellt werden.

Ein Hochklappen und sicheres Verriegeln der Segmente erhöhte den Windschutz auf mehr als 3 m über Grund, so dass auch längere Tuben und Brennweiten exakt nachgeführt werden konnten.

Heute sind die oberen Elemente abmontiert, da sich herausstellte, dass das Hochklappen der Windschutzelemente alleine nicht leicht zu bewerkstelligen ist. Sie dienen zurzeit als Windschutz für die niedrige Außensäule. Innerhalb des Fundamentbereiches ist genügend Platz, um weitere Instrumente vor Wind zu schützen, sowie Tisch und Stühle zu platzieren.

Das etwas unansehnliche Betonfundament des Windschutzes wurde mit einem Restposten Steinplatten verkleidet, der vom Fußboden übrig geblieben war.

Angesichts des beschränkten finanziellen und zeitlichen Rahmens wurde beschlossen, einen einfacheren Windschutz für die niedrige Säule herzurichten. Auf den Ecken eines Oktagons im Durchmesser von ca. 5 m wurden acht Punktfundamente von ca. 50 cm x 50 cm x 70 cm aus dem Bodenmaterial geschlagen. Hierin wurden jeweils ein Rohrstück von 50 cm Länge und 70 mm Innendurchmesser justiert und einzementiert. Die Rohrstücke dienen zur Aufnahme von acht 3 m langen 63-mm-Stahlrohren, an denen Abdeckplatten in Windrichtung befestigt werden können. Jetzt werden die abmontierten oberen Elemente des großen Windschutzes dafür verwendet.

## Die Werkstatt

Unsere kleine Werkstatt, gleichzeitig als Lagerraum genutzt, befindet sich in einem Nebengebäude – ca. 20 m östlich des Sternwartengebäudes. Das Gebäude wurde abgedichtet, mit Regalen versehen und mit zahlreichen Werkzeugen und Kleinteilen bestückt.

## Das große Rolldach

Das große Rolldach, das eine Fläche von 7 m x 3,5 m überdacht, wurde von Stephan Messner und Arbeitskollegen professionell hergestellt und montiert.

In diesem Gebäude wurden zwei Säulen betoniert und ein Holzfußboden gezimmert. Karl-Ludwig Bath montierte dort die 45-cm-Astrokamera AK2, die mit großem Erfolg für einige Jahre in Betrieb war. Deren sehr präzise laufende englische Rahmenmontierung erlaubt jedoch die Aufnahme von Instrumenten größeren Durchmessers: So wurde beschlossen, den Tubus der AK2 durch ein selbstgebautes Newton-System AK3 zu ersetzen, das mit Hilfe

von Korrektoren auch für die kommende Generation großformatiger CCD-Astrokameras optimale Abbildungseigenschaften über das gesamte Bildfeld ermöglicht. Die AK3 wurde im September 2009 in Betrieb genommen.

Unter der Leitung von Werner Roßnagel wurde eine 4,2-m-Kuppel unweit des großen Beobachtungsgebäudes errichtet. Sie beherbergt ein 40-cm-Cassegrain-Teleskop auf einer älteren Zeiss-Montierung, das sich vorzüglich für hochauflösende Arbeiten an Einzelobjekten wie z. B. Doppelsternen eignet. Der komplette Ausbau des Gebäudes wird in Kürze abgeschlossen sein.

Schließlich wurden nebenbei ein Teleskop-Abstellraum und sanitäre Einrichtungen in Form eines WC aus ehemaligen Schweinekoben geschaffen.

## Ausblick und Resümee

Nichts beeindruckt so sehr wie der fantastische Sternhimmel vor Ort auf dem Gamsberg oder auf Hakos. Die Nutzung der Instrumente setzt jedoch bislang voraus, dass man sich vor Ort befinden muss. Limitiert wird das durch häusliche Verpflichtungen und den Umstand, dass man Urlaub buchen muss oder nur zu bestimmten Zeiten antreten kann. Natürlich stellen auch die finanziellen Belastungen für Flug und Aufenthalt häufig ein Hindernis dar. Mehr als ein bis zwei kurze Aufenthalte sind so im Schnitt für die meisten Nutzer nicht möglich.

Die Arbeitsweise des Vereins wird sich in Zukunft ändern. Der Einzug des Internets, auch in entlegene Gebiete der Erde, verändert die Arbeitsweise der Amateurastronomen. Schon heute werden erfolgreich zahlreiche Amateursternwarten über mehrere tausend Kilometer Distanz gesteuert. Die Realisierung steht und fällt mit einer stabilen Internetverbindung und ausgeklügelter Steuerungstechnik. Schnelle Datenverbindungen halten auch in Namibia Einzug und werden früher oder später auch die Sternwarten der Internationalen Amateursternwarte e. V. mit ihren Nutzern weltweit vernetzen.

Trotz vieler Mühen, kontroverser Diskussionen und den wohl für einen Verein, der mit vielen starken Charakteren besetzt ist, typischen internen Auseinandersetzungen können wir mit Stolz behaupten, dass die Internationale Amateursternwarte e. V. eine Erfolgsgeschichte geworden ist – wie instrumentelle Ausrüstung, Buchung der Instrumente, Entwicklung der Mitgliederzahl und nicht zuletzt zukünftige Planungen zeigen, die weltweit ihresgleichen sucht.

## Dank

Zu danken ist den vielen außerordentlich engagierten Mitgliedern und einheimischen Helfern, die in den letzten zehn Jahren viele tausend Arbeitsstunden in Deutschland und Namibia unentgeltlich geleistet haben und den vielen wohlwollenden Sponsoren für ihre materielle und finanzielle Unterstützung der zahlreichen Projekte.

Besonderer Dank gilt Walter Straube, Waltraud Eppelmann und Friedhelm Hund, dem Hakos-Team, auf dessen Hilfe wir uns Tag und Nacht immer verlassen konnten.

# Stromversorgung

Von Werner Roßnagel

Schön haben es die visuellen Astronomen mit ihren Dobson-Teleskopen. Außer einer Rotlicht-Taschenlampe brauchen sie eigentlich keine elektrische Energie. Im Gegenteil: jegliche Weißlichter, Computerbildschirme und ähnliches sind ihnen ein Gräuel. Ebenso wie die aufheulenden Teleskopantriebe während des Positionierens oder gar das nächtelange penetrante Knattern und der Gestank eines Stromaggregats.

Alle anderen Beobachter sind aber heute auf eine zuverlässige Stromversorgung angewiesen. Der eine mehr, der andere weniger. Begonnen hat es mit den elektrischen Teleskopantrieben, weiter ging es mit Guiding-Kameras, Peltier-gekühlten CCD-Kameras und den Computern, die zu ihrem Betrieb meist notwendig sind.

Sowohl auf Hakos, als auch auf dem Gamsberg steht kein öffentliches Stromnetz zur Verfügung. Der benötigte Strom muss also auf irgendeine Weise selbst erzeugt werden.

Schon für die ersten Bauarbeiten auf Hakos wurden Benzingeneratoren angeschafft. Es waren einfache Baumarktgeräte, die aber für diese Zwecke vollkommen ausreichten, da sie kaum länger als eine Stunde am Stück liefen. Sie lieferten 230 V Wechselstrom, mit dem alle Maschinen betrieben werden konnten. Für einen nächtelangen Dauerbetrieb waren sie allerdings nicht geeignet. Der Tankinhalt reichte allenfalls zwei bis drei Stunden, danach musste aufgetankt und eine Abkühlphase eingelegt werden. Alle 100 Betriebsstunden Ölwechsel, alle 1000 Stunden Generalrevision.

Die ersten Beobachter nahmen trotzdem damit vorlieb. Man beschaffte sich noch ein oder zwei Autobatterien, die tagsüber vom Generator geladen wurden, klemmte auf abenteuerliche Weise einen Berg von Krokodilklemmen daran und war damit bei einigermaßen ökonomischen Stromverbrauchern für eine halbe oder eine ganze Nacht gewappnet. Wer allerdings den Desktop-Computer einsetzen wollte, kam um den Benzingenerator nicht herum.

Da dies keine Dauerlösung sein konnte, musste man sich bald um eine nachhaltigere Lösung bemühen. In der Diskussion standen Benzin-/Diesel-Generatoren, Windkraft und Fotovoltaik. Vom Verhältnis der Kosten zur verfügbaren Leistung erwies sich eindeutig ein robustes, langsam laufendes und für Dauerbetrieb ausgelegtes Dieselaggregat als günstigste Lösung. Allerdings musste hierzu regelmäßig der Kraftstoff beschafft werden, Wartungsfristen beachtet und eingehalten werden und es musste natürlich auch ständig mit einem Ausfall gerechnet werden, der die Station und damit alle Beobachter auf unabsehbare Zeit lahmlegen konnte. Ganz zu schweigen von einem separaten Gebäude in hinreichender Entfernung von den Beobachtungsplätzen, um Gestank und Krach fernzuhalten.

Windkraft steht auf Hakos und auf dem Gamsberg zwar häufig in genügendem Maß zur Verfügung, allerdings fehlt sie meist genau dann, wenn sie am nötigsten gebraucht wird, nämlich in den besten, weil windstillen Beobachtungsnächten. Windgeneratoren sollten so hoch

wie möglich aufgestellt werden, weswegen sie in gehörigem Abstand zur Sternwarte errichtet werden müssen. Entsprechend ergeben sich Probleme mit der Stromübertragung, auch der Wartung und Reparatur auf hohen Masten. Nicht jedes IAS-Mitglied hat künstlerische Fähigkeiten.

Solarstrom steht zwar grundsätzlich in der Nacht gar nicht zur Verfügung, die größte Ausbeute hat man aber tagsüber dann, wenn auch die Beobachtungsbedingungen am besten sind, nämlich bei klarem Himmel. Das spart Pufferbedarf. Die Akkus und die Ladeströme müssen nur so groß gewählt werden, dass genügend Strom für mindestens eine Nacht zur Verfügung steht.

Nach einigen Erfahrungen mit Auto-Akkus, geschenkten Solarpanels und den zugehörigen Reglern erschien als gangbarste und vernünftigste Lösung eine dezentrale Batterie-Solarversorgung der Sternwarten. Zwar sind die Kosten für den Endausbaustand deutlich höher, als bei einem Dieselaggregat, man hat dafür aber den Vorteil, dass man relativ klein anfangen und ohne große Probleme nach Bedarf und nach vorhandenen Mitteln ausbauen kann. Die dezentrale Auslegung, bei der jeder Nutzer seinen eigenen Batterie- und Solarsatz hat, bringt weiterhin den Vorteil der Redundanz und der Unabhängigkeit von anderen Verbrauchern, die aus irgendeinem Grund massive Störspannungen erzeugen oder gar mit Kurzschlüssen das ganze Netz lahmlegen.



Abb. II.17 Verlegung des Ringerders mit Anschluss an den Stahlrahmen des Gebäudes

Defekte Solarregler nach der Regen- (und Gewitter-) Zeit zeigten die Notwendigkeit, einen Überspannungsschutz vorzusehen. Zwar ist die Wahrscheinlichkeit eines direkten Blitzeinschlags sehr gering. Induzierte Störspannungen können aber bereits bei Blitzeinschlägen in bis zu tausend Metern Entfernung zu Schäden an der Elektronik führen. Im endgültigen Konzept sind daher zwischen jedem Solarelement und dem zugehörigen Regler Überspannungsableiter vorgesehen, die induzierte Ströme ableiten. Wohin? In aller Regel in die Erde. Hierzu genügt es allerdings nicht, zwei Drähte in die Erde zu stecken. Es gibt Regeln für den Blitzschutz, die einen bestimmten Höchstübergangswiderstand zur Erde vorschreiben. Nachdem bei den fertigen Gebäuden die heute meist praktizierte Fundamenterdung nicht mehr möglich war, kamen entweder Staberder oder ein Ringerder in Frage. Da die an den vier Ecken erforderlichen Staberder sechs bis zwölf Meter in den Boden geschlagen werden sollten, kam bei dem Felsboden auf Hakos nur ein Ringerder in Frage. Zwar erreichte auch dieser wegen des felsigen Untergrundes nicht überall die Tiefe, die der VDE für einen Blitzschutz fordert. Für die Ableitung gelegentlicher Überspannungen reicht es aber allemal aus.

## Solarmodule

Die ersten Solarmodule wurden von Mitgliedern gespendet. Dies führte natürlich dazu, dass wir sehr unterschiedliche Größen und Fabrikate in unserem System unterbringen mussten. Parallelschaltung von Elementen gleicher Bauart (Si-monokristallin) ist zwar möglich, Serienschaltung zur Spannungserhöhung gelingt aber nur mit identischen Elementen derselben Leistung. Abb. II.18 zeigt die erste Solarmodulanordnung, die auf diese Weise zustande kam. Die Solarelemente wurden zu vier Gruppen mit Spitzenladeströmen zwischen 4 und 13 A zusammenschaltet. Im späteren Ausbau wurde die Versorgung der Teleskopräume Ost und West abgetrennt, wobei jeder Raum jeweils zwei parallelgeschaltete 110-Wp-Solarpanels erhielt, die einen Spitzenladestrom von 13 A an einen 12-V-Akku liefern können.



Abb. II.18 Installierte Solarmodule am Hauptgebäude

## Anschlusskasten

Die Leitungen von den Solarmodulen führen zum Anschlusskasten. Dort befinden sich Überspannungsableiter, Steckertrennstelle und Anschlussklemmen für die Wei-

terführung. Alle Solarmodulanschlüsse werden zweipolig an Überspannungsableiter geführt, die über eine 16-mm<sup>2</sup>-Leitung mit der Potentialausgleichsschiene (PAS) verbunden sind. Die PAS ist direkt mit dem um das Gebäude geführten Ringerder verbunden, der zusätzlich mit dem Stahlrahmen des Gebäudes verbunden ist.

Mit Hilfe der Steckertrennstelle im Schaltschrank können die Module zur Außerbetriebnahme oder für Messzwecke abgetrennt werden. Gleichzeitig erlaubt das Steckerfeld in einem gewissen Rahmen die Parallelschaltung mehrerer Gruppen, um höhere Ladeströme bis zu 16 A zu erzielen

Vom Anschlusskasten werden die Modulströme weitergeleitet zu vier Laderegler. Als Laderegler wird generell die Type Sunline PDC 20 mit einem maximalen Ladestrom (Modulstrom) von 16 A und einem maximalen Entladestrom von 20 A eingesetzt. Mit einem Regler PDC 20 können jeweils zwei Akkumulatoren geladen werden, wobei Akku 1 stets mit Vorrang behandelt wird. Die Ladung von Akku 2 beginnt aber bereits, wenn Akku 1 in die Konstanzspannungsphase eintritt, so dass die Modulleistung hiermit sehr effektiv genutzt werden kann. Für Akku 1 enthält der Laderegler PDC 20 auch eine Überstrom- und Unterspannungsabschaltung.

Alle Akkus sind über 16-A-Sicherungsautomaten gegen Kurzschlüsse abgesichert.



Abb. II.19 Gesamtanordnung im Computerraum mit Anschlusskasten, Solarreglern und Batteriesatz

## Akkumulatoren

Aus Kostengründen kommen zurzeit als Stromspeicher nur Bleiakkumulatoren in Frage. Allerdings gibt es hier sehr unterschiedliche Bauformen. Jedem bekannt sind die Starterakkus von Automobilen, die zwar preiswert, aber für den Dauerbetrieb an Solaranlagen nicht geeignet sind. Die Starterakkus sind ausgelegt für kurzzeitige hohe Stromabgabe, weisen aber hohe Selbstentladungen auf und sind schon nach wenigen Tiefentladungen irreversibel geschädigt. Besser sind sogenannte Solarbatterien, die aber auch nicht säuredicht sind und laufend gewartet werden müssen. Für unsere Zwecke am besten geeignet sind die wartungsfreien Dryfit- Solar-Bleigelakkus, die auch 100%-Entladungen gut vertragen und in der Zwischenzeit schon bis zu sieben Jahre gute Dienste leisten.

	Lebensdauerzyklen bei Entladung			Selbstentladung
	100%	80%	50%	
Starterbatterie	10	20-50	100	10-20%/Monat
Solarbatterie	100	200	500	10%/Monat
<b>Dryfit Solar</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>850</b>	3%/Monat

## Stromverteilung

Zur Stromverteilung und zum Anschluss der Verbraucher wurden spezielle Batterieanschlussboxen (BAB) entwickelt und gebaut, mit denen in der Zwischenzeit alle unsere Verbrauchsstellen ausgerüstet sind.

Die Batterie-Anschlussbox enthält Eingangsanschlüsse für Akku und Laderegler/Ladegerät, einen Sicherungsschalter 16A, eine Strom/Spannungsanzeige, Unterspannungsabschalter und 3 x 3 verschiedene Ausgangsbuchsen und Polklemmen zum Anschließen der Verbraucher. Alle Ausgänge sind parallel geschaltet und gemeinsam abgesichert.



Abb. II.20 Batterieanschlussbox

## Einzelstation

In der Zwischenzeit ist jede unserer Einzelsternwarten (Hauptgebäude Ost, Hauptgebäude West, Kuppel) mit ei-



Abb. II.21 Typische Einzelstation (Westraum Hauptgebäude)

ner unabhängigen Einzelstation ausgerüstet. Hierzu gehören in der Regel zwei Solarpanels mit je 110 Wp und zwei Dryfit-Akkus mit 130 Ah und 90 Ah. In einem speziellen Schaltkasten sind Überspannungsableitung, Solarregler, Sicherungsschalter und Anschlussklemmen installiert. Der Sicherungsschalter erlaubt die gleichzeitige Abschaltung und Absicherung der Solarpanels und zweier Akkumulatoren. Zur Inbetriebnahme/Außerbetriebnahme muss nur noch diese Hauptsicherung ein- oder ausgeschaltet werden. Der große Akku (130Ah) ist fest angeschlossen und dient zur Hauptstromversorgung, der zweite Akku (90Ah) ist transportabel und kann nach Bedarf zusätzlich und potentialfrei eingesetzt werden.

## Wanderbatterien

Die zentrale Versorgung der Außensäulen vom Hauptgebäude aus erwies sich bei 12-V-Betrieb als unzureichend, da schon bei mittlerem Strombedarf mit Spannungsabfällen bis zu einem Volt und mehr gerechnet werden muss. Die Batteriekapazität wäre dadurch nur noch zur Hälfte nutzbar und der Verbraucher müsste mit sehr großen Spannungsschwankungen zurechtkommen.

Es wurden daher Akkus zusammen mit jeweils einer Batterieanschlussbox auf fahrbare Untersätze montiert und leisten seither als sogenannte Wanderbatterien ihre Dienste. Die Wanderbatterien werden an einer Ladestation im Hauptgebäude als Zweitakku an den vorhandenen Solarreglern aufgeladen. Jede autarke Einzelstation erhält ebenfalls eine eigene Wanderbatterie, die für zusätzlichen Bedarf oder zur Potentialtrennung von empfindlichen Verbrauchern eingesetzt werden kann.

## Erfahrungen

Die auf Hakos realisierte Stromversorgung hat sich in der Zwischenzeit sehr gut bewährt. Da sie praktisch wartungsfrei ist, gab es in den letzten sieben Jahren keine nennenswerten Ausfälle trotz der Problematik einer Vereinssternwarte mit vielen unterschiedlichen Nutzern und deren sehr unterschiedlichen elektrotechnischen Kenntnissen. Wie bei jedem Batteriesystem kann exzessiver Strombedarf nicht befriedigt werden. Dies erzieht die Nutzer zur Reduzierung der Stromaufnahme ihrer eingesetzten Geräte. Dem kommt zugute, dass die neueren CCD-Kameras sparsamer sind als früher; bei den immer häufiger eingesetzten DSLR-Kameras gibt es sowieso keine Probleme. Auch moderne Notebooks begnügen sich heute mit wesentlich geringeren Strömen als früher, so dass mit der vorhandenen Kapazität in der Regel nächtliche Betriebszeiten von über zehn Stunden möglich sind. Für Großverbraucher bietet sich immer noch der Einsatz freier Wanderbatterien oder notfalls auch der Benzingenerator an, der allerdings mit relativ hohen Stundensätzen belastet ist.

Dieter Kaiser ist dabei, auf dem Gamsberg ein ähnliches dezentrales System zu installieren, das in Zukunft sicher ähnlich gute Dienste wie das System auf Hakos leisten wird.



Abb. II.22 Wanderbatterien an der Ladestation



Abb. II.23 Auch das Kuppelgebäude ist bereits mit einem eigenen Solarpanel ausgerüstet

# Die Astrokamera AK2

## Rahmenmontierung und Westraum

Von Karl-Ludwig Bath

### Zur Vorgeschichte

Vorläufer der Astrokamera 2 oder AK2 ist ihre kleinere Schwester AK1 mit den Daten 250/1050, die für das Kleinbildformat konzipiert ist und seit zwanzig Jahren auf dem Schauinsland bei Freiburg auf der Sternwarte der Sternfreunde Breisgau ihren Dienst tut.

Die AK2 wurde für den Mittelformatfilm konzipiert und hat die Daten 450/1650. Sie und ihre Rahmenmontierung haben beide ihre Geschichte und ihre Besonderheiten, über die hier berichtet werden soll. Die Entwicklung des optischen Systems stammte von mir, seine weitere Optimierung und die Herstellung der Optik hat wie schon bei der AK1 Wolfgang Rohr in Hassfurt in Zusammenarbeit mit Richard Gierlinger in Schärding/Österreich übernommen und mit großer Präzision zum Abschluss gebracht.

Die unglaubliche Geschichte der AK2 muss ich erzählen. Wolfgang Rohr und ich hatten sie für jemanden gebaut, der unbedingt so etwas haben wollte. Uns interessierte das Projekt, und so haben wir uns an die Arbeit gemacht. Kaum war die Astrokamera fertig und von dem Betreffenden nach Hause geholt, sagte seine Frau angesichts des langen und dicken Rohres „Dieses Ding kommt mir nicht ins Haus“. Also war die AK2 nach 14 Tagen „für 'n Appel und 'n Ei“ wieder weggegeben und ruhte für Jahre im Keller eines Sternfreundes, der sie „nur genommen hat, weil sie so billig war“. Bis er den Platz im Keller brauchte. Also bot er das Gerät im Internet an. Zu meinem Glück meldete sich ein Interessent bei mir, um einige Einzelheiten zu Optik und Instrument zu hören. Das veranlasste mich, ihm die Komplexität des Gerätes so nachdrücklich zu schildern, dass er den Kauf doch mir überlassen wollte. So kam ich zu einem Bruchteil des Verkaufspreises wieder an mein „Lieblingskind“ AK2. Wie das Schicksal es wollte, startete genau in dieser Zeit unser Namibiaprojekt. Und so war auch der richtige Standort für die lichtstarke AK2 keine Frage mehr: nicht ein Platz in der Rheinebene mit ihrem Dunst, Nebel



Abb. II.24 Die AK2 in ihrer Rahmenmontierung

und selten klaren Himmel, sondern die Gästefarm Hakos in Namibia.

### Konzept der AK2

Jede Neukonstruktion hat ihre Besonderheiten, so auch die AK2. Wie die AK1 hat sie einen hyperbolischen Hauptspiegel und einen hyperbolischen Korrektor. Diese Kombination ermöglicht ein ebenes Bildfeld und punktförmige Sternabbildungen bis in die Ecken des Mittelformates. Die Bildebene liegt wie bei einer Schmidtkamera in der Achse, es handelt sich also um ein rein fotografisches Instrument.

Um die Fokuswanderung auch bei langen Belichtungszeiten zu minimieren, sind Korrektor und Fotoapparat über drei Glasstäbe mit dem hinteren Tubusende verbunden. Der Frontring gleitet in einem Linearkugellager eigener Konstruktion. Zusätzlich wirkt sich die positive Brechkraft des Korrektors günstig auf die Fokusstabilität aus. Der positive Korrektor nimmt bei einer Verschiebung den Fokus zu einem guten Teil mit.

Eine andere Eigenart der AK2 ist ihre Wärmeisolierung. – Man hört immer wieder, man müsse abends warten, bis das Teleskop ausgekühlt ist. Bezüglich eines Teleskoptubus hat Ziegler schon vor vielen Jahren gezeigt, dass der Tubus vom Grundsatz her nie auskühlt: Die zum Boden gerichteten Oberflächen nehmen dessen Temperatur an und sind deshalb relativ warm, z.B. +10 °C. Die nach oben gerichteten Teile strahlen zum kalten Himmel ab, dessen Strahlungstemperatur weit unter –20 °C liegen kann. Der Tubus ist demnach unten warm und oben kalt, so dass das Tubus-Seeing nie aufhört. Einen Temperaturausgleich gibt es nicht. – Aber welche Temperatur sollte der Innenraum denn nun annehmen? Sinnvollerweise sollte es die Temperatur der Außenluft sein. Um das zu erreichen, bekam die AK2 wie auch schon die AK1 eine wärmeisolierende Innenwand (!). Danach waren keinerlei Luftschlieren im Tubusinneren mehr nachzuweisen, zu keinem Zeitpunkt.

Die AK2 hat zwei austauschbare Ausgänge. Der eine

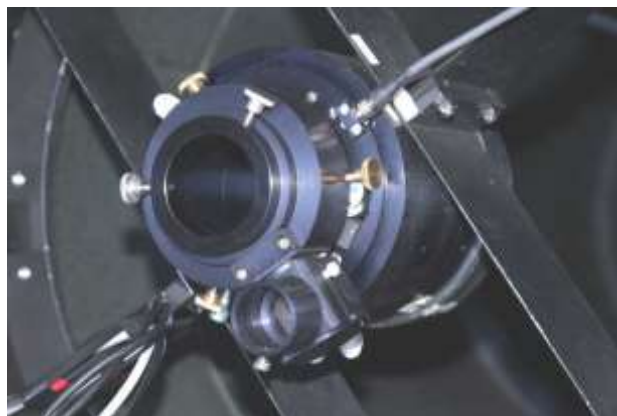


Abb. II.25 Der CCD-Ausgang mit Motorfokus und Off-Axis-Guider-Anschluss von C. Jacobs

ist für die Mittelformat-Fotografie gedacht. Er enthält die Filmrückwand einer Mamiya-Kamera, sowie ein großzügiges Off-Axis-Guiding-System mit ST-4 Anschluss. Fokussieren kann und sollte man ausschließlich mit der Messerschneide. Hierzu eignet sich eine Glasplatte mit dicken aufgemalten Filzschreiberstrichen. Damit die Striche gut decken, wird der Filzschreiber vorher in die Nachfülltusche getunkt.

Der zweite Ausgang ist variabel gestaltet. Er dient dem Anschluss verschiedener CCD-Kameras, kann aber auch Videokameras oder kleine Spektrografen tragen.

Zur Auflösung. Die feinsten Sterne auf dem 100-ASA-Film sind 0,015 mm breit, was bei 1,6m Brennweite einer realisierten Auflösung von 2" entspricht. Das Soll lag bei 3". Leider entspricht das nicht mehr den heutigen kleinen Pixeln, so dass der alte Spruch wieder zum Tragen kommt: Das Bessere ist der Feind des Guten. So musste die AK2 einer moderneren Kamera weichen, der AK3.

## Die Rahmenmontierung

Was für eine Montierung sollte die Astrokamera bekommen? Für den Aufstellungsort in Äquatornähe bot sich eine Englische Rahmenmontierung an, und dies umso mehr, als dieser Montierungstyp in Amateurreisen recht unüblich ist und daher eine besondere Herausforderung darstellte.

Und der Nachführblock? Glück muss man auch mal haben. Ich hatte es in Form des Nachführblocks mit seinem 54-cm-Schneckenrad. Er gehörte einst zu der Gabelmontierung eines Sonnentelestokops am Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik, den ich freundlicherweise geschenkt bekam. Andernfalls hätte ich keine Ahnung gehabt, wie ich eine geeignete Nachführeinheit hätte finanzieren sollen.

Der Rahmen wurde aus verzinkten Rohren angefertigt, die Enden wurden zugeschweißt und die Ecken mit Winkelblechen verbunden (Abb. II.24).

Die Justiereinheit für die Polachse. Hierzu wurde am Südblock eine Art Kreuztisch installiert, wie er sich schon mehrfach bei Off Axis Guiding-Systemen und Exzern bewährt hatte. Da der Justierspielraum mit insgesamt 5cm, entsprechend nur 1°, eng bemessen war, mussten der Südblock und ebenso der Nordblock in allen drei Koordinaten auf 1 cm genau aufgebaut werden, was



Abb. II.26 Der Nachführblock



Abb. II.27 Südblock mit „Kreuztisch“

auch einigermaßen gelang.

Mehr Schwierigkeiten bereitete die entsprechende Lagerung am Nordblock. Hier wurde ein Pendellager eingesetzt, das die benötigten Drehungen zulässt. Zusätzlich sollte das Gelenk die Gewichtskraft von Nachführblock und Teleskop nicht tragen müssen. Die Lösung war ein Zapfen, der die Vertikalkraft durch das Pendellager hindurch auf die Säule ableitet.

## Hebelarm und Uhing-Getriebe

Für die Astrofotografie ist eine präzise Nachführkorrektur unverzichtbar. Ein großes Problem ist hierbei das Spiel in Deklination. Erfreulicherweise gibt es einen Antrieb, der dieses Spiel vom Prinzip her vermeidet. Es ist ein Wälzmuttergetriebe der Firma Uhing in Mielkendorf bei Kiel. Die Mutter läuft auf einer glatten Welle. Das Getriebe funktioniert durch das reine Abrollen schräg stehender Kugellager. Etwa so wie bei einer runden Gardinenstange ein schräg stehender Ring sich nach links oder rechts bewegt, je nachdem, wie herum man die Stange dreht. Dieses Getriebe hat sich schon bei der AK1 auf dem Schauinsland hervorragend bewährt. Sein Nachteil, dass es sich nur an einem Deklinations-Hebelarm einsetzen lässt, entfällt dadurch, dass die Montierung inzwischen über Encoder positioniert werden kann.



Abb. II.28 Deklinationshelb und Wälzmuttergetriebe





Abb. II.29 Montage des Rolldachs



Abb. II.30 Der Rolldachantrieb mit Totmannbremse (unteres Seil)



Abb. II.31 Aufbau der Nordsäule



Abb. II.32 Fischaugenansicht



Abb. II.33 Südsäule und Rahmen

## Rolldach und Raumgestaltung

Das Rolldach hat unser Stahlbauer Stephan Messner gebaut, den manuellen Antrieb dazu hat sich Carsten Jacobs ausgedacht und auch realisiert.

Das Holzpodest, auf dem man herumläuft, steht völlig frei. Es hat ringherum zwei Zentimeter Abstand zu den Wänden und ebenso zu den Säulen (Abb. II.24).

Für das Nord- und das Südlager wurden je eine massive Säule benötigt. Wie die Bilder zeigen, wurden die Säulen aus den im Straßenbau üblichen Betonrohren aufgebaut und teilweise mit Sand und Steinen aufgefüllt. Für die Nachwelt mit eingemauert wurden zwei Zeitschriften, eine Art Grundsteinlegung also.

## Ergebnisse

Publizierte Ergebnisse: (1) Anton Paschke, <Die IAS und die veränderlichen Sterne>, S. 90. (2) Thomas Sauer, <Entdeckung eines RR Lyrae-Sterns bei NGC 6744>, publiziert auch in "Peremnyye Zvezdy", Prilozhenie, vol. 9, N 22 (2009). (3).

Th. Sauer konnte 2009 drei Exoplaneten-Ereignisse dokumentieren: <Beobachtung von Exo-Planetentransits mit der AK2>, S. 94.

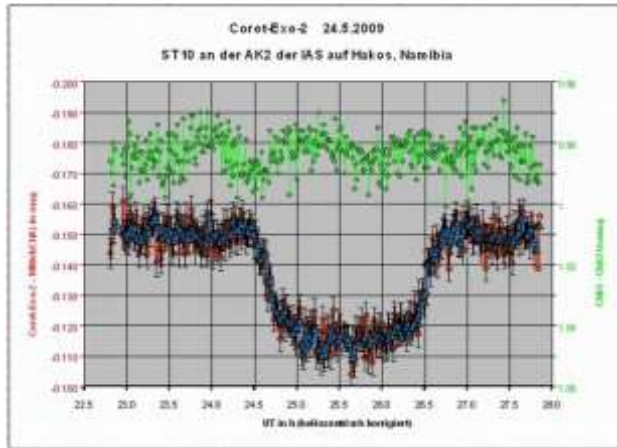


Abb. II.34 Exoplanet-Ereignis 24.05.2009

## Schlussbetrachtung

Natürlich gäbe es noch vieles Weitere zu berichten, was aber über den hier gegebenen Rahmen hinaus gehen würde.

Etwas traurig ist nun die vorläufige Außerbetriebnahme der AK2. Sie war für den fotografischen Film konzipiert und hat die dort benötigte Auflösung von 15 Mikrometern erreicht. Nicht erfüllen kann sie dagegen derzeit die Wünsche, die sich im Gefolge der heutigen CCD-Chips mit ihren bis zu dreimal kleineren Pixeln ergeben. Die AK2 wurde deshalb im September 2009 durch eine neue und modernere Kamera ersetzt, die netterweise den Namen AK3 erhalten hat (siehe Artikel S. 41). Die Rahmenmontierung bleibt weiterhin im Einsatz.

## Danksagungen

An dem Projekt waren unter anderem folgende Firmen und Institutionen beteiligt:

Wolfgang Rohr, Haßfurt

*Herstellung der Optik, Teleskopbau*

Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik, Freiburg

*Schenkung Nachführblock*

Richard Gierlinger, Schärding

*Teleskopbau*

Stephan Messner, Callenberg

*Herstellung des Rolldachs*

Kai Gorn, Windhoek

*Betonrohre, Holz für das Podest*

Sebastian Seidl, Unterreit

*Bau des Holzpodestes*

Stahlbau Winterhalter, Freiburg

*Spende der Rahmenholme*

Feinmechanik Peter Küsters, Freiburg

*Bau der Rahmenmontierung, Anpassen des*

*Nachführblocks*

Feinmechanik Bernd Liebscher, Simmelsdorf

*Verpackungsarbeiten*

Feinmechanik Thomas Kraska, Burgpreppach

*Verpackung, Transporte*

Weitere Helfer waren:

Eberhard von Grumbkow, Herbert Haupt, Friedhelm

Hund, Carsten Jacobs, Friedel Niehues, Werner Roßna-

gel, Christian Schubert, Walter Straube und seine Farm-

arbeiter.

Dank sei schließlich meiner Frau Angela gesagt für ihre Geduld und ihren Zuspruch.

## Literaturangaben

Artikel: Sterne und Weltraum 24, 162 [3/1985] und 36, 782 [8-9/1997]

Patent DE 35 06 704 C1, 05.06.1985.

# Die neue Astrokamera 3 (AK3)

Von Carsten Jacobs

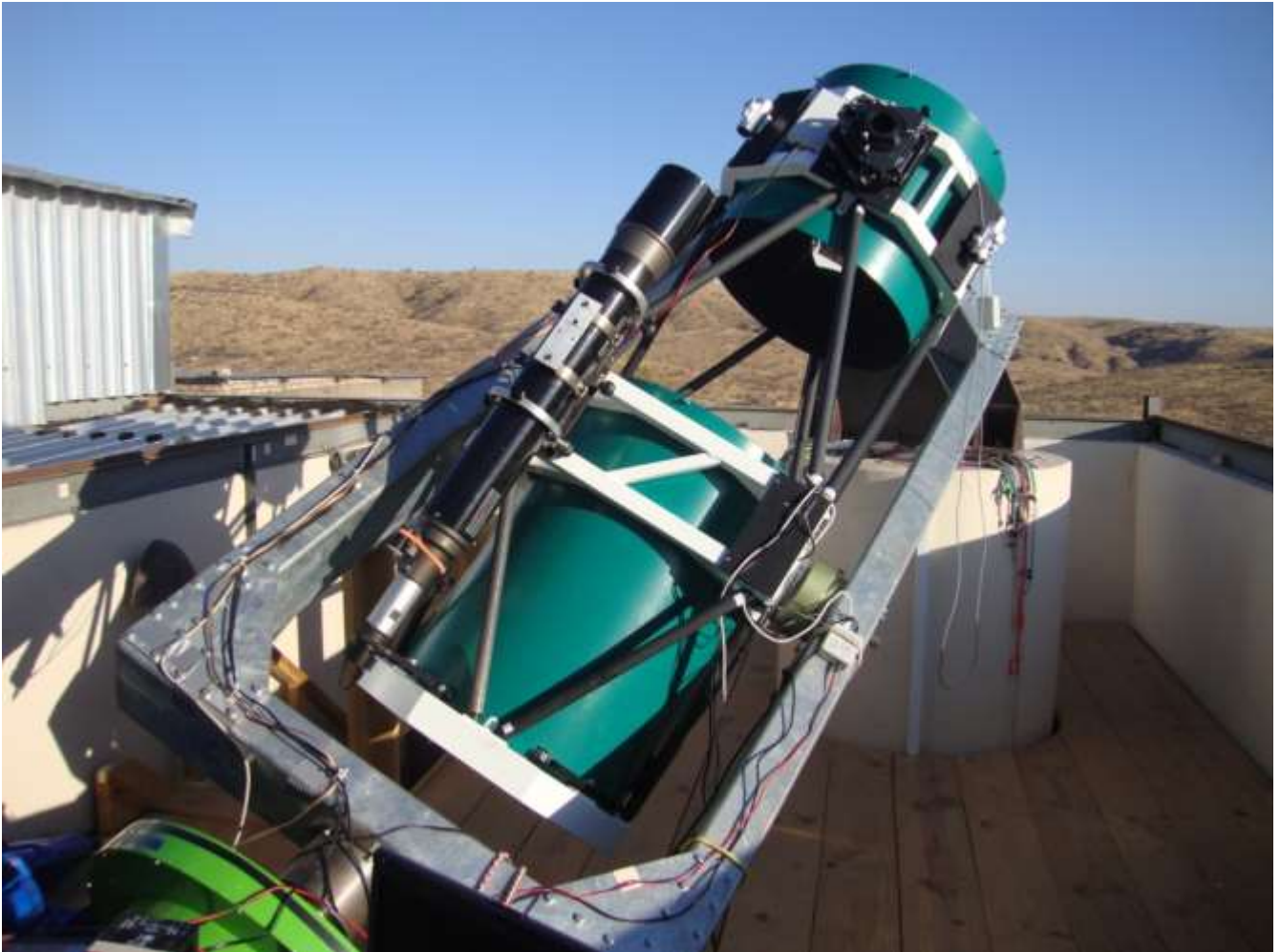


Abb. II.35 Die AK3 in der Rahmenmontierung

Nachdem das 50-cm-Cassegrain-Teleskop von den Mitgliedern so gut angenommen wurde, dass die Neumondperioden des namibischen Winters regelmäßig bereits auf die nächsten zwei Jahre so gut wie ausgebucht waren, wurde klar, dass die zu diesem Zeitpunkt noch in der Optimierung durch Lutz Bath befindliche AK2 als Buchungsalternative dringend benötigt wurde. Im Jahr 2007 begann die regelmäßige Nutzung der AK2. Mit DSLR- und CCD-Kameras mit Bayer-Farbmatrix wurden sehr schöne Bilder gewonnen, die sich an der für die AK2 charakteristischen asymmetrischen Beugungsfigur an hellen Sternen eindeutig identifizieren lassen. Es wurde im Laufe der Nutzung aber auch deutlich, dass die Sternscheibchen der AK2 für moderne monochrome CCD-Kameras mit ihren typischen Pixelgrößen zwischen 5 und 7  $\mu\text{m}$  zu groß sind. Damit lässt sich deren Leistungsfähigkeit nicht voll nutzen, so dass bereits im Jahr 2008 erkennbar wurde, dass die AK2 wieder seltener gebucht wurde und sich der Buchungsdruck auf den Cassegrain weiter erhöhte.

Deshalb wurde in der Herbst-Mitgliederversammlung 2008 über die Möglichkeiten einer Optimierung der AK2

und Alternativen dazu diskutiert. Es wurde rasch klar, dass für eine Verbesserung der AK2 der Westraum auf Hakos für mindestens zwei Jahre ohne Gerät geblieben wäre. Zudem wurden die Restrisiken für einen möglichen Misserfolg der Maßnahmen als zu hoch eingeschätzt. Es fiel daher durch die Mitgliederversammlung die grundsätzliche Entscheidung zugunsten eines neuen Gerätes. Die Rahmenmontierung hatte bereits mit der AK2 bewiesen, dass sie auch für die Nachfolgeoptik ein hervorragendes Fundament darstellen würde. Da ich mich zur Vorbereitung der Diskussion bereits mit ersten Konstruktionsskizzen beschäftigt hatte, wurde ich zunächst mit der weiteren Konzeption des Gerätes beauftragt. Über den Winter 2008/2009 nahm das Gerät dann im PC unter Einarbeitung diverser wertvoller Anregungen von anderen Mitgliedern Gestalt an.

Noch vor der Mitgliederversammlung im März 2009 hatte Wolf-Peter Hartmann in Erfahrung gebracht, dass Wolfram Felber soeben einen sehr guten Parabolspiegel mit den passenden Daten fertiggestellt hatte. Freundlicherweise erklärte sich Herr Felber bereit, uns den Spiegel für einige Wochen bis zur Mitgliederversammlung zu

reservieren. Das Konzept des Gerätes wurde durch die MV ohne Änderungen bestätigt, so dass die Arbeiten zur Realisierung des Gerätes und die Beschaffung der Kaufteile unmittelbar im Anschluss beginnen konnten. So viele Späne hatte ich in meinem Keller noch nie gesehen, wie in den Folgemonaten. Anfang August waren alle Einzelteile hergestellt und fast alle Zukaufteile vorhanden. Nur der 160 mm große Fangspiegel fehlte noch. Aber auch dieser kam dank des Einsatzes von Martin Birkmaier noch rechtzeitig an, so dass das Gerät, provisorisch „Dobson“- montiert am 22. August 2009 das erste nächtliche Licht sah. Die Ergebnisse waren positiv, so dass das Gerät anschließend gleich wieder zerlegt und verpackt werden konnte. Die Abholung durch die Expedition erfolgte am 3. September. Nachdem wir mit Hilfe der deutschen Botschaft in Windhoek die notwendigen Papiere für die Zollbefreiung in Händen hatten, konnte das Gerät am 17. September am Flughafen in Windhoek abgeholt werden. Am 20. September sah das Gerät dann *First Light* in der Rahmenmontierung auf Hakos.

Gewählt wurde für die AK3 eine Newtonkonfiguration mit Wynne-Korrektor, um ein großes nutzbares Feld zu realisieren. Die Newton Konfiguration vermeidet zusätzliche Vignettierungen durch große Kameras und deren Zuleitungen sowie eventuelle Bildverschlechterungen durch aufsteigende Warmluft von der Kühlung der Kamera. Der hervorragende Hauptspiegel mit 50 cm Durchmesser und einer Brennweite von 1923 mm ( $f/3,8$ ) stammt von Alluna, die Korrektoren wurden von Philipp Keller gerechnet und werden von ASA (Astro Systeme Austria) vertrieben. Die AK3 bietet damit folgende Konfigurationen:

Mit 4“-Wynne Korrektor  
 $D = 508 \text{ mm} / f = 1885 \text{ mm} (f/3,7)$   
 nutzbares Feld 60 mm

Mit 3“-Reducer/Korrektor 0,73x  
 $D = 508 \text{ mm} / f = 1404 \text{ mm} (f/2,8)$   
 nutzbares Feld 28 mm

Der Hauptspiegel erreicht nach Messprotokoll folgende hervorragenden Werte:

Aberrations:  
 Peak to valley: 0,113 (1/8,8 Lambda)  
 RMS: 0,023 (1/43,8 Lambda)  
 Strehl ratio: 0,98

Natürlich kann das Gerät auch mittels Barlowlinse oder mit *Flourid Flatfield Corrector (FFC)* bei längerer Brennweite genutzt werden. Mit FFC lassen sich Brennweiten zwischen 5800 und 15000 mm realisieren, die dank des hervorragenden Spiegels bei entsprechendem Seeing auch gut nutzbar sein sollten.

Im April 2010 werden von mir noch die letzten notwendigen Arbeiten am Gerät durchgeführt, bevor die reguläre Nutzung beginnen kann. So muss noch ein kleiner Transportschaden am Okularauszug repariert werden, und auch die Adaptionen für verschiedene Kameras an den beiden Konfigurationen sind noch zu erstellen. Die aktuelle Buchungssituation für die AK3 im Jahr 2010 belegt aber bereits jetzt deutlich den Bedarf für dieses Gerät.



Abb. II.36 NGC 1977 – First Light an der AK3

# Das 50-cm-Cassegrainteleskop

Von Carsten Jacobs

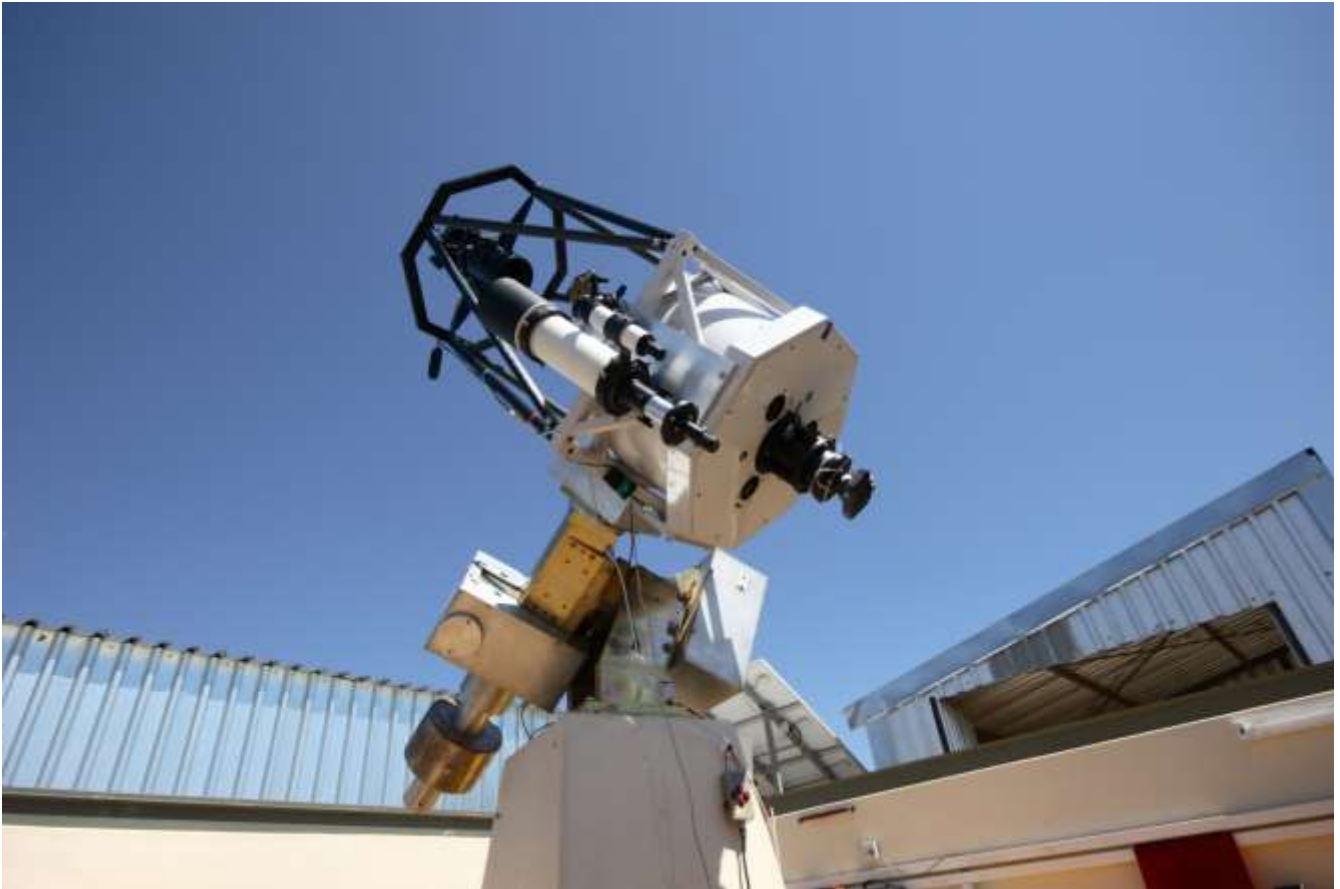


Abb. II.37 Das 50-cm-Cassegrain-Teleskop auf der Liebscher-Montierung

Einen Quantensprung für die Astrofotografen stellte das 50er-Cassegrain-Teleskop dar, das komplett aus Vereinsmitteln und Mitgliederspenden finanziert wurde und im Jahr 2006 das C14 auf der Liebscher-Montierung ersetzte. Es ist heute das leistungsfähigste und beliebteste Instrument der IAS, das in den Hauptsaison- und Neumondzeiten fast zwei Jahre im voraus ausgebucht ist.

Nachdem wir während unserer Frühjahrs-Mitgliederversammlung 2006 noch davon ausgegangen waren, das neue Teleskop von Philipp Keller bereits im Mai ausgeliefert zu bekommen, verzögerte ein bei der Verspiegelung entstandener Kratzer auf dem Sekundärspiegel die Auslieferung des Gerätes. Insofern war es auch sehr spannend, ob es gelingen würde, das Gerät vor meiner geplanten Reise nach Namibia im Oktober 2006 fertigzustellen und auch noch nach Hakos zu transportieren. Es war daher eine große Freude für mich, als ich kurz nach unserer Herbst-MV von Friedhelm die Nachricht bekam: Die Kiste steht auf Hakos! Nun war ich natürlich fest entschlossen, das Gerät wie geplant auf die Liebscher-Montierung zu setzen und „First Light“ zu erleben. Zunächst galt es aber zu klären, wie der neue Cassegrain denn anstelle des C14 auf der Liebscher-Montierung zu befestigen sei. Nach Sammlung von Informationen von Philipp Keller, Bernd Liebscher und Friedhelm Hund entschloss ich mich, die Grundplatte des C14 zu verwenden und le-

diglich das Lochbild zu ändern. Damit waren schon mal gut 10 kg Aluminium weniger im Gepäck zu transportieren. Durch das mitgenommene Werkzeug wurde das allerdings zum Teil wieder ausgeglichen. Eine Aluminiumplatte für die Befestigung von Zubehör am Gerät musste aber dann auch noch mit. Ich war nach Sichtung des Gepäcks dann doch sehr froh, dass LTU ein Astronomie-Gepäckstück zusätzlich nach Windhoek mitnahm. Auf Hakos angekommen, stand sie da – die Kiste.



Abb. II.38 Da steht sie, die Kiste

Laut der Packliste, die Hakos vor der Abholung bekommen hatte, sollte sie lediglich Abmessungen von 80 cm x 80 cm x 100 cm haben. Daher hatten Walter und Friedhelm eigentlich geplant, sie im Inneren des VW-Bus mitzunehmen. Am Flughafen stellte sich aber heraus, dass die echte Kiste mit 75 cm x 100 cm x 170 cm etwa doppelt so groß war, wie angekündigt. Walter und Friedhelm mussten einen Anhänger von einem Bekannten leihen, um die Kiste nach Hakos zu transportieren. Philipp hatte sehr gut verpackt. Neben jeder Menge Styropor fanden wir in der stabilen Kiste diverse Einzelteile des Gerätes. Friedhelm und Walter waren natürlich auch schon sehr neugierig, was wohl in der Kiste drin war, die sie so mühsam nach Hakos geschafft hatten. Nun sollte das Gerät auch zügig auf die Montierung kommen. Zunächst musste aber das C14 von der Liebscher herunter und die Befestigung des neuen Gerätes vorbereitet werden. Um eine stabile Basis für die Montage des Gerätes zu haben, wurden beide Tische im Liebscher-Raum als Arbeitsplattform übereinander fixiert. Anschließend wurde die Grundplatte mit den nötigen Bohrungen modifiziert und am Grundkörper des Teleskops befestigt. Nach diesen Vorbereitungen musste das Gerät „nur“ noch auf die Montierung gehoben werden. Glücklicherweise war Bill Torbitt ebenfalls neugierig, kam auf die Farm und wurde sogleich für eine tragende Rolle verpflichtet. Wenig später war es dann soweit: Der Grundkörper hing an der Montierung! Obwohl eine Aufbauanleitung noch fehlte und erst etwas später per Mail kam, war die Montage des Gerätes dank der eindeutigen Kennzeichnung der Einzelteile kein Problem, so dass das Gerät noch am selben Tag komplettiert werden konnte und zwischenzeitlich von allen Seiten bewundert wurde. Nach endgültiger Fertigstellung wartete ich ungeduldig auf die erste Gelegenheit, das Teleskop am Himmel zu testen. Leider wurde meine Geduld auf eine harte Probe gestellt, da wir diesmal recht viele Wolken hatten. Am

15. Oktober 2006, 23.30 Uhr MESZ war es dann aber doch so weit. Der Helixnebel stand im Zenit und die Wolken hatten sich einigermaßen verzogen. Einige weitere Bilder konnten im Verlauf des Hakos-Besuchs noch mit dem neuen Gerät gewonnen werden und finden sich im Bildarchiv unserer Website. Leider war die Ausbeute wolkenbedingt relativ klein. Es ist aber bereits auf diesen Bildern gut zu erkennen, dass uns mit dem 50-cm ein Gerät mit sehr hohem Potenzial zur Verfügung steht. Ich bin schon sehr gespannt, welche Bilder wir in der kommenden Zeit noch zu sehen bekommen werden. Die Bedienung des Gerätes ist jedenfalls genau so unkompliziert wie zuvor die des C14. Eine Übersicht zur Bedienung und zum vorhandenen Zubehör wurde ebenfalls erstellt und ist auf der Website zu finden. Unser Standort auf Hakos ist damit wieder ein Stück attraktiver und leistungsfähiger geworden.

Folgende Betriebsmöglichkeiten stehen am 50-cm-Keller-Cassegrain derzeit zur Verfügung:

- Primärfokus mit Korrektor bei f/3** (nur fotografisch, 500/1500mm) für 2“-Anschluss und EOS-DSLR-Off-Axis-Adapter mit verkürztem Ansatz. Es steht eine entsprechende Guiding-Kamera QHY5 zur Verfügung
- Sekundärfokus mit Korrektor bei f/9** (fotografisch und visuell, 500/4500mm) für 2“-Anschluss und EOS-DSLR-Off-Axis-Adapter für alle Guiding-Kameras
- Sekundärfokus mit Reducer/Korrektor f/6** (fotografisch 500/3000mm) zurzeit nur für 2“-Anschluss, soll noch an EOS angepasst werden.



Abb. II.39 Die IAS-Sternwarten auf Hakos

# Kuppel mit 40-cm-Cassegrain-Teleskop

Von Werner Roßnagel

## Das Teleskop

Begonnen hatte es mit einem Angebot des Institutes für Astronomie und Astrophysik der Universität Tübingen (IAAT).

Das alte 40-cm-Cassegrain-Teleskop, das viele Jahre treue Dienste für das Institut und seine Studenten geleistet hatte, musste einem moderneren Instrument Platz machen, sollte aber seine restlichen Tage an einem möglichst würdigen Platz beschließen. Durch Mischa Schirmers Vermittlung, der zu der Zeit gerade eng mit den Tübinger Astronomen zusammenarbeitete, konnten wir das IAAT davon überzeugen, dass der würdigste Platz für das alte Teleskop wahrscheinlich die IAS-Sternwarte in Namibia wäre, nicht zuletzt deswegen, weil es damit nahezu an die Stätte seiner ersten Bestimmung zurückkehrte.

Prof. Siedentopf gehörte Ende der 50er Jahre dem *Site Selection Committee* der ESO an und in dieser Funktion erhielt das Astronomische Institut in Tübingen den Auftrag, mit einem lichtelektrischen Teleskop Extinktionsmessungen bei der ESO-Sichtexpedition 1961 durchzuführen.

Unter anderem wurde hierfür das 40-cm-Cassegrain-Teleskop gebaut. Die Optik stammt von D. Lichtenknecker, damals Weil der Stadt; das Teleskop wurde am Astronomischen Institut entwickelt und hergestellt und auf eine Zeiss-Montierung IV aus Jena gesetzt.

Von Mitte 1961 bis Ende 1962 wurden mit dem Gerät fotometrische Seeing-Messungen auf dem Rockdale Mountain in Südafrika durchgeführt. Das Ergebnis ist bekannt. Insbesondere wegen häufig schlechten Seeings durch Abkühlung in der zweiten Nachthälfte entschied sich die ESO 1964 endgültig für den Standort Südamerika.

1964/65 stand das Teleskop dann auf dem Ätna als Teil der Sternwarte von Catania zur Langzeitmessung an symbiotischen Sternen. Nach diesem Einsatz gelangte das Instrument zurück nach Tübingen, wo es aber lange

Zeit nur noch gelegentlich genutzt wurde. Erst durch Anschaffung der ersten CCD-Kamera Anfang der 90er Jahre wurde das 40er wieder interessant. Mit dem Umzug der Abteilung Astronomie und der Aufstellung einer neuen 5-Meter-Kuppel bekam das ehrwürdige Instrument kurzfristig einen neuen hervorragenden Platz, bis es Ende 2003 durch das neue 80-cm-Teleskop von Philipp Keller ersetzt wurde und erfreulicherweise bei der IAS landete.

## Die Kuppel

Ursprünglich sollte das Instrument zunächst auf die vorhandene Liebscher-Montierung gesetzt werden. Da die C14-Freunde aber nicht gern auf das universelle Teleskop verzichten oder es auf den Gamsberg entschwinden sehen wollten, entstand die Idee einer neuen, einfachen Teleskophütte auf Hakos, in der das Teleskop mit der mitgelieferten Zeiss-Jena-Säulenmontierung aufgestellt werden sollte.

Wenn Neubau, warum dann nicht gleich eine Kuppel? Kuppeln sind schwer herzustellen und teuer. Außerdem leiden sie ja unter dem miserablen Kuppelseeing. Trotzdem sind fast alle professionellen Teleskope in Kuppeln untergebracht. Jeder Laie denkt bei Sternwarte an eine Kuppel. Hütten mit abfahrbaren Wellblechroldächern haben im gemeinen Volk dagegen eher das Image und den Charme von Notunterkünften. Kein astronomisch unbelasteter Gast auf Hakos kommt bisher von selbst auf die Idee, dass bei den ehemaligen Stallungen eine leistungsfähige Sternwarte untergebracht sein könnte. – Soweit das Brainstorming bei einer Vorstandssitzung der IAS.

Nachdem ich mich bereit erklärte, für eben diesen Zweck eine nicht unbeträchtliche Summe zu spenden, schrumpften die Nachteile der Kuppel im Nu zusammen und die Vorteile – Windschutz, Rundumsicht, Image der IAS – gewannen die Oberhand. Da Wolf-Peter Hartmann so etwas nicht anbrennen lässt, lag postwendend ein Angebot für eine riesige, gebrauchte 4,2-m-Baader-Kuppel zu genau der von mir als Äußerstes zugesagten Spendensumme auf dem Tisch.

Jetzt gab es kein Zurück mehr. Die Ereignisse nahmen ihren Lauf. Die Kuppel wurde gekauft. An und für sich war ich der Meinung, dass ich durch meine Spende genug getan hätte und nun andere am Zug wären. Das war naiv und sicher meiner mangelnden Lebenserfahrung zuzuschreiben. Wer sich dermaßen für eine Sache engagiert, hat sie auch am Hals, bis alles fertig ist. Das ist unumstößlich. Dass es bis zu dieser Fertigstellung außerdem noch fast fünf Jahre dauern sollte, war mir damals auch nicht klar. Ebenso, dass ich mir in dieser Zeit mannigfache Fähigkeiten als Diplomat, Bauhilfsarbeiter, Zimmerer, Dachdecker und Kammerjäger erwerben sollte. Dazwischen immer wieder als Sachensucher.

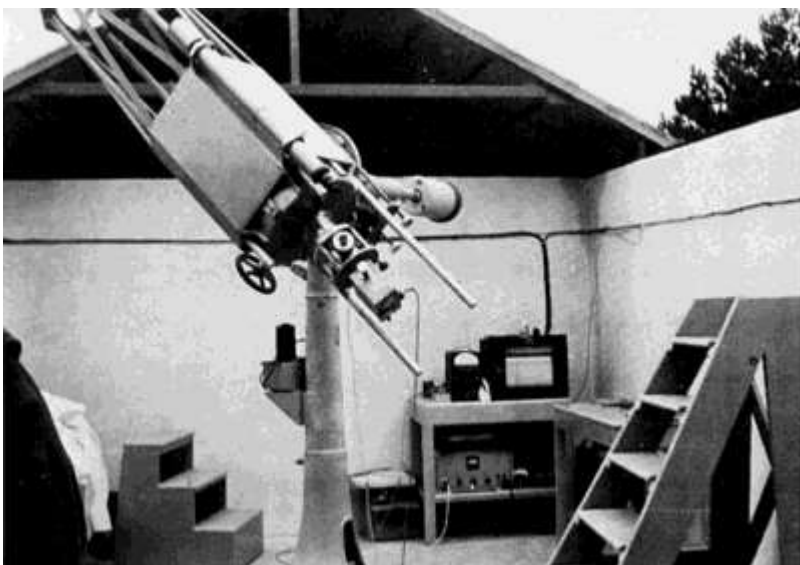


Abb. II.40 Der 40-cm-Cassegrain am Ätna



Abb. II.41 Kuppel auf dem Dach der Fa. Baader in Mammendorf



Abb. II.42 Zerlegung der Kuppel in Mammendorf.



Abb. II.43 Verladung von Kuppel und Zeiss-Säule am 05.06. 2004

## Der Transport

Zunächst aber musste die Kuppel vom Dach der Firma Baader in Mammendorf, wo sie zehn Jahre als Demo-Kuppel gedient hatte, auf die Farm Hakos in Namibia gebracht werden. Weitere Spenden bei der nächsten Mitgliederversammlung erbrachten erfreulicherweise die dazu erforderlichen Transportkosten.

Abbau und Zerlegen der Kuppel übernahm die Firma Baader. Da Baader die Kuppeln in der Regel selbst vor Ort montiert, existierte keine Bedienungsanleitung hierfür, so dass wir den Abbau mit vielen Fotos und Video dokumentieren mussten, um alles nachher in umgekehrter Reihenfolge wieder richtig zusammensetzen zu können.

Am 5. Juni 2004 waren die Kuppelteile von Fa. Baader fachgerecht im Container verstaут. Stephan Messner brachte verabredungsgemäß die Teleskopteile aus Nürnberg mit, wo sie bei der Firma Liebscher eingelagert worden waren.

Nachdem alles untergebracht war, stellte sich heraus, dass zwar die gesamte Säule mit Montierung dabei war, das Teleskop selbst aber bei Liebscher liegengeblieben war. Es sollte noch einige weitere Jahre dort liegen.

Der Transport ging jetzt eben ohne Teleskop mit Lkw nach Hamburg und von dort mit dem Schiff nach Walvisbai. Dort wollten wir den Containerinhalt auf Walter Straubes Lkw umladen und den letzten Teil des Weges in eigener Regie durchführen. Wir hatten geglaubt, dass damit der Gesamttransport billiger würde. Wahrscheinlich ein weiterer Trugschluss.

Wolf und ich reisten Anfang Juli 2004 eigens an, um die Kuppel in Walvisbai abzuholen. Dies gestaltete sich schwieriger als gedacht. Am Montag morgen starteten wir mit zwei Fahrzeugen von Hakos nach Walvisbai. Walter mit einem seiner Farmarbeiter im Lkw; Wolf, Friedhelm, ein hilfswilliger Hakosgast und ich im gemieteten Toyota Condor. Walter hatte gewarnt, dass es womöglich etwas länger dauern könnte und dass wir viel-

leicht telefonisch manches vorher abklären sollten. Am Wochenende war dies aber nicht möglich und wir wollten nicht noch mehr Zeit verlieren.

Am Ortseingang von Walvisbai trafen wir Eberhard v. Grumbkow, der direkt aus Swakopmund gekommen war, um uns bei der Bürokratie behilflich zu sein. Dies erwies sich kurze Zeit später als Segen.

Wir waren davon ausgegangen, dass wir mit dem Lkw in den Containerhafen fahren und dort direkt den Inhalt umladen konnten. Das erwies sich wieder einmal als reichlich naive Vorstellung. Eberhard zeigte uns, dass wir dazu erst an mindestens drei bis vier Instanzen mehrseitige englische Fragebögen auszufüllen hätten.

Auch in Namibia haben amtliche Fragebögen die Eigenschaft, dass 90% der Eintragungen überflüssig sind, weil sie für den betreffenden Tatbestand nicht zutreffen. Für den Uneingeweihten ist dies aber nicht zu erkennen. Nachdem ich daher nach einer halben Stunde erst bei der dritten sinnlosen Frage war, war abzusehen, dass wir auf diese Weise wohl nicht mehr vor Ende der Woche zum Abschluss kämen. Zum Glück erinnerte sich Eberhard daran, dass man diese ganze Prozedur auch über einen Agenten durchführen könnte und er hätte mal mit einem zu tun gehabt, der „Kicker“ hieß oder zumindest so genannt wurde.

Nach längerer Suche im Hafengelände fanden wir tatsächlich diesen „Kicker“. Wahrscheinlich hieß er nicht wirklich so. Ob er den Namen wegen seiner Fußballbegeisterung erhalten hatte oder wegen seiner Vorliebe, mit Bierbüchsen zu kicken, blieb uns verschlossen. In jedem Fall war er unter diesem Namen auffindbar und erklärte sich auch in der Lage, uns zu helfen, nachdem Eberhard unser Anliegen in Afrikaans vorgebracht hatte. Allerdings wäre das nicht so einfach, wie wir uns das vorstellten. Erst muss ein Containertransporter organisiert werden, der den Container aus dem Containerterminal in den Hof einer lizenzierten Spedition bringt, die den Con-



Abb. II.44 Abholung in Walvisbai am 12.07.2004



Abb. II.45 Auch Kicker (rotes Hemd) legt noch letzte Hand an



Abb. II.46 Am Ende der Umladeaktion ist die Sonne bereits untergegangen



tainer dann nach Freigabe durch den Zoll mit ihren Leuten ausladen dürfte. Alle, einschließlich ihm selbst, hätten ihre Unkosten, die sich insgesamt auf knapp 1000 € belaufen und es würde mindestens bis morgen Mittag dauern.

Das passte nun überhaupt nicht in unseren Plan. Die 1000 € konnten wir zwar mühsam in N\$ zusammenkratzen. Auf eine Übernachtung waren wir aber gar nicht eingestellt.

Kicker versprach, er wolle sich bemühen. Wir sollten mal um eins anrufen, dann um zwei, dann um drei. Endlich bekamen wir um halb vier die erlösende Nachricht, dass der Transport unterwegs sei. Um vier konnten wir den Container öffnen und mit dem Umladen beginnen. Obwohl die Spedition bereits Feierabend hatte, waren einige Leute noch geblieben und halfen uns. Selbst Kicker und der Chef der Spedition beteiligten sich, so dass wir kurz nach Sonnenuntergang und nach einigen weiteren Trinkgeldern startbereit waren.

Was das bedeutete, war uns auch klar: Nachtfahrt auf 230 km Schotterstrecke und über den recht rustikalen Gamsbergpass. Jeder Reiseführer warnt davor. Nicht unbedingt wegen böser Menschen; die sind auch lieber tagsüber unterwegs. Viel mehr wegen der Tiere, die immer noch in dem unausrottbaren Glauben leben, dass die Straße nachts ihnen gehört. Und natürlich auch wegen sonstiger unvorhersehbarer Tücken der Strecke. Dazu kommt, dass man wegen der beträchtlichen Entfernung dazu neigt, stets am oberen Geschwindigkeitslimit zu fahren.

Einem anderen Fahrer, der vor uns unterwegs war, war dies offensichtlich zum Verhängnis geworden. Wolf erblickte plötzlich etwa 50m neben der Straße ein Licht, das sich nach Anhalten und vorsichtiger Näherung als ein auf dem Dach liegender Wagen mit brennenden Schein-

werfern entpuppte. Mit gemischten Gefühlen schauten wir ins Wageninnere. Von dem Fahrer war aber nichts zu sehen, auch nicht im Umkreis von hundert Metern, die wir danach noch absuchten. Offensichtlich hatte er schon andere Helfer gefunden.

Mit etwas gedrosseltem Tempo setzten wir unsere Fahrt fort und erreichten nachts um zehn unbeschadet die Hakosfarm.

## Bauarbeiten und Teleskopaufstellung

Thomas Wahl hatte Pläne für ein Kuppelgebäude in Stahlrahmenbauweise erstellt, die wir nun in die Realität umsetzen wollten. Einige Stahlrahmenteile waren auch schon von Stephan Messner in Deutschland vorbereitet und in dem Container mitgeschickt worden.

Als erstes mussten die Fundamente gegraben und betoniert werden. Nachdem Wolf und ich einen geeigneten Platz ausgewählt hatten, ließen wir durch Farmarbeiter Gräben ausheben, die bis zum gewachsenen Fels gingen. In der Zwischenzeit war auch noch Stephan Messner angekommen, der die Schalungs- und Betonierarbeiten so schnell vorantrieb, dass der Teleskopsockel bereits fertig da stand, bevor wir uns überhaupt überlegt hatten, was hierfür die optimale Position wäre. In der Zwischenzeit war nämlich von anderer Seite eine moderne Knicksäulenmontierung in Aussicht gestellt worden, die unter Umständen eine andere Gestaltung des Sockels erfordert hätte.

In jedem Fall standen nach unserem zweiwöchigen Aufenthalt die Fundamentmauern, so dass Walter Straube, dem wir den Auftrag zur Erstellung des Stahlrahmens gegeben hatten, diesen mit seiner Mannschaft bis zu unserem nächsten Arbeitsaufenthalt realisieren konnte.



Abb. II.47 Die Gräben für das Fundament sind bereits ausgehoben



Abb. II.48 Betonarbeiten für den Sockel



Abb. II.49 Am 22.07.2004 ist der Sockel fertig



Abb. II.50 Der Stahlrahmen ist fertiggestellt und es kann mit der Montage der Kuppel begonnen werden



Abb. II.51 Der Laufring für die Kuppel ist bereits aufgesetzt



Abb. II.52 Sorgfältiger Zusammenbau und Abdichtung mit Akryl



Abb. II.53 Alle verfügbaren Gegengewichte mussten zur Stabilisierung des umgebauten Traktors eingesetzt werden



Abb. II.54 Vorsichtig wird die Kuppel mit dem Flaschenzug herabgelassen

So geschah es auch. Ende November desselben Jahres konnten wir unsere Arbeit mit Montage und Aufsetzen der Kuppel fortführen. Bis zu unserer Ankunft war allerdings unklar, ob wir die Kuppel mit Leitern und Gerüsten direkt auf dem Untersatz montieren wollten oder lieber am Boden, um sie dann als Ganzes aufzusetzen.

Auch Walter hatte sich diese Gedanken gemacht und seinen als Gabelstapler umfunktionierten Traktor noch weiter zum Turmkran ausgebaut. So entschieden wir uns für die Montage am Boden und ersparten somit vielleicht manchem eine unsanfte Landung aus sechs Metern Höhe.

Bei der Konstruktion des Turmkrans hatte Walter allerdings nicht mit einer Last von über 700 kg gerechnet, die hochgehoben und dann noch in der obersten Lage

freitragend um über vier Meter verfahren werden musste.

Zusätzliche Seilsicherungen, Polsterungen, Gegengewichte und die Ratschläge vieler IAS-Experten brachten dennoch den erfolgreichen Abschluss. Am 1. Dezember 2004, Punkt 13.00 Uhr saß die Kuppel komplett montiert auf ihrem Lauftring.

Bis zu diesem Zeitpunkt war ja alles noch recht flott gelaufen. Ab jetzt stellten sich allerdings kleinere Baufortschritte nur noch im Jahrestakt ein. Entsprechend der Zeit, die eben dem Einzelnen für eine Namibiareise regelmäßig zur Verfügung steht.

Zunächst musste noch die Frage des Teleskopsockels geklärt werden. Die Aussicht auf eine geschenkte Knicksäule verflieg im Lauf des Jahres 2005, so dass wir uns entschlossen, wie ursprünglich vorgesehen die Tübinger



Abb. II.55 Dies ist kein Gruppenfoto vom Lumpenball, sondern die erfolgreiche Mannschaft, die eine fast unmögliche Aufgabe bewältigte



Abb. II.56 Die Anker für Erhöhung und seitliche Ansätze des Sockels sind angebracht



Abb. II.57 Der Boden wird abgesenkt, um einen begehbaren Stauraum zu erhalten



Abb. II.58 Ein erster Regenguss verwandelt den frisch betonierten Untergrund in ein Schwimmbad



Abb. II.59 Das Kuppelgebäude ist bereit zum Innenausbau

Zeissmontierung einzusetzen. Schließlich ist der Spatz in der Hand immer besser als die Taube auf dem Dach, und für eine komplett neue Montierung waren auf absehbare Zeit keine Mittel vorhanden.

Unter der Voraussetzung, dass der Schnittpunkt der beiden Montierungsachsen in der Mitte der Kuppel und in Höhe des unteren Spaltrandes liegen sollte, musste der Sockel noch etwas erhöht und an zwei Seiten angesetzt werden. Die hierfür erforderlichen Stahlanker brachten Carsten Jacobs und ich im Oktober 2005 mit viel Mühe an, so dass die Hakosmannschaft bis zum nächsten Jahr die Betonarbeiten abschließen und danach die Trapezblechhülle und das Dach fertigstellen konnte. Die Zuschnitte für das Blechdach um die Kuppel lieferte Fa. Lerch aus Windhoek.

Das Teleskop und die vorbereitete Solarelektrik sollten mit dem großen 70er-Transport etwa in einem halben Jahr kommen.

Im Oktober 2006 stand das Teleskopgebäude bereit zum weiteren Ausbau. Teleskop und Solarelektrik waren zwar immer noch nicht da; sie sollten aber spätestens in einem halben Jahr nachkommen. Da die Kuppel fast zwei Jahre frei gestanden war, hatte die örtliche Fauna das neue Biotop gerne in Besitz genommen. Der Lauftring im Inneren der Kuppel war ein beliebter Treffpunkt aller Tauben im Umkreis von etwa hundert Kilometern. Taubenmist von mindestens fünf Zentimeter Dicke bedeckte und blockierte die ganze Lauffläche der Kuppel und musste erst mühsam entfernt werden. Mehrere Eimer besten Guanodüngers wurden Waltraud für ihren Gemü-

segarten geliefert. Daneben hatten sich mehrere Völker Schwarzer Wespen angesiedelt, deren Nester aber erfreulicherweise verlassen waren, so dass sie leicht entfernt werden konnten.

Nachdem es nicht möglich war, einen der vereinsinternen Zimmerleute zu einem Namibiatermin zu überreden, machte ich mich im Herbst 2006 selbst an die Sache. Auf der nächsten Seite ist mein Zimmerer-Gesellenstück zu sehen. Es entspricht zwar nicht ganz den Architektenplänen von Thomas, sondern eher dem Grundsatz einfachster und leicht zu fertigender Zweckmäßigkeit. Nachfolgende Generationen werden die Gelegenheit haben, an der ästhetischen Schönheit zu feilen.

Bemerkenswert ist die Unterteilung der Treppe durch eine Stützsäule. Hierdurch lässt sich bei starkem Publikumsverkehr eine Trennung des Auf- und Abwärtsverkehrs erzielen. Außerdem erspart die Säule ein Geländer und bietet guten Halt beim Hinauf- oder Hinabstolpern in der Finsternis.

Auch der Untergrund ist über eine Treppe gut zugänglich. Mit einer lichten Höhe von etwa 1,60m unter den Querbalken ist er für normalwüchsige Europäer allerdings nur eingeschränkt zu nutzen, als Lager und Abstellfläche aber hervorragend geeignet. Vorausgesetzt, das Dach ist wirklich dicht, was eines der nächsten Probleme war.

Das Einsetzen der Zeiss-Säule gestaltete sich schwieriger, als gedacht. Mit demselben Traktor-Turmkrane, der schon zum Aufsetzen der Kuppel gedient hatte, sollte die Säule durch den Kuppelspalt manövriert werden. Fast wäre der Traktor mit seiner hohen Last gekippt. Erst mit



Abb. II.60 Die Tragkonstruktion des Holzbodens

zusätzlicher Seilsicherung und abgeschraubter Spaltklappe ließ sich die Säule so behutsam einführen, dass die Kuppel keinen Schaden nahm.

Die Zeiss-Säule war schon von den Tübingern mit Antrieben in beiden Achsen, Encodern und einer selbstgebaute Steuerung versehen worden. Allerdings war diese Steuerung für Netzbetrieb und eine beträchtliche Stromaufnahme ausgelegt; der Steuerungscomputer war wegen des verblassten Displays nicht mehr einsetzbar.

Carsten modifizierte daher den Antrieb, entfernte eine spielträgige Gelenkwelle und setzte neue Schrittmotoren und Encoder ein, so dass die Antriebe mit einer IAS-eingeführten FS2-Steuerung an 12V betrieben werden konnten.



Abb. II.61 Der Zwischenboden ist nahezu fertig

Da auf dem Weg zwischen Tübingen und Namibia auch die Gegengewichte verloren gegangen waren, musste Carsten in Namibia neue anfertigen lassen. Wegen der damaligen Stahlpreisblase und einem Gewicht von über 80 kg eine nicht ganz billige Anschaffung.

In Erwartung des großen Transports verging das Jahr 2007, ohne dass man mit dem 40er viel weiter kam. Leider hatte sich nach den großen Regenfällen im Frühjahr gezeigt, dass das Dach, insbesondere die Lerchsche Blechabdeckung um die Kuppel, nicht besonders dicht war. Wasserlachen im Untergrund und schwarze Verfärbungen auf dem Holzboden zeigten, wo die wesentlichen Leckstellen lagen.

Meinen Aufenthalt im Mai 2007 verbrachte ich daher



Abb. II.62 Das Einsetzen der Zeiss-Säule gestaltet sich fast ebenso kritisch wie das Aufsetzen der Kuppel

hauptsächlich damit, alle diese Leckstellen mit aluminisiertem Bitumenband abzudichten, was dann auch eine deutliche Besserung brachte.

In der Zwischenzeit war bei den IAS-Mitgliedern das Interesse an einem guten, langbrennweitigen System stark gestiegen. Da im Frühjahr 2008 immer noch nicht abzusehen war, wann der große Transport zustande kommen sollte, setzte sich Rainer Anton mit einer großzügigen Spende für einen Sondertransport des 40ers und den weiteren Ausbau der Kuppel ein. Im Mai 2008 kam das Instrument auf Hakos an. Im Juni verankerte Carsten Jacobs die Säule auf dem Betonsockel und installierte die Achsantriebe. Da in der Zwischenzeit auch die Gegengewichte zur Verfügung standen, konnte er auch gleich das Instrument auf die Montierung setzen. „First Light“ sollte ihm aber nicht vergönnt sein.

Der unbeabsichtigte längere Aufenthalt des Instruments in Deutschland war genutzt worden, um den Hauptspiegel neu zu belegen. Das war eine gute Idee. Allerdings bot sich damit auch die Gelegenheit, wieder ein Teil zu verlegen. Nämlich die ausgebaute Spiegelzelle. Carsten bemerkte dies erst nach dem Montieren des

Teleskops. Seine diesbezüglichen Flüche sind nicht überliefert.

Die Spiegelzelle konnte zwar schnell gefunden und als Handgepäck nach Namibia gebracht werden. Das einzigartige Erlebnis des „First Light“ blieb aber deswegen Rainer Anton und mir im Herbst 2008 vorbehalten.

Das 40er ist nun weitgehend fertig und einsatzfähig. Der Weg war mühsam, aber letztlich erfolgreich. Schon beim „First Light“ überraschten die hohe Qualität der Optik und die Präzision des neuen Antriebs. Nachdem der große Transport immer noch nicht stattgefunden hat, wurde im Frühjahr 2009 ein provisorischer Solaranschluss installiert, mit dem eine Wanderbatterie tagsüber geladen werden kann, so dass sie nicht täglich zur Ladestation im Hauptgebäude geschleppt werden muss.

Mit dem lang ersehnten Containertransport ist jetzt tatsächlich ein halbes Jahr nach Fertigstellung dieser Schrift zu rechnen. Dann kann die komplette Elektrik vollends installiert werden. Die weiteren Verfeinerungen liegen danach in der Verantwortung der künftigen Nutzer.

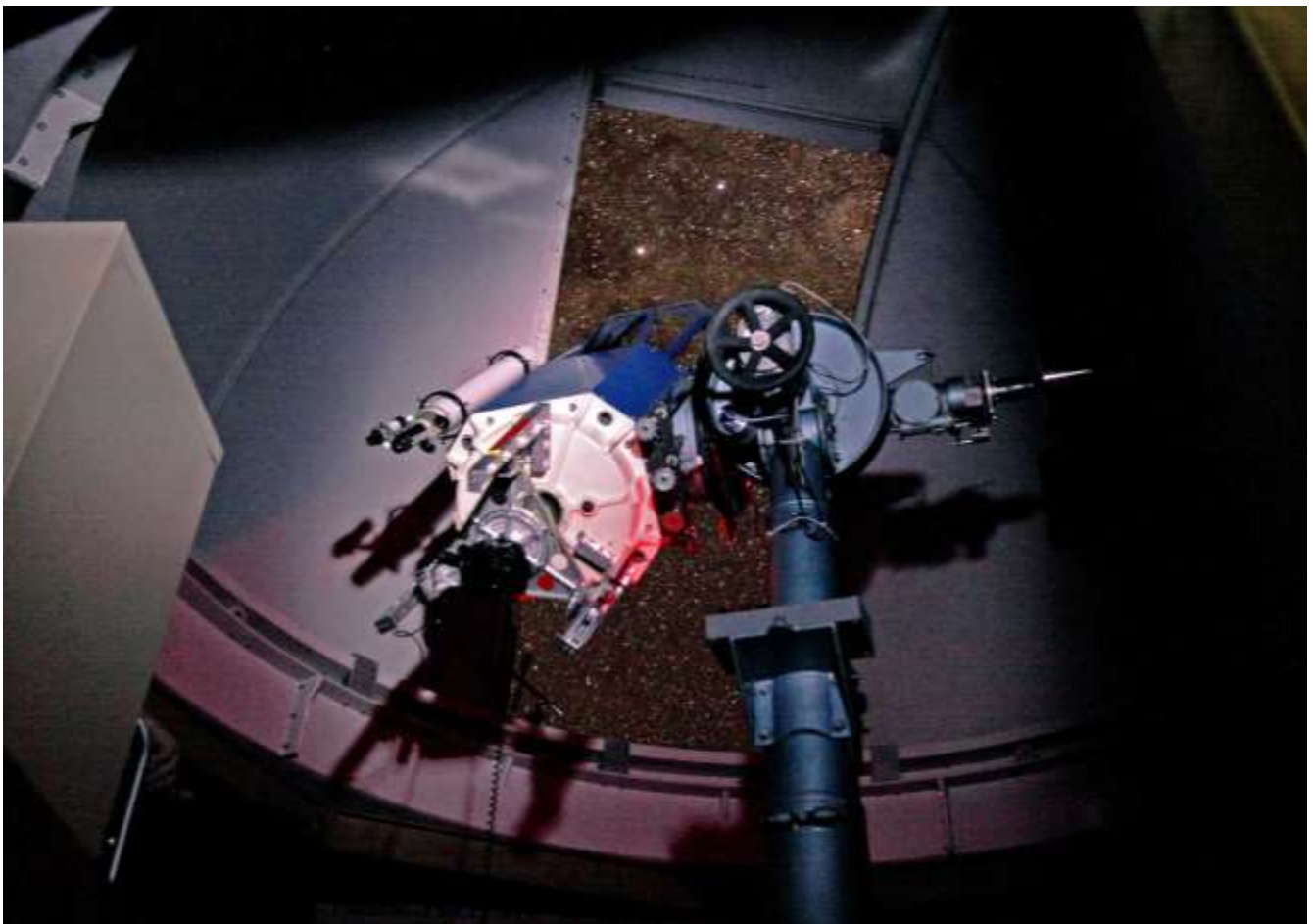


Abb. II.63 Erster Blick in den Sternenhimmel mit dem 40-cm-Cassegrain

# Die Eroberung des Gamsbergs

Von Wolf-Peter Hartmann

## Vorgeschichte

Sternwarten stellen hohe Ansprüche an ihre Standorte: es soll möglichst gutes Seeing herrschen, sehr trockene, klare Luft vorliegen, kaum Bewölkung stören und das alles an möglichst vielen Tagen.

So kam der Gamsberg ins Visier des Max-Planck-Instituts für Astronomie.

Nach entbehrungsreicher Überprüfung vor Ort – im Zelt – durch Dr. Thorsten Neckel wurde er um 1970 gekauft, dann eine ziemlich abenteuerliche Zufahrt geschaffen und zuerst ein Wohngebäude, eine Werkstatt, Teleskophütten mit abfahrbarem Dach, ein Generatorgebäude mit zwei Generatoren, ein Toiletten/Bad-Häuschen mit Wasserturm, diverse Anlagen zur Seeingmessung und schließlich ein zweites Wohngebäude nebst einer Arbeiterunterkunft gebaut. Prognostizierte Lebensdauer: maximal 25 Jahre.

Nachdem die Seeingmessungen beendet waren, kam ein 50-cm-Cassegrain in eine der Teleskophütten – die deswegen seitdem Cassegrain-Hütte heißt – zu photometrischen Messungen. Nach deren Abschluss fiel die ganze Angelegenheit in einen Dornröschenschlaf, weil man sich mittlerweile aus politischen Gründen für den konkurrierenden Standort in Chile entschieden hatte.

An den Häusern, Hütten und Anlagen – weit jenseits ihrer prognostizierten Lebenszeit und nur noch notdürftig, wenn überhaupt gepflegt – begann der Verfall. Die Wände verschiedener Hütten wölbten sich nach außen; alle Dächer waren undicht; Risse traten in den Fußböden aller Wohnhäuser auf und Türen ließen sich daraufhin nicht mehr öffnen oder schließen. Inventar, besonders Werkzeug, „diffundierte“ weg; auch Instrumente (großer Seeing-Refraktor) wurden gestohlen; der Wassertank rostete durch; Pumpen für den Wassertank und den Dieseltank wurden unbrauchbar; die Generatoren verweigerten einer nach dem anderen ihren Dienst – nur noch einer lief sporadisch und schließlich überhaupt keiner mehr.

Das gesamte Wasser für Aufenthalte auf dem Gamsberg musste auf den Berg transportiert werden. Wenn es ausging, musste es zunächst von einer Wasserstelle am

Fuße des Gamsberges geholt werden. Ca. 400 Höhenmeter hinunter und wieder – diesmal mit Wasser – hinauf ...

Dies war die Situation, als künftige Mitglieder der damals noch nicht gegründeten IAS erstmals mit Dr. Neckel auf den Gamsberg kamen. Sie blieb noch einige Zeit so.

## Die IAS und der Gamsberg

Schon beim ersten Besuch der IASler auf dem Gamsberg, der auch eine halbwegs mondfreie Nacht einschloss, verfielen einige diesem aufregenden Ort. So auch ich.

Die Milchstraße in nie geahnter Fülle, Sterne um die 8. Größenklasse und viele Deep-Sky-Objekte mit dem bloßen Auge sichtbar, die anderswo kaum mit dem Feldstecher zu sehen waren – das alles bestach nicht nur mich!

Mit tatkräftiger Hilfe von Prof. Elsässer und Dr. Neckel konnte die IAS schon im September 2001 einen Vertrag mit der Max-Planck-Gesellschaft über die Nutzung der Anlagen und Einrichtungen auf dem Gamsberg abschließen.

## Erste Schritte

Nachdem schon beim ersten Aufenthalt auf dem Gamsberg klar wurde, dass die Dächer dringend einer Reparatur bedurften, wurde zuerst das noch am besten erhaltene Wohnhaus 1 in Angriff genommen.

Das lief ganz gut, bis auf die Tatsache, dass die Affen das zum Abdichten des Kamindurchlasses verwendete Silikon offensichtlich als Kaugummi betrachteten. Auch nutzten sie die Regenrinne, die an diesem Gebäude noch vorhanden war, als Aufstiegshilfe und verbogen sie immer wieder, bis wir zusätzliche Rinnenhalter anbrachten.

Die Türen im Wohnhaus 1 wurden wieder gangbar gemacht.

Die Arbeiter, die wir angesichts der Vielzahl der not-



Abb. II.64 Die Station auf dem Gamsberg

wendigen Arbeiten anheuern mussten, rodeten in Eigeninitiative rund um alle Gebäude etwa 80 cm bis 100 cm weit die wuchernde Vegetation. Eine Maßnahme, deren Wert uns in seiner vollen Bedeutung erst durch Blitzschlag-verursachte Brände auf Hakos und in der Umgebung klar wurde.

Viel Farbe wurde auf die Wände verteilt, sogar auf die sich weit wölbenden Außenwände der Werkstatt und der anderen Wohnhäuser. Zunächst verwendeten wir nicht die optimale Farbe und ließen diese Aktion schließlich auslaufen, bis einmal der Ersatz der gewölbten Außenwände abgeschlossen sein wird.

Die Häuser wurden nämlich aus Metallrahmen errichtet, in die die Wände eingefügt sind. Die bestehen innen und außen aus Hartfaserplatten, mit Isolationsmaterial gedämmt. Die außen verwendeten Hartfaserplatten haben sich im Lauf der Jahre unterschiedlich gewölbt und durch die so entstandenen Löcher haben Mäuse Einlass gefunden



Abb. II.65 Zerfallende Außenwände an den Wohngebäuden

den und im Isolationsmaterial Nester gebaut.

Die am schlimmsten gewölbten Außenwände haben wir mittlerweile durch Blechplatten ersetzt und damit Mäusen und anderem Getier den Zugang verbaut.

## Weitere Maßnahmen

Da vor dem Bau des MTC-Turmes kein Handy-Empfang möglich war, musste, zumindest für Notfälle, eine Verbindung mit Hakos sichergestellt werden: Dr. Hillar Roigas verwirklichte das mit einer CB-Funkanlage, deren Gamsbergantenne auf dem Wasserturm befestigt wurde und deren Gegenstück auf dem IAS-Gelände auf Hakos errichtet wurde. Seit dem Bau des MTC-Turmes ist beste Handy-Verbindung überall hin möglich, und diese CB-Funkanlage dient nun nur noch als Reserve.

Wasser ist das grundlegende Problem auf dem Gamsberg und zunächst das limitierende Element bei Gamsbergaufenthalten. Sein Transport auf den Gamsberg war aufwendig und kostspielig. Deswegen erhielten vorerst die Regenrinnen auf Wohnhaus 1 nacheinander je einen Wassertank mit 2500 Liter Fassungsvermögen, wovon der erste von Rainer Marten gestiftet wurde.

Das Wasser muss natürlich aufbereitet werden, was mit einer Katadynanlage namens „Nonnenfilter“ zuver-



Abb. II.66 Dachrinnen und Wassertanks werden installiert

lässig geschieht. Die Regenfälle der Regenzeit füllten die Tanks so reichlich, dass wir später sukzessive alle Wohnhäuser und die Werkstatt mit Regenrinnen und Tanks versahen. Nun stehen nach der Regenzeit bis zu 22500 Liter in fünf voneinander unabhängigen Tanks zur Verfügung.

Vom Toiletten/Waschraum-Gebäude war die Türe der Toilette, einem Wasserklosett (!!!), aufgesprungen und vom stets auf dem Gamsberg wehenden Wind zerschlagen worden. Die Notoperation durch den Seidl Wast war so erfolgreich, dass sie bis heute intakt ist.

Wir nutzen allerdings das Wasserklosett nicht mehr, nur noch den „Badteil“.

Die Türen in allen Häusern hat Eberhard von Grumbkow (EvG), eines unserer namibischen Mitglieder, bei mehreren Aufenthalten wieder gangbar gemacht, soweit das überhaupt möglich war – bei einer Tür nach außen in Haus 2 war das nicht der Fall. Da gibt es nun eben nur einen Eingang.

Die vorhandene Toilette war als Wasserklosett errichtet worden. Nach der Reparatur der Türe und wohl auch schon vorher wurde sie in erster Linie durch die Touristikunternehmen genutzt, die Gäste auf den Gamsberg bringen durften. Für länger dort Weilende war das keine Lösung – kostbares Wasser durch die Toilette zu jagen ist widersinnig!

Deshalb erbauten EvG und Thomas Ripplinger ein transportables Trockenklo, das in gebührender Entfernung hinter dem Wohnhaus 2 auf seine Nutzer wartet, grandioser Blick in die Landschaft inbegriffen. Es kann bei Bedarf leicht umgesetzt werden.



Abb. II.67 Das komfortable Trocken- und Freiluftklo

Die mehr oder minder breiten Risse in den Betonböden ermöglichen Mäusen und anderem Getier das Eindringen in die Häuser. Erstaunlicherweise sind sie nur in den Wohnhäusern und in der Werkstatt vorhanden, nicht aber – Gott sei Dank – in den Beobachtungshütten.

Das Verschließen durch weichen Zement war schwierig, und die Risse wurden dennoch langsam breiter. Nur im Wohnhaus 1 haben wir das komplett durchgeführt, in den anderen haben wir nur versucht, durch Abdichten nach außen die Mäuse draußen zu halten, mit wechselndem Erfolg.

Die Gasanlage besteht aus einer großen Gasflasche, die zunächst vor dem Wohnhaus 1 stand, mit Leitungen zum Herd und Gaskühlschrank. Eben diese Leitungen waren porös geworden und zwei- oder vierbeinige Affen hatten die Gasflasche geöffnet und uns ohne Gas dastehen lassen. Die Gasflasche steht nun während unserer Abwesenheit in der Küche von Wohnhaus 1, der Druckminderer wird außerhalb an seiner Leitung, durch große Steine vor Stachelschweinen geschützt, untergebracht. Alle Leitungen und Ventile überprüfte und ersetzte Rainer Marten in tagelanger Kleinarbeit, wobei er auch Herd und Kühlschrank neu einstellte.



Abb. II.68 Fließend Wasser in der Küche

Bei längerem Aufenthalt erwies es sich als unbequem, das Wasser jeweils von den Tanks in die Küche zu transportieren und das Spülwasser hinauszutragen. EvG half dem ab. Er konstruierte und baute einen direkten Wasseranschluss für die Küche in der Form eines hundertfünfzig Liter fassenden Außentanks auf einem aus vorhandenen Materialien errichteten Podest, der dann nur noch einmal pro Tag gefüllt werden muss. Für das Spülwasser schuf er eine kleine Sickergrube direkt neben dem Haus, in die das Spülwasser aus dem Spülbecken abläuft.

Leider wurde wiederholt eingebrochen, einmal in die Werkstatt durch die Türe, einmal in das Wohnhaus 1 durch ein Fenster und schon zweimal in die Cassegrainhütte durch das Dach. Auch bestand der Verdacht, dass sich jemand eventuell mit einem Dietrich Zugang in das Haus 1 verschafft hatte: die Türe war nur mit einem Buntbarschloß gesichert und dementsprechend leicht zu öffnen. Gestohlen wurde einfaches Werkzeug, Lebensmittel, eine montierte mit Natostacheldraht gesicherte kleine Solarzelle – und meine Reservebergschuhe.

EvG ertüchtigte nach dem ersten Einbruch die Türe zur Werkstatt und versah das Haus 1 mit einem besseren Schloss.



Abb. II.69 Aufbau des Sicherheitscontainers

Nach den Einbrüchen in die Cassegrainhütte, bei denen wahrscheinlich nichts gestohlen wurde, ist ange-dacht, die Dächer wie die Seitenwände aus hinterlüftetem Trapezblech nach Installation des 70ers zusätzlich mit Baustahlgewebe 8mm zu sichern – die Fenster sind schon zugemauert.

Obwohl die Einbrecher Hightech-Werkzeug und Optiken bisher verschmähten, war uns nicht wohl bei dem Gedanken, dass diese ohne weiteres durch die Fenster zugänglich waren.

Thomas Ripplinger erteilte Überlegungen, die vorhandenen Häuser einbruchsfest zu machen, eine Absage. Wenn ein Einbrecher beliebig Zeit hat, kann er mit relativ einfachen Mitteln in die dann „interessant“ aussehenden Gebäude doch eindringen und dabei unverhältnismäßigen Schaden anrichten. Er kreierte hingegen einen „Tresor-container“ – einen aus relativ dickem Stahlblech gefertigten großen Behälter mit äußerst massivem Schloss, der Platz genug bieten musste für unsere Geräte wie Schweißgenerator, bewegliche Solarzellen, Dobsons und ähnliches. Mit Hilfe von Thomas, Walter Straube, Frans van Biljong und EvG entstand so ein Container, in dem unsere größeren Werkzeuge, Optiken und ähnliches relativ sicher verwahrt sind.

Beim letzten Einbruch hat er sich bewährt, man sah danach Einbruchs- wie auch Blutspuren daran. In den Container ist der Einbrecher nicht gelangt.

Karl-Heinz Werner störte sich an dem „Rumliegen“ der Sachen, er baute großzügige Regale ein – und weil er grade dabei war, sorgte er auch in der Werkstatt für Ordnung –.



Abb. II.70 Letzte Maßnahmen an der 3-m-Hütte



Sehr nahe an Haus 1 befindet sich eine 3 x 3 m große Betonplattform mit einem betongefüllten Fass als Säule. Dies diente offensichtlich zum Anbringen kleinerer Montierungen, ideal z. B. für eine Fornax, EQ6 oder ähnlichem.

Da wollten wir – wie auf Hakos – eine solche Montierung anbringen und durch ein Blechgehäuse vor den Wetterunbilden schützen.

Nach den Einbrüchen erschien uns die Gefahr von Diebstahl oder Vandalismus zu hoch, und wir bauten aus Trapezblechresten von den Dachreparaturen und anderen Teilen eine Schiebedachhütte darum – die nun so genannte 3-m-Hütte. Sie beinhaltet derzeit eine EQ6-Montierung, die demnächst von einer Fornax abgelöst werden soll.

Als Instrumente dafür stehen ein 8“-Schmidt-Newton oder ein 10-cm-f/10-Refraktor zur Verfügung.

Wir haben uns auf einer Mitgliederversammlung aus guten Gründen dafür entschieden, dass der Aufenthalt auf dem Gamsberg nicht allein erfolgen soll. Es ist sowieso anzunehmen, dass der 70er hohes Interesse wecken wird und schon deshalb immer mehrere oben sein werden.

Was macht nun so ein „Begleiter“, wenn er astronomisch interessiert ist?

Er kann mit den relativ kleinen Geräten in der 3-m-Hütte beobachten, oder die noch kleinere LDX-75-Montierung beispielsweise mit Fotokameras nutzen. Oder die auf dem Gamsberg vorhandenen Dobsons – immerhin ein guter 17,5“ und ein guter 12“ – visuell nutzen, was eventuell auch den 70er-Benutzer in den Belichtungspausen reizt. Oder aber die für den Gamsberg erworbene WAM-500-Montierung von AOK in Gebrauch nehmen.

Da will man aber auch Öffnung! Aus den vom MPIA übernommenen Beständen war ein 50-cm-Cassegrain vorhanden. Zerlegt, die Einzelteile unbrauchbar, in der Cassegrainhütte verteilt und die Optiken in Kisten verpackt, in denen sich auch noch Mäuse breit machten.

Grobe Tests ließen Zweifel aufkommen, ob dieser 50-cm mehr als ein „Lichteimer“ war. Ein genauer Test durch Wolfgang Rohr ergab, dass schon der Hauptspiegel, f/4, unter Astigmatismus, Unterkorrektur und Zonen litt, Strehl etwa 0,48, P-V 1/1,4 waves. Für uns also nicht brauchbar. Ein günstiges Angebot aus den USA von einer bewährten Optik-Schmiede könnte zu einem guten 20-Zöller führen, den wir ähnlich wie die AK3 als Newton mit Primärfokuskorrektur verwenden könnten.

Wer schon einmal bei Gewitter auf dem Gamsberg war, hat eine schauerlich-schöne Erfahrung gemacht: die Haare stehen einem zu Berge. In den MTC-Turm und in den Wasserturm schlagen fortwährend Blitze ein. Dieter Kaiser rückte der Gefahr zu Leibe: er grub mit Hilfe einiger Arbeiter um Haus 1 einen 80 cm tiefen Graben, in dem er ausreichend Erdungsmetall versenkte, einschwemmte und mit der metallenen Dachhaut verband.

Bei Trockenheit auf dem Gamsberg ein Feuer zu erleben ist keine angenehme Aussicht. Zwar haben wir, wie oben erwähnt, jetzt Wasser, aber mit den kleinen 12-V-Pumpen kann nur ein dünner Strahl erzeugt werden. Andererseits haben wir nun zwei Stromerzeuger auf dem Gamsberg, mit denen 230-V-Wechselstrom erzeugt werden kann. Eine vorhandene 230-V-Pumpe mit 650W erwies sich als defekt, also brachten wir sie zur Reparatur und kauften sicherheitshalber noch eine zweite mit 800W dazu. Damit können wir bei „brandgefährlichen“ Arbei-

ten präventiv die Umgebung einnässen und die Pumpen bereit halten. Daneben werden wir neue Feuerlöscher anschaffen, für jedes Haus mindestens einen.

Auch Sterngucker müssen mal schlafen! Es waren vier Betten da, Metallgestelle mit Matratzen, 2m x 1m. Die Matratzen hatten auch schon bessere Zeiten gesehen.

Zeitweise waren wir schon mit bis zu acht Personen oben. Weil wir Platz gewinnen wollten in den eh schon engen Zimmern, besorgten wir vier neue, diesmal hölzerne Betten mit Matratzen von 1,90m x 0,80m. Die waren ausreichend für EvG und mich oder Wolfgang Schwartz, nicht aber für Martin Birkmaier. Deswegen nahmen wir das Angebot von Irmgard Adam und Joe Engel gerne an, uns vier neue Matratzen 2,0m x 0,90m zu stiften. Die Bettgestelle dazu spendet Wolfgang Schwartz; sie müssen nur noch in Windhoek gekauft werden.

Wenn einmal mehrere Sterngucker über eine längere Zeit oben sein werden, ist die nächtliche Orientierung in den Häusern nur mit Taschenlampen schwierig und unbequem. Die Beleuchtung war für eine Spannung von 230V ausgelegt, die nun nicht mehr von den Generatoren geliefert werden kann. Unsere benzinbetriebenen Stromerzeuger sind nicht für Dauerbetrieb ausgelegt.

Dieter Kaiser konstruierte, baute – und stiftete – zunächst eine kleine Solaranlage mit 10W Leistung für einen 120-Ah-Akku in Haus 1. Hiermit sollten die altersschwachen und von Christian Schubert gespendeten 12-V/24-Ah-Akkus ersetzt werden, mit deren Hilfe wir in der Küche und im Wohnraum weiße Leuchtstoff- und rote und weiße LED-Lampen betrieben hatten und die jeweils am Tage mit diversen kleinen (12W) und größeren (40W) mobilen Solar-Panels nachgeladen wurden.

Das funktionierte großartig, bis ein Dieb das 10-W-Panel klaut. Der Dieb wurde geschnappt, wir erhielten das 10-W-Panel zurück und montierten es wieder.

Da wir noch einen zweiten 120-Ah-Akku hatten, fertigte – und spendete wiederum – Dieter Kaiser eine 20-W-Solaranlage, diese aber auf Haus 1 und die 10-W auf Haus 2. Aber nicht nur das, er baute in Haus 2 probeweise eine rote und weiße LED-Beleuchtung ein, die mit den vorhandenen Lichtschaltern ein- und ausgeschaltet werden kann.

In der Küche und im Wohnzimmer von Haus 1 sind Rollos angebracht. Das Rollo in der Küche, sicherlich am meisten benutzt, zerbröselte nach fast 40 Jahren. Im Haus 2 war im Aufenthaltsraum gar kein Rollo. Peter Karl spendete sechs Rollos und montierte sie an den oben erwähnten Orten.

## Ausblick

Es ist mittlerweile eine Infrastruktur vorhanden, die den Aufenthalt auf dem Gamsberg im Vergleich zu früher erheblich erleichtert.

Durch die beschriebenen Aktivitäten ist zwar auf dem Gamsberg noch kein „Ritz-Gamsberg“ entstanden, wie Rod Greening einmal meinte, aber der Ansatz dazu ist vorhanden ...

# Gabelmontierung und 71-cm-Teleskop

Die unendliche Geschichte

Von Werner Roßnagel und Carsten Jacobs

## Vorgeschichte

Sozusagen als Starthilfe für den neu gegründeten Verein hat das Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg der IAS ein „halbfertiges Teleskop“ kostenfrei übereignet. Das Teleskop war für das MPIA wertlos geworden, da das vorgesehene Observatorium auf dem Gamsberg nicht errichtet wurde.

Seit diesem Zeitpunkt bewegt das Projekt 70er-Teleskop die Gemüter bei der IAS. Seit dem Jahr 2002 wird definitiv an der Realisierung gearbeitet, zumindest wurde ein Auftrag zur Fertigstellung der Gabelmontierung an Bernd Liebscher erteilt. Lieferung sollte in zirka einem halben Jahr erfolgen. Konstruktion des Teleskops und Beschaffung der Optik waren noch völlig offen.

Zweifel an der Finanzierbarkeit und einige Einbrüche auf dem Gamsberg brachten im Jahr 2004 erneute Diskussionen über das Projekt, vor allem, da man offensichtlich von der Fertigstellung der Gabelmontierung noch genauso weit entfernt war, wie bei der Auftragsvergabe. Erst durch Wolf-Peter Hartmanns Angebot, ein 63,5-cm-Newton-Teleskop zur Montage in der Gabelmontierung leihweise und für die IAS umsonst zur Verfügung zu stellen, wurden endgültig die Weichen zur Fortführung des Projektes gestellt. Man glaubte, alles etwa bis Ende 2005 abschließen zu können.

Mitte 2006 waren wir bei der Suche nach einem preiswerten Sekundärspiegel für das 63,5-cm-Newton-Teleskop auf die Firma Alluna Optics in der Nähe von Augsburg gestoßen. Beiläufig ergab es sich, dass Wolfram Felber einen fertigen 71-cm-Spiegel am Lager hatte, den er uns sehr günstig abgeben wollte.

Dies setzte bei der IAS umgehend einige graue Zellen in Bewegung. So gering der Unterschied ist, wenn man statt einem 71-cm-Teleskop nur 63,5 cm realisiert, so groß ist er, wenn man den umgekehrten Weg geht. 25% mehr Licht erschließen plötzlich neue Räume.

Durch die inzwischen eingetretenen Verzögerungen und die dadurch eingegangenen Beiträge der gewachsenen IAS-Mitgliederschar hatte sich natürlich auch die finanzielle Lage etwas entschärft. Das maximal mögliche Teleskop für die Gabelmontierung erschien plötzlich aus Eigenmitteln realisierbar. Da Wolf schnell eine neue Anwendung für seinen 63,5-cm-Spiegel gefunden hatte, fand der Entschluss zum Bau eines IAS-eigenen 70-cm-Teleskops bei der Herbst-Mitgliederversammlung 2006 allgemeine Zustimmung.

Eine weitere Hürde baute sich im Jahr 2007 auf. Der vorgesehene Spiegel war in zwei Schichten verklebt, da die Firma Schott keine Rohlinge in der erforderlichen Dicke liefern konnte. Bei ersten Messungen hatte dieser Spiegel hervorragende Messwerte gezeigt. Nach einem halben Jahr Lagerung bei unterschiedlichen Temperaturen hatten sich diese Werte plötzlich so stark verändert, dass der Spiegel nicht mehr verwendbar war. Offensichtlich war der Rohling unter Spannungen verklebt worden, die sich durch Lagerung und Erwärmung im Lauf der

Zeit lösen konnten und den Spiegel unbrauchbar machten.

Ein neuer Spiegel (ohne Verklebung) kam deutlich teurer, konnte durch Alluna aber bereits Anfang 2008 geliefert werden und übertraf die anfänglichen hervorragenden Messwerte des Vorgängers noch einmal deutlich.

## Realisierung

Die der IAS vom MPIA zur Verfügung gestellte Mechanik von Montierung und Tubus konnte nicht ohne größere Modifikationen verwendet werden. Der Tubus des MPIA war für ein Cassegrain-Teleskop mit geplantem Hauptspiegeldurchmesser von 700 mm vorgesehen. Wir wollen jedoch eher ein Gerät mit größerem nutzba-



Abb. II.71 Gabelmontierung mit Untergestell

rem wahren Bildfeld realisieren, das auch fotografisch interessant ist und haben uns daher für eine Newton-Konfiguration entschieden. Damit mussten Front- und Rückteil des Tubus neu konstruiert und erstellt werden. Der aufwendige Mittelkasten und weitere Komponenten konnten jedoch übernommen werden, ebenso die vorhandenen Komponenten der Gabelmontierung (Gabel, Stun-



Abb. II.72 Mittelkasten

denachse, Schneckenräder). Ein „Polblock“ war jedoch nicht vorhanden, so dass von Bernd Liebscher ein passendes Untergestell für die geografische Breite des Gamsbergs von  $23,3^\circ$  gebaut werden musste, das einige Vereinsmitglieder am Rande der Herbst-Mitgliederversammlung 2006 bereits in Augenschein nehmen konnten.

Abb. II.71 macht in etwa die Dimensionen des entstehenden Gerätes klar. Der Mittelkasten des Tubus (Abb. II.72) wird auch noch fest an der Gabel montiert werden, so dass das Gesamtgewicht der Montierung beim Transport auf den Gamsberg etwa 2,8 t betragen wird.

Die optische Konfiguration ist ein Newton mit 28 Zoll (710 mm) Öffnung und einer Brennweite von 3117 mm

(f/ 4,4) mit Wynne-Korrektor für fotografische Anwendung. Optik und Tubus (OTA) wurden bereits erfolgreich am Polarstern getestet (Abb. II.73).

Nach den noch ausstehenden Restarbeiten zur Integration des Tubus in die Montierung und dem letzten Funktionstest der Montierung steht der Transport des Gerätes nach Namibia auf den Gamsberg unmittelbar bevor und sollte spätestens Anfang 2010 vonstatten gehen. Schwierigstes Stück dieses Transports dürfte die Auffahrt mit dem 2,8 t schweren Teil auf den Gamsberg sein.



Abb. II.73 Optiktest am Polarstern



# III. Namibia – das Umfeld

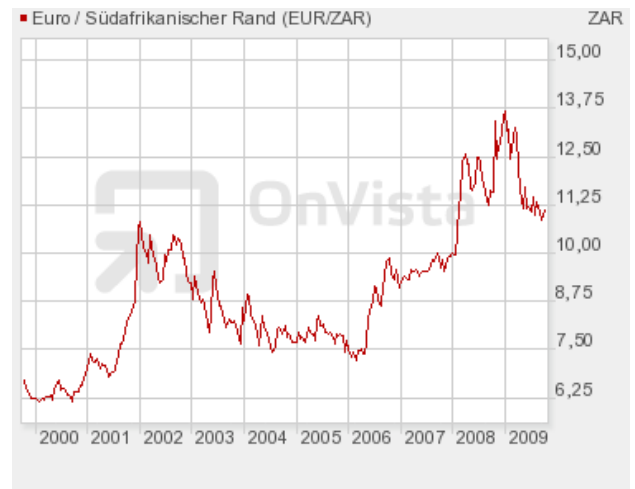


*Abb. III.1 Hakosberge in der Nähe der Farm Hakos*

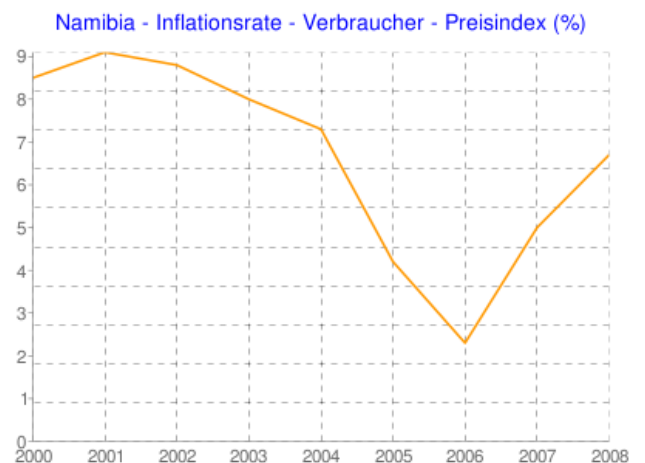
# Fakten und Zahlen

## Namibia

Gesamtfläche	825.418 qkm (Deutschland 357.050 qkm)
Einwohner (2008)	2.060.000
Bevölkerungsdichte	2,5 Einw./qkm
Einwohner Windhoek	200.000
Ethnische Gruppen	Ovambo 50%, Kavango 9 %, Herero 8 %, Damara 7 %, Sonstige 20%, Weiße 6 % (Deutschstämmig ca. 2%)
Amtssprache	Englisch
Weitere Verkehrssprachen	Afrikaans, Oshiwambo, Otjeherero, Deutsch
<b>Durchschnittliche Lebenserwartung</b>	43,4 Jahre
<b>Durchschnittsalter</b>	20 Jahre
<b>Bevölkerungswachstum</b>	0,59% (2006)
<b>Kinder je Frau</b>	3,06
<b>Bildungsgrad (2003)</b> (15jährige und älter können lesen und schreiben)	84%
<b>Religion</b>	Christen 82,0 %, Sonstige 18,0 %
BIP pro Kopf	\$ 7.300
BIP – reales Wachstum	4,8%
Jahreseinkommen/ Einwohner (durchschn.)	1.850 \$ (US)
Arbeitslosenquote	35%
Inflationsrate (Verbraucherpreise 2008)	6,5%



Der N\$ ist 1:1 an den südafrikanischen Rand gekoppelt. Insofern spiegelt der Kursverlauf des N\$ nicht die wirtschaftliche Lage von Namibia sondern nahezu ausschließlich die Entwicklung in Südafrika.



# Die Namibwüste: Faszinierender Natur- und Kulturräum

Von Rainer Glawion

Wer vom Gamsberg-Observatorium der IAS auf der Quarzitplatte dieses Granit-Inselberges nach Westen läuft, stößt jäh an einen 1100 Meter tiefen Abgrund. Man steht an der Kante der Großen Randstufe und kann bei klarer Sicht mehr als 100 km weit in die Namib-Wüste blicken. Von diesem Aussichtspunkt lassen sich die vielfältigen Naturräume der Küstenwüste an Hand ihrer Farben, Schattierungen und Reliefstrukturen erkennen.

Wer die Mühen einer Gamsberg-Besteigung nicht auf sich nehmen will, kann von der Gästefarm Hakos aus am oberen Ende der Gamsbergpass-Straße anhalten, wo ein Aussichtspunkt nur wenige hundert Meter nach der Abbiegung von der Farmpad eingerichtet ist. Auch von hier hat man einen schönen Blick über die stark zerklüftete und erodierte Große Randstufe auf die verschiedenen Naturlandschaften der Namib. Die ganze Vielfalt der Wüstenökosysteme erschließt sich allerdings erst bei einer Fahrt ins Sossusvlei und nach Walvis Bay.

## Vielfältige Naturräume in der Namib-Wüste

„Namib“ bedeutet in der Nama-Sprache „riesige, öde Fläche“. Der Name dieser charakteristischen Wüstenlandschaft im Westen Namibias gab dem jungen Staat Namibia, der im Jahr 1990 unabhängig wurde, seinen Namen. Die Namib-Wüste erstreckt sich 2000 km weit vom Süden Angolas entlang der Atlantikküste bis in den Norden der Republik Südafrika. Die Küstenwüste reicht nur ca. 170 km landeinwärts und wird im Osten von der Großen Randstufe begrenzt. Man nimmt an, dass die Namib die älteste Wüste der Erde ist. Seit ca. fünf Millionen Jahren besteht der kalte Benguela-Strom, der die Klimabedingungen für die Küstenwüstenbildung der Namib schuf. Spätestens seit dieser Zeit herrscht also ein voll-arides Klima in der Namib, nur unterbrochen von einigen semi-ariden Epochen im Pleistozän. Wahrscheinlich gibt es aber schon seit 80 Millionen Jahren ein arides oder semiarides Klima im Bereich zwischen der Küste Namibias und der Großen Randstufe.

Die Küstengebiete der Namib sind im Allgemeinen ganzjährig kühl und feucht, mit einer Durchschnittstemperatur von 16–19 °C und einer relativen Feuchte von 80–100%. Die Winde in der Namib wehen ganzjährig küstenparallel aus südlichen bis südwestlichen Richtungen. Der Jahresniederschlag tritt in Form von seltenen Starkniederschlagsereignissen auf und liegt zwischen 15 mm an der Küste und 100 mm am Ostrand der Wüste. Die für Flora und Fauna bedeutendste und beständigste Niederschlagsart am Westrand der Namib ist der bodennahe Küstennebel. Zusätzlich sorgt eine weitere Nebelschicht in höheren Lagen von ca. 300–600 m ü. NN für Niederschlag, der bis zu 60–100 km landeinwärts reichen kann. Zahlreiche Fremdlingsflüsse mit episodischer Wasserführung durchziehen von der Großen Randstufe die

Namib in ostwestlicher Richtung, wobei jedoch nur wenige die Atlantikküste erreichen. Die vier wichtigsten Naturräume der Namib sind das Dünenmeer der Sandnamib, die Kies- und Felswüste der Flächennamib, die Trockenflüsse (*Riviere*) und Salztonebenen (*Vleis*) sowie die Küstenzone mit ihren Buchten.

## Sandnamib

Das Dünenmeer der Sandnamib erstreckt sich von der Lüderitzbucht im Süden bis Walvis Bay und dem Kuiseb-Rivier im Norden. Je nach Lage und Windrichtung entstanden hier unterschiedliche Dünenformen wie Barchane, Sterndünen, Quer- und Längsdünen (Abb. III.2 und Abb. III.3). Sie bieten durch ihre Mobilität und ihre edaphische Trockenheit extrem lebensfeindliche Bedingungen, unter denen nur hoch spezialisierte Tier- und Pflanzenarten überleben können. Eine typische Pflanze der Dünennamib ist die !Nara-Pflanze, die zu den Kürbisgewächsen gehört (das „!“-Zeichen vor dem Namen der Pflanze bezeichnet einen Klick-Laut in der Sprache der Nama). Die !Nara ist ein dorniger Strauch, der sein Wasser über die bis zu 10m langen, durch den Sand hindurchgewachsenen Wurzeln aus dem Grundwasser bezieht. Das Fruchtfleisch und die ölhaltigen Samen der !Nara-Frucht werden von Mensch und Tier genutzt. Die Oryxantilope bezieht 70% ihres Flüssigkeitsbedarfes aus ihr. Am unteren Kuiseb diente sie dem indigenen Volkstamm der Topnaar als Lebensgrundlage.

Zu den vielen typischen Insekten in der Dünennamib gehört die Baboon-Spinne, die bis zu 120 cm tief im Sand vergraben lebt. Eine andere charakteristische Art ist der Schwarzkäfer (*Onymacris unguicularis*), der sich auf den Kopf stellt und sein Hinterteil als Kondensationspunkt benutzt, um damit den Nebel der frühen Morgenstunden einzufangen. Dadurch gelingt es ihm, einige Wassertropfen zu trinken, die insgesamt bis zu 40% seines Eigengewichts ausmachen.

## Flächennamib

Nördlich des Kuiseb-Riviers beginnt die Flächennamib, die aus Kies- und Geröllfeldern auf einer Rumpffläche besteht und die Form einer schiefen Ebene hat, die mit einem Neigungsgrad von einem Prozent zur Großen Randstufe nach Osten ansteigt. In einem schmalen Streifen von wenigen zehn Kilometern vom Atlantik entfernt, findet man in der Flächennamib im Einflussbereich des Küstennebels Gipskrustenböden, auf denen sich ein besonderer Artenreichtum an Flechten entwickelt hat.

Die wohl bekannteste Pflanze der Flächennamib ist das lebende Fossil *Welwitschia mirabilis*. Diese archaische Art wird als Übergangsform zwischen Nackt- und Bedecktsamern angesehen, da sie von beiden taxonomischen Gruppen Merkmale besitzt. *Welwitschia* verfügt über einen unterirdischen rübenartigen Stamm, der in



eine lange Pfahlwurzel übergeht und somit an tiefes Grundwasser heranreicht. Eine Sonderstellung im Pflanzenreich nehmen ihre beiden einzigen, bis zu acht Meter langen, lederartigen Blätter ein, die an der Basis ständig weiterwachsen und an ihren Enden absterben. Welwitschia ist ein Endemit der Namib und kommt nördlich des Kuiseb in sandigen, kiesigen Flusstälern vor. Besonders bekannt sind ihre Vorkommen östlich von Swakopmund, wo auch das mit geschätzten 1500 Jahren älteste und größte Exemplar steht (Giant Welwitschia, Abb. III.10).



Abb. III.2 Das von Süd nach Nord wandernde Dünenmeer kann das episodisch wasserführende Tal des Kuiseb (Bildmitte) nicht überschreiten. Das an den meisten Tagen des Jahres trockene Rivier ist von immergrünen Akazien-Bäumen bestanden.

## Trockenflüsse und Salztoneben

Die Trockenflüsse (*Riviere*) und Salztonebenen (*Vleis*) bilden episodisch feuchte Oasen in der vollariden Wüste. Riviere werden die zeitweilig austrocknenden Flussläufe in Namibia genannt. Unterirdisch verfügen die meisten Riviere über ein Grundwasserreservoir, so dass ihre Täler Standorte immergrüner Vegetation sind. Ein charakteristischer Baum der Riviere und Vleis, der sich hervorragend an die Wüstenbedingungen angepasst hat, ist der



Abb. III.3 Ein indigener Touristenführer schildert ausländischen Besuchern die Naturgeschichte der vom Menschen unbeeinflussten Wüste in der Region des Sossusvlei (Zentral-Namibia). Vor mehreren hundert Jahren sind hier Akazienbäume abgestorben; sie wurden in der trockenen Luft konserviert und sind Beleg dafür, dass hier einmal Wasser vorhanden war, das die Salztongpfanne im „Toten Vlei“ regelmäßig flutete, bis eine wandernde Sanddüne den Wasserzustrom unterbrach.

Kameldornbaum (*Acacia erioloba*). Er kann mehrere Hundert Jahre alt werden. Seine proteinhaltigen Früchte bieten vielen Tieren Nahrung. Daher werden die Früchte auch von Farmern gesammelt und in Dürrezeiten als Viehfutter verwendet.

Flüsse, die ihr Wassereinzugsgebiet außerhalb der Namib in feuchten Gebieten haben, verfügen oft über ein cañonartiges Relief, das in die Rumpffläche eingeschnitten ist (z. B. der Kuiseb Canyon). Da das von Süd nach Nord wandernde Dünenmeer das episodisch wasserführende Tal des Kuiseb nicht überschreiten kann, bildet der Kuiseb die naturräumliche Grenze zwischen der Dünennamib und der nördlich anschließenden Flächennamib (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das Tsauchab-Rivier führt episodisch Wasser aus den Naukluftbergen in das Sossusvlei. Hier verdunstet das zu einem flachen See aufgestaute Wasser zwischen den Dünen und hinterlässt eine Salztonebene (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).



Abb. III.4 Flamingos in der Bucht von Walvis Bay

## Küstenzone

Als vierter Naturraum wird die Küstenzone entlang der Atlantikküste vom küstenparallel verlaufenden Benguela-Strom geprägt, der Wasser und Sand nach Norden transportiert und eine Ausgleichsküste geschaffen hat. Einige Buchten, geformt durch Küstenversatz ehemaliger Mündungsdeltas von Trockenflüssen (z. B. Walvis Bay und Sandwich Bay), stellen wertvolle Biotope für die wasserlebende Tierwelt dar (z. B. Ohrenrobbe, Flamingo, Pelikan, Austernfischer) (Abb. III.4).

## Biodiversität

Charakteristisch für die Flora und Fauna der Namib ist eine besondere Anpassung der Arten an die extremen Klimabedingungen wie Trockenheit, starke Temperaturschwankungen und Wind sowie den Küstennebel. Mit 400 Arten höherer Pflanzen besitzt die Namib für einen vollariden Lebensraum eine vergleichsweise hohe Biodiversität. Rund 30% der Pflanzenarten sind endemisch, d. h. sie sind weltweit nur in der Namib zu finden, und daher besonders schützenswert. Auch in ihrer Fauna verfügt die Namib über zahlreiche endemische Arten. Insgesamt sind 29 endemische Wirbeltierarten bekannt, davon 23 Reptilien-, drei Säugetier- und drei Straußenarten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Hinzu kommen weitere, an den Lebensraum adaptierte Säugetierarten, die zwar nicht endemisch sind, aber in der Namib eine weite Verbreitung gefunden haben. Dazu zählen die Oryxantilope (Abb. III.6), der Springbock und das Bergzebra.



Abb. III.5 Strauß am Rand der Namib bei Zebra Pan, wo nach einer ergiebigen Regenzeit für wenige Monate eine geschlossene Grasdecke wächst



Abb. III.6 Oryx-Antilopen in einem Längsdünen-Tal bei Gobaab (zentrale Namib).

## Der Namib-Naukluft-Park

Der Namib-Naukluft-Park ist Teil eines küstennahen Schutzgebietssystems (vgl. Abb. III.7), das die Namib-Wüste zwischen den einzigen perennierenden Flüssen in der Region, dem Kunene-Fluss im Norden an der Grenze zu Angola und dem Oranje-Fluss im Süden an der Grenze zu Südafrika, umfasst: Von Nord nach Süd schließt sich an den Skeleton Coast National Park (17 164 km<sup>2</sup>) die National West Coast Tourist Recreation Area (7 446 km<sup>2</sup>), der Namib-Naukluft-Park (49 770 km<sup>2</sup>) und das Diamantensperrgebiet Nr. 1 (heute Sperrgebiet National Park, 21 750 km<sup>2</sup>) an. Der Namib-Naukluft-Park reicht in seiner Anlage als Wildschutzgebiet bis in die deutsche Kolonialzeit zurück. Bereits 1907 wies der Gouverneur Friedrich von Lindequist drei Wildreservate in der Kolonie aus, die in Bereichen mit marginalen Produktionsbedingungen für die weißen Siedler lagen und eine rentable Bewirtschaftung nicht ermöglichten. Aus einem der Wildreservate, später erweitert um die Naukluftberge und aufgegebene Diamantenabbaugebiete, ging 1979 der Namib-Naukluft-Park hervor. Mit einer Fläche von rund 50 000 km<sup>2</sup> ist er heute der größte Park des Landes. Es gibt Pläne, den Park nach Süden um das Diamantensperrgebiet bis zum Oranje-Fluss zu erweitern, wenn die Diamantenvorkommen auf dem Festland ausgebeutet sind und sich der Abbau auf die Offshore-Bereiche verlagert hat.

## Historische und heutige Landnutzungen in der Namib

Obwohl die Namib agrarwirtschaftlich nicht nutzbar ist und daher weitgehend unbesiedelt geblieben ist, hat es schon seit mehreren hundert Jahren wirtschaftliche Nutzungen in diesem Naturraum gegeben.

## Indigene Volksgruppen

Die indigenen Volksgruppen der San, der Nama, der Damara und später auch der Herero nutzten Teile der Wüste für Jagd- und Sammelwirtschaft bzw. für die Viehzucht. Hierbei kam es immer wieder zu kriegerischen Auseinandersetzungen um die knappen Ressourcen der Region mit Vertreibungen aus den Stammesgebieten.

Archäologische Funde mit einem Alter von maximal einem Jahrtausend sind Belege früher saisonaler Fischer-siedlungen vor allem entlang der Küste der zentralen Namib. Andere Funde wie steinerne Überreste von Schutzhütten, Grabstätten, Höhlenmalereien, Keramiken und Werkzeugen weisen auf Jagdaktivitäten in zentralen

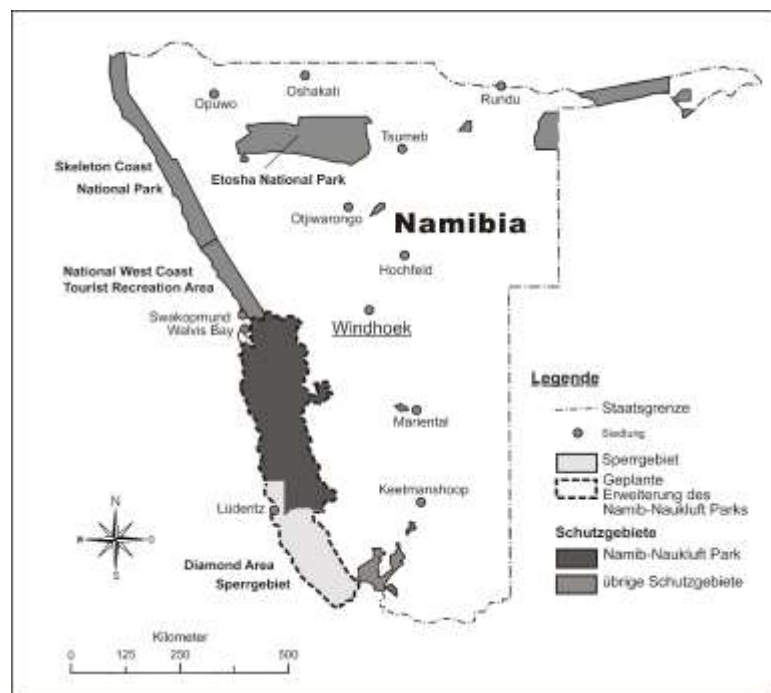


Abb. III.7 Die Lage des Namib-Naukluft-Parks im Nationalparksystem Namibias. Mit knapp 50 000 km<sup>2</sup> ist er der größte Nationalpark Namibias und einer der größten der Welt



Abb. III.8 Kleines Mädchen der Topnaar in einer aus Holz und Blech gebauten Wohnhütte im Dorf Svartbank südöstlich von Walvis Bay

Wüstengebieten hin.

Rund 300 Stammesangehörige der Topnaar, die zu der Volksgruppe der Nama gehören, leben heute noch in zwölf Siedlungen im Namib-Naukluft-Park im unteren Kuisebtal südöstlich von Walvis Bay (Abb. III.8 und Abb. III.9). Sie nutzen die immergrünen Gehölze der Trockenflusstäler für die Subsistenzwirtschaft. Ihre hauptsächliche Lebensgrundlage bilden die Ziegen- und Rinderherden. Eine herausragende Rolle in der Kultur, Tradition, Ernährung und Wirtschaft der Topnaar spielt die !Nara-Pflanze. Sie verdeutlicht die Anpassung des Lebens der Wüstenbewohner an die Natur. Heutige soziale Probleme für die Kuiseb-Topnaar entstehen durch die Abwanderung in die Städte, v. a. Walvis Bay, und die Abnahme der Tragfähigkeit der Trockenflussweiden durch vermehrte Grundwasserentnahme für die Bergbaugewinnung und die urbanen Zentren.



Abb. III.9 Tradition trifft Moderne im Stammesgebiet der Topnaar im Kuiseb-Rivier: Die Mutter (links) hütet die Ziegenherde, während die besuchende Tochter stolz ihren USB-Stick und die Schlüssel für die nahegelegene Wüstenforschungsstation Gobabeb, in der sie arbeitet, umhängt hat

## Kolonialzeit

Mit der Kolonisierung Deutsch-Südwestafrikas lag das Hauptinteresse der Kolonialmacht zunächst in der infrastrukturellen Anbindung des Hinterlandes an die Häfen Swakopmund und Lüderitz. Hierzu wurden zwei Eisenbahnlinien durch die Namib gebaut. Nachdem im Jahr 1908 Diamanten bei Lüderitz entdeckt wurden, folgte ein großtechnischer Diamantenabbau in der südlichen und zentralen Namib, der im Süden bis heute andauert. Alle Gebiete südlich von Walvis Bay bis zum Oranje-Fluss wurden zu Sperrgebieten erklärt, die nicht betreten werden durften. Bedingt durch die Abbautechnik sind die Wüstenökosysteme dort inzwischen großflächig verändert.

## Tourismus

In den ersten Jahren der Unabhängigkeit Namibias entwickelte sich an wenigen Stellen des Namib-Naukluft-Parks ein staatlich gelenkter Tourismus. Insbesondere die Salztonebenen und Dünenformationen des Sossusvlei am Ostrand des Parks sowie die Gebiete um die Hafenstädte Swakopmund, Walvis Bay und Lüderitz erhielten vom *Ministry of Environment and Tourism (MET)* eine touristische Infrastruktur in Form von gebührenpflichtigen Erschließungspisten, Restcamps und Zeltplätzen. Der private Tourismussektor gewann erst in den 1990er-Jahren an Bedeutung und bietet seitdem schwerpunktmäßig in den Küstenorten sowie am Ostrand der zentralen und südlichen Namib Lodges, Gästefarmen und Safaritouren an.

## Bergbau

Während der Diamantenabbau sich weitgehend auf die Schelfgebiete vor der Küste der südlichen Namib zurückgezogen hat, drängen weitere Bergbauindustrien und Erdölgesellschaften auf Abbaukonzessionen in der rohstoffreichen Namib und den vorgelagerten Schelfgebieten. Vor allem Uran- und Kupfererze, Erdöl und Erdgas sind in abbauwürdigen Mengen und Konzentrationen vorhanden. Zwei große Urantagebaubetriebe, Rössing Uranium Ltd. nordöstlich von Swakopmund an der B2 gelegen, und Langer Heinrich Uranium Ltd., innerhalb des Nationalparks an der Straße C28 von Windhoek nach Swakopmund gelegen, haben bereits in großem Umfang das Relief, den Wasserhaushalt und die Tier- und Pflanzenwelt verändert. Von Bohrinselfen der Erdölwirtschaft (Shell, Norsk Hydro etc.) geht mit potenziellen Ölunfällen eine permanente Gefahr für die empfindlichen marinen und litoralen Ökosysteme der Küstenzone des Nationalparks mit ihrer einzigartigen Flora und Fauna aus. Potenziell bedroht sind einige der größten Flamingo- und Ohrenrobberkolonien der Welt.

In den letzten Jahren hat das Ministerium für Bergbau und Energie Bergbau-Prospektionskonzessionen für den gesamten nördlichen Teil des Namib-Naukluft-Parks vergeben, die die Kies- und Felsnamib sowie große Teile der Dünen Namib einschließlich der ökologisch einzigartigen episodischen Feuchtbiotope der Swakop- und Kuiseb-Riviere und des Tsondabvlei umfassen (vgl. Karte der *Current Licences, Ministry of Mines and Energy*, 2008). Prospektionsbohrungen für den Uran- und Kupferabbau sind heute überall im Nationalpark anhand ihrer Bohrtürme weithin sichtbar (Abb. III.10). Fahrspuren der



Abb. III.10 Prospektionsbohrungen für den Uran- und Kupferabbau im Namib-Naukluft-Park; rechts oben: gefährdete Pflanze *Welwitschia mirabilis*

Schwerlasttransporte, Ölverschmutzungen und Planierarbeiten schädigen die empfindlichen Wüstenökosysteme im Nationalpark. Impressionen der bergbaubedingten Umweltveränderung sehen Touristen heute sogar in der Nähe berühmter Naturattraktionen wie dem Welwitschia Drive bei Swakopmund. Akut gefährdet ist unter anderem die endemische und unter strengem Naturschutz stehende Pflanze *Welwitschia mirabilis* (s. Abb. III.10 kleines Bild oben rechts).

## Wasserwirtschaft

Der Bergbau ist, abgesehen von den Städten Walvis Bay und Swakopmund, der Hauptverbraucher der fossilen Grundwasserreserven in der Namib. Die Wasserwirtschaft ist an einer umfassenden Nutzung der erneuerbaren und fossilen Grundwasservorkommen zur Versorgung der Minen, Städte und Gemeinden interessiert. Kleinere Wassernutzer sind die Lodges sowie die Siedlungen der Topnaar im unteren Tal des Kuiseb.

## Ausblick

Die Namib-Wüste enthält weltweit einzigartige Ökosysteme, Pflanzen- und Tierarten. Der Namib-Naukluft-Park als einer der ökologisch bedeutendsten Wüstenökosystem-Schutzgebiete der Erde ist heute durch verschiedenste Nutzungsansprüche in seinem Bestand gefährdet.

Da der im Entwurf vorliegende Parkentwicklungsplan, der die Nutzungen im Sinne des Naturschutzes gesetzlich regeln soll, bisher noch nicht verabschiedet wurde, haben einflussreiche ökonomisch orientierte Stakeholder ein legales Zugriffsrecht auf die Ausbeutung der Ressourcen des Nationalparks.

Die beste Möglichkeit, eine dauerhafte Beeinträchtigung der Wüstenökosysteme in großem Umfang durch Bergbau zu verhindern, besteht darin, in der Namib einen nachhaltigen und umweltverträglichen Tourismus zu entwickeln. Auch der internationale Tourismus, von dem Namibia bereits heute ökonomisch stark profitiert, kann hierzu einen Beitrag leisten (vgl. Abb. III.3). Ein hoffnungsvoller Ansatz in dieser Richtung ist die vom Ministerium für Umwelt und Tourismus (MET) im Jahr 2009 erteilte Konzession für die touristische Entwicklung großer, bisher für Bergbau vorgesehener Flächen im Norden des Nationalparks zwischen den Trockenflüssen des Kuiseb und Swakop. Allerdings bleiben die Prospektionslizenzen in diesen Gebieten vorläufig weiter bestehen. Erst wenn der namibische Staat das langfristige ökonomische Entwicklungspotenzial für den Tourismus im Namib-Naukluft-Park erkennt, ist dem größten Wüsten-schutzgebiet der Erde eine gesicherte Zukunft beschieden.

# Die geologische Geschichte des Gamsbergs

Eine Zusammenfassung von Dieter Kaiser



*... Zu unserer Linken zeigten sich ein paar Berge, und in weiter Ferne zur Rechten, mindestens 25 Meilen weit, erhob sich ein großartiger Tafelberg, Tans mit Namen bzw. der Schirm, denn er stellte all die kleineren Berge und Hügel seiner Umgebung in den Schatten ...*

Es war der englische Forschungsreisende James Edward Alexander, der als vermutlich erster Weißer im April 1837 den damals Tans genannten Gamsberg erreichte. Alexander und seine Gehilfen waren im September 1836 mit einem Ochsespann und zahlreichen Packochsen in Kapstadt aufgebrochen um die unbekannt Gebiete nördlich des Oranje-Flusses zu erkunden. Als sieben Monate später der Gamsberg in Sicht kam, kämpften Alexander und seine Begleiter, von Hunger und Durst gezeichnet, nur noch um das nackte Überleben. An eine Besteigung oder gar an erste geologische Betrachtungen des Gamsbergs war unter diesen äußeren Bedingungen der Expedition nicht zu denken. Wenn Alexander allerdings seinerzeit noch die Kraft zu einer Gamsbergbesteigung gehabt hätte, dann wäre er möglicherweise auf den Ge-

danken gekommen, dass die ziemlich ebenen Gipfelplatten des Großen und des benachbarten Kleinen Gamsberg in früheren Ur-Zeiten eine zusammenhängende größere Ebene gebildet haben müssten, und damit hätte er Recht gehabt, wie wir noch sehen werden.

Es blieb späteren wissenschaftlichen Forschungen vorbehalten, die geologisch-tektonischen Prozesse im jetzigen Namibia zu untersuchen und die noch sichtbaren Spuren von Kontinentalverschiebungen, Eiszeiten, dramatischen Klimaumschwüngen, Erdbeben oder vulkanischen Aktivitäten zu rekonstruieren. Prozesse, die zu den heutigen vielfältigen Landschaftsformationen Namibias geführt haben und die noch weiter andauern.

Man weiß heute, dass die ältesten, am Aufbau des Gamsbergmassivs beteiligten Kernschichten aus einer Zeit von vor 1,1 Milliarden Jahren stammen. Während dieser Zeit wurden im Zuge einer gewaltigen Gebirgsbildung weite Teile des westlichen Namibia von Magma-Ausschüttungen erschüttert. Es kam zu Vulkanausbrüchen und nachfolgend zum Aufsteigen flüssigen Gesteins, den sog. Magmen-Körpern (Plutonen), die aus geschmolzenem Granit bestanden. Diese Plutonen drangen in den umliegenden Basalt ein und erstarrten zu den roten Granitgesteinen, welche den Gamsberg heute zu großen Teilen aufbauen. Die nachfolgenden vulkanischen Aktivitäten wurden vom Eindringen enormer Massen granithaltigen Magmas in den Untergrund begleitet, von verflüssigtem Material also, dem der Aufstieg bis zur Oberfläche nicht gelang. Zu diesen gehört auch die große Granitmasse aus deren westlichem Teil später der Gamsberg herausmodelliert wurde. Es handelt sich hierbei um rote, mittelkörnige Granite, die vor 1100 Millionen Jahren entstanden sind. Vor etwa 950 Millionen Jahren kam es zu großräumigen Verschiebungen in der Erdkruste und im Zusammenhang damit zur Faltung und Pressung der Gesteine. Hierbei erhielten die in der Tiefe liegenden Granite die schieferige Textur, die besonders im Gams-

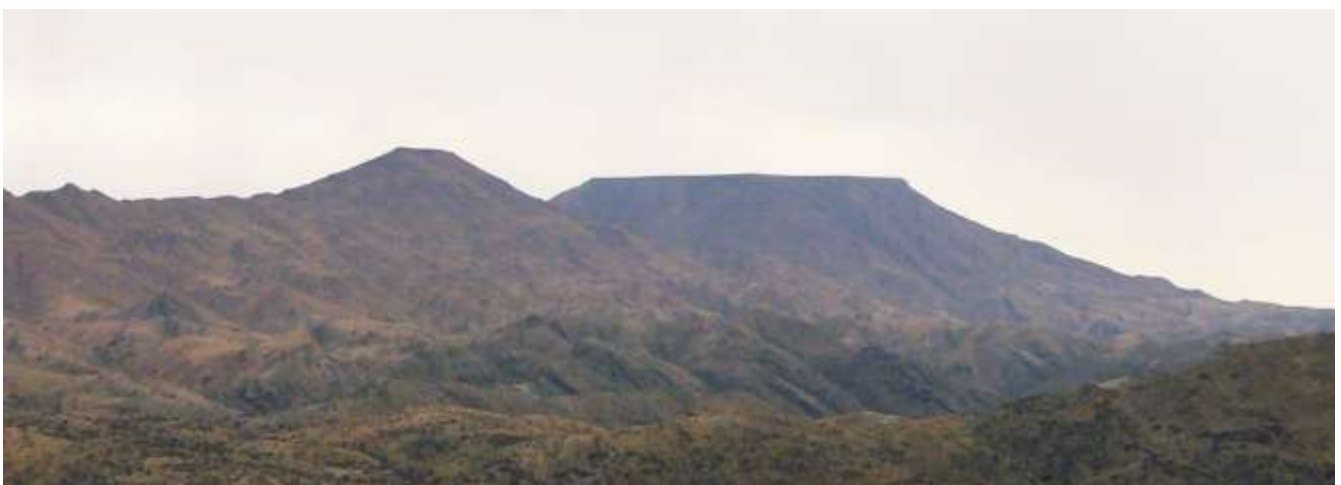


Abb. III.11 Das Gamsberg-Massiv, links der Kleine Gamsberg



Abb. III.12 Die deutlich erkennbare Quarzitdeckschicht auf dem Großen Gamsberg

berggebiet so auffällig entwickelt ist. Soviel zunächst zur Entstehung des Kernbereiches des Gamsbergmassivs.

Nach dem Abschmelzen großer Gletscherzonen und einem nachfolgenden drastischen Klimaumschwung breiteten sich im Gebiet des heutigen südlichen Afrika in der Jura- und anschließenden unteren Kreidezeit, vor etwa 170 bis 120 Millionen Jahren, große Wüstengebiete aus. Deren vom Wind verfrachtete Ablagerungen sind im Allgemeinen stark verkieselt und bilden harte Quarzitlagen, die außerordentlich erosionsbeständig sind. Wo sie bis heute erhalten geblieben sind, bilden sie markante Tafelberge wie beim Mount Etjo, beim Waterberg oder bei den beiden Gamsbergen mit ihrer Deckschicht aus Quarzit.

Die Quarzitplatte, die das Plateau des großen Gamsberg bildet, hat jetzt nur noch eine Ausdehnung von knapp drei Quadratkilometern. Direkt auf dem Gamsberggranit aufliegend erreicht diese Platte, die immerhin seit der Zeit der Dinosaurier der Erosion unterliegt, eine durchschnittliche Stärke von 20 bis 30 Metern.

Diese heutigen Quarzite waren vor 170 bis 120 Millionen Jahren noch lockerer Sand, der entweder Dünen



Abb. III.13 Die der Erosion ausgesetzte Kante der Quarzitauf-  
lage auf dem Großen Gamsberg

gebildet hat oder in flachen Senken zusammengespielt war. Diese riesige sandige Ebene, über die Saurier liefen und dabei Spuren hinterließen (z.B. beim Mount Etjo), hat damals nicht wesentlich über dem Niveau des Meeresspiegels gelegen. Auf der Quarzitplatte sind heutzutage noch sehr gut gerundete Kieselsteine aus Quarz zu finden. Diese Gerölle sind nicht aus der eigentlichen Quarzitplatte ausgewittert, wie man vermuten könnte. Sie stellen vielmehr die Ablagerungen von Flüssen und Bachläufen dar, die einst über das Gebiet des heutigen Plateaus geflossen sind. Damit wird noch einmal deutlich, dass das Gamsbergplateau ein Überbleibsel einer ehemals riesigen Landfläche ist, die im frühen Tertiär vor etwa 65 Millionen Jahren die Landschaft bestimmte. Wesentlich früher allerdings, vor 170 bis 120 Millionen Jahren setzte, verbunden mit massivem Vulkanismus, ein Ereignis ein, welches das Gesicht des Landes und der ganzen Welt völlig veränderte. Es kam zum totalen Auseinanderbrechen des Riesenkontinents, genannt Gondwana-Spaltung. Diese Spaltung führte über die folgenden Jahrmillionen zur Bildung Südamerikas und des afrikanischen Kontinents.

Als eine Folge dieser Entwicklungen haben sich anschließend durch eine plattentektonische Ausgleichsbewegung die Kontinentalränder des südlichen Afrika wie ein Tellerrand in die Höhe gehoben und bildeten an der Westseite die Große Randstufe (Escarpment), eine der markantesten Landschaftsformen Namibias. Der Große und der Kleine Gamsberg liegen innerhalb dieser Randstufe, die das südafrikanische Hochplateau von dem im Westen anschließenden Namib-Tiefland trennt. Die Ostseite des bis auf 2347 Meter ansteigenden gewaltigen Gamsbergmassivs ragt 450 Meter über das Hochplateau hinaus, im Westen fällt es, wild zerklüftet, etwa 1100 Meter zu den Ausläufern hin ab. Durch das Wegdriften der Kontinentalplatten und die damit verbundene starke Dehnung der Erdkruste sind im Granit des Gamsbergs offene Spalten entstanden, die von lockerem Material, etwa Sand, wieder aufgefüllt wurden und die als fossile Erdbe-



Abb. III.14 Das hellblauen Symbol am Weg auf den Gamsberg weist auf interessante Spalten hin. Es stellt die Quarzitplatte dar, von der aus eine keilförmige Spalte in die Tiefe geht.

benspalten bezeichnet werden. Diese Spalten sind am Gamsberg in Granitgesteinen entstanden, die, wie erwähnt, mehr als eine Milliarde Jahre alt sind. Es ist faszinierend, beim Aufstieg auf den Gamsberg, solche fossilen Erdbebenspalten zu entdecken. Die Quarzit-Auffüllungen heben sich farblich deutlich vom sie umgebenden Granit ab. Wenn man von diesen sichtbaren Spalten nach oben zum Plateau blickt – dem ursprünglichen Oberflächenniveau, aus dem der Riss verfüllt worden ist –, dann gewinnt man eine Vorstellung von der Tiefe der Risse, die damals vor 140 bis 120 Millionen Jahren den Granit geteilt haben.

Wenn man das Gipfelplateau des Gamsberges erreicht hat, das hier 2342 Meter über dem Meeresspiegel liegt und bis zum drei Kilometer entfernten Westrand noch um fünf Meter ansteigt, wird man sicher zuerst einmal die grandiose Aussicht auf das wild zerklüftete Khomas-Hochland genießen und über die ungewöhnliche Pflanzenwelt staunen.

Aber es gibt für die geologisch Interessierten noch einiges zu entdecken. Beim Wandern auf dem Plateau stößt man zum Beispiel auf eigenartige löchrige Quarzit-Steine. Die Löcher sind von sehr unregelmäßiger und eckiger Form. Es handelt sich um die Negativ-Formen



Abb. III.15 Negativ-Formen von Gipsrosen im Gamsberg-Quarzit

von Gipsrosen oder Sandrosen, die sich im Wasser flacher Senken vor ca. 130 Millionen Jahren gebildet haben. Der Gips ist durch die Verwitterung völlig weggelöst, die Form allerdings ist im harten Quarzit über Jahrtausende erhalten geblieben.

Mit etwas Glück kann man sogar noch eine kleine geologische Sensation entdecken. Im östlichen Bereich des Plateaus in der Nähe des Abstiegs durchziehen Gänge von braunrotem sehr feinkörnigem Quarzit den hellen Quarzit, von dem sie sich deutlich unterscheiden. Sie werden bis zehn Zentimeter dick, und wenn man erst mal einen solchen Gang entdeckt hat, dann kann man sehen, dass vereinzelt gut gerundete Flussgerölle in diesen Gängen stecken, aber auch eckiger Schutt. Es handelt sich wiederum um Erdbebenspalten, die später als diejenigen im Gamsberggranit aufgerissen sind. Was diese Spalten füllt, ist Material aus Gesteinsschichten, die einst über dem heute erhaltenen Gamsbergquarzit lagen.

Mit der Trennung Afrikas von Südamerika und der Hebung der Randstufe sowie nachfolgenden starken klimatischen Veränderungen, gewannen tiefreichende Erosionsprozesse enorm an Dynamik, die letztlich das heutige Landschaftsbild geschaffen haben. Jüngere Gesteine wurden im Laufe der Zeit erodiert und dadurch ältere Gesteins-Formationen freigelegt, wobei der Abtragungsschutt meist in Richtung Westen zum Atlantik hin transportiert worden ist. Wenn man heutzutage zum Beispiel östlich vom Gamsberg durch den Kuiseb-Canyon wandert, dann kann man dort im verfestigten Schotter Gamsbergquarzite finden. Das sind Spuren der Abtragung der früheren riesigen Quarzitplatte, die inzwischen auf dem Großen Gamsberg nur noch etwa drei Quadratkilometer groß ist. Fließende Gewässer haben diese Abtragungen hierher verfrachtet. Die immer weiter wirkende Erosion und der Kuiseb werden dafür sorgen, dass diese Quarzite immer weiter Richtung Atlantik transportiert werden, an dessen Küste sie schließlich wieder zu Sand zerkleinert werden. Womit dann ein Jahrtausende dauernder Kreislauf geschlossen ist.

Fragt man sich, warum gerade im Gamsberggebiet die beiden Quarzitreste erhalten geblieben sind, dann ist zu berücksichtigen, dass diese beiden Flächen auf hochaufragenden Granitmassen liegen, die im Nordwesten an weichere Schiefergesteine grenzen und im Osten wahrscheinlich an jüngere Ablagerungen. Nachdem die harte Quarzitplatte einmal von Erosion oder Erdbeben durchschnitten war, schritt die Abtragung auf den weicheren Partien natürlich rascher voran. Die auf den Granitauftragungen des Kleinen und Großen Gamsberg gelegenen Quarzite wurden so bereits in früherer Zeit isoliert. Da diese Erosionsreste relativ klein und völlig eben sind, kann sich der auf sie fallende Niederschlag nicht sammeln und nicht aktiv an der Erosion teilnehmen. Die Abtragung der Quarzitplatten ist nur durch allmähliches seitliches Abbrechen möglich, ein Prozess, der in vollem Gange ist.

Wenn man heute auf dem Gamsbergplateau steht, etwa an dem bekannten Touristen-Aussichtspunkt, dann lässt sich leicht erkennen, dass die Abtragungsvorgänge unvermindert weiter gehen. In vielen Jahrtausenden wird also auch der Gamsberg, trotz seines schützenden Quarzit-Deckels, durch die seitlich angreifende Erosion vollständig abgetragen sein.



Abb. III.16 Am Aussichtspunkt auf dem Gamsbergplateau

**Quellenverzeichnis:**

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. James Edward Alexander<br/>Entdeckungsreise in das Innere Südwestafrikas<br/>Verlag Schreibstube Probeer Windhoek</li> <li>2. Nicole Grünert<br/>Namibias faszinierende Geologie<br/>Hess Verlag</li> <li>3. Reinhold Wittig<br/>Fossile Erdbebenspalten am Großen Gamsberg</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Klaus Hüser u.a.<br/>Namibia – Eine Landschaftskunde in Bildern<br/>Hess-Verlag</li> <li>5. K. E. L. Schalk<br/>Geologische Geschichte des Gamsberggebietes<br/>SWA Wissenschaftliche Gesellschaft<br/>Windhoek 1982/83</li> </ol> |
|--|--|



# Der Gamsberg und seine biologische Vielfalt

Von Tharina Bird, Übersetzung Ernst von Voigt

Auf dem Gamsberg in Namibia ist man nicht nur den Sternen näher, sondern man befindet sich auch inmitten einer einzigartigen Flora und Fauna. Unser namibisches Mitglied Tharina Bird arbeitet derzeit im "National Museum of Namibia" als Kuratorin für Spinnen und Tausendfüßler. Ihre Arbeit führte sie auch öfter auf den Gamsberg. In dem folgenden Beitrag schildert sie die Besonderheiten dieses verletzlichen Biotops sowie Maßnahmen zu seinem Schutz.

Der Name „Gamsberg“ leitet sich aus dem Wort „Gams“ ab, mit dem die einheimischen Nama einen flachen Stein bezeichnen. Der Gamsberg liegt an der Namib-Randstufe, welche die extrem trockene Tiefebene im Westen von dem weiter landeinwärts gelegenen Hochplateau im Osten trennt. Er ragt 1097 Meter über seine Umgebung hinaus und ist mit einer Höhe von 2347 Metern die dritthöchste Erhebung Namibias. Höher sind nur noch der Brandberg mit 2573 m und die Aua-Berge mit 2479 m. Der Gamsberg hat ein für Tafelberge charakteristisches und relativ kleines Plateau. Seine typische Silhouette ist an klaren Tagen weit über 100 Kilometer sichtbar.

## Der Gamsberg: Zeuge der Erdgeschichte

Die Geologie des Gamsbergs ist faszinierend: Der Berg besteht hauptsächlich aus Granit, der vor 1,1 Milliarden Jahren durch vulkanische Aktivitäten emporgehoben worden ist. Darüber liegt eine 20 bis 30 Meter dicke Schicht aus Quarzit. Sie besteht aus versteinertem Sand und stammt aus einer Zeit vor 180 Millionen Jahren, als das südliche Afrika vollständig von Wüste bedeckt gewesen ist. Später durchschnitten mächtige Flüsse das Gebiet und setzten den Granit der Erosion aus. Zahlreiche runde Quarzkiesel auf dem Gamsberg zeugen noch heute von diesen Vorgängen, die im frühen Tertiär – also vor etwa 65 Millionen Jahren – stattgefunden haben.

## Biologische Vielfalt

Auch die biologische Vielfalt auf dem Gamsberg ist einzigartig: Seine Höhe und die Abgeschiedenheit von vergleichbaren Bergen haben die Entwicklung der Arten sehr begünstigt. Zudem ist der Steilhang des Gamsbergs bekannt dafür, eigene Tier- und Pflanzenarten zu beherbergen. Die Höhe, das Erscheinungsbild, der steile Abhang sowie die durch kleinere Landschaftsmerkmale und die Art des Bodens hervorgerufenen Mikroklimata geben der Artenverteilung eine zusätzliche Dimension.

Obwohl das Plateau des Gamsbergs nicht so artenreich ist wie der Steilhang, bietet es einer einzigartigen Pflan-



Abb. III.17 *Euryops walterorum* ist ein nur auf dem Gamsberg heimisches Asterngewächs

zen- und Tierwelt Heimat. Zu den bekanntesten endemischen Arten gehört *Euryops walterorum*, ein Strauch aus der Ordnung der Asterngewächse. *Euryops walterorum* existiert – weltweit einmalig! – ausschließlich auf dem mit ca. 2.3 Quadratkilometern vergleichsweise kleinen Gamsbergplateau. Dort freilich ist die Pflanze sehr zahlreich und bietet dem Betrachter während des Frühjahrs mit ihren gelben Blüten einen prachtvollen Anblick.

## Der Gladiator

Über die Insekten- und Spinnenwelt des Berges war erstaunlicherweise lange Zeit nur sehr wenig bekannt. Daher hat das National Museum of Namibia 2003 mit einer Untersuchung der wirbellosen Tiere am Gamsberg begonnen. Obwohl die dabei erhobenen Daten noch vollständig ausgewertet werden müssen, gibt es bereits interessante und nennenswerte Erkenntnisse:

Im Jahr 2002 wurde eine bislang unbekannte Insektenordnung entdeckt, die aufgrund ihrer martialischen Panzerung „Gladiator“ genannt wurde. Zum ersten Mal seit 1915 wurde damit überhaupt eine neue Ordnung in der Klasse der Insekten beschrieben! Eine solche Entdeckung hielt man bislang für sehr unwahrscheinlich, und entsprechend sorgte die Nachricht weltweit für Schlagzeilen.



Abb. III.18 *Mantophasma gamsbergense* ist ebenfalls nur auf dem Gamsberg anzutreffen und gehört zu der erst 2002 entdeckten Ordnung der Gladiatoren

Der erste lebende Gladiator wurde auf dem Brandberg in Namibia gefangen – gefolgt von weiteren Exemplaren in anderen Teilen des südwestlichen Afrika. Dennoch ist es nicht alltäglich, einen Gladiator zu finden, und so ist jeder einzelne Fund etwas Aufregendes. Auch der erste auf dem Gamsberg gefangene Gladiator war eine Sensation. Er gehörte zudem einer neuen Art an, die seitdem in der Fachwelt unter dem wissenschaftlichen Namen *Mantophasma gamsbergense* bekannt ist.

## Gefahr durch Pflanzen und Steinmännchen

Obwohl der Gamsberg sehr abgelegen und nur schwer erreichbar ist, drohen ihm vor allem von zwei Seiten Gefahren: Zum einen ist es das Eindringen fremder, ursprünglich nicht auf dem Gamsberg vorkommender Pflanzen – sogenannter Neophyten – und zum anderen ein mangelndes Bewusstsein über den Wert der Steine auf dem Bergplateau. Beides könnte zum Aussterben von Arten führen.

Neophyten fassen zumeist als Samen Fuß, der durch Fahrzeuge oder durch die Schuhsohlen von Besuchern auf den Berg transportiert werden. Die eindringenden Pflanzen wachsen nicht friedlich neben der angestammten Vegetation der Gegend, sondern konkurrieren aktiv mit ihr und verdrängen sie manchmal. Solche Pflanzen sollten wachsam bekämpft werden, sobald sie in Erscheinung treten.

Eine andere mögliche Gefahr droht dem Leben auf dem Plateau vom unbedachten Umgang mit den Steinen. Hier denke ich besonders an die „Steinmännchen“, am Rand des Plateaus. Ursprünglich sollten sie den Fußpfad



Abb. III.19 Diese Steinmännchen sind nicht nur überflüssig, sondern sie bedrohen auch die empfindliche Flora und Fauna des Gamsberges

markieren, doch heute nehmen sie in Größe und Anzahl in einer Weise zu, die weit über jede Funktionalität hinaus geht. Betrachtet man die Ebenheit des Plateaus und das Fehlen von Landschaftsmerkmalen, die Schutz bieten könnten, so wird klar, wie wichtig diese Steine als Zufluchtsort und sichere „Kinderstube“ für zahlreiche Organismen auf dem Berg sind. So sind diese durch Menschenhand geschaffenen Steinmännchen nicht nur ein visueller Störfaktor in dieser dramatischen Landschaft, sondern sie reduzieren vor allem die ohnehin spärlichen Versteckmöglichkeiten.

## IAS-Maßnahmen für den Schutz

IAS-Mitglieder werden sich nun fragen, welchen Einfluss ihre Aktivitäten auf den Gamsberg haben. Man muss dem Verein hoch anrechnen, dass alle benötigten Materialien – einschließlich des Sandes für Beton – auf den Berg gebracht und sämtlicher Abfall auch wieder hinunter genommen wird. Auch trägt der Grundsatz des Vereins, keine neuen Gebäude zu errichten, sondern vorhandene Strukturen zu renovieren und anzupassen, dazu bei, den ästhetischen Charakter des Berges zu bewahren und Schaden zu vermeiden. Ebenso sorgen die dezent markierten Fußwege zwischen den Gebäuden dafür, dass keine wilden Trampelpfade entstehen.

Kurz gesagt: Der Gamsberg ist ein einzigartiges Merkmal in Namibias Landschaft, das eine einzigartige Tier- und Pflanzenwelt beherbergt. So sollte der Gamsberg auch geachtet und geschützt werden. Und er ist tatsächlich ein würdiger Bestandteil des IAS-Logos!

# Die Farm Hakos

Von Werner Roßnagel



Abb. III.20 Die Hakosfarm

Optimaler Ausgangspunkt für den Ausbau des Gamsbergs und bester Standort für die Basisstation der IAS ist die wunderschön am Rande der Hakosberge gelegene Hakosfarm. Walter Straube betreibt sie zusammen mit Tochter Waltraud Eppelmann und Schwiegersohn Friedhelm Hund.



Abb. III.21 Unsere Gastgeber auf Hakos: Walter Straube, Tochter Waltraud Eppelmann und Schwiegersohn Friedhelm Hund

Walter wurde 1937 in Windhoek, damals Südwestafrika, geboren. Sein Vater kaufte die Farm Hohenheim 1938. Die Schulzeit verbrachte Walter in Windhoek und die Ferien auf der 130 km entfernten Farm. Seine Lehrzeit absolvierte er bei der Windhoeker Maschinenfabrik

und vollendete dort seine Ausbildung als „Schlosser und Schweißer“. Danach packte ihn die Reise- und Entdeckungslust und führte ihn knapp ein Jahr lang nach Deutschland. Walter heiratete Elisabeth 1960, und es wurden ihnen vier Kinder geschenkt. Vier Jahre lebten sie in Walvis Bay, wo Walter in einer Schlosserwerkstatt tätig war. 1966 zog die Familie auf die Farm Hohenheim. Unermüdlich baute er die Farm auf: Zäune spannen, Pads bauen, Dämme schieben, Bohrlöcher schlagen; Schaf- und Rinderzucht, bauen, reparieren ... „Farmer“ ist wohl der vielseitigste Beruf den es gibt; dazu gehört Unabhängigkeit und Selbständigkeit, d. h. in jeder Lebenssituation „einen Plan machen“. „Gib Walter ein Stück Draht und er baut Dir ein Telefon“ und „den Kindern gab er Pudermilch – da konnte man Wasser sparen und die Windeln nur ausklopfen!“

Walter war weiterhin intensiv mit dem Aufbau und der Instandhaltung des Gamsbergs verbunden, wo das Max-Planck-Institut eine Astro-Forschungsstation betrieb. 1984 kaufte er die Nachbarfarm Hakos dazu. Diese baute er selbst innerhalb von 10 Jahren zur Gästefarm aus, deren Tore sich 1998 öffneten. Hakos hat seinen besonderen Reiz bei Astronomen und Naturliebhabern gefunden. Heute bewirtschaftet Walter die Farm Hohenheim immer noch mit Rinderzucht und Hakos als Gästefarm, zusammen mit Tochter und Schwiegersohn. Sein Leben stand nie still. Er genießt die Natur, den Sonnenuntergang und



Abb. III.22 Die seltenen Bergzebras sind häufig auf Hakos zu beobachten

das prasselnde Lagerfeuer, den Klang der Mundharmonika und das Singen; er hat Humor und ist sehr hilfsbereit. „Abtreten“ ist ein Fremdwort und so baut Walter unentwegt an seinem Lebens- und Meisterwerk weiter, seiner „Universität“. Walter gehört zum Urgestein Namibias.

Die Tochter Waltraud ist nunmehr die dritte Generation der Straubes in Namibia. Nach längerem Aufenthalt in Europa ist sie seit 1998 wieder zurück und hilft ihrem Vater dabei, die Farm zu führen.

Ihr Ehemann Friedhelm ist in Deutschland geboren und lebt erst seit 2000 in Namibia. Er arbeitet auf der Farm sowie im Gästebetrieb mit. Friedhelm ist ebenfalls Mitglied bei der IAS und beschäftigt sich intensiv mit der Beobachtung von veränderlichen Sternen.



Abb. III.23 Gemsböcke (Oryx-Antilopen) erfreuen nicht nur das Auge, sondern häufig auch den Gaumen auf Hakos



Abb. III.24 Kurz nach der Regenzeit kann man ein grünendes und blühendes Hakos erleben

Ohne die tatkräftige Hilfe der Familie Straube und ihrer Farm-Mitarbeiter wäre der Aufbau der IAS-Sternwarte auf Hakos und auch die bisherigen Arbeiten auf dem Gamsberg nicht möglich gewesen. Da Walter und Friedhelm selbst astronomisch aktiv sind, sind sie stets erste Hilfe und Anlaufstelle bei jeglicher Art von technischen Problemen oder bei Fragen zum Betrieb der IAS-Einrichtungen.

Zwei eigene Sternwarten und diverse Instrumente und Außensäulen können von Gästen gemietet werden. So besteht auch für begleitende Nichtmitglieder der IAS die Möglichkeit zu eigenen astronomischen Beobachtungen oder die Gelegenheit, an einer abendlichen Himmelsführung auf der Hakos-Sternwarte teilzunehmen.

**Quelle:**

<http://www.hakos-astrofarm.com>



Abb. III.25 Hakosfarm mit IAS-Sternwarte



*Abb. III.26 Sonnenuntergang –*



*Abb. III.27 – und Monduntergang hinter den Hakosbergen*



# IV. Astronomische Arbeit



*Abb. IV.1 Letzte Vorbereitungen für die Beobachtungsnacht*



# Teleskopausrüstung

## Celestron C11

Optisches Design: Schmidt-Cassegrain  
Öffnung: 279 mm / 11 Zoll  
Brennweite: 2800 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/10  
mit GEC: f/5 oder f/6,5

Das Teleskop kann an den Außensäulen eingesetzt werden



## Celestron C14

Optisches Design: Schmidt-Cassegrain  
Öffnung: 255,6 mm / 10 Zoll  
Brennweite: 3910 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/11  
mit GEC: f/5,5 oder f/7,2



## Takahashi Epsilon 160

Optisches Design: Hyperbolischer Newton-Astrograph  
Öffnung: 160 mm / 6,3 Zoll  
Brennweite: 530 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/3,3

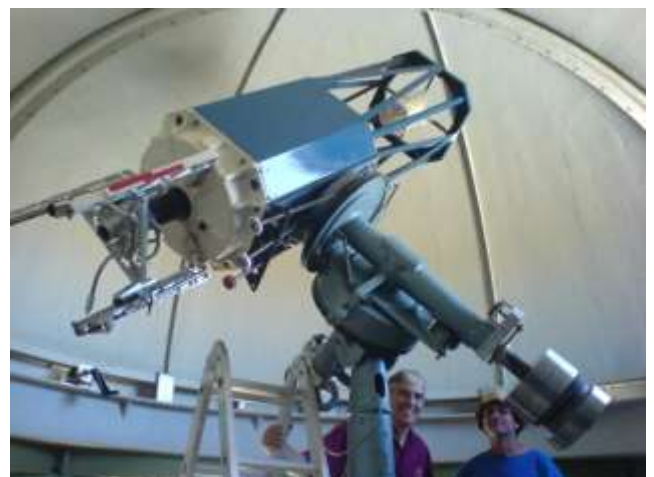
Das Teleskop kann an den Außensäulen eingesetzt werden



## IAAT 40-cm-Cassegrain

Optisches Design: Cassegrain  
Öffnung: 400 mm / 16 Zoll  
Brennweite: 6280 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/15,7

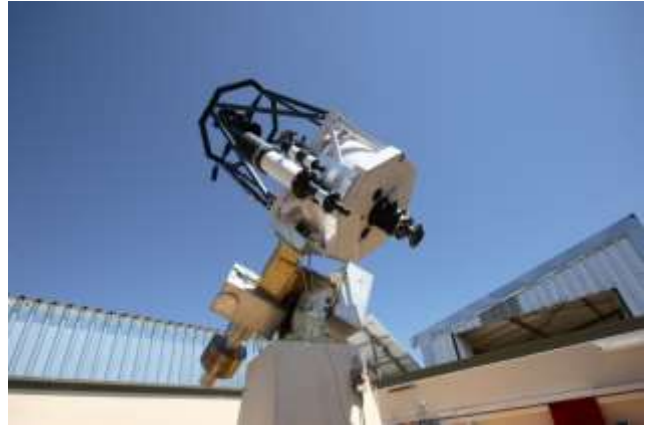
Fest installiert auf Zeiss-Montierung  
in 4,2-m-Kuppel, Steuerung FS2



## Keller 50-cm-Cassegrain

Optisches Design: Cassegrain mit Primärfokus-  
option und Korrektoren für  
Primär- und Sekundärfokus  
Öffnung: 500 mm / 20 Zoll  
Brennweite: 1500 mm  
Res. Öffnungsverhältnis PF: f/3,0  
Sek.-Fokus mit Korrektor: f/9,0 (f = 4500 mm)  
Sek.-Fokus mit Reducer: f/6,0 (f = 3000 mm)

Fest installiert auf Liebscher Montierung  
in Rolldachsternwarte, Steuerung FS2



## IAS 50-cm-Newton (AK3)

Optisches Design: Newton-Astrograph  
Öffnung: 508 mm / 20 Zoll  
Brennweite mit 4-Zoll-  
Wynne-Korrektor: 1923 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/3,8  
Nutzbares Feld: 60 mm  
Mit 3-Zoll-Reducer: f/2,8 (f = 1404 mm)  
Nutzbares Feld: 28 mm

Fest installiert auf Englischer Rahmenmontierung  
in Rolldachsternwarte, Steuerung FS2



## MPIA/IAS 71-cm-Newton

Optisches Design: Newton  
Öffnung: 710 mm / 28 Zoll  
Brennweite mit Wynne-Korrektor:  
tor: 3117 mm  
Res. Öffnungsverhältnis: f/4,4

Nach Fertigstellung fest installiert auf Gabelmontierung,  
Rolldachsternwarte Gamsberg



Neben einigen weiteren kleineren Teleskopen stehen für die  
Freunde der visuellen Astronomie noch verschiedene Dob-  
son-Teleskope mit Öffnungen von 10 Zoll, 12 Zoll und 17,5  
Zoll zur Verfügung.

# Astrofotografie

Von Werner Roßnagel

## Einleitung

Wenn man von der visuellen Astronomie absieht, die heutzutage eigentlich nur noch von Amateuren und hauptsächlich aus Spaß an der Freude betrieben wird, beruht nahezu die gesamte übrige Astronomie auf der Astrofotografie. Mit verschiedensten Sensoren ist es heutzutage möglich, Bilder von Objekten des Weltalls in den unterschiedlichsten Spektralbereichen der elektromagnetischen Strahlung zu gewinnen – von harter Gammastrahlung bis zu Funksignalen im Meterwellenbereich.

Für den Amateur zugänglich bleibt aber nahezu ausschließlich der visuelle Bereich – mit Spezialsensoren und -Filtern etwas erweitert in den UV- und den IR-Bereich.

In den folgenden Kapiteln werden verschiedene photometrische und astrometrische Anwendungen der Astrofotografie beschrieben. Hier wird in der Zwischenzeit nahezu ausschließlich mit elektronischen CCD-Kameras gearbeitet. Mehrere unserer Mitglieder sind auf diesem Gebiet aktiv tätig mit beachtlichen Beiträgen zur wissenschaftlichen Astronomie.

Daneben gibt es die „Lustfotografen“, die, ähnlich wie die Freunde der visuellen Astronomie, hauptsächlich von der Freude an schönen Bildern des Weltalls geleitet und oft auch berauscht werden (vgl. S. 123). Dazu zählen wohl immer noch die meisten der IAS-Mitglieder, auch wenn manche davon gelegentliche Ausflüge in die „ernste“, die wissenschaftliche Astronomie unternehmen.

In diesem Kapitel soll hauptsächlich von dieser Art der Astrofotografie die Rede sein. Auch wenn deren Produkte oft etwas abfällig „Pretty Pictures“ genannt werden, stellen sie doch den Löwenanteil bei Veröffentlichungen, Ausstellungen und Vorträgen unserer Mitglieder. Auch wissenschaftliche Abhandlungen schmücken sich gerne damit. Immer häufiger schaffen es IAS-Bilder in die „APOD“-Galerie der NASA (Astronomy Picture Of the Day), wo sie mit Bildern professioneller Großsternwarten konkurrieren und sie gelegentlich sogar übertreffen. Ermöglicht wurde dies durch einen Wandel der Astro-Aufnahmetechnik, der für die Amateure gerade in den zehn Jahren, seit die IAS besteht, phantastische



Abb. IV.2 Centaurus A, SW-Aufnahme 1954, Fotoplatte am 5-m-Teleskop, Mt. Palomar



Abb. IV.3 Centaurus A, Farbaufnahme 2009, DSLR-Kamera Canon EOS 5D Mk2 am 50-cm-Cassegrain-Teleskop auf Hakos

neue Möglichkeiten geschaffen hat – der Wandel von der chemischen (Film-) Fotografie zur Digitaltechnik.

Beispielhaft für diese Entwicklung seien Abb. IV.2 (Aufnahme aus dem Jahr 1954 mit dem 5-m-Spiegel von Mt. Palomar auf Fotoplatte) und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** (Aufnahme aus dem Jahr 2009 mit dem 50-cm-Keller-Cassegrain und mit moderner DSLR-Kamera) gegenübergestellt.

## Chemische Fotografie

In den ersten Jahren der IAS wurden die meisten „Pretty Pictures“ noch mit Hilfe der Chemie auf Zelluloid, besser Azetat, gemacht. Die damals verfügbaren CCD-Kameras waren sündhaft teuer und hatten sehr kleine Bildfelder. Der Aufnahmeprozess war relativ mühsam. Allenfalls als Guiding-Kamera setzte man damals schon die legendäre ST 4 von SBIG ein. Das geläufigste Format für die Filmfotografie war das Kleinbildformat 24 x 36 mm. Spezialisten wagten sich ins Mittelformat bis 6 x 7 cm.

Für die Aufnahmen genügten einfache und preiswerte Kameragehäuse mit mechanischem Verschluss – bei moderneren elektrisch ausgelösten Kameras brauchte das Offenhalten des Verschlusses meist so viel Strom, dass die eingebaute Minibatterie oft bereits während einer einzigen Langzeitbelichtung ihren Geist aufgab. Mit guten Standard-Fotoobjektiven konnte man leicht auch große Himmelsfelder aufnehmen.

Ein gewisses Problem stellten die Filme dar. Die attraktivsten Emissionsnebel leuchten vorwiegend bei 656 nm, einer Wasserstofflinie aus der Balmerreihe. Gängige Schwarzweiß- und auch die meisten Farbfilme sind in diesem Bereich meist schon sehr unempfindlich. Hinzu kam der sogenannte Schwarzschild-Effekt, der bewirkt, dass bei langen Belichtungszeiten die Empfindlichkeit des Filmes exponentiell abnimmt. Auf diese Weise hat

ein an und für sich empfindlicher Film von z. B. 800 ASA bei einer Belichtungszeit von einer halben Stunde nur noch etwa 50 ASA. Gleichzeitig weist er aber leider immer noch die Körnigkeit eines 800-ASA-Filmes auf. Noch komplizierter wird es beim Farbfilm, wenn die verschiedenen Farbschichten unterschiedliche Schwarzschildfaktoren aufweisen. Das führt zu Farbverschiebungen.

In einem gewissen Maße konnte man dem Schwarzschild-Effekt durch das Verfahren der „Hypersensibilisierung“ ein Schnippchen schlagen. Allerdings komplizierte das die Sache noch weiter. „Gehyperte“ Filme waren unter Normaltemperaturen nicht lange haltbar und mussten bis zum Einsatz tiefgekühlt gelagert werden. Außerdem mussten sie speziell entwickelt werden, was nur bestimmte Labors anboten oder was man selbst durchführen musste.

Da die Hersteller ihre Emulsionen häufig und manchmal auch ohne Ankündigung veränderten, war der Astrofotograf ständig auf der Suche nach den optimalen Filmen. Dauerbrenner waren nur der Kodak-Technical-Pan-Film als Schwarzweißfilm und der Kodak-Ektachrome-E200-Diafilm im Farbbereich. Alle übrigen Filme wechselten immer wieder oder verschwanden ganz vom Markt. Hatte man einmal einen Favoriten gefunden, so legte man sich tunlichst eine ausreichende Reserve davon in die Tiefkühltruhe.

Insbesondere bei „schnellen“ Öffnungsverhältnissen war die Fokussierung äußerst problematisch. Um absolute Planlage zu erreichen musste der Film mit Vakuumpumpen an eine ebene Lochplatte gesaugt werden. Insbesondere beim Mittelformat kam man um diese Maßnahme nicht herum. Eine direkte Schärfekontrolle am Film war nicht möglich, auch bei Spiegelreflexkameras war die Schärfe nur sehr schwer einzustellen. Oft sind Spiegel oder Sucheroptik nicht korrekt justiert. Zwar ließ sich der Fokus mit der Messerschneidemethode auf hundertstel Millimeter einstellen, Voraussetzung war aber, dass die Fokuseinrichtung hundertprozentig auf die Filmebene justiert war und man diese Methode perfekt beherrschte.

In Kenntnis dieser Unsicherheiten – auch weil manche Objekte infolge der steilen Gradation der verwendeten Filme präzise Belichtungszeiten erforderten – entwickelten die wahren Künstler unter den Astrofotografen ihre Filme stets selbst vor Ort. Meine uneingeschränkte Bewunderung gilt hierbei Michael Jäger, dem „Kometenjäger“ aus der Wachau, der es auf Hakos tatsächlich jeden Morgen zum Frühstück schaffte, die bereits entwickelten Filmschnipsel der nächtlichen Aufnahmen seiner Schmidt-Kamera zu präsentieren.

Ich selbst ging aus Angst vor Staub und Kratzern auf meinen wertvollen Filmen nie so weit. Mit dem Erfolg, dass ich stets zu Hause erst bemerkte, dass der Fokus wieder einmal leicht daneben lag oder das gewünschte Objekt nur halb auf dem Bild zu sehen war. Dafür hatte ich eine starke Motivation, so schnell wie möglich wieder nach Namibia zu reisen.

## Digitale Fotografie

Etwa seit 2005, als leistungsfähige digitale Spiegelreflexkameras für den Normalmenschen erschwinglich wurden, ist die Zeit der Chemie – abgesehen von ein paar

Nostalgikern – bei der Astrofotografie endgültig vorbei. Zur Freude von Waltraud, deren Küche seither nicht mehr jede Nacht in eine Giftküche verwandelt wird.

Statt in der Giftküche sitzt man nun tagtäglich an seinem Laptop, um die Bilderergebnisse der Nacht zu verarbeiten und zu analysieren.

Die Astrofotografie ist kein wesentlicher Markt für die Chiphersteller. Wegweisende Entwicklungen und preiswerte Technik gab es hier deswegen nur, wenn Massen Anwendungen ins Auge gefasst werden konnten.

In den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts waren das zunächst die Videokameras. Schmalfilmkameras waren das erste Opfer der digitalen Revolution und verschwanden schon damals nahezu vollständig vom Markt. Die Videochips der neuen Camcorder waren klein, es genügten etwa 100 000 bis 300 000 Bildpunkte (Pixel) um eine den üblichen Super-8-Filmen entsprechende Qualität zu erreichen.

Bis über das Jahr 2000 hinaus waren daher auch die Chips der CCD-Astrokameras recht klein oder sehr teuer. Verbesserungen gab es in erster Linie in Empfindlichkeit und Spektralverhalten.

Bereits um 1990 brachte SBIG die ST 4 auf den Markt, eine Guiding-Kamera, die bis 2001 gebaut wurde und heute noch vielfach im Einsatz ist. Gerade mal 192 x 164 Pixel auf einer Fläche von 2,6 x 2,6 mm revolutionierten die Nachführung am Teleskop und brachten die ersten kleinen Schwarzweiß-Bildchen des gestirnten Himmels. Bald folgten leistungsfähigere CCD-Kameras. Die Chipgröße blieb aber lange beschränkt auf wenige Millimeter.

Etwa ab 2002 wurden die Digicams, die digitalen Kompaktkameras, zum Massengeschäft. Hier ging es nicht nur um die Zahl der Pixel. Auch die Speicherkarten, Übertragungstrecken und die PCs mussten erst soweit entwickelt werden, dass sie mit der Datenflut zurechtkamen. Mit den Digicams verschwanden zunächst die einfachen Kompaktkameras vom Markt. Die Chips waren aber nicht viel größer als bei den Camcordern. Einige Digicams waren relativ rauscharm und erlaubten bereits Belichtungszeiten bis zu einer Minute. Da Digitalkameras keinen Schwarzschildeffekt kennen, waren damit – in eingeschränktem Umfang – Astroatnahmen möglich. Am Teleskop ließen sich diese Kameras aber nur bedingt einsetzen, da das Objektiv nicht abnehmbar war. Bei der Fotografie durch das Okular kamen bis zu 15 Linsen in den Strahlengang, die optimale Ergebnisse nur in Ausnahmefällen zuließen.

Das änderte sich mit dem Aufkommen der Webcams, deren Miniobjektive leicht entfernt und durch einen Adapter an 1,25“ ersetzt werden konnten. Anfänglich nur mit 200 x 320 Pixeln ausgestattet entwickelte sich schnell die VGA-Auflösung von 480 (400) x 640 Pixel – bereits die 10-fache Pixelzahl der ST 4 – zum Standard. Sie konnten damit direkt im Hauptfokus betrieben werden, allerdings normalerweise nur im Videomodus mit kurzen Belichtungszeiten. Trotzdem revolutionierten diese Geräte bald die Fotografie von Mond und Planeten. Durch Selektion und Aufaddieren von hunderten von Einzelbildern und anschließende softwaremäßige Schärfung ließen sich bald Planetenbilder erzeugen, wie sie selbst bei professionellen Großsternwarten bisher nicht möglich waren. Legendär sind die Marsaufnahmen von Sebastian Voltmer bei der Jahrhundertopposition 2003 mit der Webcam an unserem C14 (Abb. IV.4). Eine letzte Bastion der vi-

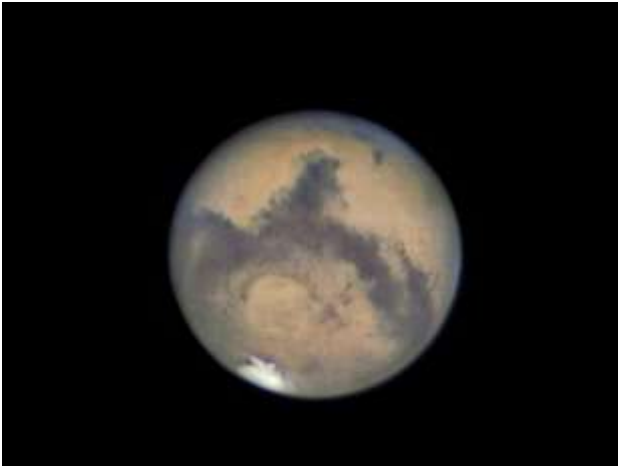


Abb. IV.4 Marsaufnahme während der Opposition 2003, erzeugt aus 1100 Einzelaufnahmen einer Webcam

suellen Astronomie, die Entdeckung feiner Oberflächendetails in kurzen Momenten guten Seesings, wurde damit der Fotografie in Form des „Lucky Imaging“ zugänglich. Und das zum Teil mit Kameras, die weniger als 100 € kosteten. Verbesserte Exemplare beherrschen heute die Beobachtung von Mond und Planeten, Sternbedeckungen und Doppelsternen und erlauben, mit ultrakurzen Belichtungszeiten, bereits Speckle-Interferometrie für Amateure (S. 96).

Im Herbst 2003 brachte Canon die DSLR-Kamera EOS 300D zu einem Preis von ca. 1000 € auf den Markt, der die digitale Spiegelreflexfotografie erstmals auch dem Amateur zugänglich machte. Das Bildformat von 22,7 x 15,1 mm entsprach etwa dem APS-Filmformat. 6,3 Megapixel in einer 3072 x 2048 Matrix brachten eine Auflösung und Pixelgröße, die es bei der Astro-CCD-Fotografie bisher nicht gab.

Nachdem diese Entwicklung angestoßen war, folgten sehr rasch andere Hersteller und es gab schnelle Modellwechsel. Bei Canon kam 2004 die halbprofessionelle EOS 20D mit 8,2 Mp, es folgten rasch 30D, 40D und 50D.

Aus dem gleichen Grund, wie früher die Filmhersteller, hatten die Digitalhersteller den Rotbereich durch ein Filter irgendwo bei 620 nm abgeschnitten, um eine natürliche Farbabstimmung zu erzielen.

Dieses Filter war fest eingebaut und ließ sich nicht ohne weiteres entfernen. Umbauanleitungen für Canon- und Nikonkameras zirkulierten bald. Einige Firmen (Hutech, Baader) boten auch den professionellen Filtertausch an mit Spezialfiltern bis etwa 700 nm. Diese umgebauten DSLR-Kameras sind heute weit verbreitet als preiswerteste Großbild-Digital-Astrokameras.

Im Jahr 2005 brachte Canon – bisher einmalig in der Consumerbranche – eine Spezialversion EOS 20Da mit erweitertem Durchlassbereich für die Astrofotografie auf den Markt. Allerdings musste auch Canon die Erfahrung machen, dass Astrofotografie kein Massenmarkt ist und nahm daher die 20Da bereits nach einem Jahr wieder aus der Produktion.

Mit dem Trend und der Verfügbarkeit der größeren Chips konnten und mussten auch die Astrokamerahersteller nachziehen. Ab 2005 brachte SBIG seine STL-Serie auf den Markt, die CCD-Chips bis zum Vollformat 24 x 36 mm bietet. Allerdings zu dem stolzen Preis von über 8000 €, der nur für wenige Amateure erschwinglich ist.

Dieselbe Größe bot Canon mit seiner EOS 5D MarkII Ende 2008 für rund ein Viertel dieses Preises an.

Mit dem Vollformat hat man jetzt alle Möglichkeiten des Kleinbilds und kann auch dessen Objektive verwenden, sofern es Spitzenoptiken sind, die die hohe Auflösung der Chips wirklich ausreizen.

Alle astronomischen Kameras sind bisher mit CCD-Chips ausgerüstet. Die neuen DSLR-Kameras arbeiten vorwiegend mit CMOS-Chips, die für Fotokameras einige Vorteile bieten. Neben dem deutlich geringeren Stromverbrauch und der höheren Geschwindigkeit findet auch ein Großteil der Signalverarbeitung direkt auf dem CMOS-Chip statt, und erspart dadurch aufwendige Schaltungen in der Peripherie. CMOS-Chips werden meist von den Kameraherstellern selbst entwickelt und enthalten eine Menge intelligenter Elektronik, die gern geheim gehalten wird. Dies schränkt auch bis heute die Möglichkeiten in der Photometrie ein, da der Prozess der Signalverarbeitung auf dem Chip nicht bekannt ist. CCD-Chips sind demgegenüber relativ einfach aufgebaut und liefern ein Analogsignal als Ausgangssignal, das erst danach verstärkt und digitalisiert wird. Der gesamte Signalprozess ist transparent und ermöglicht so präzise Kalibrierung und Fehlerabschätzung.

Einige weitere Schwächen der DSLR-Kameras sollen allerdings auch nicht verschwiegen werden, weswegen der Perfektionist immer noch die CCD-Astrokamera bevorzugt. DSLR-Kameras arbeiten grundsätzlich mit Farbchips. Jedes Pixel hat sein eigenes Farbfilter. Die Farbfilter sind in der sogenannten Bayer-Matrix mit zwei grünen, einem roten und einem blauen Filter angeordnet. Um die korrekte Farbe darzustellen, müssen immer die vier Pixel der Matrix zusammengefasst und ausgewertet werden. Deswegen ist die echte Auflösung deutlich geringer als die angegebene Pixelzahl. Ein sogenanntes Anti-Aliasing-Filter zur Verhinderung von Moiré-Störungen reduziert die Schärfe noch weiter. Übersprechen zwischen benachbarten Pixeln führt zur Verringerung des Farbkontrasts.

Manche dieser Schwächen lassen sich durch erhöhten Rechenaufwand kompensieren, ebenso wie das Signalrauschen, das bei CMOS-Chips immer noch höher sein soll, als bei CCD und sich eben nicht, wie bei den meisten CCD-Kameras, durch Kühlung reduzieren lässt.

Auch bei CCD-Kameras gibt es in der Zwischenzeit Farbversionen mit Bayer-Matrix. Der Purist bleibt aber bei seiner SW-Version, die höchste Empfindlichkeit und vielfältige Einsatzmöglichkeiten mit Schmalbandfiltern bis in den IR-Bereich und Einsatz auch bei schlechten Lichtverhältnissen mit langen Brennweiten ermöglicht. Aufnahmen mit Rot-, Grün- und Blaufiltern werden nachträglich zum Farbbild kombiniert. Der Prozess ist allerdings wesentlich aufwendiger als bei Kameras mit Bayer-Matrix, die deswegen erste Wahl für den Anfänger bleiben.

## Zukunft

Wie wird sich die Astrofotografie im Amateurbereich weiter entwickeln?

Der Trend zu immer größeren Chips hat mit dem Vollformatchip meiner Ansicht nach einen gewissen End-

punkt erreicht. Größere Chips haben keinen Massenmarkt mehr zu erwarten.

Kompaktkameras, die kompakt bleiben wollen, benötigen kleine Chips in der Größenordnung 4,5 x 6 mm. Auflösung ca. 8 – 10 Mp, mehr macht keinen Sinn.

Die nächste Stufe ist das APS-C Format mit ca. 16 x 24 mm; ein Standard, der sich für die meisten Spiegelreflexkameras eingebürgert hat. Optimale Auflösung bis 15 Mp. Viele Objektive sind in der Zwischenzeit verfügbar. Etwas kleiner ist noch das sogenannte Micro-Four-Thirds-Format mit etwa 13 x 17,3 mm für Kompaktkameras mit Wechseloptik. Im gehobenen Amateur- und unteren Profibereich wird sich die Vollformat-Spiegelreflexkamera mit dem Kleinbildformat 24 x 36 mm und einer Pixelzahl von 20 – 25 Mp etablieren.

Größere Chips sind dem ausgesprochenen Profibereich und den entsprechenden Preisklassen vorbehalten. Die neue Leica S2 kommt in Kürze mit einem Chip von 30 x 45 mm und 37,5 Mp zu einem Preis von ca. 18.000 € auf den Markt. Hasselblad setzt zu einem ähnlichen Preis noch eines drauf mit 36 x 48 mm und 50 Mp. Hiermit ist man fast schon beim unteren Mittelformat von 41,5 x 56 mm (4,5 x 6cm) angelangt und kann die entsprechenden Objektive verwenden.

Ähnlich sieht es im Bereich der astronomischen CCD-Kameras aus. Heute sind die APS-C ähnlichen Chips mit ca. 16 x 24 mm und bereits Vollformat-Chips (SBIG STL 11000) auf dem Vormarsch.

Im nächsten Jahr liefert SBIG die neue STX mit einer Chipgröße von 36 x 36 mm und 16,8 Mp aus. Die Bild-diagonale beträgt damit 52,1 mm. Hier werden 2“-Filter schon etwas knapp, so dass man auf die 40% teureren 50 x 50 mm Filter ausweichen muss.

Bei den astronomischen Kameras ist zu bedenken, dass mit größeren Chips auch weitere Folgekosten entstehen. Die Kameras werden größer und schwerer, Filter müssen größer sein, die optischen Korrektoren und Reducer werden wesentlich aufwendiger und teurer. Da bei den meisten Astroaufnahmen, insbesondere bei den „Pretty Pictures“ das Öffnungsverhältnis und nicht die Öffnung entscheidend ist, stellt sich immer die Frage, ob ein kleinerer Chip bei einem kleineren Teleskop nicht dasselbe zu einem Bruchteil der Kosten leisten kann. Als Beispiel kann ich die AK2 mit 45 cm Öffnung anführen, die ursprünglich speziell für das Mittelformat ausgelegt war. Mit sehr viel Mühe habe ich tatsächlich einige akzeptable Deep-Sky-Aufnahmen im Format 6 x 7 cm fertig gebracht. Mit meiner umgebauten EOS 20D ergab sich am 160/530-mm-Takahashi ungefähr derselbe Bild-

ausschnitt und dasselbe Öffnungsverhältnis, aber unvergleichlich bessere Bilderergebnisse als im (zugegeben noch chemischen) Mittelformat.

Eine weitere Zukunftsvision ist das Internet-gesteuerte Teleskop. Man macht seine schönen Fotos daheim vom Schreibtisch aus und erspart sich die teure und mühevollere Reise nach Namibia. So sieht es Martin Quaiser in seinem Ausblick auf S. 32. Ich bin da weit weniger optimistisch. Fast möchte ich sagen, weniger pessimistisch. Zumindest für unseren Verein sehe ich keine Möglichkeit, ein solches Projekt zu realisieren. Es sei denn mit einem relativ kleinen Teleskop von etwa 8 Zoll und ausschließlich für regelmäßige wissenschaftliche Beobachtungen.

Ein fernsteuerbares Teleskop mit einer Öffnung von mindestens 60 cm, wie es vorschwebt, erfordert einschließlich gesamter Peripherie einen Mindestaufwand von 100.000 bis 200.000 €. Wenn wir die Berichte in dieser Schrift lesen und dabei sehen, welchen Zeitaufwand schon der Aufbau relativ einfacher Strukturen in Namibia erfordert, müssten wir für eine solche Realisierung mindestens 10 Jahre veranschlagen. Dieses Teleskop kann nur in einer festen Konfiguration mit einer bestimmten Astrokamera betrieben werden. Dem Beobachter vor Ort steht es nicht zur Verfügung, es sei denn er bedient es ebenfalls über Internet. Gleichzeitig erwartet man aber von diesem Beobachter, dass er Wartung und Reparaturen vornimmt, vielleicht sogar, dass er entsprechend den Wetterbedingungen das Dach öffnet und schließt und morgens schaut, dass sich kein Pavian oder keine schwarze Mamba in das Teleskop verirrt hat.

Ich denke, dass sich dafür im Verein keine Mehrheit finden wird. Ein solches Projekt kann ausschließlich privat finanziert und gemanagt werden. Ganz zu schweigen davon, ob jemals eine genügend schnelle und bezahlbare Internetverbindung nach Hakos existieren wird.

Für mich persönlich, und ich denke für die meisten von uns, ist die Astrofotografie ein Gesamterlebnis. Dazu gehört die Anreise nach Namibia, die Schönheit des Landes, die Gastfreundschaft auf Hakos. Dazu gehört der nächtliche Blick auf den wunderbaren Himmel, aber auch die Mühe und das gelegentliche Scheitern, die Unsicherheit des Wetters und die Freude über eine perfekte Nacht. Alle diese Gefühle und Erinnerungen stecken in jedem fertigen Bild. Das möchte ich nicht missen.

Einige Meisterwerke aus der Galerie unserer „Pretty Pictures“ sind im letzten Abschnitt dieser Schrift zu bewundern.

# Wissenschaftliche Astronomie

## Gibt es einen Kleinplaneten Hakos?

Über Kleinplanetenjagd an der Sternwarte der IAS in Namibia

Von Dieter Husar

Die Antwort ist: „ja, vielleicht ...“. Aber beginnen wir doch am Anfang!

Kann man heutzutage mit Amateur-Ausrüstung noch erfolgreich Jagd auf Kleinplaneten machen? Schon wieder so eine Frage ... Immerhin gilt es hierbei, auf CCD-Aufnahmen leuchtschwache Pünktchen mit Helligkeiten von meist nur ca. 20–21 Magnituden zu vermessen, die sich in einigen Minuten langsam bewegen. Das stellt hohe Anforderungen an die Ausrüstung. Kleinplaneten-Entdeckungen finden im deutschsprachigen Raum daher überwiegend an gut eingerichteten Volkssternwarten (z. B. Bergisch-Gladbach, Drebach, Heppenheim) statt, die sich auf die systematische Verfolgung von Kleinplaneten und auf Neuentdeckungen spezialisiert haben. Zudem erscheint die Kleinplanetenjagd heute auf den ersten Blick als Gebiet, wo die Blütezeit für Amateure schon fast wieder zu Ende geht, nachdem sich zunehmend große Survey-Programme (z.B. LONEOS und LINEAR) amerikanischer Institutionen dieser Aufgabe annahmen und im Minor Planet Circular (dem offiziellen Organ für solche Publikationen) seitenweise Neuentdeckungen produzieren. Soweit ich verstanden habe, hat man vor, bis zum Ende dieses Jahrzehnts 90% aller Erdbahnkreuzer auffindig zu machen. Alles noch kein Grund aufzugeben, dachte ich 2001, bevor ich nach Namibia fuhr.

Seit der Gründung der IAS hatte ich es mir in den Kopf gesetzt, dort all die Dinge zu tun, die in Hamburg wegen des notorisch schlechten Wetters nicht so einfach möglich sind. Dazu gehörte nicht zuletzt auch die Beobachtung von Kleinplaneten, eingeschlossen die Suche nach neuen Objekten. Im Mai/Juni 2001 habe ich meinen ersten Aufenthalt auf der Farm Hakos an der gerade einsatzbereit gewordenen Sternwarte der IAS in Namibia hierzu genutzt. Das einzige größere Instrument, das damals dort zur Verfügung stand, war der 35-cm-Schmidt-Cassegrain (C14). Der nahe gelegene Gamsberg (ca. 2400m) war seinerzeit noch völlig verwaist.

Vor diesem Hintergrund sah ich durchaus gute Voraussetzungen für mein Vorhaben. Etwas Glück gehört natürlich auch dazu, einen neuen Kleinplaneten zu entdecken. Immerhin gab es damals bereits schon weit über 25000 bekannte und nummerierte Objekte. In guten Beobachtungsnächten, in denen man eine Grenzgröße von 20 mag erreicht, kam es jedoch gar nicht so selten vor, dass man unbekannte Objekte vorfindet. Das war mir auch in Hamburg schon gelegentlich gelungen, aber eine einmalige Sichtung genügt keineswegs, um die Neuentdeckung als solche zu sichern. Nach einer Neuentdeckung stellt sich sofort die Aufgabe nach der Wiederauffindung des Objektes in einer folgenden Nacht. Dies wird in Deutschland (insbesondere in Hamburg) oft durch un-

günstige Witterung vereitelt. Die Beobachtungsbedingungen in Namibia werden jedoch aufgrund vieler klarer und langer Nächte mit ausgezeichneter Transparenz und bestem „Seeing“ gerühmt. Das im Südwinter sehr konstante Wetter trägt wesentlich dazu bei, das Wiederauffinden eines neuentdeckten Objekts in einer Folgenacht zu erleichtern. Während meines Aufenthalts war es drei Wochen lang fast ständig klar und es standen aufgrund der Äquatornähe pro Nacht volle zwölf Stunden Beobachtungszeit zur Verfügung. Eine ziemliche Herausforderung!

Die gute Transparenz des Himmels in Namibia erlaubt mit dem C14 das Erreichen einer stattlichen Grenzgröße von 20 oder gar 21 mag nach nur wenigen Minuten Belichtungszeit, wobei dies nicht einmal bei Neumond sein muss. Bei den typischen Winkelgeschwindigkeiten der Kleinplaneten von ca. 30 Bogensekunden pro Stunde kann man sich leicht ausrechnen, dass Belichtungszeiten über sechs Minuten in der Regel keinen Gewinn mehr bringen, wenn man von einer Halbwertsbreite einer Sternabbildung von ca. 3 Bogensekunden ausgeht. Immerhin ist 20–21 mag etwa die Grenzgröße des POSS, des Palomar Observatory Sky Survey, der in den 50er Jahren mit dem großen 1,80-m-Schmidtspiegel des Mount Palomar auf fotografischen Platten durchgeführt wurde. Mit einer ca. fünfminütigen Belichtungszeit konnte die angestrebte Grenzgröße in Verbindung mit einer CCD-Kamera ST8E am C14 in der Regel erreicht werden. Bei reduzierter Brennweite des C14 ( $f \approx 2,70\text{m}$ ) war der Einsatz der Kamera im *2x2-binning-mode* (entsprechend 18  $\mu\text{m}$  Pixelgröße) angemessen. Das ergab meist Abbildungsgüten von  $\text{FWHM} = 1,5\text{--}2,0$  Pixel, beim Abbildungsmaßstab von 1,38 Bogensekunden/Pixel entsprechend 2–3 Bogensekunden Halbwertsbreite. Das CCD-Bildfeld maß 17,4 x 11,6 Bogenminuten. Aus verschiedenen Gründen wurde ohne „Guiding“ gearbeitet und die Methode der *Bildaddition* eingesetzt. Hierbei wurden neun Aufnahmen mit jeweils 30 sec Belichtungszeit zu einem „Median“-Bild zusammengesetzt. Die Nutzung des „Median“ anstelle einfacher Summation oder Mittelwertbildung hat den zusätzlichen Vorteil, dass störende Bildfehler unterdrückt werden, was die Detektion schwacher Objekte erheblich erleichtert. Die Bildaddition konnte mit dem Bildverarbeitungsprogramm MIRA [1] sehr zuverlässig, mit Subpixel-Genauigkeit, im „Batch“-Verfahren ausgeführt werden. Zum Erreichen der maximalen Grenzgröße ist eine bestmögliche Fokussierung Voraussetzung. Hierbei habe ich es sehr bedauert, meinen temperaturgeregelten OPTEC-Fokussierer (TCF-S) nicht mitgenommen zu haben. Dieser hätte die reichlich

mühsame Hauptspiegel-Fokussierung eines Schmidt-Cassegrain gut ersetzen können.

Wer schließlich in der Lage ist, gut fokussierte und gut nachgeführte CCD-Aufnahmen mit wenigen Minuten Belichtungszeit zu erzielen, kann sich mit guten Erfolgsaussichten auf Kleinplaneten-Entdeckungsreise begeben. Alles Weitere ist heutzutage relativ einfach geworden: Astrometrie bedeutet heutzutage nicht mehr stundenlange Vermessungen oder Berechnungen auszuführen! Hierfür stehen eine Auswahl an guter und preiswerter Astrometrie-Software (z. B. Astrometrica [2], PinPoint [3] – um nur die zu nennen, die ich selbst nutze), sowie ausgezeichnete Sternkataloge (GSC, USNO-SA2.0, USNO-A2.0, UCAC2) zur Verfügung. Mittels einer CCD-Kamera und der genannten Software ist heute jeder Amateur nach kurzer Einarbeitungszeit in der Lage, Positionsbestimmungen mit einer Genauigkeit von 0,5 Bogensekunden oder besser durchzuführen. Eine Genauigkeit, die noch vor zehn Jahren einen immensen Aufwand erforderte! Neben einer weitgehend automatischen Detektion, die bei helleren Objekten einwandfrei funktioniert, verfügt jedes dieser Programme über einen komfortablen Blinkmodus, der auch das manuelle Aufspüren lichtschwacher Kleinplaneten ermöglicht.

Obgleich es möglich sein dürfte, ohne große Formalitäten eine Kleinplanetenentdeckung zu melden, ist es sinnvoll, sich zuvor mit den Formalien der Beobachtungsmeldungen an das MPC (*Minor Planet Center* der Harvard University [4]) vertraut zu machen.

Ich beschloss daher, zunächst mit der Astrometrie hellerer Kleinplaneten (ca. 14 bis 16 mag.) für die IAS-Sternwarte einen „Observatory-Code“ beim MPC zu erlangen. Wie das geht, hatte ich bereits zuhause geübt. Seit 1998 bin ich mit dem „obs code 637 Hamburg-Himmelsmoor“ für das MPC von Hamburg aus tätig. Die Anforderungen sind für jeden Amateur erfüllbar, das MPC erwartet lediglich eine regelmäßige Beobachtungstätigkeit und verlangt den Nachweis, dass man in der Lage ist, Astrometrie mit ca. 1 Bogensekunde Genauigkeit durchzuführen. Es gibt eine Vielzahl hellerer Kleinplaneten, bei denen Beobachtungen zur weiteren Verbesserung der berechneten Bahn dringend erwünscht sind. Solche Beobachtungsvorschläge sind über die entsprechenden Internetseiten vom MPC beispielhaft organisiert.

Ein Überblick über die bekannten Objekte ist äußerst hilfreich. Dazu kann die Datei „MPCORB“ des MPC mit den *Kleinplaneten-Bahndaten* dienen, deren neueste Version ich mir rechtzeitig vor der Abreise aus dem Internet beschaffte [4] (ca. 6 MB gepackte Daten). Damit hatte ich wenigstens alle bis zu diesem Zeitpunkt bekannten Objekte auf dem Rechner und konnte mir diese ohne Internethilfe für jedes Beobachtungsfeld darstellen lassen (z.B. mit dem Programm „Guide8“ [5]).

Um die Kleinplaneten wieder aufzufinden, nutze ich normalerweise den praktischen *Ephemeriden-Rechner*, der über eine Internet-Seite des MPC zur Verfügung steht [4]. Hier kann man auf der Basis der gemessenen Positionen eines Objekts dessen Bahn für die nächsten Tage mit guter Genauigkeit berechnen. Da es seinerzeit keinen Internetzugang gab, fehlte diese Möglichkeit leider. Der Ephemeriden-Rechner wurde daher durch ein eigenes Programm zur Extrapolation der Bahn ersetzt. Hiermit gelang es immerhin, das neu entdeckte Objekt in den folgenden Nächten wieder aufzufinden.

## Beobachtungsergebnisse

### Kleinplanet 1999 KW4

Zunächst wollte ich mir einen viel beobachteten Schnell-Läufer nicht entgehen lassen: der erdnahe Kleinplanet 1999 KW4 konnte 16 Bogenminuten entfernt von der berechneten Position aufgefunden werden. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt die ca. 15 Bogenminuten lange Spur des Kleinplaneten am 29. Mai 2001, die dieser in ca. 40 Minuten zurücklegte. Die Belichtungsdauer betrug für jedes Spursegment 60 Sekunden.

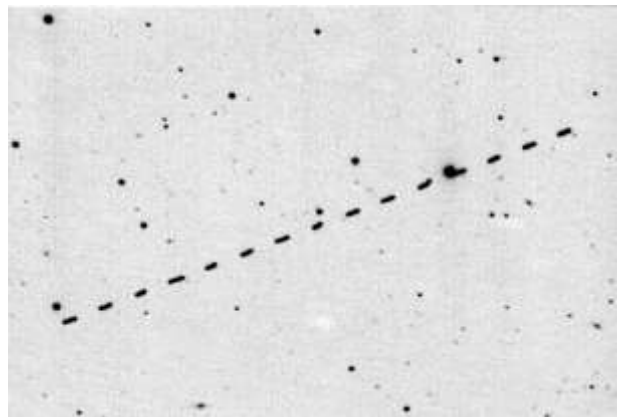


Abb. IV.5 Spur des Kleinplaneten 1999 KW4 am 29. Mai 2001 (40 Minuten: von 21:24 bis 22:07 UT)

### Observatory Code

Mit einer astrometrischen Mess-Serie am Kleinplanet "RODDY" #3873 begann die eigentliche Arbeit: mit diesen Daten konnte vom Minor Planet Center („MPC“) der Harvard University der „observatory code“ **221** für die IAS Sternwarte auf Hakos erlangt werden.

### Lichtwechsel hellerer Kleinplaneten

Da ich zuhause hauptsächlich auf dem Gebiet der Veränderlichenbeobachtung arbeite, interessierten mich Untersuchungen des *Lichtwechsels* hellerer Kleinplaneten. Dies stellt allein schon ein interessantes Gebiet dar und erfordert aufgrund der Bewegung der Messobjekte durch das Sternenmeer viel Umsicht.

Die Kleinplaneten „Balder“, „Heidelberga“, „Mer-man“, „Moguntia“, „Odysseus“, „Roddy“ und „Toronto“ wurden jeweils in mehreren Nächten beobachtet und fotometriert. Der Lichtwechsel dieser Objekte war mehrheitlich bislang nicht bekannt und kann nun dazu genutzt werden, um Aufschluss über die Form dieser Objekte geben.

Als Beispiel möge die Gesamt-Lichtkurve des Kleinplaneten „Heidelberga“ (325) dienen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), die aus Messdaten von drei aufeinander folgenden Nächten (08.–10.06.2001) mit einer Periode von 6,737 Stunden reduziert wurde (Nullpunkt ist das Julianische Datum der Ausgangsepoche  $E_0 = 24520697$ ; alle Einzelmessungen mit statistischen Fehlern größer als 0,04 mag wurden eliminiert; die dargestellten Daten sind gleitende 5-Punkt-Mittelwerte). Die Amplitude des Lichtwechsels beträgt lediglich 0,175 Größenklassen. Es ist ohne weiteres erkennbar, dass „Heidelberga“ kein kugelförmiger Körper ist. Genaueres muss erst noch berechnet werden.



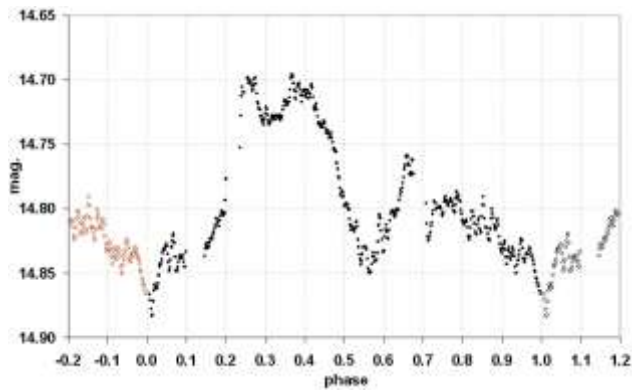


Abb. IV.6 Gesamt-Lichtkurve des Kleinplaneten „Heidelberga“ (325) aus Messungen vom 08.-10.06.2001 mit einer Periode von 6.737 Stunden reduziert

### „Recovery“-Beobachtungen

Nicht so spektakulär, jedoch eine wichtige Aufgabe für Amateure sind „Recovery“-Beobachtungen und astrometrische Messungen zur Bahnverbesserung noch nicht nummerierter Kleinplaneten (Kleinplaneten mit provisorischen Bezeichnungen). Solche Messungen konnten häufig parallel zu den Messungen an den oben genannten Kleinplaneten durchgeführt werden und zeigten teilweise Abweichungen von mehreren Bogenminuten zu den berechneten Positionen.

### Suche nach neuen Kleinplaneten

Was wurde nun aus der Suche nach neuen Kleinplaneten? Hier wollte ich „ganz nebenbei“ ja auch mitspielen!

Während Astrometrie und Lichtwechselfmessungen auch während der anfänglichen Vollmondphase gut möglich waren, erwies sich in dieser Zeit die Kleinplanetenjagd natürlich als erschwert, da eine Grenzhelligkeit unter 19 mag nur schwer erreichbar war. Bereits vier Tage nach Vollmond gelang jedoch am 10. Juni 2001 die erste Kleinplaneten-Neuentdeckung auf Hakos (von mir zunächst „IAS001“ genannt) in der Nähe der Kleinplaneten Heidelberg (325) und 2000 AE53 (Abb. IV.7).

Die Grenzhelligkeit lag bei der Entdeckungsaufnahme unter 20 mag. Das neu entdeckte Objekt mit einer Helligkeit von ca. 19,7 mag (V) erhielt vom Minor Planet Center inzwischen die vorläufige Bezeichnung „2001 LD18“. Voraussetzung dafür war, dass ich es in der folgenden Nacht erneut beobachten konnte. Insgesamt wurden in vier Nächten 50 Positionen ermittelt. Leider verhinderte dann meine Abreise die weitere Verfolgung des Objektes und der beobachtete Bahnbogen blieb mit fünf Tagen recht mager. Immerhin reichen die Beobachtungen, um einigermaßen sicher zu sein, dass der kleine „Brocken“ mit lediglich ungefähr 5km Durchmesser der Erde nicht gefährlich nahe kommen würde, sondern im Hauptgürtel seine Bahn zieht. Es war damals fraglich, ob die Bahnbestimmung ausreichen würde, um das Objekt in der nächsten Opposition wieder zu finden.

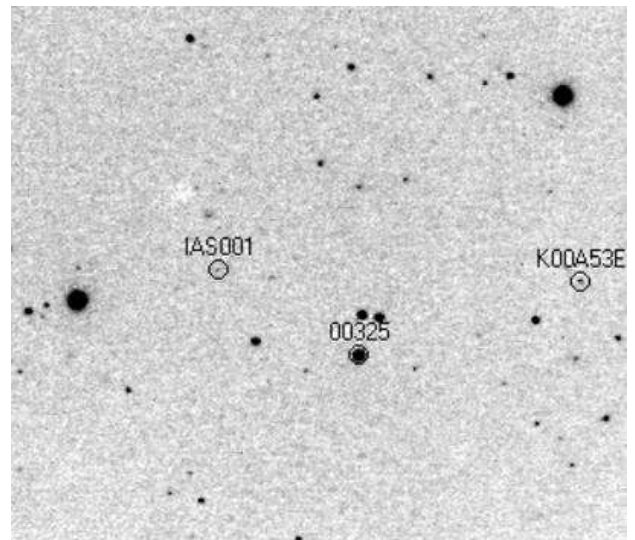


Abb. IV.7 Entdeckungsaufnahme des Kleinplaneten „2001 LD18“ (IAS001) in der Nähe der Kleinplaneten Heidelberg (325) und 2000 AE53 (=K00A53E)

Glücklicherweise war das so! In den folgenden Jahren wurde „mein“ Kleinplanet noch während weiterer sechs Oppositionen durch andere Beobachter aufgefunden (zuletzt am 4. Juli 2008) und schließlich zu meiner großen Freude inzwischen nummeriert: „82346-2001 LD<sub>18</sub> June 10, 2001 [Hakos D. Husar](#)“. Ja, so viele bekannte Kleinplaneten gibt es schon; die Entdeckungsrate ist in den Jahren nach der Jahrtausendwende stark angestiegen. Mittlerweile sind es schon über 200000, von denen allein durch die „Suchmaschinen“ ca. 120000 entdeckt wurden! Als nächster Schritt kann nun die Namensgebung erfolgen. So viele Jahre nach der Entdeckung, kann ich es kaum fassen, dass diese Ehre nun mir gebührt! Meine Idee ist es, den Kleinplaneten „Hakos“ zu nennen, als kleiner Dank an den besonderen Ort, der nun seit zehn Jahren die IAS Sternwarte beherbergt. Ich hoffe die IAU-Kommission, welche die Namensgebung offiziell absegnen muss, folgt meinem Vorschlag. Dann gäbe es tatsächlich bald den Kleinplaneten „Hakos“!

Es würde mich besonders zufrieden stellen, wenn jetzt jemand Lust bekommen hätte, sich an der weiteren Nutzung der IAS-Sternwarte für Kleinplaneten-Beobachtungen (vielleicht auch Neuentdeckungen) zu engagieren!

### Literatur / Internet-Links:

- [1] MIRA – homepage der Axiom Research Inc.: <http://www.mirametrics.com/>
- [2] Astrometrica homepage: <http://www.astrometrica.at/astrometrica.html>
- [3] PinPoint homepage: <http://pinpoint.dc3.com/>
- [4] MPC homepage: <http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html>
- [5] Guide7/8 – homepage von project Pluto: <http://www.projectpluto.com/>

# Bedeckung zweier Sterne durch Titan

Von K.-L. Bath und J. Lüdemann

Am 14. Nov. 2003 bedeckte der 8,6 mag helle Saturnmond Titan innerhalb von acht Stunden zwei titanhelle Sterne. Das erste Ereignis war im südlichen Afrika zu sehen, das zweite in Mittelamerika, in Nordafrika und dem südlichen Europa. Unter der Leitung von Professor Bruno Sicardy vom *Observatoire de Paris* beteiligten sich verschiedene Organisationen, darunter die IOTA (International Occultation Timing Association) und die IAS, an Expeditionen nach Namibia und Südafrika, um dieses seltene Ereignis zu beobachten. Insgesamt haben sieben IAS-Mitglieder an verschiedenen Standorten in Namibia an dieser Expedition teilgenommen. K.-L. Bath beobachtete auf der IAS-Sternwarte Hakos mit dem dortigen C14, J. Lüdemann fuhr zusammen mit Mike Kretlow und H. Lüdemann mit dem von E. Rixen dem Verein zur Verfügung gestellten C11 sowie der Fornax-Montierung in den Süden Namibias (Abb. IV.8). Weitere IAS-Mitglieder waren auf dem Gamsberg sowie auf der Farm Tivoli.



Abb. IV.8 (v.l.n.r.) Das C11 auf der Fornax-Montierung, Mike Kretlow, sowie ein von Sonja Itting-Enke geliehenes C8 auf der Farm Kleinbegin im Süden Namibias

Wegen der großen Entfernung des Sterns kann man mit nahezu parallelem Licht rechnen, wodurch der Schatten des Titan auf der Erde ebenso groß ist wie Titan selbst, eben 5000 km. Dadurch wurde ab dem Äquator der ganze Süden Afrikas und weit darüber hinaus von Titans Schatten überstrichen. Von besonderem Interesse ist der so genannte Central Flash (zentrale Aufhellung, zentraler Blitz), eine nur 10 Sekunden andauernde erhebliche Aufhellung in der Mitte des Ereignisses, die auf einem zentralen Streifen von 500 km Breite, also einem Zehntel des Titanschattens (Abb. IV.13) zu beobachten ist.

Der Sinn der Messungen und ihrer Analyse sind erstens im Rahmen der Grundlagenforschung die Erkenntnisgewinnung über Atmosphären anderer Himmelskörper und zweitens ganz konkret möglichst detaillierte Erkenntnisse über die Titan-Atmosphäre, in die die Sonde Huygens der ESA am 14. Januar 2005 eintauchen sollte.

Im Folgenden sind einige Ergebnisse dieser Expedition exemplarisch dargestellt.

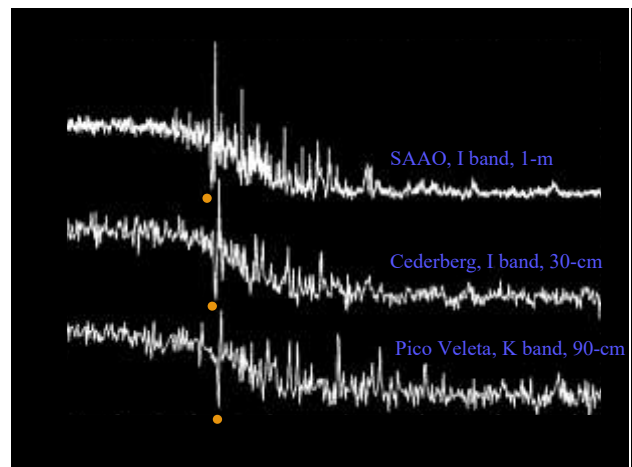


Abb. IV.9 Drei Stationen, ein Spike

Die verschiedenen Stationen zeigen dieselbe ausgeprägte Spitze (markiert). Sie ist auf eine Inversionsschicht in der Titan-Atmosphäre zurück zu führen und war sogar am Pico Veleta in Spanien zu sehen (untere Grafik, acht Stunden später und bei der Bedeckung des zweiten Sterns). Die kleineren Spitzen zeigen Schwerewellen in Titans Atmosphäre an.

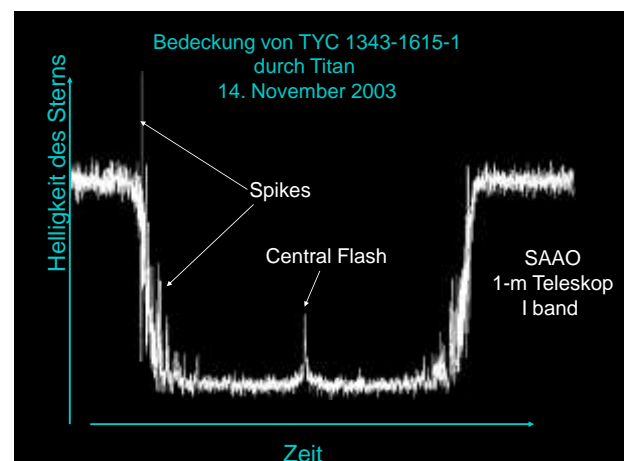


Abb. IV.10 Flanken und Central Flash

Die kurzen Helligkeitsausbrüche beim Verschwinden und Wiederscheinen des Sterns sind ausgeprägter als die Seesingspitzen außerhalb. Sie sind demnach reale Erscheinungen und werden von der Atmosphäre des Titan erzeugt.

## Central Flash

Der Central Flash ist eine Diakaustik (durch Lichtbrechung entstanden), ähnlich einer Katakaustik (durch Reflexion entstanden), bekannt als Lichtfigur im Inneren eines Ringes oder in einer Kaffeetasse. Die Diakaustik kommt bei der Sternbedeckung dadurch zustande, dass die Titan-Atmosphäre das Sternlicht in den Schattenraum hinein bricht. All diese Strahlen zusammen bilden in der Mitte die Figur der Diakaustik. In einer aufwändigen Analyse des Central Flash lassen sich Informationen über die Dichte- und Temperaturschichtung der Titan-Atmosphäre ableiten, sowie Informationen über Dunstschichten und sogar die globalen Winde. Eine ausführlichere Darstellung der Ergebnisse ist im Rahmen dieses Artikels nicht möglich. Weiterführende Informationen finden sich

auf der Website von Professor Bruno Sicardy (s.u.). Die vorläufigen Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst.

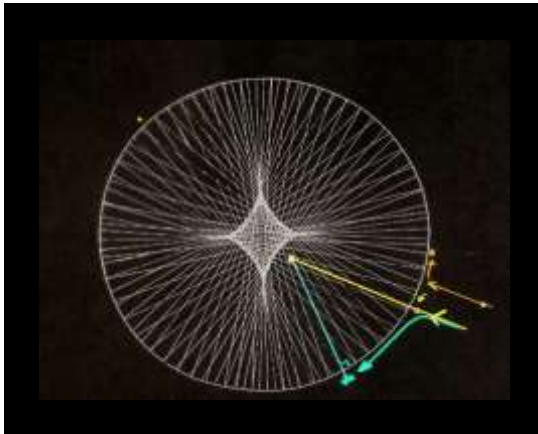


Abb. IV.11 Central Flash, erwartete Struktur  
Der Central Flash ist eine Diakaustik, die dadurch zustande kommt, dass das Sternlicht in der Titan-Atmosphäre senkrecht zur Oberfläche nach innen gebrochen wird. Exakte Rotations-symmetrie führt zu einem hellen Punkt in der Mitte. Abweichungen von der Rotationssymmetrie erzeugen eine Diakaustik.

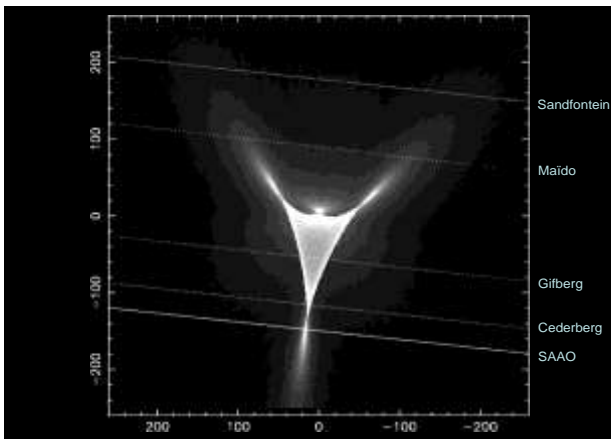


Abb. IV.12 Central Flash, Messergebnis  
Bei den Beobachtungen trat praktisch nur die untere Spitze der Diakaustik auf, was auf eine starke Absorption auf der Südhemisphäre zurückzuführen ist.

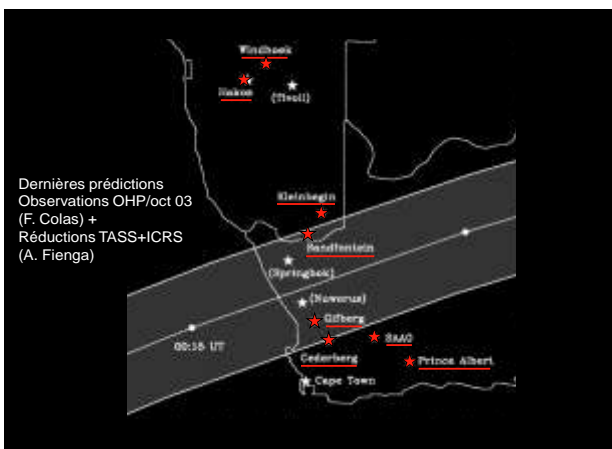


Abb. IV.13 Südliches Afrika mit Streifen des Central Flash  
Der 5000 km breite Schatten des Titan reicht vom Äquator bis weit in Richtung Antarktis. Der graue Streifen zeigt den Bereich, in dem der Central Flash beobachtet werden konnte.

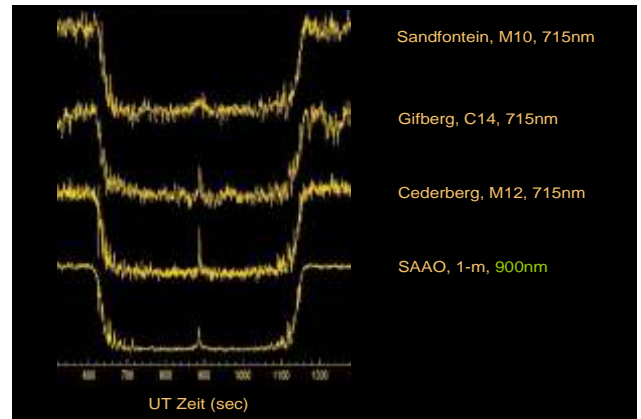


Abb. IV.14 Der Central Flash an vier Stationen  
Aus der Analyse dieser Messungen wurde die Form des Central Flash ermittelt, wie in Abb. IV.12 dargestellt.

## Vorläufige Ergebnisse

- Die Dichte-Profile sind zwischen 400–500 km Höhe etwas dichter (~35%), oder höher (~15 km) als nach Yelles Modell von 1991 erwartet.
- Es gibt eine ausgeprägte Inversionsschicht in ca. 510 km Höhe. Ursache unklar (CH<sub>4</sub>-Erwärmung, Dynamischer Prozess?).
- Die Temperatur-Gradienten liegen über der adiabatischen Änderungsrate, verursacht möglicherweise durch sich brechende Schwerewellen.
- Die Dunst-Verteilung ist anders als nach dem Modell von Rannou et al. 2004 (keine Polarkappe bei 65° N, südliche Hemisphäre ist trüber als nach Rannou erwartet).
- Form des Central Flash vereinbar mit starkem N-Jet (~200 m/s) bei 50° N, hineinreichend bis in die südliche Hemisphäre (übereinstimmend mit Rannou-Profil bis auf 10%).
- Ausgeprägte Asymmetrie N/S in jedem Fall nötig, um den Central Flash zu erklären.
- Durchsicht (optische Tiefe  $\tau$ ) als Funktion der Wellenlänge

$$\tau \sim \lambda^{-q}$$

mit  $q=1,6 \pm 0,2$  im Bereich von 0,9 bis 2,2  $\mu\text{m}$

Insbesondere die neuen Erkenntnisse über die Inversionsschicht in ca. 510 km Höhe haben möglicherweise eine Konsequenz für die Huygens-Mission: sie könnte zu einem zu starken Abbremsen der Sonde in zu großer Höhe führen und damit ein zu frühes Öffnen der Fallschirme auslösen. Dank dieser Expedition kann die Sonde gegebenenfalls noch umprogrammiert werden.

Insgesamt ist diese Titanbedeckung ein Beispiel für einen Beitrag zu einem wissenschaftlichen Projekt von Amateurastronomen u. a. mit transportablen und für diesen Zweck ausreichend großen Teleskopen, den die Berufs-astronomie mit ihren ortsgelunden Instrumenten allein nicht zu leisten vermag. Uns hat die Teilnahme viel Freude gemacht, und wir hoffen auf ein gutes Gelingen der Huygens-Landung im Januar 2005.

**Literatur:** Sicardy et al.

The two Titan stellar occultations of 14 November 2003. Journal of Geophysical Research, Vol. 111

# Die IAS und die veränderlichen Sterne

Von Anton Paschke

Als veränderliche Sterne bezeichnet man durchaus verschiedene Objekte, die auf verschiedene Art beobachtet werden. Fast alle Beobachter verwenden digitale Kameras, die Methode der Wahl ist also die Photometrie. Visuelle Beobachtungen nach alter Väter Sitte wären aber auch machbar und sinnvoll. Spektroskopie ist zumindest im Stadium der Diskussion.

Eine große Menge interessanter Resultate hat Friedhelm Hund erzielt. Da sich Friedhelm auf RR-Lyrae-Sterne spezialisiert hat, ist auf diesem Feld auch am meisten erreicht worden.

Die RR-Lyrae-Sterne, auch als Zwerg-Cepheiden bekannt, sind pulsierende Sterne. Die Amplitude des Lichtwechsels ist typischerweise eine Magnitude, die Periode acht bis zwölf Stunden, ganz selten mehr als ein Tag. Sie sind recht häufig, auch deswegen, weil sie (anders als Bedeckungsveränderliche) in alle Richtungen als veränderlich erscheinen.

Man muss hier vielleicht ein paar allgemeine Erklärungen einfügen. Es gibt einen Allgemeinen Katalog der veränderlichen Sterne (GCVS) der am Sternberg-Institut in Moskau geführt wird. Der Guide Star Catalog, der für das Hubble Space Telescope erstellt wurde und später der Hipparcos Satellit der ESA hatten einen ganz revolutionären Einfluss auf die Beobachtung der veränderlichen Sterne. Plötzlich ist es möglich, alle Sterne durch genaue Koordinaten zu identifizieren.

Vorläufig ist es so, dass die Moskauer sehr gründlich, aber sehr langsam arbeiten. Mehrere andere Gruppen haben vollautomatische Teleskope aufgestellt. Das wichtigste ist All Sky Automated Survey (ASAS), mit dem die polnischen Astronomen eine Spitzenstellung in der Veränderlichen-Astronomie errungen haben. Leider nehmen sie keinen Bezug auf die Literatur. Die Herausgeber des GCVS durchforsteten alle Veröffentlichungen, kommen aber nicht nach mit dem Katalogisieren.

Ein weiteres, für uns wichtiges Projekt ist das französische Tarot mit zwei Fernrohren (Calern und La Silla). Es ist auf RR-Lyrae-Sterne spezialisiert, wird sogar mit GEOS (Groupe Europeen d'Observation Stellaire) angeschrieben. GEOS ist ein Verein von Amateurastronomen.

Schließlich möchte ich noch die Frau Maintz erwähnen. Sie hat als Lehrerin an einer Volksschule gearbeitet und ist in Pension gegangen. Hat an der Uni in Bonn Physik studiert und schliesslich eine Dissertation über die RR Lyrae Sterne geschrieben. Dazu hat sie eine Liste aller bekannten RR-Lyrae-Sterne erstellt, die im GCVS als im Maximum heller als 12,5 mag eingetragen sind. Diese Liste Maintz hat unsere Arbeit stark beeinflusst. Sie enthielt eine Reihe zweifelhafter Fälle. Natürlich hat man zuerst versucht, an Hand der ASAS-Daten zu einem Schluss zu kommen. In einigen Fällen ist das nicht gelungen; direkte Beobachtung ist nötig. Ein paar wenige Sterne der Liste Maintz gelten als verloren, bei ein paar wenigen ist die Periode (heute, August 2009) noch nicht bekannt. Einige wurden als Nicht-RR-Sterne erkannt und von der Liste gestrichen. Es gibt auch eine Reihe neu entdeckter Sterne, die eigentlich auf die Liste gehören, aber bisher nur von ASAS beobachtet wurden.

GEOS war zeitweise in der Lage, 24 Stunden ohne Unterbrechung und rund um den Globus zu beobachten. Das ist organisatorisch aufwendig. Alle Teilnehmer sind Amateure und machen das, was ihnen Spaß macht. Man kann sie nicht verpflichten.

In der IAS ist seit Jahren die Rede von voll autonomen oder über das Internet benutzbaren Fernrohren. Auch die Farm Hakos (Friedhelm) wurde schon wiederholt angesprochen. Wirklich in Betrieb ist allerdings nur der Astro-Kolchos des Tom Krejci in Neu Mexiko. Für uns interessanter ist Alain Maury in San Pedro, ziemlich genau auf dem gleichen Breitengrad wie Hakos. In Zusammenarbeit mit Alain könnten wir 16 Stunden lange Messreihen gewinnen und das recht routinemäßig. Mit diesen Plänen schweife ich aber von den einfachen RR-Lyrae-Sternen schon zu den multiperiodischen ab.

Die andere große Gruppe ist die der Bedeckungsveränderlichen. Doppelsterne, deren Umlaufbahn so geneigt ist, dass sie dem Beobachter Bedeckungen vorführen. Am häufigsten sind Paare roter Zwerge, als EW-Sterne bekannt. Auch als Kontaktsysteme, weil sich die zwei Sterne meistens fast berühren. In manchen Fällen ist es nur noch ein Körper mit einem Hals. Häufig sind auch Halbkontakt-Systeme, bei denen nur ein Stern sein Roche-Volumen ausfüllt und Material auf seinen weniger voluminösen Nachbarn überlaufen kann. Es gibt eine Menge interessanter Phänomene, leider muss ich mich hier kurz halten. Ja, und dann gibt es auch gut getrennte Doppelsterne, wie man sich das immer vorgestellt hat. In ganz seltenen Fällen können die zwei sich bedeckenden Sterne auch als visueller Doppelstern gesehen werden. Häufiger ist es ein dritter Stern, der mit dem Bedeckungspaar einen engen visuellen Doppelstern bildet. Die Forschung ist an solchen Systemen interessiert, kürzlich ist von Peter Zasche ein Katalog zusammengestellt und veröffentlicht worden. Bisher haben wir auf diesem speziellen Feld noch nicht viel geleistet, aber wir haben gute Voraussetzungen dafür.

Ein anderes Spezialgebiet sind die Exoplaneten. Für den Beobachter sind es bedeckungsveränderliche Sterne mit extrem kleinen Amplituden und eher unangenehm langen Perioden. Die Anforderungen an die Genauigkeit der Messung sind also sehr hoch. Es sind auf Hakos schon schöne Messreihen gewonnen worden.

Seit es die IAS-Sternwarte auf Hakos gibt sind von uns an die 800 Maxima von RR-Lyrae-Sternen und etwa 400 Minima von Bedeckungssternen beobachtet und veröffentlicht worden. Ein paar hundert weitere liegen noch in der Schublade, respektive auf der Harddisk. Es sind etwa 20 Sterne neu klassifiziert worden (von RRc zu EW oder umgekehrt), und schließlich sind 135 neue veränderliche Sterne gefunden worden. Von diesen sind aber erst etwa 30 so oft beobachtet worden, dass eine Periode bestimmt werden konnte. Wie schon weiter oben erwähnt, bestehen noch viele Möglichkeiten, die Beobachtungen an Veränderlichen auszuweiten. Die Lage der Sternwarte und die Geräte der IAS sind geradezu ideal dafür.

# Exotisches auf Hakos

Nachweis von Exoplaneten mit dem 50-cm-Teleskop der IAS

von Johannes Ohlert

## Einleitung

Die Erforschung extrasolarer Planeten zählt zu den Topthemen der modernen Astrophysik. Die Entdeckung von Exoplaneten, die durch einen Transit vor ihrem Mutterstern einen Helligkeitsabfall hervorrufen, gehört auch heute noch zu den hervorragenden Ereignissen – selbst in der Ära der Weltraumteleskope wie CoRoT und Kepler, die speziell für die Entdeckung von Transitplaneten ausgelegt sind. Dies beruht vor allem darauf, dass nur für Transitsysteme physikalische Parameter genau bestimmt werden können, mit deren Hilfe anschließend z. B. die sog. Masse-Radius-Beziehung hergeleitet werden kann. Damit wiederum lässt sich die Anzahl der Modelle zur Beschreibung der Struktur und Evolution von Exoplaneten einschränken.

Es gibt vier führende erdgebundene Teleskopnetze zur systematischen Suche nach Transits von Exoplaneten: HATNet, vorgestellt 2004; TrES (2004), WASP (2006) und XO (2006). Dabei werden spezielle Instrumente zur Überwachung sehr großer Himmelsareale eingesetzt, die insbesondere die Photometrie der beobachteten Sterne mit höchster Präzision erlauben. Die Herausforderung dieser Überwachungssysteme besteht darin, die immense Zahl der beobachteten Sterne mit Hilfe von Rechnern mit großer Sicherheit auf Transitereignisse hin zu durchsuchen. Anschließend werden durch Folgebeobachtungen mit größeren Teleskopen die herausgefilterten Transitskandidaten eingehender untersucht, vor allem um zunächst einmal die Existenz der gefundenen Exoplanetensysteme zu verifizieren.

Ebenso bedeutend wie die Entdeckung von Exoplaneten ist die dann folgende kontinuierliche Beobachtung und Überwachung der Exoplanetensysteme. Denn speziell die Intensitätskurven von Transitsystemen erlauben unter Umständen, weitere Besonderheiten der fremden Planetensysteme zu entdecken. Ein Ringsystem des Exoplaneten oder eine Staubscheibe verraten sich durch eine Aufhellung der Systemhelligkeit kurz vor dem Eintritt des Transits und kurz nach dem Austritt. Monde des Exoplaneten und zusätzlich weitere Exoplaneten in demselben System lassen sich einmal durch einen zusätzlichen Abfall der Intensität nachweisen – sofern auch sie sich auf der Sichtlinie Erde – Mutterstern bewegen. Zum anderen können sich die Zeiten der Transitskurven ändern: hier wird insbesondere auf eine Änderung des Zeitpunkts der Mitte eines Transits geachtet. Sternflecken auf dem Mutterstern des Exoplaneten verursachen einen Helligkeitsanstieg in der Transitskurve. Auf Grund der letztgenannten Fakten ist es von wissenschaftlichem Interesse, möglichst kontinuierlich und nicht nur zum Zeitpunkt eines Transits alle bekannten Transitsysteme photometrisch zu überwachen.

Die experimentelle Herausforderung besteht darin, Helligkeitsvariationen in der Größenordnung von 1 % mit einer Zeitgenauigkeit von 1 Sekunde nachzuweisen. Um Transitskurven mit ausreichend gutem Signal/Rausch-Verhältnis zu erhalten, sollten möglichst stabile Bedingungen

der benutzten Apparatur gegeben sein: konstantes Verhalten der CCD-Kamera, des Teleskops und konstante Wetterbedingungen wären ideal.

## Vorbereitungen für die Beobachtungen am IAS-Observatorium

Nachdem mir erstmals 2004 und in der Folge immer wieder Messungen von Exoplanetentransits mit dem Treiburer Einmeter Teleskop gelungen waren, reizte es mich, solche Messungen auch mit dem Instrumentarium der IAS durchzuführen. Dazu bot sich ein Aufenthalt auf Hakos im Sept. 2007 an. Da ich verlässliche Wetterbedingungen voraussetzen konnte, begann ich meine Beobachtungsvorbereitungen schon im Frühjahr 2007. Als erstes bestimmte ich das Gesichtsfeld der ST10 – die mir freundlicherweise von Wolf-Peter zur Verfügung gestellt wurde – im Sekundärfokus des 0,5-Meter-Teleskops ( $f = 4500\text{mm}$ ). Mit Kenntnis dieser Größe und eines Sternatlases ist es möglich, die Umgebungssterne um einen Transitstern daraufhin zu untersuchen, ob sie sich als Vergleichssterne mit konstanter Helligkeit zur Photometrie eines Transits eignen.

Spannend und zeitaufwendig wurde es bei der Frage, welche Transits zu welchem Zeitpunkt beobachtet werden könnten. Da mir 2007 noch keine Programme – auch keine internetbasierten Programme – bekannt waren, mit deren Hilfe sich Transits vorausberechnen ließen, musste ich an Hand Exoplaneten-spezifischer Tabellen und meines Planetariumsprogramms „EasySky“ die Transitsdaten zusammenstellen. Dabei mussten für jeden Exoplaneten Fragen beantwortet werden wie: Wann startet, wann endet ein Transit? Befindet sich der Exoplanet dabei über dem Horizont? In welcher Höhe über dem Horizont bewegt sich das Exoplanetensystem, und wann findet der Meridiandurchgang statt? Muss das Teleskop umgeschlagen werden und gegebenenfalls wann? Stört der Mond die Messungen?

Als Ergebnis meiner Recherchen hielt ich schließlich eine Liste mit 14 Transits in den Händen, die innerhalb der geplanten 16 Tage auf Hakos hätten beobachtet werden können. Die einzelnen Transits versah ich noch mit Prioritäten, die ich unter den Aspekten vergab, ob ein kompletter Transit oder nur der Ein- oder Austritt zu beobachten waren, und in welcher Höhe über dem Horizont die Transits stattfinden würden. Es gab leider auch zeitgleich ablaufende Transits. Außerdem konnte ich nur als Gast an der von Rainer gebuchten Beobachtungszeit freundlicherweise partizipieren. Was ich dann letztendlich nach Hause mitbringen konnte, waren die Messergebnisse von sechs Transits.

## Messungen

Der wichtigste Parameter bei Transitmessungen ist die Zeit. Sie sollte auf  $\pm 1$  Sekunde genau aufgezeichnet werden. Deshalb war die Frage nach der genauen Uhrzeit auf Hakos, weit außerhalb des Empfangsbereichs des

DCF77-Signals, von essentieller Bedeutung. Vorsorglich kam ich mit zwei Funkuhren nach Hakos, die dann neben meiner Rechneruhr autonom weiterliefen. Diese Vorsorge lohnte sich. Denn nach einigen Tagen entglitt mir eine der Uhren aus der Hand, die Batterien lösten sich aus dem Gehäuse, die Uhr konnte sich nicht mehr an die Zeit von zu Hause erinnern ...

Eine vorgesehene Beobachtungsnacht begann immer schon in der Dämmerung: Das Zeitfenster zur Gewinnung der Flats hat nur eine Dauer von ca. 10 Minuten. Die Konsequenz war dann mehrmals: Entweder Abendessen oder Teleskoparbeit. In solchen Fällen muss man stressresistent sein. Manchmal versorgte mich der Pizza-Service mit Kraftfutter für die Nacht. Einige Male starteten die Transitmessungen schon in der Dämmerung. Das ist mit dem Risiko behaftet, dass dann die Mess-Ungeauigkeiten größer werden. Dem steht gegenüber, dass dem Instrumentarium mehr Zeit verbleibt, einen stabilen Zustand für die folgende Nacht zu erreichen.

## Ergebnisse und Interpretationen

Im Folgenden präsentiere ich die Ergebnisse von drei Transits. Sie unterscheiden sich zum einen in ihren Beobachtungsanforderungen – u. a. durch die unterschiedlichen Helligkeiten der Muttersterne – und zum anderen durch die erreichte Genauigkeit der berechneten Transitparameter. Größere Helligkeiten erfordern zwar kürzere Belichtungszeiten, manifestieren sich aber auch durch eine größere Schwankungsbreite der Messdaten.

### HD 189733 vom 15.09.2007, 17:46 – 20:49 UT

HD 189733 ist mit  $V = 7,7$  mag der hellste der hier vorgestellten Muttersterne. Hier startete die Messung bereits in der Dämmerung. Zudem erlaubte ich mir, 80 Minuten nach Messbeginn einen Kamera-Parameter zu ändern: Ich schaltete von zunächst 2x2- auf 1x1-Pixelbinning um. Ich wollte herausfinden, ob und wie sich unterschiedliches Binning auf die Messergebnisse auswirkt. Außerdem musste die Messung wegen des Umschlagens des Teleskops unterbrochen werden, wobei ich diese Unterbrechung in die erwartete Mitte des Transits legte. All diese Effekte beeinflussen die Messkurve (Abb. IV.15). So zeigen die Messpunkte bis  $JD = 2\,454\,359,29$  eine ganz erhebliche Streuung. Nur mit entsprechender Vorstellungskraft lässt sich hier der Eintritt eines Transits herauslesen. Ganz anders die zweite Hälfte der Transit-

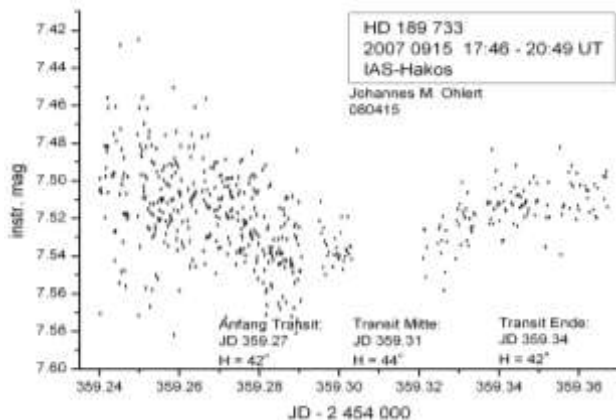


Abb. IV.15 Transitkurve von HD189733 vom 15.09.2007, Dauer: 3:03 Stunden

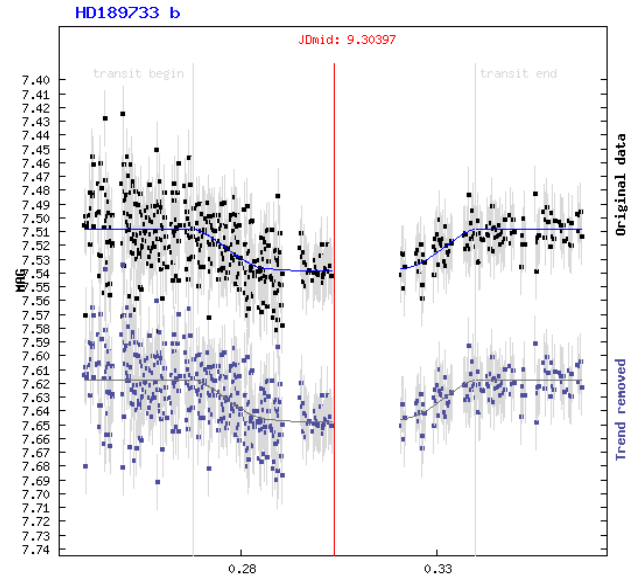


Abb. IV.16 Fitkurve für HD189733. Die obere Grafik zeigt die Originaldaten, die untere die Messdaten nach Korrekturen und unter Berücksichtigung weiterer zeitabhängiger Trends, beispielsweise der Extinktion

kurve: Die Streuung fällt erheblich geringer aus. Dies gibt der gesamten Messung eine wesentlich bessere Aussagekraft. Die Höhe des Objekts über dem Horizont während der Messung scheidet als Einflussgröße aus: Sie lag fast durchgehend bei ca.  $40^\circ$ . Nach dem Anpassen einer Transit-Modellkurve (Abb. IV.16) lässt sich der komplette Transit nachvollziehen. Dabei bediente ich mich des Fitprogramms der *Czech Astronomical Society CAS*, das seit Anfang 2009 im Internet angeboten wird [1]. Aus der durchgezogenen Fitkurve resultieren die astrophysikalisch relevanten Parameter: Erstens die Transitmitte – sie folgt aus den Werten für den Start und das Ende des Transits – mit einer Genauigkeit von 90 sec und zweitens die Transittiefe mit  $(30,6 \pm 2,6) \cdot 10^{-3}$  mag. Insgesamt wird die Messung auf einer Skala von 1 = „best“ bis 5 = „worst“ mit einem Qualitätsfaktor 3 versehen und liegt im Trend all der anderen Messergebnisse, die in der ETD (Exoplanet Transit Database) [1] archiviert werden.

### WASP-2 vom 13.09.2007, 19:51 – 23:17 UT

Dem Transit von WASP-2 am 13.09.2007 hatte ich die höchste Priorität verliehen. Er fand in größter Horizontferne aller von mir selektierten Ereignisse statt. Die Helligkeit von  $V = 11,98$  mag erlaubte Belichtungszeiten von 40 sec und länger. Vor allem konnte der vollständige Transit des Exoplaneten in einem Stück erfasst werden. Zudem musste das Teleskop nicht umgeschlagen werden. Damit entfiel ein systematischer Unsicherheitsfaktor. Allerdings war es in dieser Nacht durchweg sehr windig. Alle Aufnahmen zeigen elongierte Abbildungen der Sterne (Abb. IV.17). Und auch die Seeingwerte lagen bei Werten schlechter als  $4,5''$ . Man konnte spüren, wie die Montierung unter der Windlast nachgab. Die Transitkurve zeigt erwartungsgemäß eine Streuung der Messdaten, die zu einem Qualitätswert von 3 der CAS führt (Abb. IV.18). Der Fit macht aber auch die Änderung des Kurvenverlaufs deutlich, nachdem der Einfluss der Extinktion berücksichtigt wurde (Abb. IV.18, unten). Aus dem Fit ergeben sich folgende Transitdaten: Erstens Genauigkeit der Transitmitte: 59 sec und zweitens Transittiefe =  $(17,5 \pm 1,2) \cdot 10^{-3}$  mag. Der bei der IAS ermittelte

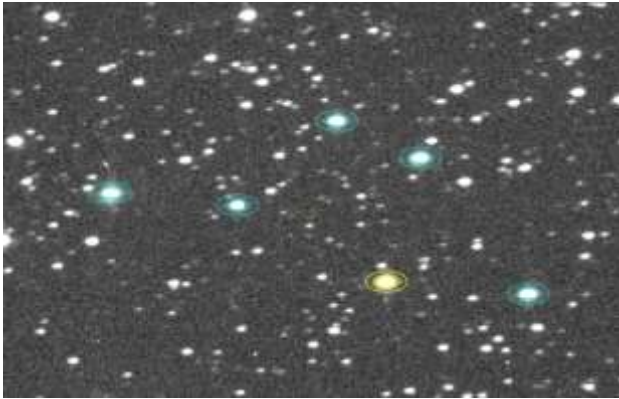


Abb. IV.17 Aufnahme vom 13.09.2007 von WASP-2 mit gelber Markierung zusammen mit Vergleichssterne

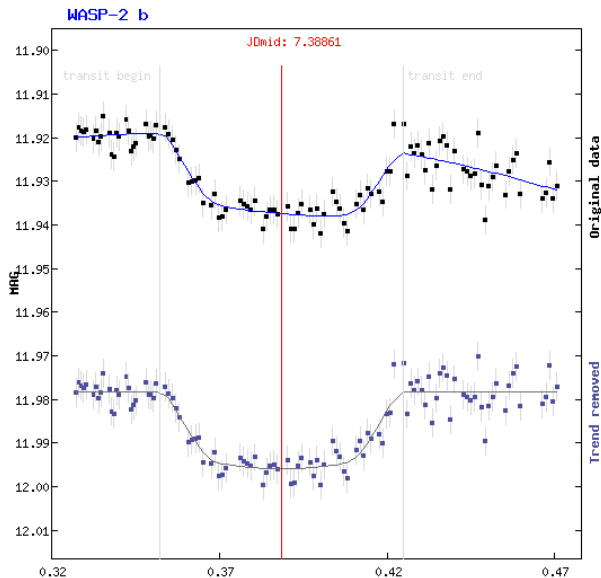


Abb. IV.18 Fitkurve für WASP-2 vom 13.09.2007. Erklärung wie für Abb. IV.16

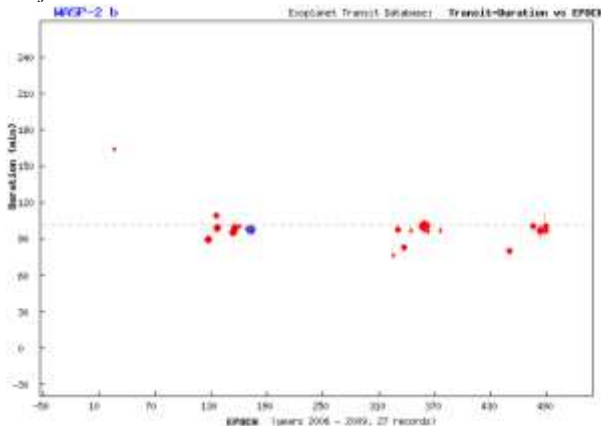


Abb. IV.19 Die ermittelte Transiddauer (blauer Punkt) für WASP-2 im Vergleich mit anderen Messungen aus der CAS-Datenbasis

Wert für die Transiddauer bestätigt bestens die bei der ETD archivierten Werte (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

WASP-2 vom 11.09.2007, 17:50 – 19:59 UT

Diesen Transit präsentiere ich hier, weil er von der CAS mit „best“ bewertet wird (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Es boten sich auch alle Voraussetzungen für eine gute Messung, denn das Ereignis spielte sich in 56° Höhe ab und das Teleskop

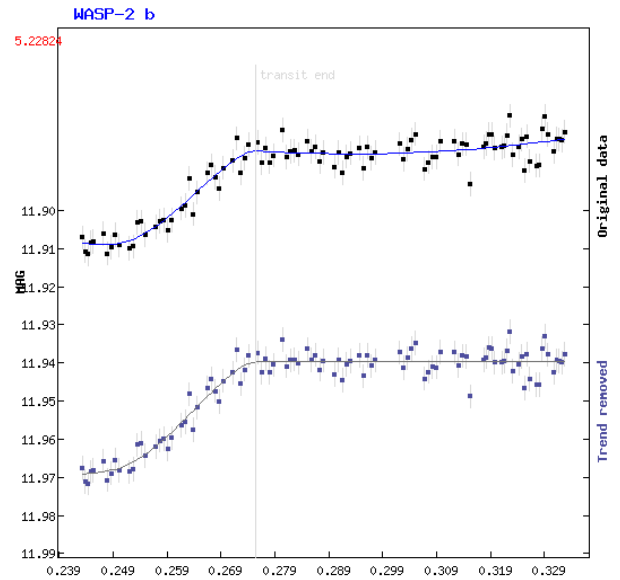


Abb. IV.20 Fitkurve für WASP-2 vom 11.09.2007. Erklärung wie für Abb. IV.16

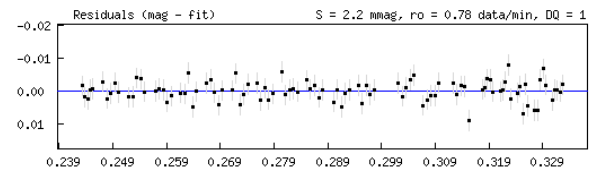


Abb. IV.21 Differenz zwischen Messung und Fitkurve für WASP-2. Hieraus ergibt sich der Qualitätswert  $DQ = 1$

musste nicht umgeschlagen werden. Aber es war wieder ein Wettlauf gegen die Zeit: Die Transitmitte fand bei Tageslicht statt und ich musste mich beeilen, um dann in der Dämmerung noch möglichst viele Messpunkte vor dem Austritt des Exoplaneten zu erfassen, nachdem zuvor natürlich die Kamera zu kalibrieren war. Erst lange Zeit später bei der Auswertung der Messung hielt ich den Erfolg meiner Anstrengungen dieses Abends in der Hand:  $DQ = 1$ , d.h. Bestwertung der CAS (Abb. IV.21). Ein Wermutstropfen ist jedoch: Leider lassen sich mit einem solchen „Teiltransit“ keine genauen Werte für die Transitmitte und -dauer berechnen.

## Fazit

Für mich war das Vorhaben „Exoplaneten von Hakos“ ein „offenes“ Abenteuer und mit vielen Fragezeichen behaftet. Dank der tatkräftigen Unterstützung von Wolf durch die Überlassung seiner ST10 und dem Entgegenkommen von Rainer, mir einen Teil seiner wertvollen Beobachtungszeit zur Verfügung zu stellen, komme ich heute zu dem Resümee: Das Abenteuer ist gelungen. Denn die erzielten Ergebnisse geben Anlass zu fachlichen Diskussionen, sie liefern einen Beitrag für das weltweite Exoplanetendatenarchiv und sie können sich sehen lassen. Besonders gefreut habe ich mich, dass sich Thomas Sauer von meinem Abenteuer hat inspirieren lassen und ihm dann auch Transitmessungen von Exoplaneten an unserem IAS-Observatorium gelungen sind. Deshalb empfehle ich allen Interessierten, die bis hierhin gelesen haben, auch den Bericht von Thomas zu studieren.

## Quellenverzeichnis

[1] ETD – Exoplanet Transit Database;  
<http://var.astro.cz/ETD>

# Beobachtung von Exoplanetentransits mit der AK2

Von Thomas Sauer

Als ich bei der Herbstversammlung 2008 die Idee äußerte, mit der AK2 Transits von Exoplaneten beobachten zu wollen, erntete ich wegen der damit verbundenen Schwierigkeiten viele warnende Kommentare. Somit war für mich die Frage zu klären, was man über die beim Erstellen von Pretty Pictures gebotene Sorgfalt hinaus tun könne. Im Wesentlichen bleibt hier nur die Wahl der Belichtungszeit, wodurch Poisson- und Szintillationsrauschen minimiert werden können; auf das Hintergrundrauschen hat sie keinen Einfluss. Somit war im Vorfeld zu erklären, wie weit die Belichtungszeit gesteigert werden kann, ohne dass die Kamera (SBIG ST10) in die Sättigung kommt bzw. ihren linearen Arbeitsbereich verlässt. Dazu wurde bereits in Deutschland eine Voruntersuchung durchgeführt. Ein zenitnahes Sternfeld wurde in Stufen von 10 sec beginnend ab 10 sec bis 60 sec belichtet. Für 6 Sterne wurde die auf die Belichtungszeit normierte Intensitätsrate in Abhängigkeit des maximalen Pixelwertes aufgetragen. Normiert wurde dabei einmal auf die jeweilige Belichtungszeit und auf die Intensität, die bei der 10-sekündigen Belichtung gemessen wurde, was folgendes Diagramm ergab:

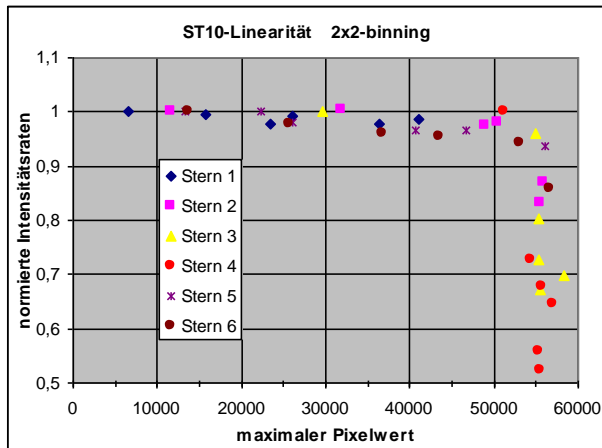


Abb. IV.22 Belichtungsreihe mit der ST10-Kamera. Aufgetragen sind die Intensitäten verschiedener Sterne, die auf die Belichtungszeit normiert wurden, in Abhängigkeit des jeweilig maximalen Pixelwertes

Wie man sieht, hat die Belichtungszeit keinen Einfluss auf die normierte Intensitätsrate (die Intensität steigt also erwartungsgemäß proportional zur Belichtungszeit), bis der maximale Pixelwert in die Nähe von 55 000 ADU kommt. Dieses Ergebnis stimmt mit dem von Bruce Gary überein, der in seinem Buch über Beobachtungstechnik für seine SBIG-Kamera zu einem ähnlichen Resultat kam, nämlich dass der lineare Bereich nicht wie üblich empfohlen bereits bei 35000 ADU endet, sondern dass mehr Spielraum vorhanden ist.

Die Beobachtung des ersten Transits stand für den 22.5. an. Es handelte sich dabei um ein sog. OGLE-Objekt, das in einem sehr dichten Sternfeld liegt. Die Um-

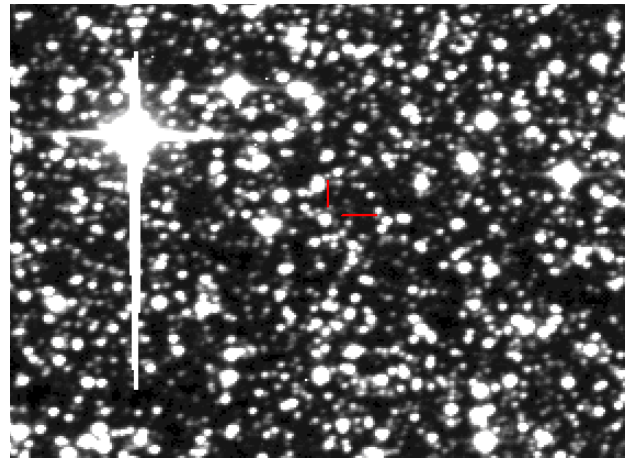


Abb. IV.23 Der Stern OGLE-TR-113 (14,4 mag) und seine Umgebung, aufgenommen mit der AK2: 3 min Belichtungszeit, 2x2-Binning, Blue-Blockage-Filter, Größe des Ausschnitts 8,2' x 6,0'

gebung von OGLE-TR-113 zeigt die Aufnahme Abb. IV.23, die mit der AK2 erstellt wurde.

Wie Aufnahmen an Vortagen zeigten, lag die Kamera mit Belichtungszeiten von drei Minuten noch unter ihrer Sättigungsgrenze. Allerdings wollte ich auch nicht länger belichten, um noch genügend Messpunkte zu haben.

Als Filter wurde ein Blue-Blockage-Filter verwendet, um Effekte der differentiellen Extinktion aufgrund unterschiedlich farbiger Sterne zu minimieren. Dabei stellt das Blue-Blockage-Filter einen Kompromiss zwischen Minimierung dieses Effektes und Verlust an Intensität dar. Ein Rot-Filter hingegen, wie es später bei helleren Sternen eingesetzt wurde, ist optimal für die Unterdrückung der differentiellen Extinktion, schluckt aber auch die meiste Intensität weg.

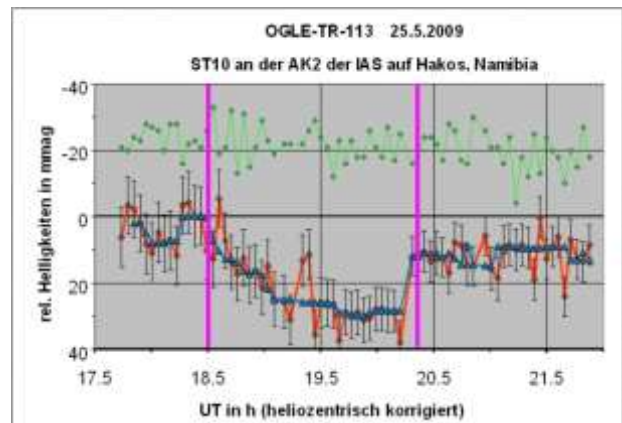


Abb. IV.24 Lichtkurve des Transits von OGLE-TR-113 am 25.5.2009. Die Kurve mit den Fehlerbalken zeigt die ungefilterte Helligkeit des Sterns bezogen auf einen Mittelwert von 5 Kontrollsternen. Dazwischen liegt das Resultat eines 5-Punkt-Medianfilters. Die obere Kurve zeigt den Helligkeitsverlauf von zwei der Kontrollsterne. Die vertikalen Balken geben Beginn und Ende des Transits an, wobei diese Werte aus den bekannten Bahndaten abgeleitet wurden.



Diese Messung wurde erheblich von durchziehenden Wolken gestört, so dass keine Lichtkurve zustande kam. Allerdings wurde bei diesen Aufnahmen die eigentliche Problematik dieses Objekts deutlich: das sehr dichte Sternfeld, wodurch die photometrische Standardprozedur zur Bestimmung der Lichtintensität an ihre Grenzen stößt.

Am 25.5. stand ein weiterer Transit von OGLE-TR-113 an. Diesmal früher am Abend, so dass wegen des größeren Elevationswinkels das Szintillationsrauschen während der gesamten Messung im Bereich von 0,4 bis 0,7 mmag lag. Das Poisson-Rauschen lag etwa bei 3,1 mmag, den größten Beitrag lieferte das Hintergrundrauschen mit anfänglich 8,0 bis 5,0 mmag am Ende der Messreihe. Abb. IV.24 zeigt die Lichtkurve. Der Austritt stimmt sowohl bezüglich des Zeitpunktes als auch bezüglich der aus der Datenbank bekannten Einsenkung von 24 mmag (relativ 2.2%) gut mit der Erwartung überein. Allerdings erfolgt der Austritt abrupt und lässt das Phänomen der Randverdunkelung im Gegensatz zu den beiden anderen Transits nicht erkennen. Der Eintritt in den Transit gestaltet sich „etwas holprig“: kurz zuvor scheint eine Art Überschwinger die Messung zu verfälschen.

Wesentlich bessere Bedingungen bot der Transit von Corot-Exo-2 am 24.5., da der Stern deutlich heller (12,6m) und vor allem klar von seinen Nachbarn abgegrenzt ist, so dass eine problemlose Photometrie zu erwarten war (siehe Abb. IV.25). Außerdem sollte er eine deutliche Absenkung von 32 mmag aufweisen. Aufgrund seiner Helligkeit wurde hier mit einem Rotfilter gearbeitet, die Belichtungszeit betrug 30 sec. Der statistische Gesamtfehler setzt sich folgendermaßen zusammen: Poisson: 4.0 bis 3.8 mmag, Szintillation: 2.2 bis 0.9 mmag (zunehmende Elevation während der Beobachtung) und Hintergrund: 1.6 mmag.

Im Nachhinein hätte man durchaus mit einer etwas längeren Belichtungszeit arbeiten können, da die maximalen Pixelwerte während der gesamten Messung um ca.

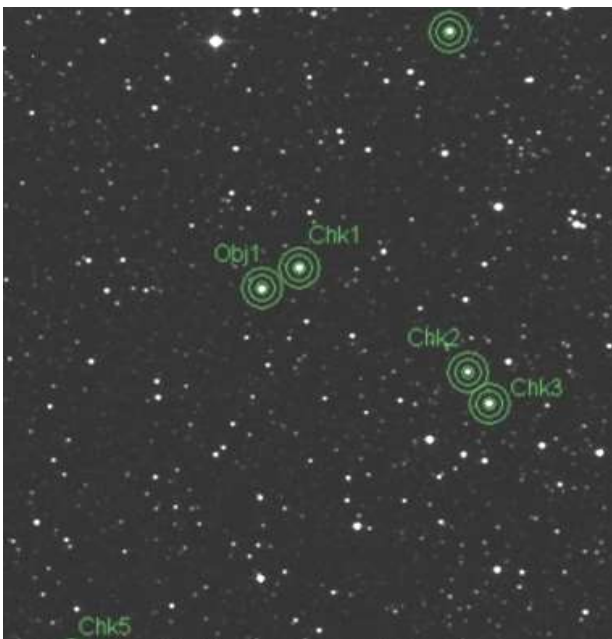


Abb. IV.25 AK2-Aufnahme des Sternfeldes um Corot-Exo-2 (= Obj1). Dargestellt ist das Photometrie-Tool von MaximDL. Um den zu untersuchenden Stern (Obj1) und um die Kontrollsterne (Chk 1-5) werden sogenannte Aperturkreise gelegt, mit deren Hilfe die Helligkeit des jeweiligen Sterns bestimmt wird

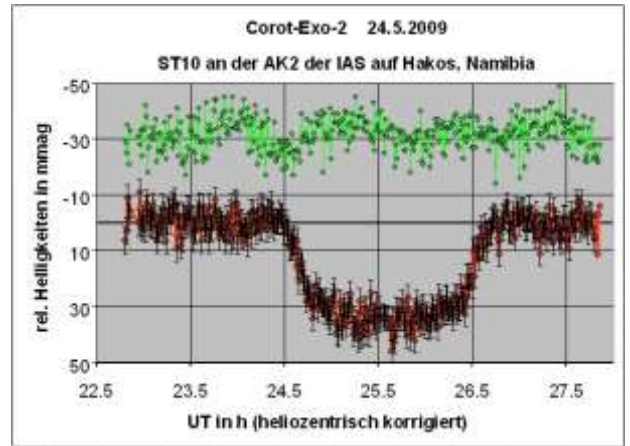


Abb. IV.26 Lichtkurve des Transits von Corot-Exo-2 in der Nacht vom 24. auf den 25.5.2009. Die obere Kurve zeigt die relative Helligkeit der beiden Kontrollsterne

26.000 ADU lagen, also noch deutlich unterhalb der Sättigungsgrenze. Damit hätten Poisson- und Szintillationsrauschen noch weiter gedrückt werden können. Da aber die Sternelevation während der Messung anstieg, war zunächst bei der Wahl der Belichtungsdauer Vorsicht geboten, um nicht in die Sättigung zu laufen.

Abb. IV.26 zeigt die zugehörige Lichtkurve. Es wurde als Referenz der Mittelwert von nur zwei Kontrollsternen verwendet, da die anderen erhebliche Gradienten im Verlauf, vermutlich durch differentielle Extinktion, zeigten. Die Helligkeit bricht nicht abrupt ein, sondern allmählich, was auf die Randverdunkelung des Sterns zurückzuführen ist. Die zu erwartende Einsenkung von 32 mmag (rel. 3,0%) findet man in etwa in der Messung wieder.

Ähnlich gute Bedingungen bot der Transit von WASP2 (12,0m) in der Nacht vom 29. auf den 30.5. Die Belichtungszeit von 15 sec hätte auch hier etwas länger gewählt werden können, da die maximalen Pixelwerte 30.000 ADU nicht überschritten. Ähnlich wie bei Corot-Exo-2 stieg der Stern noch an, so dass auch hier ein Sicherheitsabstand zur Sättigungsgrenze eingehalten werden musste (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

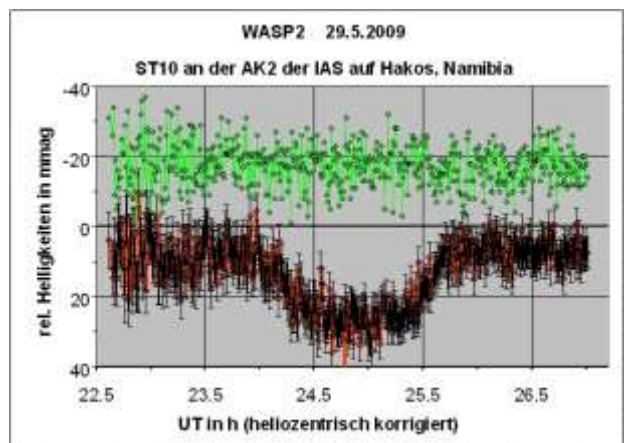


Abb. IV.27 Lichtkurve des Transits von WASP2 in der Nacht vom 29. auf den 30.5.2009. Für die Kurven gelten die gleichen Erklärungen wie bei **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Das Gesamttrauschen setzt sich folgendermaßen zusammen: Poisson: 4 mmag, Szintillation: 6,5 bis 1,3 mmag und Hintergrund: 1 mmag.



# Speckle-Interferometrie für Amateure?

Von Karl-Ludwig Bath

## Einführung

Das Abbild eines Sterns wird infolge der Luftunruhe, des Seeings, bei steigender Vergrößerung nicht einfach unscharf, sondern es löst sich in eine Wolke schnell veränderlicher Fleckchen (engl. speckles) auf. Dabei entspricht jedes einzelne Speckle in etwa dem Airy-Scheibchen des Sterns.

Erfreulicherweise gibt es Verfahren, aus solchen Seeingscheibchen oder Specklewolken die volle Information zu rekonstruieren. Erste visuelle Untersuchungen dazu hat Antoine Émile Henry Labeyrie um 1970 durchgeführt. Inzwischen wurde das Speckle-Interferometrie genannte Verfahren ganz erheblich weiter entwickelt, und man kann die theoretische Auflösung eines Teleskops auch dann nutzen, wenn (a) das Seeing nur mäßig ist oder man (b) mit einem Teleskop größer als etwa 50 cm Öffnung beobachtet, bei dem man niemals Bilder mit nur einem einzigen Airy-Scheibchen erhält.



Abb. IV.28 Specklewolken bei einem weiten Doppelstern

Das erste hier zu besprechende Verfahren ist die anschaulich nachvollziehbare beugungsoptische Rekonstruktion eines Einzel- bzw. Doppelsterns. Als zweites soll das mathematische Analogon dazu besprochen werden. Beide gehen auf Labeyrie zurück (s. [1], S. 251). Zunächst also die beugungsoptische Rekonstruktion.

## Beugungsoptische Rekonstruktion

Hier soll gezeigt werden, wie man das Airy-Scheibchen eines Einzelsterns aus einem kurzbelichteten Seeingscheibchen (Specklewolke) auf beugungsoptischem Weg rekonstruieren kann. Und wie wir sehen werden, gelingt auf dieselbe Weise auch die Rekonstruktion eines Doppelsterns. Für die ersten Tests und zum Kennenlernen des Verfahrens wurden zunächst einmal künstliche, also idealisierte, Specklewolken verwendet.

### a) Künstliche Specklewolke eines Einzelsterns

In der nachfolgenden Abb. IV.29 wurde mithilfe der Papierplättchen aus einem Locher die Specklewolke eines Einzelsterns simuliert. Diese Specklewolke entspricht der Situation, wie man sie bei einem großen Teleskop erhält oder auch bei einem kleinen Teleskop, aber schlechtem Seeing.

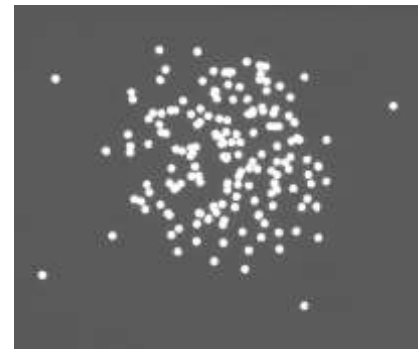


Abb. IV.29 Künstliche Specklewolke eines Einzelsterns

Setzt man das Bild einer Specklewolke wie in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** als Diapositiv vor ein Fernrohrobjektiv, so bekommt man bei Beleuchtung mit parallelem Licht in der Bildebene ein Beugungsbild mit einigen Ringen, das dem einer einzelnen kleinen Blendenöffnung (Einzel-Speckle) entspricht, nur mit größerer Helligkeit.

Dieses zunächst überraschende Ergebnis kann man so verstehen: Eine einzelne enge Blende kann man vor dem Fernrohr senkrecht zur Achse beliebig hin und herschieben, und trotzdem bleibt das Beugungsbild durch die Ablenkung im Objektiv unverändert an seinem Ort stehen. Deshalb kann man auch mehrere solcher Blenden (z. B. das Diapositiv einer Specklewolke) vor das Fernrohr setzen, und immer noch ergibt sich dasselbe Beugungsbild wie bei der Einzelblende, nur eben heller.



Abb. IV.30 Beugungsfigur einer Einzelstern-Specklewolke

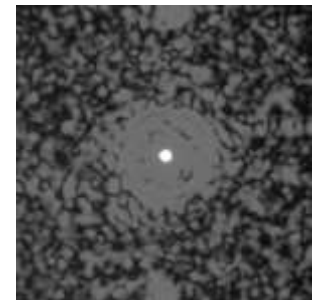


Abb. IV.31 Beugungsfigur 2. Ordnung

Als nächstes setzt man das Beugungsbild aus **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** als Diapositiv vor das Fernrohr. Dann bekommt man in der Bildebene die nebenstehende Abb. IV.31, also einen einzelnen kleinen Lichtfleck. Dieses Beugungsbild 2. Ordnung ist das aus der Specklewolke rekonstruierte Airy-Scheibchen des Einzelsterns. Der Schritt von Abb. IV.30 nach Abb. IV.31 wird im nächsten Abschnitt erläutert.

### Die Fresnelsche Zonenplatte

In Abb. IV.32 sehen wir eine sogenannte Fresnelsche Zonenplatte. Sie ist nicht zu verwechseln mit einer Fresnel-Linse, wie man sie als positive Linse auf Tageslichtprojektoren und als Negativlinse an der Heckscheibe von Kleinbussen findet. Fresnel-Linsen bestehen aus schräg abgestuften Ringen und nutzen die Lichtbrechung. Eine

Fresnelsche Zonenplatte dagegen besteht aus einer Abfolge dunkler und heller Ringe und nutzt die Lichtbeugung. Auch mit einer Fresnelschen Zonenplatte kann man abbilden. Zum Beispiel lässt sich mit ihr ein aufgeweiteter Laserstrahl auf einen Punkt fokussieren (Abb. IV.33). Genutzt wird die Fresnelsche Zonenplatte etwa für Abbildungen mit Röntgenstrahlen. Röntgenstrahlen können nicht wie sichtbares Licht gebrochen werden, aber die Absorption und die Beugung funktionieren immer noch.

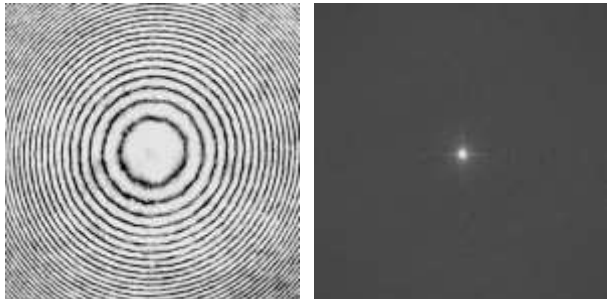


Abb. IV.32 Fresnelsche Zonenplatte      Abb. IV.33 Hiermit erzeugte Abbildung

Nun entspricht die übliche Beugungsfigur eines Sterns (Abb. IV.30) genau einer Fresnelschen Zonenplatte, weshalb man auch mit dem Diapositiv der Beugungsfigur aus **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ein Bild erzeugen kann (Abb. IV.31). Das Ergebnis: Man kann das Seeing mit rein beugungsoptischen Mitteln überlisten und aus einer Specklewolke (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) das Airy-Scheibchen des Sterns (Abb. IV.31) rekonstruieren!

#### b) Künstliche Specklewolke eines Doppelsterns

Was passiert nun, wenn man das beschriebene Verfahren auf die Specklewolke eines Doppelsterns anwendet?

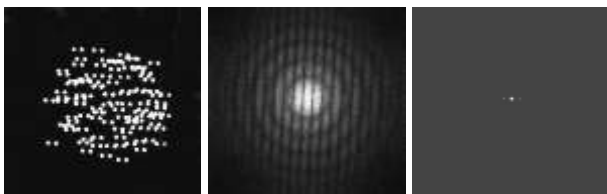


Abb. IV.34 Doppelstern-Specklewolke      Abb. IV.35 Beugungsbild 1. Ordnung      Abb. IV.36 Beugungsbild 2. Ordnung

Abb. IV.34 bis Abb. IV.36 entsprechen den oben besprochenen Abb. IV.29 bis Abb. IV.31.

Dem Beugungsbild 1. Ordnung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) ist beim Doppelstern ein Muster äquidistanter Streifen überlagert, die senkrecht zur Verbindungslinie der Komponenten des Doppelsterns verlaufen. Die Streifen entstehen dadurch, dass die beiden Doppelsternkomponenten wie ein optischer Doppelspalt wirken. Bei einem weiten Doppelstern liegen die Streifen eng beieinander, bei einem engen liegen sie weiter auseinander.

Der Schritt von **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu Abb. IV.36: Das Streifenmuster im Beugungsbild 1. Ordnung der Abb. IV.35 kann man als optisches Beugungsgitter ansehen, das ein Spektrum 0. Ordnung in der Mitte erzeugt und rechts und links davon Spektren +1. und -1. Ordnung (Abb. IV.36). Die Verbin-

dungslinie der Punkte liefert den Positionswinkel des Doppelsterns mit einer Unsicherheit von  $180^\circ$ . Der Abstand der Doppelsternkomponenten findet sich als Abstand der äußeren Punkte von der Mitte wieder. In der Praxis wird man den Abstand der äußeren Punkte voneinander messen und halbieren.

Jetzt fehlt noch die Information darüber, welche der beiden Doppelsternkomponenten die hellere ist. Das ist meist unproblematisch, weil man es in der Regel unmittelbar sehen kann. Erst wenn man ihre Helligkeiten messen will, muss man den Doppelstern vollständig rekonstruieren.

#### Das Ergebnis

Bei mäßigem Seeing oder bei großen Teleskopen erhält man anstatt einer Sternabbildung Specklewolken. Aus den Specklewolken lassen sich mit rein beugungsoptischen Mitteln Positionswinkel und Abstand eines Doppelsterns bestimmen. – Nebenbei: Abstand und Positionswinkel stecken natürlich schon im Beugungsbild 1. Ordnung (Abb. IV.35), nur sind sie dort noch verschlüsselt.

## Rekonstruktion mit Fourier-Transformationen

Wie zu erwarten lässt sich das beschriebene beugungsoptische Rekonstruktionsverfahren mathematisch nachbilden. Dort heißt das Beugungsbild 1. Ordnung (Abb. IV.30 und Abb. IV.35) die 1. Fourier-Transformierte (FFT1, FFT steht für Fast Fourier Transform). Das Beugungsbild 2. Ordnung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Abb. IV.36) heißt die 2. Fourier-Transformierte (FFT2) oder Autokorrelation.

#### Autokorrelation

Die Autokorrelation kann man sich bildlich so vorstellen: Man legt zwei identische Lochmasken wie in Abb. IV.29 übereinander und misst die durchgelassene Lichtmenge in Abhängigkeit von der gegenseitigen Verschiebung. Natürlich wird bei exakter Passung die maximale Helligkeit auftreten. Daneben werden immer nur zufällig einige Löcher fluchten und die durchgelassene Lichtmenge bleibt gering. Bei einem Doppelstern (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) mit den Komponenten A und B gibt es 3 Positionen für größere Helligkeit:

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Exakte Passung            | Summe beider Helligkeiten         |
| 2. Stern A fällt auf Stern B | Helligkeit des schwächeren Sterns |
| 3. Stern B fällt auf Stern A | Helligkeit des schwächeren Sterns |

Ein Doppelstern erscheint in der 2. Fourier-Transformierten also 3-fach und ohne Unterscheidungsmöglichkeit von „links“ und „rechts“. Die Sternpünktchen sind so klein wie die Speckles.

Eine Laune der Mathematik sorgt dafür, dass die Rechnung schon bei  $64 \times 64$  Bildpunkten schneller geht,

wenn man zweimal die Fouriertransformation berechnet anstatt das Verschieben nachzubilden.

Die „Fast Fourier Transform“ FFT ist eine für schnelle Berechnung optimierte diskrete Fourier-Transformation, die – nichts ist umsonst – quadratische Bilder mit bestimmten Kantenlängen verlangt. Und zwar muss die Kantenlänge des quadratischen Bildes aus einer Zweierpotenz von Pixeln bestehen, z. B. 64 x 64 oder auch 512 x 512 Pixel. Die FFT wird von verschiedenen Software-Programmen zur Verfügung gestellt, etwa vom freien Programm Iris und auch von AIP (Astronomical Image Processing).

## Zur Durchführung

Für die spätere Analyse werden die Specklewolken des zu untersuchenden Doppelsterns als Video aufgezeichnet. Die Belichtungszeiten liegen dabei zwischen 1/25 und 1/10 000 Sekunde.

Die benötigte Brennweite richtet sich nach der theoretischen Auflösung des Teleskops, also seiner Öffnung, und dem sog. Nyquist-Kriterium. Danach soll das Airy-Scheibchen (ein Speckle) 2 bis 3 Pixel des CCD-Sensors überdecken. Bei 50 cm Öffnung und 10- $\mu$ m-Pixeln führt das zu einer effektiven Brennweite von ca. 20 Metern.

Bei einer solchen Brennweite macht sich bereits ab 20° Zenitdistanz die atmosphärische Dispersion bemerkbar. Will man sich nicht auf diesen engen Himmelsausschnitt beschränken, so muss man ein mehr oder weniger enges Spektralfilter verwenden oder das atmosphärische Spektrum kompensieren, was mit einem Risley-Prisma gelingt. Das Risley-Prisma besteht aus einem Satz zweier gegeneinander verdrehbarer Prismen, mit dem man die Stärke des resultierenden Prismas auf das benötigte Maß einstellen kann.

### Positionswinkelkorrektur per Driftaufnahme

In der Regel werden die Bildkanten einer Aufnahme nicht hinreichend genau parallel zu den Himmelskoordinaten stehen. Um diese Winkelabweichung zu bestimmen, lässt man einen helleren Stern bei abgeschalteter Nachführung über das Bildfeld wandern, wobei der Stern für eine bessere Statistik an den Endpunkten eine Weile stehen bleiben kann. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wurde aus einem solchen Video mit Hilfe des freien Programms [www.startrails.de/html/software.html](http://www.startrails.de/html/software.html) gewonnen. Der Winkelfehler der Bildkanten lässt sich hier deutlich erkennen und kann ausgemessen werden.

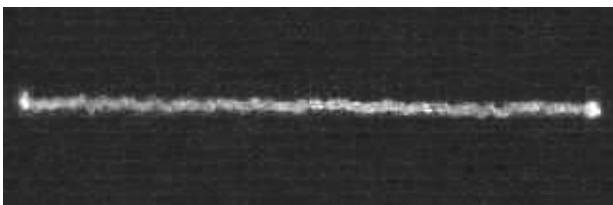


Abb. IV.37 Strichspuraufnahme zum Korrigieren des Positionswinkels

Die eigentliche Messung des Positionswinkels fällt bei der nachfolgend zu besprechenden Abstandsmessung mit ab.

## Maßstabsbestimmung

Für die Abstandsmessung benötigt man den Bildmaßstab in Bogensekunden/Pixel. Am einfachsten erhält man den anhand zweier Sterne eines offenen Sternhaufens oder mithilfe eines weiten Doppelsterns. In beiden Fällen ist der Abstand aus der Literatur bekannt. Man mittelt also die entsprechende Videosequenz und erhält mit Iris oder AIP den Abbildungsmaßstab.

### Analyseverfahren

Für die Analyse bieten sich zwei Möglichkeiten an, die je nach Seeing und Teleskopöffnung eingesetzt werden können.

#### 1. Lucky Imaging

Bei Teleskopen unter 50 cm Öffnung und akzeptablem Seeing finden sich im Videostrom vereinzelt gute Bilder (vgl. Abb. IV.38), die sich auch ohne Speckle-Verfahren aussortieren, mitteln und vermessen lassen. Da das Seeing den Abstand und auch den Positionswinkel beeinflusst, taugt ein solches Einzelbild nur zur Demonstration, und für ein brauchbares Ergebnis müssen viele Bilder gemittelt werden. Für das Aussuchen der besten Bilder und das Mitteln gibt es freie Software wie Giotto oder Registax. Aus dem Ergebnis werden schließlich der Abstand und der Positionswinkel der Doppelsternkomponenten bestimmt. AIP hat freundlicherweise eine Fangfunktion, mit der ein kleiner Kreis per Mausklick automatisch auf den angeklickten Stern zentriert wird. Hat man beide Sterne erfasst, werden Positionswinkel und Abstand ausgegeben, der Abstand auf 0,1 Pixel genau.

#### Beispiel: *Gamma Centauri*, 0,6''-Doppelstern

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist das beste Bild eines 300 Bilder langen Videostroms (IAS-Sternwarte Hakos, C14) wiedergegeben. Bei den schlechtesten Bildern der Aufzeichnung waren die Sterne gar nicht zu erkennen.



Abb. IV.38 0,6''-Doppelstern, gutes Einzelbild

#### 2. Speckle-Interferometrie

Bei großer Teleskopöffnung oder weniger gutem Seeing erhält man Seeingscheibchen (Specklewolken) ohne Chance auf eine Einzelauswertung. In diesem Fall wird man die oben besprochene Speckle-Analyse anwenden. Die Ergebnisse hängen erstaunlicherweise kaum von der Qualität der Specklewolken ab, so dass ein Sortieren in der Regel unnötig ist. Man erzeugt also aus 30 oder auch wesentlich mehr Specklewolken z. B. mit Iris die Fourier-Transformierten FFT1. Dann werden die FFT1 gemittelt und aus dem Mittel die 2. Fourier-transformierte FFT2 erzeugt. Aus der FFT2, der Autokorrela-

tion, werden dann wie beschrieben Positionswinkel und Abstand bestimmt. – Wesentlich an dem Verfahren ist, dass die Fourier-Transformierten FFT1 gemittelt werden und nicht etwa die ursprünglichen Specklewolken.

## Beispiele einer Doppelstern-Rekonstruktion

### Der Messaufbau

Die nachfolgende Aufnahme von alpha Crucis wurde im Mai 2007 auf der IAS-Sternwarte Hakos/Namibia ([www.ias-observatory.org](http://www.ias-observatory.org)) mit dem 50-cm-Cassegrain-Teleskop gewonnen. Am Teleskopausgang waren eine Barlowlinse und eine Video-Kamera (Sony-Chip EX-View 255) angebracht. Eine Webcam hätte ebenso zum Ziel geführt. Um den Stern in das 30''-Feld zu bekommen, wurde zusätzlich ein „Langsucher“ mit 50facher Vergrößerung und beleuchtetem Fadenkreuzokular eingesetzt.

### 1. Doppelstern alpha Crucis (4'')

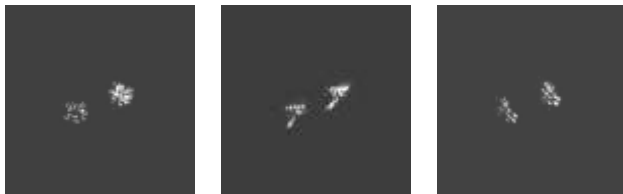


Abb. IV.39

Abb. IV.40

Abb. IV.41

Einzelbilder aus einem Videostrom

Bearbeitung mit dem Programm Iris:

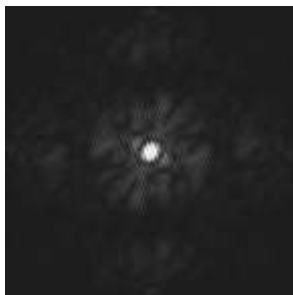


Abb. IV.42 Fourier-Transformierte FFT1 eines Einzelbildes

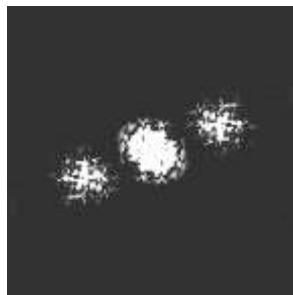


Abb. IV.43 FFT2 = Fourier-Transformierte von FFT1

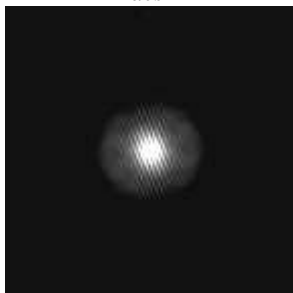


Abb. IV.44 Mittel von 99 Fourier-Transformierten FFT1



Abb. IV.45 Fourier-Transformierte FFT2 des Mittels

### 2. Gamma Persei (0.3'')

Das zugrundeliegende Video wurde von G. Weigelt am 1-m-Spiegel auf dem Pic du Midi aufgenommen, Bearbeitung mit Iris.

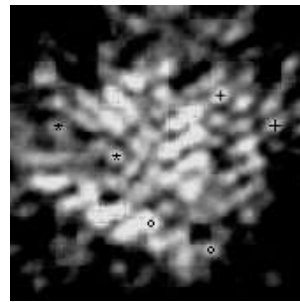


Abb. IV.46 Einzelbild

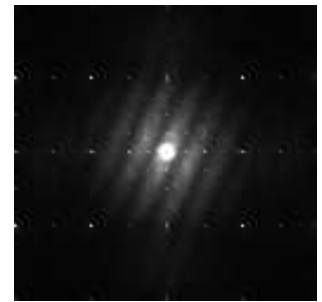


Abb. IV.47 Mittel von 50 Fourier-Transformierten FFT1

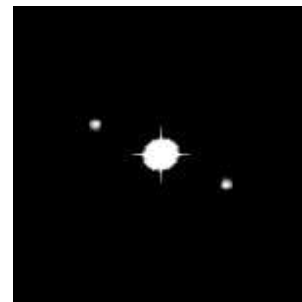


Abb. IV.48 FFT2, Autokorrelation

Nachdem Abstand und Positionswinkel bekannt sind, findet man auch in der Abb. IV.46 einige zusammengehörende Speckles. Aus den Autokorrelationen Abb. IV.45 bzw. Abb. IV.48 (FFT2) lassen sich nun die Positionswinkel und die Abstände der Doppelsterne ermitteln, hier  $\alpha$  Crucis und  $\gamma$  Persei.

Eine erschöpfende Behandlung der Speckle-Interferometrie ist hier natürlich nicht möglich. Zum Beispiel verwendet die professionelle Astronomie heute wesentlich erweiterte Verfahren, mit denen die vollständige Rekonstruktion bei Doppelsternen und sogar bei flächenhaften Objekten gelingt. Im vorliegenden Artikel ging es darum zu zeigen, dass die Speckle-Interferometrie zumindest in ihrer einfachen Form auch Amateuren zugänglich ist, und interessierte Amateure zu eigenen Versuchen anzuregen.

### Literatur

- [1] M. Reinecke, H. Ruder: Sterne und Weltraum 16, 246 [7-8/1977]
- [2] L. Lohmann, M. Reinecke, H. Ruder, G. Weigelt: SuW 16, 284 [9/1977]
- [3] H. A McAlister: Sky and Telescope, Mai 1977, 346.
- [4] M. Haas: SuW 30, 12 [1/1991]
- [5] M. Haas: SuW 30, 89 [2/1991]



# Messungen an Doppelsternen mit „Lucky Imaging“

von Rainer Anton und Charles Gruhn

## Einführung

Es gibt mehrere Gründe, um sich für Doppelsterne zu interessieren. Manche sind einfach hübsch anzuschauen, oder man kann mit engen Systemen das Trennvermögen seines Teleskops testen. Man kann aber auch Abstände und Positionswinkel systematisch messen. Es gibt viele Systeme, bei denen schon in wenigen Jahren deutliche Änderungen zu sehen sind. Bei physischen Paaren, die über die Gravitation gekoppelt sind, ist das Ziel, die Umlaufbahnen im Raum zu bestimmen. Daraus lassen sich die Systemmassen berechnen, und wenn auch die Entfernung bekannt ist, sogar die der einzelnen Komponenten. Dies ist die einzige Methode der direkten Massenbestimmung von Sternen und von großer Bedeutung für die Astrophysik. Während es auf der nördlichen Halbkugel eine ganze Anzahl von Aktiven gibt, überwiegend Amateure aber auch einige Profis, sind es auf der südlichen erheblich weniger. Dies ist einer der Gründe warum wir mit Teleskopen auf der IAS-Sternwarte versuchen, durch möglichst genaue Messungen zur Verbesserung der Datenlage beizutragen.

Es gibt verschiedene Messmethoden. Früher wurde überwiegend visuell gemessen, z. B. mit Okularmikrometern, womit man durchaus Fehlergrenzen unter 0,1 Bogensekunden erreichen kann. Ähnliches gilt für fotografische (Langzeit-)Aufnahmen. Noch genauere Ergebnisse können (Speckle-) interferometrische Verfahren liefern, die allerdings ihr volles Potential erst mit größeren Teleskopen erweisen. Die hauptsächliche Begrenzung der Genauigkeit und Auflösung ist durch die Luftunruhe gegeben. Auch unter guten Bedingungen ist das sogenannte Seeing-Scheibchen kaum kleiner als eine Bogensekunde. Schon ein mittelgroßes Amateurteleskop mit 20 cm Öffnung liefert dagegen theoretisch eine Halbwertsbreite des Airyschen Beugungsscheibchens von nur 0,57 Bogensekunden (bei einer Wellenlänge von 550 nm). Möglichkeiten zur Reduzierung von Seeing-Effekten bestehen in der adaptiven Optik, die die schnellen Verformungen der Wellenfronten in Echtzeit zu kompensieren versucht, oder durch „Lucky Imaging“ (oder sogar in der Kombination beider). Dabei werden aus längeren Serien von sehr kurz belichteten Aufnahmen (im Bereich von Millisekunden) nur die besten Bilder in Momenten mit gutem Seeing ausgewählt und überlagert. Diese Methode wird von Amateuren z. B. für Planeten wie auch von professionellen Astronomen für alle möglichen Objekte angewendet, ist aber natürlich ebenso gut geeignet für Aufnahmen von Doppelsternen.

Als Doppelsternbeobachter muss man unterscheiden zwischen Auflösungsvermögen des Teleskops und Genauigkeit von Positionsmessungen. Letztere kann erheblich besser sein als man nach der Theorie erwarten würde, wenn die Intensitätsprofile der Sterne gut definiert sind. Die Grenze ist, abgesehen von Seeing-Effekten, eher gegeben durch die Auflösung im Bild, d. h. durch die Pixel-Größe in der Kamera. Der Gewinn, den man mit „Lucky Imaging“ erreicht, besteht in schärferen

Peaks, die sowohl eine genauere Bestimmung der Zentren als auch eine bessere Trennung von engen Systemen mit teilweise überlappenden Profilen ermöglichen. Das theoretische Trennvermögen, ausgedrückt etwa durch das Rayleigh'sche oder Dawes'sche Kriterium, kann aber auch mit „Lucky Imaging“ nicht unterboten werden.

Im Folgenden werden einige unserer Ergebnisse mit ausgewählten Beispielen illustriert.

## Aufnahmetechnik

Große Messgenauigkeit erfordert insbesondere bei engen Systemen hohe Vergrößerungen und eine hohe Auflösung der Kamera. Das verlangt nach langen Brennweiten und gleichzeitig großer Lichtstärke, um kurze Belichtungszeiten zu ermöglichen. Außerdem sind kleine Pixelgrößen in der Kamera von Vorteil. In der Tabelle sind die benutzten Teleskope und Kameras mit entsprechenden Daten und die erzielten Auflösungswerte aufgeführt. Es handelt sich um Schwarz-Weiß-CCD-Kameras mit Firewire- oder USB-Rechneranschluss. Die Übertragungsraten liegen bei einigen zehn Bildern pro Sekunde. Die Auflösung wurde teilweise durch den Einsatz einer Barlow-Linse noch einmal verdoppelt. Dann muss allerdings wegen der hohen Empfindlichkeit der Chips im nahen Infrarot und der nicht ausreichenden chromatischen Korrektur ein Bandfilter eingesetzt werden. Entsprechend der spektralen Empfindlichkeit des Chips empfiehlt sich ein Rotfilter. Dadurch wird die Helligkeit um etwa zwei Größenklassen reduziert. Mit der DMK-Kamera erfordert das z. B. am C11 Belichtungszeiten für einen Stern 1. Größe von mindestens 0,2 msec, am 50er um 0,1 msec, bei der 6. Größe ist ein Faktor 100 anzubringen. Mit zusätzlichen Aufnahmen mit weiteren Filtern (NIR, G, B) kann man dann auch Farbkomposite herstellen.

Die in der Tabelle gelisteten Kalibrierfaktoren sind nicht berechnet, sondern wurden ermittelt durch Messungen an Referenzsystemen mit gut bekannten und nur wenig oder gar nicht veränderlichen Abständen. Dies wird weiter unten anhand des Vergleichs von gemessenen Positionswinkeln und Abständen mit Katalogwerten illustriert.

Teleskop		Kamera mit Pixelgröße und nominelle Auflösung		
Typ Öffnung	Brennweite	DMK21AF04 (5,6 µm <sup>2</sup> )		EXview HAD (3,75 µm <sup>2</sup> )
		ohne Barlow	mit Barlow	ohne Barlow
SCT 11 Zoll	2,8m	0,410"/px	0,220"/px	-
Cassegrain 40 cm	6,3m	0,187"/px	0,097"/px	-
Cassegrain 50 cm	4,5m	0,257"/px	0,132"/px	0,1725"/px



## Bildverarbeitung

Je nach Seeing liegt die Ausbeute an brauchbaren Bildern bei nur wenigen Prozenten. Für eine gute Bilddefinition und ausreichende Mittelung über restliche Seeing-Effekte benötigt man typischerweise mindestens um die dreißig gute Einzelbilder. Bei der Überlagerung wird die Bildauflösung auch noch verdoppelt oder vervierfacht („resampling“), was geglättete Intensitätsprofile und eine bessere Peak-Definition der Sterne ergibt. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt als Beispiel drei aufeinander folgende Einzelbilder von Gamma Centauri, aufgenommen mit dem 50-cm-Cassegrain mit Barlow-Linse und NIR-Filter bei 4 msec Belichtungszeit, und die Überlagerung von 500 unselektierten Bildern. Während einzelne Frames nahezu perfekt sind, ergibt die Überlagerung ein ziemlich diffuses Seeing-Scheibchen. Nach Auswahl der 32 besten aus insgesamt etwa 1500 Einzelbildern mit zweifachem Resampling und Überlagerung ergab sich das Bild in der Abb. IV.50. Es zeigt eine wesentlich bessere Auflösung und besseren Kontrast, sodass sogar die Airy'schen Beugungsringe zu erkennen sind. Die Messwerte von Positionswinkel und Abstand ( $335,2$  Grad bzw.  $0,47''$ ) weichen von der interpolierten Ephemeride nur um  $-0,09''$  bzw.  $-0,6$  Grad ab. Die dazu notwendige Kalibrierung des Maßstabs wird weiter unten beschrieben. Der Gesamtfehler des Abstands kann sich dadurch noch um etwa  $\pm 0,5\%$  erhöhen.

## Messungen

Abstandsmessungen erfordern die Kalibrierung des Bildmaßstabs. Ohne Verwendung der Barlow-Linse lässt er sich im Prinzip aus der Brennweite und der Pixelgröße berechnen (siehe oben), mit Barlow geht das nicht so ein-

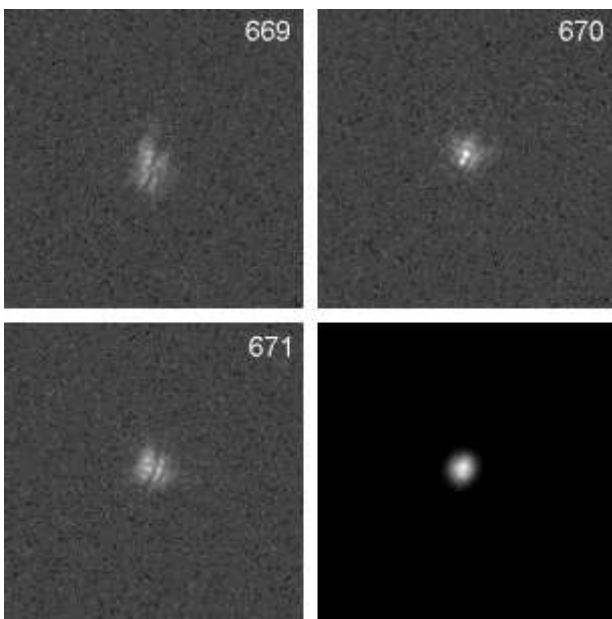


Abb. IV.49 Drei aufeinander folgende Original-Einzelbilder (je 4 msec) von Gamma Centauri im Abstand von etwa 80 msec und die Überlagerung von 500 unselektierten Bildern ohne Resampling (unten rechts). Das entspricht einer Gesamtbelichtung von 2 sec. Während es einzelne nahezu perfekte Frames wie Nr. 670 gibt, ergibt die Überlagerung ein ziemlich diffuses Seeing-Scheibchen. (50cm-Cassegrain, Barlow, DMK, NIR-Filter).

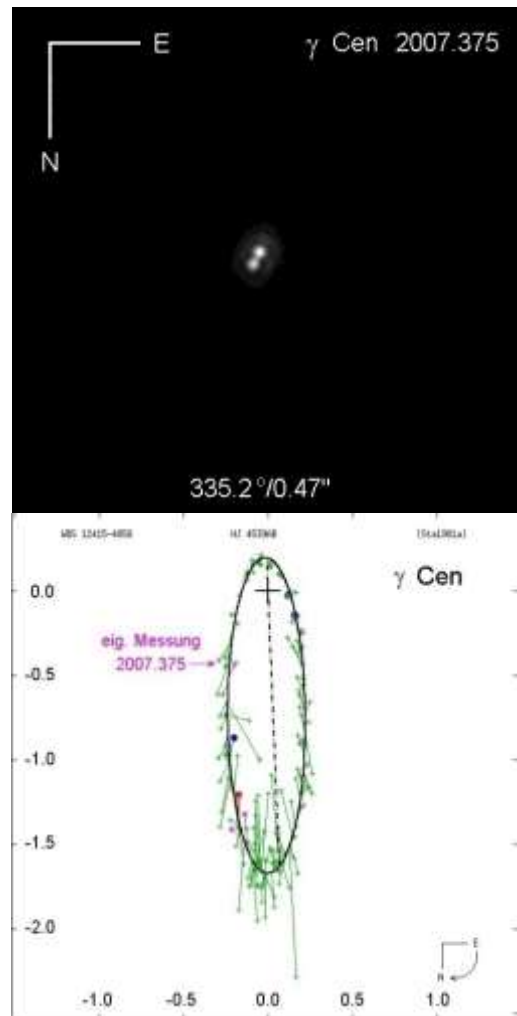


Abb. IV.50 oben: Überlagerung der 32 besten Bilder (wie Nr. 670 in Abb. IV.49) nach zweifachem Resampling (Ausschnitt). Man sieht, dass das Paar mit etwa  $0,5''$  Abstand klar getrennt wird. Man beachte auch die sich überlappenden Beugungsringe. Positionswinkel und Abstand sind am unteren Bildrand vermerkt. Die Position ist auch im unteren Bild eingezeichnet (6th Catalog of Orbits of Binary Stars, USNO, modifiziert).

fach, da der Maßstab von der Position der Linse abhängt. In jedem Fall erhält man genauere Kalibrierfaktoren durch die Aufnahme von Referenzsystemen, wie oben schon erwähnt wurde. Geeignet sind alle Systeme, deren Literaturdaten sich gut auf das aktuelle Datum extrapolieren lassen. Quellen sind im Wesentlichen der *Washington Double Star Catalog (WDS)*, der *4th Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars* und der *6th Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* (alle USNO), die online frei zugänglich sind. Ein Beispiel für eine derartige Analyse von Messungen mit dem C11 in der Konfiguration DMK/Barlow ist in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigt. Der Maßstab (siehe Tabelle oben) wurde so bestimmt, dass die Standardabweichungen und die Summe aller Abweichungen minimal wurden. Der Positionswinkel wird von Nord entgegen dem Uhrzeigersinn über Ost gemessen. Die Ost-West-Richtung bestimmen wir anhand einer Strichspur, die sich durch Überlagerung von Sternbildern bei abgeschalteter Nachführung ergibt. Restliche Abweichungen haben verschiedene Ursachen: eigene Messfehler, ungenaue Extrapolation und mögliche Fehler von Literaturdaten. Diese sollten sich bei einer Vielzahl von Messungen herausmitteln. Abweichungen der Positions-

winkel nehmen zu kleineren Abständen hin zu, da die Bildauflösung beschränkt ist.

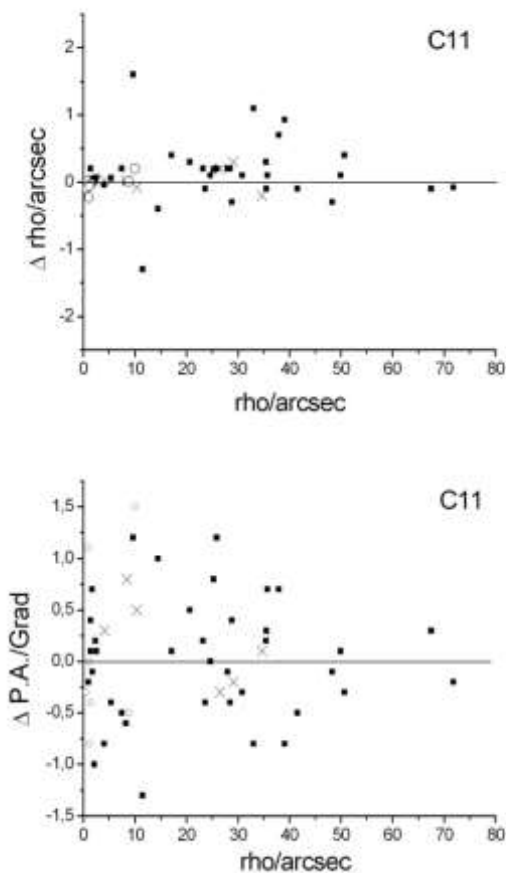


Abb. IV.51 Differenzen der gemessenen Abstände (links) und Positionswinkel gegen extrapolierte Literaturdaten für insgesamt 51 Messungen, jeweils aufgetragen über die Abstände. Kreuze bezeichnen sogenannte „relfix“-Systeme, offene Kreise binäre Systeme mit gut bekannten Orbits, ausgefüllte Quadrate andere

Auf die gleiche Weise wurde die EXview-Kamera am 50-cm-Cassegrain mit Doppelsternen im Skorpion kalibriert (CG). Die Genauigkeit der so bestimmten Skalenfaktoren schätzen wir auf etwa  $\pm 0,5\%$  ab.

## Genauigkeit und Reproduzierbarkeit

Die in den Abb. IV.50 und Abb. IV.51 gezeigten Ergebnisse lassen erkennen, dass Fehlergrenzen von Abstandsmessungen von unter  $0,1''$  erreicht werden können. Ein weiteres schönes Beispiel ist  $\alpha$  Centauri (siehe Abb. IV.52), ein binäres System mit Helligkeiten von 0,1 mag und 1,2 mag und mit einer Umlaufzeit von nur 80 Jahren, dessen schnelle Positionsänderungen wir seit dem Jahr 2000 verfolgt haben. In den neun Jahren hat sich der Abstand der Komponenten von über  $13''$  auf jetzt  $7,4''$  verringert, der Positionswinkel von  $224$  Grad auf  $244$  Grad vergrößert. Alle Messwerte liegen sehr gut auf dem genau bekannten Orbit. Es ist sicher ein hübsches Projekt, dem weiteren Lauf in den nächsten Jahren zu folgen!

Ein ähnliches Beispiel ist das binäre System 70 Oph. Die Umlaufperiode der beiden Komponenten mit Helligkeiten von 4,2 mag bzw. 6,2 mag beträgt 88 Jahre, sodass der Orbit sehr genau bestimmt ist. Die von CG zum Da-

tum 2009.34 gemessenen Werte von Positionswinkel und Abstand ( $132,5^\circ/5,56''$ ) sind in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zusammen mit interferometrischen Daten und mit den Ephemeriden dargestellt. Mit Abweichungen von  $-0,3^\circ$  bzw.  $-0,02''$  von letzteren ist die Genauigkeit durchaus vergleichbar.

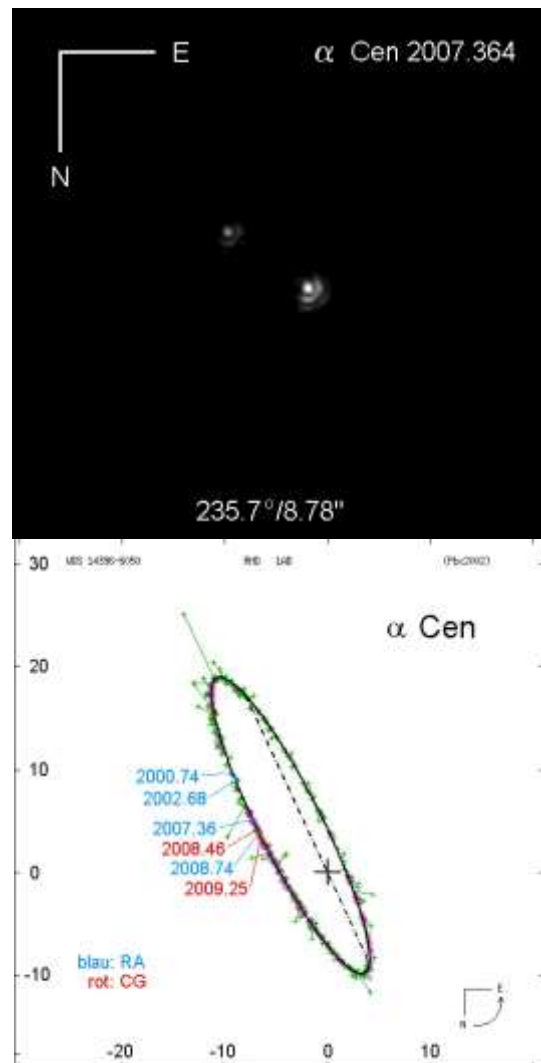


Abb. IV.52 Oben: Der Doppelstern  $\alpha$  Centauri, aufgenommen mit der DMK am C11 (Rotfilter, Barlow, 32 frames überlagert, je  $0,4$  msec). Unten: Der Orbit zeigt anhand mehrerer in den letzten 9 Jahren von RA und CG gemessenen Positionen die schnelle Bewegung des Systems. Der gesamte Umlauf dauert 80 Jahre (Messungen mit C8, C11 und 50-cm-Cassegrain)

Weitere systematische Tests der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit wurden an den binären Systemen  $\beta$  Phoenicis und  $\zeta$  Aquarii durchgeführt. Die zurzeit angenommenen Umlaufzeiten betragen 195 bzw. 587 Jahre, aber die Orbits sind aus verschiedenen Gründen noch etwas unsicher. Die Helligkeiten der Komponenten liegen in beiden Fällen um 4 mag.

Jeweils sechs Bildserien wurden in verschiedenen Nächten teils mit dem 40-cm-, teils mit dem 50-cm-Cassegrain aufgenommen. Ein repräsentatives Ergebnis für  $\beta$  Phe ist in der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** gezeigt. Man sieht, dass mit dem 50-cm-Teleskop und „Lucky Imaging“ auch  $0,4''$  noch gut getrennt werden. Für die sechs Messungen wurden Standardabweichungen des Positionswinkels von  $\pm 1,1$  Grad und des Abstands von  $\pm 0,007''$  berechnet. Damit liegt

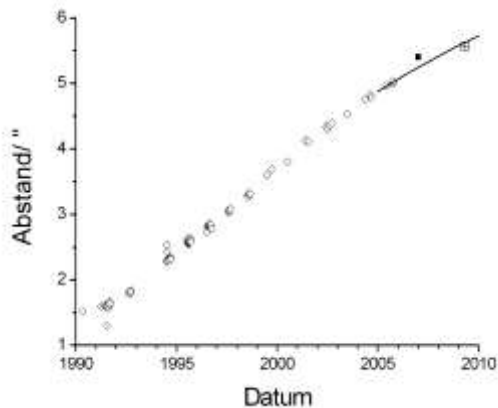
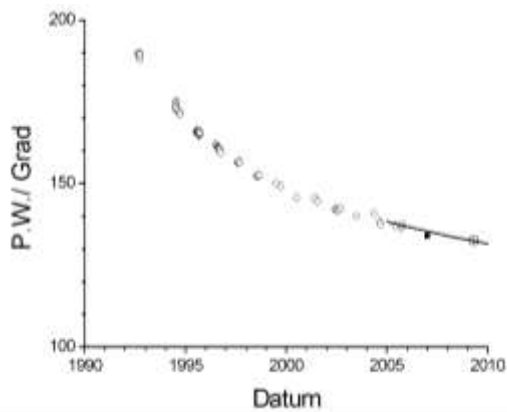


Abb. IV.53 Zeitlicher Verlauf von Positionswinkel und Abstand des Systems 70 Oph. Die offenen Rauten sind interferometrische Messungen, ausgefüllte Quadrate stellen den letzten Eintrag im WDS dar, durchgezogene Kurven die Ephemeriden. Die gekreuzten Quadrate sind Messungen von CG in 2009 mit dem 50er.

die Position weit ab von der entsprechenden Ephemeride. Leider gibt es keine aktuellen Daten von anderen Autoren zum Vergleich, was erstaunt, da es sich um ein markantes Paar mit Helligkeiten der Komponenten von etwa 4 mag handelt.

Ein interessanter Fall ist auch  $\zeta$  Aqr, dessen Komponenten ebenfalls etwa 4 mag hell sind (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Da dieses Objekt auch von nördlichen Breiten gut sichtbar ist, gibt es viele Daten in der Literatur. Sechs Messungen ergaben Mittelwerte für den Positionswinkel von 170,5 Grad und für den Abstand von 2,09'' mit Standardabweichungen von  $\pm 0,6$  Grad bzw.  $\pm 0,014$ '' . Diese Position liegt zwar sehr gut im Trend mit neueren Daten von anderen Autoren, aber alle weichen deutlich ab vom angenommenen Orbit. Der Grund ist ein dunkler Begleiter der Komponente B, der durch die Gravitation einen periodischen „Wobbel“ bewirkt. Demnach sollte sich die Position demnächst wieder dem Orbit nähern. Es lohnt sich also, dies mit genauen Messungen zu verfolgen.

So gibt es viele binäre Systeme, deren Orbits noch mehr oder weniger unsicher sind. Gründe sind z. B. lange Umlaufzeiten, sodass erst ein kleiner Teil der Bahn mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden konnte, oder zu wenige Messungen. Uns selbst sind am Südhimmel aufgefallen die Systeme  $\beta$  Muscae (P ~ 383 a?),  $\gamma$  Lupi (P ~ 190 a?) und L7194 (BrsO13) Arae (P ~ 550 a).

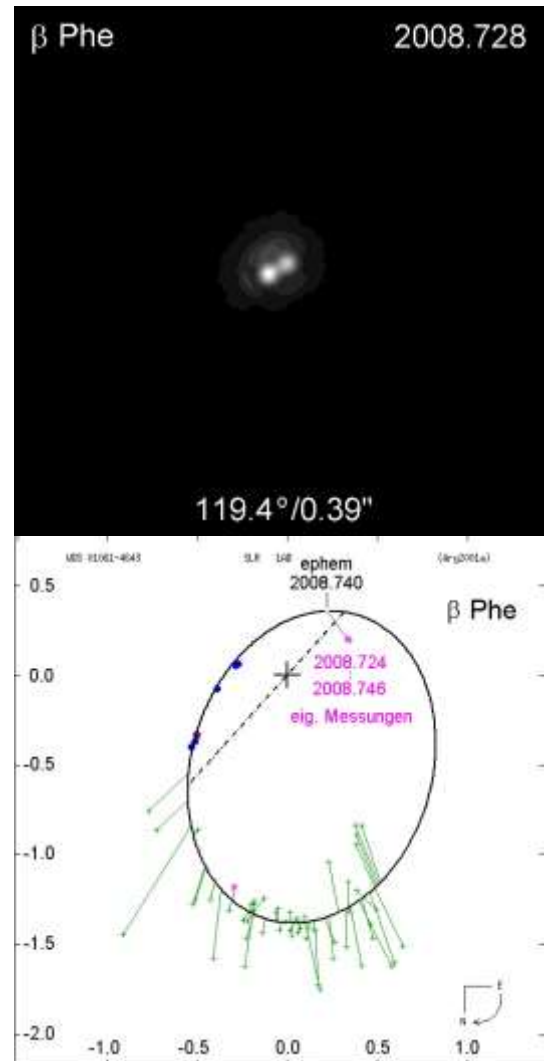


Abb. IV.54 Oben: Das enge Paar  $\beta$  Phoenicis, aufgenommen mit dem 50-cm-Cassegrain (DMK, Barlow, Rotfilter), Überlagerung von 60 Einzelbildern mit je 0,5 msec Belichtungszeit. Am unteren Bildrand sind die Mittelwerte von Positionswinkel und Abstand aus sechs verschiedenen Aufnahmen eingetragen. Unten: Die Abweichungen der entsprechenden Positionen von der entsprechenden Ephemeride (aus dem 6th Catalog of Orbits of Binary Stars, USNO, modifiziert) liegen weit außerhalb der Fehlergrenzen.

## Zusammenfassung

Die gezeigten Beispiele machen deutlich, dass man mit „Lucky Imaging“ und einer geeigneten Bildverarbeitung eine nahezu beugungsbegrenzte Abbildung erreichen kann, auch wenn das Seeing nicht optimal ist. Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Abstandsmessung kann durchaus im Bereich von  $\pm 0,01$ '' liegen, und ist damit vergleichbar mit interferometrischen (speckle) Methoden, wenn man die typischen Streubreiten betrachtet. Die Genauigkeit ist hauptsächlich durch restliche Seeing-Effekte beschränkt. Größere Teleskope bieten in erster Linie Vorteile durch die Möglichkeit der kürzeren Belichtungszeiten für „Lucky Imaging“, und erst in zweiter Linie hinsichtlich einer höheren Auflösung. Größere Abweichungen der gemessenen von erwarteten Positionen beruhen meistens auf zu wenigen oder nicht ausreichend genauen Beobachtungen in der Vergangenheit. Mit „Lucky Imaging“ können somit auch Amateure mit nur mäßig großen Teleskopen wertvolle Beiträge zu pro-

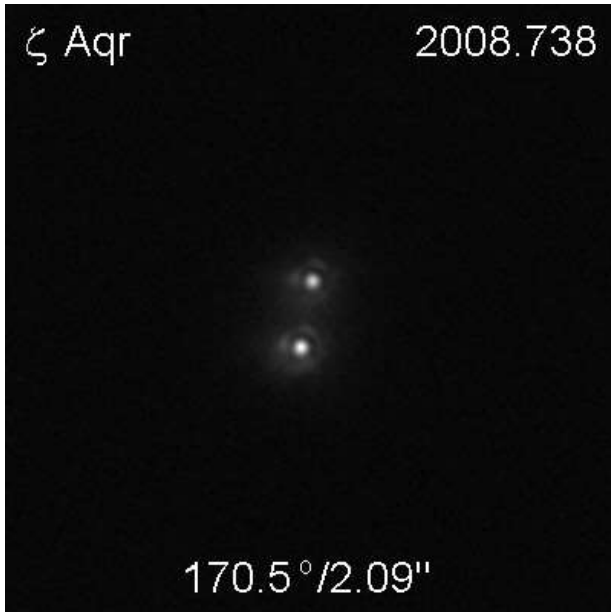


Abb. IV.55a Das binäre System  $\zeta$  Aquarii, aufgenommen mit dem 40cm-Cassegrain (Barlow, DMK, Rotfilter, 38 Einzelbilder je 8.3 msec).

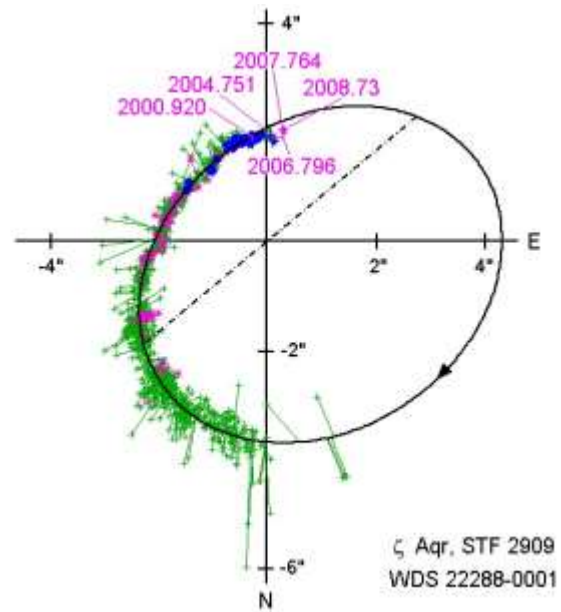


Abb. IV.55b Orbit, aus dem 6th Catalog of Orbits of Binary Stars, USNO, modifiziert. Grün sind visuelle, lila fotografische, blau interometrische Messungen. Eigene Messungen sind ebenfalls in lila, aber mit Datum markiert. Der Punkt bei 2008.73 stellt die hier genannten sechs unabhängigen Messungen dar

fessionellen Katalogen und zur Astrophysik der Sterne liefern.

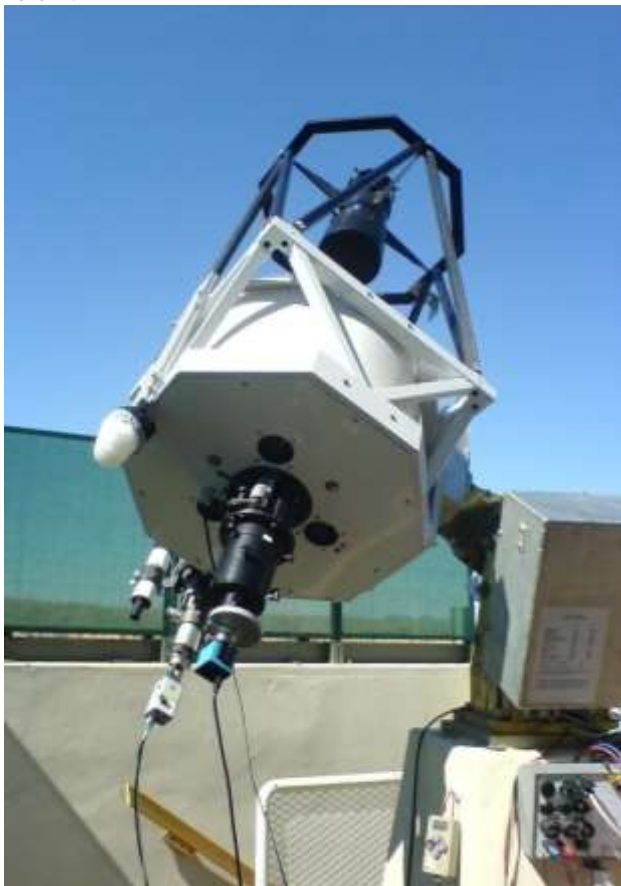


Abb. IV.56 Messaufbau am 50-cm-Cassegrain

#### Hinweise auf Katalogdaten:

Mason, B.D. et al. *The Washington Double Star Catalog (WDS)*, U.S. Naval Observatory,  
<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/WDS>

Hartkopf, W. I. et al. *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, U.S. Naval Observatory,  
<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/int4>

Hartkopf, W. I. et al. *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*, U.S. Naval Observatory,  
<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/orb6>

# Venustransit 2004

## Die Messung der Astronomischen Einheit

Von Johannes Ohlert

Der Transit der Venus vor der Sonnenscheibe am 8. Juni 2004 bot die seltene Gelegenheit, die Entfernung zwischen Erde und Sonne in der Einheit des internationalen Einheitensystems SI – also in Meter – mit optischen Instrumenten zu messen. Zwar kann man die sog. Astronomische Einheit AE (Abb. IV.57), die Grundgröße der astronomischen Entfernungsmessung, heutzutage mit Radarmessungen viel genauer bestimmen als mit optischen Methoden. Der Reiz und die Herausforderung, die sich am 8. Juni 2004 boten, bestanden aber darin, mit Hilfe einfacher, aber moderner optischer Instrumente die AE möglichst genau zu bestimmen. Das IAS-Observatorium drängte sich für eine solche Messung geradezu auf, da durch seine geografische Lage auf der Erde von vornherein klar war, dass zu vielen anderen Messstationen auf der Erde eine große Entfernung und damit gute Basis für eine möglichst genaue Berechnung gegeben war. Als wissenschaftlicher Partner offerierte sich Prof. Dr. Backhaus von der Universität Essen, der zum Venustransit eine weltumspannende Messkampagne initiiert hatte. Das von mir hier vorgestellte Messergebnis beruht ausschließlich auf Messungen von Hakos und Essen.

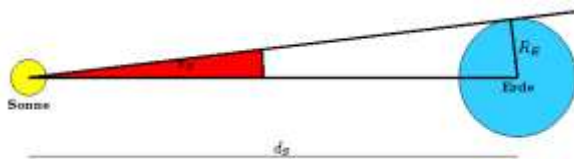


Abb. IV.57 Definition der Astronomischen Einheit (Quelle: U. Backhaus)

## Messgrößen

Zwei Beobachter auf der Erde mit unterschiedlichen Standpunkten beobachten die Venus unter verschiedenen Winkelabständen  $\beta_1$  und  $\beta_2$  relativ zur Mitte der Sonnenscheibe (Abb. IV.58). Zur Berechnung der Parallaxe  $\pi_s$  (Abb. IV.57) muss zum einen beachtet werden, dass die Sonne selbst nicht unendlich weit entfernt ist und somit eine Parallaxe gegenüber den Fixsternen zeigt. Zum anderen muss der Abstand  $\Delta_{\perp}$  bekannt sein, den die beiden Beobachter senkrecht zur Richtung Erde-Sonne einnehmen (Abb. IV.58). Weiterhin wird der relative Radius der Venusbahn als bekannt vorausgesetzt. Für die gesuchte Äquatorial-Horizontal-Parallaxe  $\pi_s$  und die zu messenden

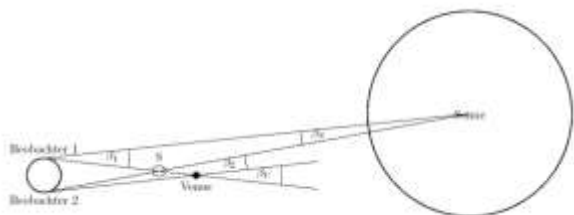


Abb. IV.58 Geometrische Verhältnisse und Messgrößen beim Transit der Venus (Quelle: U. Backhaus)

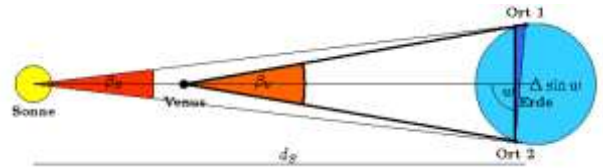


Abb. IV.59 Parallaxenwinkel von Sonne und Venus (Quelle: U. Backhaus)

Größen ergibt sich dann aus den geometrischen Verhältnissen (Abb. IV.57, Abb. IV.58, Abb. IV.59) der folgende Zusammenhang:

$$\pi_s = \frac{R_E}{\Delta \sin w} \left( \frac{r_E}{r_V} - 1 \right) \Delta \beta$$

mit  $R_E$  = Radius der Erde,  $r_E/r_V$  = relativer Radius der Venusbahn,  $w$  = Projektionswinkel und  $\Delta \beta = \beta_V - \beta_S$  = parallaktische Verschiebung (und).

## Messungen

In Essen wurden im Abstand von 15 Minuten fotografische Aufnahmen gemacht. Am IAS-Observatorium wurden im 5-Minuten-Takt Videosequenzen aufgezeichnet. Hierzu war ein mit einem 90-mm-Coronado-H $\alpha$ -Filter ausgestatteter Genesis-Refraktor ( $\varnothing = 100\text{mm}$ ) mit einer ToUCam an das C14 angesetzt. Die Dauer der Sequenzen betrug jeweils 10 Sekunden bei einer Rate von 10 Bildern pro Sekunde. Diese Sequenzen wurden anschließend für jeden Zeitpunkt zu einem Bild zusammen-



Abb. IV.60 Venus vor der Sonne: Ausschnitt der Videosequenz von 12:55 MESZ

gefasst (Abb. IV.60). Zur Bestimmung der Ausrichtung der Kamera wurden wiederholt Sequenzen bei abgeschalteter Nachführung der Teleskope aufgenommen. Wegen ungünstiger Wetterverhältnisse konnte die Anfangsphase des Transits nicht beobachtet werden. Der Himmel war zunächst wolkenverhangen, am Morgen lag Schnee auf Hakos. Bald verzogen sich die Wolken, aber es blies ein eisiger Ostwind. Das Seeing war infolgedessen besch ... und wir froren erbärmlich.

## Auswertung

Zur Auswertung der Fotografien und der Videodateien wurden Programme entwickelt, die den Radius der Sonnenscheibe, die Position des Sonnenmittelpunktes, die Lage der Venusscheibe und die Nord-Süd-Ausrichtung der Kamera ermittelten. Um die Konsistenz der Messreihen zu überprüfen, wurden die gemessenen Positionen durch eine lineare Funktion angefitet (Abb. IV.61). Durch Extrapolation dieser Fitfunktion ergeben sich die Kontaktzeiten  $t_1$ . Ferner kann der Zeitpunkt  $t_C$  der Mitte des Transits und der minimale Abstand  $r_{\min}$  der Venus

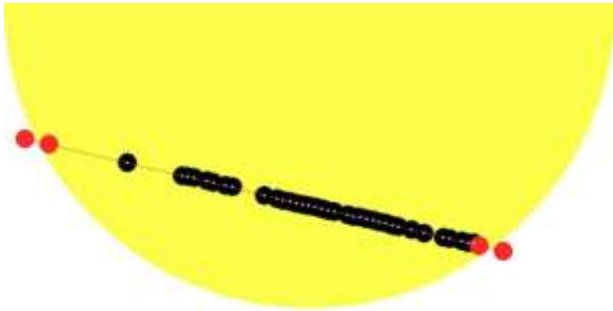


Abb. IV.61 Alle gemessenen Venuspositionen vor der Sonnenscheibe (Quelle: U. Backhaus)

zum Sonnenmittelpunkt berechnet werden – Werte, die sich auch zur Bestimmung der Sonnenparallaxe eignen. Weiterhin wurden die lokalen Daten unabhängig voneinander in Bezug auf einen hypothetischen geozentrischen Beobachter ausgewertet, um einen zusätzlichen Beweis

für die Vertrauenswürdigkeit der individuellen Daten zu erhalten.

## Ergebnisse

Unter Zugrundelegung der Daten von Essen und Hakos ergeben sich die folgenden Resultate für die gesuchte Äquatorial-Horizontal-Parallaxe  $\pi_S$ :

$$\pi_S = (8.85 \pm 0.26)''$$

Für die Astronomische Einheit AE folgt hiermit:

$$1 \text{ AE} = (148.7 \pm 3.3) \text{ Millionen Kilometer}$$

Der offizielle IAU-Wert sei hier zum Vergleich angeführt:

$$\pi_S = 8.794'' \text{ und } 1 \text{ AE} = 149.6 \cdot 10^6 \text{ km.}$$

Das erzielte Ergebnis ist umso erstaunlicher, als mit einem Plastik-Ei (ToUCam) und einem 4-Zöller eine Genauigkeit von etwa 2 % für die Astronomische Einheit erreicht wurde. Dies ist für eine physikalische Absolutmessung ein nicht oft erreichter Genauigkeitswert.

### Publikation:

Verhandlungen DPG(VI) 40, 5/S.37(2005) AKFH 1.14  
Johannes Ohlert, Jens Schiffmann: „Messung des Venustransits 2004“



Abb. IV.62 Das C14-Teleskop, mit dem die Messungen durchgeführt wurden

# Die Eigenbewegung von Proxima Centauri

Von Hans G. Diederich

Die Eigenbewegung von sich schnell bewegenden Sternen zu beobachten, also nicht nur den Stern, sondern dass er sich bewegt, ist eine interessante Grundaufgabe, sowohl für den visuellen, als auch den mittels CCD beobachtenden Sternfreund. Dazu benötigt man zumindest zwei Beobachtungen, die zu dokumentieren sind. Dann hat man die Chance, im Vergleich der Koordinaten in der Tabelle der Koordinaten, auf der eigenen Zeichnung oder in der eigenen Aufnahme einen Unterschied festzustellen. Was man mit einem solchen „Bewegungsstern“ alles anstellen kann, das wird hier am Beispiel des uns zweitnächsten Sternes, Proxima Centauri, gezeigt. Eine Anregung für alle, die im Astro-Urlaub nach Namibia reisen.

## Proxima suchen

Das Auffinden von Proxima Centauri ist gar nicht so einfach. Es lohnt sich wirklich, bereits zuhause eine (Foto-) Karte auszudrucken und mitzunehmen. Der Abstand von Proxima zu den alpha-Centauri A und B ist einerseits so sehr groß, Hilfe können wir von diesem sehr hellen Doppelstern nicht erwarten. Andererseits herrscht hier ein solches Sternengewimmel, dass wir mit einer guten Vorbereitung viel Zeit sparen können. Astronomie soll ja Freude bereiten.

Wer zum ersten Mal nach Namibia fährt und dort mit längeren Brennweiten aufnimmt, sollte auch alle seine Kleinbildobjektive einpacken. Sich seinen Wunschobjekten schrittweise zu nähern, gerade zu in sie hinein zu zoomen, kann sehr reizvoll sein. Aus diesem Grund sind hierunter auch zwei Fotokarten nebeneinander gestellt:



Abb. IV.63 Proxima Centauri: Einmal mit einem 300-Millimeter-Objektiv fotografiert und einmal mit 3910 mm Brennweite des C14

## Eine kleine Merkwürdigkeit

Bei meinem Versuch, Proxima aufzusuchen, hatte ich ein Problem: das Kartenbild, obwohl gemessen am sichtbaren Gewimmel ziemlich ausgedünnt, ließ zwei oder gar drei helle Sterne erwarten. Ließ ich den Eintrag V645 Centauri außer acht, das ist die Veränderlichenbezeichnung für Proxima, und manche der Positionen aus dem Veränderlichenkatalog sind etwas ungenau, so erwartete ich doch so etwas wie einen visuellen Doppelstern aus annähernd gleich hellen Sternen. Und dieses Sternenpaar wollte sich partout nicht finden lassen. Bis ich merkte, das ist ja ein und derselbe Stern. Es machte „Klick“: ein sehr naher Stern, Eigenbewegung, da könnten die beiden Positionen von Proxima zu unterschiedlichen Zeiten Ein-

gang gefunden haben. Und auch die Position von Proxima als Veränderlicher könnte so zu erklären sein. Denn alle drei Positionen liegen auf einer Geraden!

Das musste jetzt untersucht werden! Der Simbad-Datenbank entnahm ich folgende Werte:

Eigenbewegung in mas/yr (Millibogensekunden pro Jahr)

**-3775,40      769,33**

Mittels arctan ergibt sich daraus als Winkel  $11,5^\circ$  (von links (E) nach rechts (W) leicht ansteigend). Nun las ich die Pixelkoordinaten der beiden äußeren Kartensterne ab und berechnete daraus ebenfalls mit arctan den Winkel: es ergab sich ein Wert von  $12^\circ$ ! Damit war alles klar: Eigenbewegung. Guide 7 zeigt basierend auf den verwendeten Datenbanken denselben Stern zu drei verschiedenen Zeiten und folglich an drei verschiedenen Positionen. Aus 3 mach 1! Der Himmel war wieder in Ordnung, und Proxima ließ sich dann auch ziemlich schnell finden. Nahe Sterne mit hoher Eigenbewegung sind schon ein reizvolles Thema ...

## Und Proxima rast über den Himmel ...

Zu wissen, das Pünktchen dort am Himmel, das ist ein HMPS ("high proper motion star"), der rast nur so über den Himmel, ist eine Sache, egal ob mit oder ohne CCD-Aufnahme. Meiner Meinung nach sollte aber alles, was sich am Himmel bewegt oder verändert, auch in dieser Bewegung oder Veränderung präsentiert werden, nicht ausschließlich nur in einer Tabelle oder auf Millimeterpapier. Die Idee war also, ein Filmchen von Proxima zu drehen, und sie in einem animierten .gif über den Himmel rasen zu lassen.

Nun war ich aber bisher nur ein einziges Mal in Namibia und wollte nicht warten, bis ich in mehreren aufeinander folgenden Jahren immer wieder diesem Stern würde aufgenommen haben. Und hierfür gibt es eine Lösung, die heißt „DSS Plate Finder“. Den gibt es im Internet. Für das Feld zeigte er sechs zu verschiedenen Zeiten aufgenommene Platten, mit meiner Aufnahme waren es dann sieben Stück:

SERC-J Survey	1976.193
SERC-I Survey (?)	1981.164
SERC-I Survey (?)	1982.301
SERC-V Equatorial Extension Second Epoch Southern	1987.393
(UK Schmidt)	1991.540
(UK Schmidt) Second Epoch Southern	1993.540
hgd	2004.548

Aus diesen Platten schnitt ich mir kleine Teilbilder heraus, glich sie in Helligkeit und Kontrast so gut, wie es

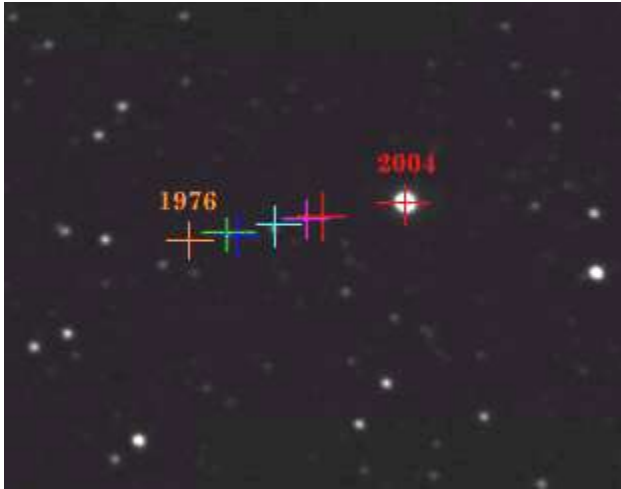


Abb. IV.64 Die Eigenbewegung von Proxima Centauri zwischen 1976 und 2004

möglich war, einander an, justierte sie und erzeugte ein animiertes .gif-file. Siehe da, „es bewegt“ sich was. (Im Druck zwar nicht darstellbar, aber auf der IAS-Website unter

<http://www.ias-observatory.org/content/view/45/41/>)

Ich wünsche mir, dass diese Hinweise Ihnen nicht nur den Astro-Urlaub in Namibia etwas erleichtern, sondern auch einige Anregungen für die eigene Projektgestaltung und Bildauswertung geben konnten. So etwas lässt sich auch am Nordhimmel erleben und beobachten, allerdings müssen wir hier zuhause auf Proxima verzichten. Und die muss man einfach mal gesehen haben ...

(Die eigenen Aufnahmen entstanden auf der Sternwarte der IAS auf Hakos)



Abb. IV.65 Das Sternbild Centaurus (Aufnahme mit Diffusor)





Abb. IV.1 Das Sternbild Skorpion (Aufnahme mit Diffusor)



# V. Reise- und Beobach- tungsberichte



*Abb. V.1 Blick auf den Kleinen Gamsberg vom Rand des Gamsbergplateaus*

# Astronomie auf Hakos in Namibia

Von Reinhard Claus

Fast schon zur Tradition geworden sind jene beiden Astrokurse für Gymnasiallehrer, Studenten und Schüler, die im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Internationalen Amateursternwarte e.V. in der Zeit vom 29.08. bis 13.09.2002 auf der Farm Hakos in Namibia inzwischen zum dritten Mal abgehalten wurden. Die erste Woche lief in Kooperation mit der Sektion Physik der Ludwig-Maximilian-Universität in München, die zweite mit der „Akademie für Personalführung und Lehrerfortbildung“ in Dillingen an der Donau. Der Neumond am 7. September lag zeitlich etwa in der Mitte, so dass beiden Gruppen optimale Beobachtungsnächte zur Verfügung standen.

## Probleme bei der Ankunft

Besonders große Begeisterung zeigten zwei Gymnasiallehrer dadurch, dass sie auch schon in der ersten Woche dabei waren, obwohl sie schwerpunktmäßig eigentlich der nachfolgenden Dillinger Gruppe angehörten. Einer von ihnen – lassen wir es beim Vornamen Franz – hatte nämlich erst wenige Tage vor der Abreise einen superteuren APQ-Refraktor von Zeiss mit 130 mm Öffnung erworben, der mitsamt Montierung ausgerechnet auf der Südhalbkugel sein „first light“ haben sollte. So neu war er, dass die Firma Baader die Vergütung des Objektivs erst nach Ende der Reise vornehmen konnte und darauf wollte der Neumond auf keinen Fall warten! Normalerweise ist der Zoll in Windhoek ja schon einiges in Bezug auf Teleskope als Reisegepäck der vielen „Astrospinner“, die ins Land kommen, gewohnt. Angesichts Franzens riesigem, völlig unverkratztem und demnach absolut neuwertigem Aluminiumkoffer samt Inhalt in knisternd frischer Folienverpackung war den Beamten seine „offensichtliche Schmuggelabsicht“ beim besten Willen jedoch nicht mehr auszureden. Weder seine vielen „ja aber“, noch der Hinweis auf andere Touristen mit mindestens ebenso großen Teleskopen half da etwas. Es ging nichts: Das Gerät bleibt im Zoll, bis Franz zurückfährt – Ende! Franz gab auf und verlangte eine Einlieferungsbestätigung. Nein, so etwas könnten sie ihm nicht geben und natürlich auch keine Garantie, dass die Kisten nach zwei Wochen noch da wären! Franz als typischer Europäer, war naturgemäß wesentlich ungeduldiger als die einheimischen Farmer, nun aber wurde es selbst Walter Straube, unserem Gastgeber zu dumm, der in bestem Africaans, das wir wohl besser nicht übersetzt wiedergeben, die Sache innerhalb von wenigen Minuten regelte: Franz durfte seinen Superrefraktor selbstverständlich mitnehmen! Und so setzte sich endlich doch die kleine Karawane, bestehend aus einem blauen VW-Bus und dem großen roten Tojota-Cruiser mit Gepäckanhänger, in Richtung Westen in Bewegung.

Traditionsgemäß war das erste Ziel Windhoek mit seinen 33 Bruchstücken des Gibeon-Meteoriten, von denen einer inzwischen tatsächlich gestohlen war. Wie trägt man einen 300-kg-Eisenbrocken unbemerkt aus dem Stadtzentrum von Windhoek weg? Inzwischen werden die restlichen Teile (hoffentlich) effektiver bewacht.

## Beobachtungen

Bei der Ankunft auf Hakos am Nachmittag wurden die Gäste überrascht durch die unerwartet wuchtige Berglandschaft, in der diese Farm liegt. Noch wenige Kilometer vorher lässt die fast völlig ebene Steppe nichts dergleichen erwarten. Und beim ersten ausgiebigen Abendessen am offenen Kamin, in dem Walter seine saftigen Steaks wendet, wird fast übersehen, dass die Dunkelheit längst eingetreten ist. Doch dann ist man schnell draußen im Vorgarten versammelt, wo der Miyauchi 20 x 100 und das 10-zöllige SCT bereit stehen. Direkt über dem Zenit verläuft das Band der Milchstraße, und nach  $\alpha$  und  $\beta$  Centauri muss gelernt werden, wo man den „Teapot“ findet. Entgegen aller Systematik werden danach erst einmal die Radiogalaxie Centaurus A und der Eta-Carinae-Nebel beobachtet, denn beide gehen bald unter, und vor allem die Sichel des zunehmenden Mondes in der zweiten Woche machte deren Beobachtung zunehmend schwieriger bis später unmöglich. Auch M13 zum Vergleich mit Omega Centauri muss möglichst früh absolviert werden. Es überrascht immer wieder, dass man eigentlich alle Highlights unseres Nordhimmels in Namibia trotz der Fülle an Zusätzlichem fast vollzählig beobachten kann! Der Nordamerikanebel zählt genauso dazu, wie h & chi Persei unterhalb – nein, Verzeihung, hier oberhalb – der Cassiopeia. Das Interesse galt dann aber ganz anderen Objekten. Der erste Abend war schwerpunktmäßig der Struktur der Milchstraße gewidmet, ihrem Zentrum, den hervorragend schon mit bloßem Auge sichtbaren Dunkelwolken, wie dem Kohlsack, sowie besonderen „Berühmtheiten“ des Südhimmels, wie dem Kugelhaufen 47 Tucanae, Omega Centauri, vor allem aber den Magellanschen Wolken, die gegen Mitternacht hoch über dem Horizont standen. Franz kämpfte tüchtig mit Bohrlöchern an seiner Montierung, sowie mit Zapfen und Gewinden der Säulen auf der Beobachtungsplattform, während wir übrigen beobachteten.

In der zweiten Nacht wurden vor allem die Gasnebel systematisch ins Visier genommen: Lagunen- und Trifidnebel, M16, M17, Tarantelnebel, aber auch Hantel- und Helixnebel, die beide im Süden Afrikas hoch in den Zenit kommen. Unweit davon befanden sich auch der helle, kleine „Saturnnebel“, sowie der Uranus, der bei 150-facher Vergrößerung als schönes Scheibchen im Unterschied zu den Fixsternen mit unserem Schmidt-Cassegrain zu sehen war. „Franz“, rief jemand in die Dunkelheit hoch zur Beobachtungsplattform (denn wir anderen waren gemütlich auf dem Rasen im Garten geblieben) den Uranus müsstest Du doch super in deinem Mammutrefraktor sehen, oder?“ – „Naaa, er läuft immer raus, weil die Polachse no net stimmt!“ tönte es zurück.

Die dritte Nacht galt primär den Galaxien, wo NGC 55 und die von Caroline Herschel entdeckte große Galaxie NGC 253 Spitzenreiter wurden. Bei 90-facher Vergrößerung konnten nicht nur deren charakteristische Formen, sondern auch von Fotos bekannte Details der Strukturen ausgemacht werden. Das für die meisten Beobachtungen verwendete Okular war ein von der Firma BW-Optik er-

worbenes Leitz-Weitwinkel mit 30mm Brennweite und 88° subjektivem Gesichtsfeld. Praktisch ohne erkennbare Gesichtsfeldgrenzen schweben diese Galaxien damit weit hinter den Vordergrundsternen unserer Milchstraße. Lediglich Andromeda sprengte mal wieder den Rahmen. Dafür aber und für die Dreiecksgalaxie M33 stand der Miyauchi bereit, der ansonsten ausgiebig für individuelle Sightseeing-Touren genutzt wurde.

## Wie findet man den Himmels-süd-pol?

Franzens Problem der Polachsenjustierung war zugebenermaßen auf der Südhalbkugel wirklich größer als in Europa, wo wohl noch jeder irgendwann in der Lage war, zumindest den Polarstern zu orten. Mit etwas Know-how kann es aber auch am Himmels-südpol ganz glatt gehen, nur wird dabei ein Feldstecher generell unumgänglich sein: Verlängert man die Hauptachse des Sternbildes Crux um etwa das 6-fache über die Kreuzspitze hinaus, so gelangt man in eine für das freie Auge sehr sternarme Gegend, die im Feldstecher (6 x 30 reicht) u. a. die Sternkonfiguration von Abb. V.2 zeigt. Der eingezeichnete große Kreis hat am Himmel 4° Durchmesser, das Gesichtsfeld üblicher Handfeldstecher wird oft fast doppelt so groß sein. Die charakteristische Gruppe der vier hellen Sterne  $\tau$ , B,  $\sigma$  und  $\chi$  des Sternbildes Octans ist auffällig und nicht schwer zu finden. Direkt daneben liegt ein prägnanter Bogen von ca. neun in Abb. V.2 gekennzeichneten Sternen. Auf Karten nimmt man diesen Bogen kaum wahr, auch auf Fotos fällt er nicht sofort auf, aber bei der visuellen Beobachtung hat man ihn meist sehr schnell erfasst. Einer der Sterne ganz vorn im Bogen ist ein Dublett und direkt daneben liegt z. Zt. der Pol, so wie es Abb. V.2 illustriert. Abb. V.3 zeigt zum Vergleich eine Strichspuraufnahme der Gegend, die mit 55 mm Brennweite und f/1,5 auf ISO-100-Film belichtet wurde. Die im Feldstecher beobachtete Südpolgegend musste

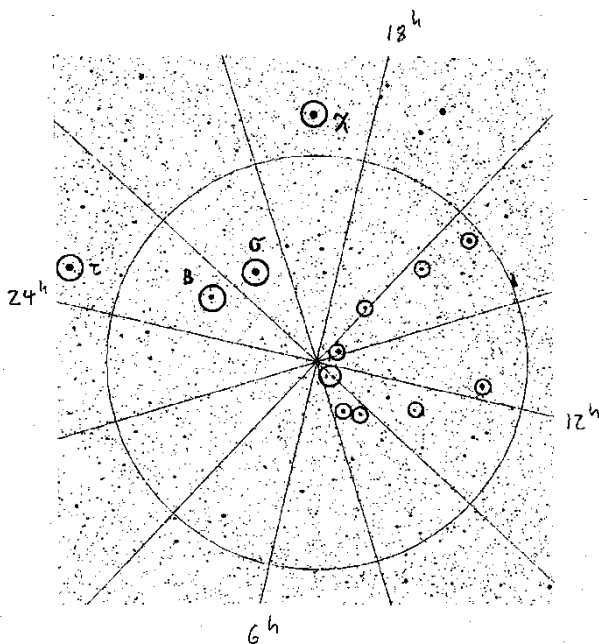


Abb. V.2 Die vier charakteristischen Sterne  $\tau$ , B,  $\sigma$  und  $\chi$  in der Nähe des Himmels-süd-pols im Sternbild Octans. Der eingezeichnete Kreis am Himmel hat 4° Durchmesser



Abb. V.3 Strichspuraufnahme der Gegend um den Himmels-süd-pol. Die vier Sterne im Oktans –  $\tau$ , B,  $\sigma$  und  $\chi$ , – sowie der im Text besprochene Bogen mit ca. 9 Sternen, der auch in Abb. V.2 markiert wurde, ist leicht zu erkennen – und damit die Lage des Pols. Foto: R. Claus

dann nur noch über den Sucher in das Visier des parallel zur Stundenachse ausgerichteten Refraktors gebracht werden. Fast auf Anhieb wurde so für den Zeiss eine Genauigkeit der Justierung von ca. 1 Bogenminute erreicht, was für visuelle Beobachtungen voll ausreichend war.

In der vierten Nacht lag der Schwerpunkt bei den Planeten. Merkur und Venus (und in der zweiten Woche die schmale zunehmende Mondsichel) dominierten den frühen Abendhimmel. Die steil zum Horizont verlaufende Ekliptik lässt Merkur in Namibia zu einem sehr häufig beobachtbaren Abend- und Morgenstern werden. Die Helligkeit der Venussichel andererseits war so groß, dass sie für Milchstraßenbeobachtungen überwiegend als störend empfunden wurde: „Wann geht sie denn nun endlich unter?“ – Man stelle sich so etwas in Europa vor! Zu fortgeschrittener Stunde kulminierten Jupiter und Saturn, und wie schon erwähnt der Uranus. Auch Neptun wurde mit Hilfe eines Laptops gefunden und der Vollständigkeit halber war unser SCT mit seinem Weitwinkelokular auch einmal auf jenes sternenübersäte Milchstraßenfeld ausgerichtet, in dem sich an der Sichtbarkeitsgrenze Pluto aufhalten musste. Nur der Mars befand sich im europäischen Spätsommer 2002 hinter der Sonne. Zur allgemeinen Überraschung zeigte unser Meade die Cassini-Ringteilung am Saturn sehr schön, und außer Titan und Rhea ließen sich noch drei weitere kleine Monde beobachten! „Franz!“ – „Ja?“ – „Siehst du die Enketeilung?“ – „Naa, nur die Cassiniteilung, wegen der blöden Luftunruhe!“ – „Und außer Titan und Rhea?“ – „Naa, nix, aber die school!“ – Und dabei präsentierte sich der Saturn im Meade auch noch so viel heller – klar bei 25 cm Öffnung gegenüber 13 cm! Es besitzt eben doch jedes Gerät seinen eigenen Himmel!

## Der Morgenhimmel

Jede der Nächte hatte also einen erklärten Beobachtungsschwerpunkt, der natürlich durch Sonderwünsche laufend erweitert wurde. „Sieht man auch den Cirrusnebel?“, etc. ... In der fünften Nacht wurde es nun aber echt hart: „Um drei Uhr früh am Teleskop“ hieß die Order,

denn dann war der Morgenhimmel dran. Plejaden und Orion waren schon aufgegangen und ca. 45° rechts unterhalb der Füße des liegenden Orion befand sich die Große Magellansche Wolke. Das muss man sich für die deutschen Winternächte merken! Am wichtigsten aber war jetzt der Blick auf die äußeren Teile der Spiralarme unserer Milchstraße, die als sehr dünn besätes Sternband knapp oberhalb des Orion vorbei laufen. Crabnebel und Barnard's Loop (letzterer im Miyauchi mit zwei UHC-Filtern) waren weitere Beispiele für Supernovaüberreste, und so langsam wurde auch das morgendliche Zodiakallicht sichtbar, allerdings recht schwach in diesem Jahr! Immer wieder rästelten wir, ob es unter Umständen nicht doch schon die Dämmerung sein konnte? Überrascht und ganz aufgeregt meldete jemand plötzlich einen riesigen Gasnebel, der gerade über dem Horizont aufging. Es war in Bezug auf Winkelausdehnung am Himmel tatsächlich der größte unserer gesamten sichtbaren Milchstraße, nämlich der Eta-Carinae-Nebel, dessen Untergang wir nur wenige Stunden vorher noch am Abendhimmel verfolgt hatten. In der Tat war er früh morgens nun aber schon besser zu beobachten. Und immer wieder wurde ein Blick auf den Tarantelnebel verlangt. Bei 90-facher Vergrößerung mit unserem Weitwinkelokular, und vor allem nach Zwischenschalten eines UHC-Filters, bot er einen wirklich überwältigenden, bildfüllenden Anblick in diesen frühen Morgenstunden im September, wo die Große Magellansche Wolke in etwa ihren Höchststand am südlichen Wendekreis einnimmt.

## Ausflüge

Wie immer wurde das Nachtprogramm aufgelockert durch Ausflüge zum Gamsberg, zu den erdmittelalterlichen Köcherbäumen, und vor allem zum Sossusvlei, einer Oase mitten in der Namibwüste. Diese längste, ca. 14-stündige Tour konnte abends kaum mehr durch ein „Pflichtprogramm“ am Himmel ergänzt werden. Jeder sollte nur noch tun und lassen dürfen, was er wollte. Trotzdem bekam ich nur wenig Gelegenheit, meiner stillen Leidenschaft, dem „galaxy-hunting“ in Ruhe nach zu gehen, so viele dunkle Gestalten geisterten neugierig doch noch zu später Stunde im Hakosgarten umher: „Sieht man da was?“ – „Ja, NGC 7184!“ – „Darf ich mal?“ – „Ja, meinetwegen, aber ich weiß nicht.“ – „Ich seh' da nix!“ – „Dachte ich mir schon, ist auch nicht so einfach!“ – „Und der Rosettennebel?“ – „Erst ab drei Uhr früh.“ – „Oder nochmal den Tarantelnebel?“ – „Nein bitte nicht schon wieder, und außerdem haut dann das Okular womöglich wieder gegen die Gabel, weil der so nahe beim Südpol steht!“ Voll aktiv, wie immer waren auch in dieser Nacht Christian und Florian, unsere beiden unermüdlichen Fotografen, die die Motoren der alten Zeissmontierung stundenlang heiß laufen ließen. – Gab es noch etwas anderes, besonders aus der ersten Woche zu berichten? Oh, ja doch: Peter, Anette und Sascha unternahmen eine als siebenstündige Wanderung zu den Hakosbergen bekannte Tour. Da die Helden aber erst gegen 13 Uhr aufbrachen und „zur Sicherheit“ auch noch eine „Abkürzung“ wählten, wurde es ein bisschen knapp mit der Dunkelheit, und so dauerte die Tour diesmal eben 18 Stunden! Immerhin waren Sie alle drei volljährig. Trotzdem hatten sie Glück mit dem Wetter in der Nacht, wie Sie später noch erfahren sollten!

## Die Lehrerwoche

Die Ankunft der Dillinger Lehrergruppe am 6. September fiel fast genau zusammen mit der Einweihung der ersten vier HESS-Teleskope am 3. September. Diese sind nämlich nur ca. 20 Autominuten von Hakos entfernt aufgebaut worden. Also konnte schon bei der Anfahrt die Gelegenheit einer entsprechenden Besichtigung genutzt werden (Abb. V.4). Das Nachtprogramm der zweiten Woche lief analog zu dem der ersten ab, nur einen Unterschied gab es: In der Nacht vom 9. auf den 10. September fiel die Temperatur nach Sonnenuntergang relativ bald auf 0 °C ab und es brach ein schneidender Orkan los – bei sternklarem Himmel! Alle Pullover, Anoraks und Handschuhe wurden zum Einsatz gebracht, aber sie nutzen nur für minutenkurze Beobachtungsblicke durch das einsame Teleskop draußen im Garten. Alle Teilnehmer drückten sich hinter der Glas-tür im Haus und rannten nur einzeln für diese Momente schnell hinaus: „Mann, mach doch die Tür zu!“ Aber drin-



Abb. V.4 Einweihung der ersten vier HESS-Teleskope am 03.09.2003

nen war es auch nicht viel wärmer. Trotzdem blieb diese Nacht eine singuläre Erscheinung, alle anderen waren normale, angenehme Frühlingsnächte der südlichen Hemisphäre.

Eine besondere Bereicherung erfuhr die zweite Woche durch die Anwesenheit von Carsten Jacobs von der IAS, der es interessierten Teilnehmern der Gruppe ermöglichte, seiner Aufnahmetätigkeit in der Vereinssternwarte bei zu wohnen. Diese Gelegenheit wurde z. T. intensiv bis in die frühen Morgenstunden genutzt. Genau wie in den früheren Jahren wurden nach dem täglichen Frühstück jeweils auch wieder Kolloquien mit verschiedenen Themenschwerpunkten abgehalten: Aufbau der Milchstraße, Abstandsbestimmungen, Sternentwicklung, Kosmologie, sowie Geschichte der Astronomie und Teleskopentwicklung. Diese Kolloquien sind in der zweiten Woche hauptsächlich von Herrn StD Rainer Gaitzsch, und OstR Friedrich Volck gestaltet worden. Leider wird die Dillinger Akademie im laufenden Jahr 2003 den Astronomiekurs nicht mehr in ihrem Programm anbieten. Er wird aber im Namen der IAS sowie der Sektion Physik der Münchener LM-Universität durch den Verfasser auch in Zukunft weiter organisiert und durchgeführt – wobei selbstverständlich für Teilnehmer keine Beschränkung auf das Land Bayern besteht!

# Eine Reise nach Hakos

Von Werner Roßnagel

*Es ist schon viel berichtet worden über die Schönheiten Namibias und seines Sternenhimmels. Dem möchte ich nichts hinzufügen. Dass eine Reise nach Hakos auch andere Aspekte bietet, insbesondere wenn man Wolf-Peter Hartmann begleitet, soll der folgende Bericht zeigen.*

Da saß ich nun am 23. Mai 2003 in der riesigen Abflughalle des Münchener Franz-Josef-Strauß-Flughafens und harrte meiner Reisebegleiter. Schon viel hatte ich über Wolfs Abenteuerreisen gehört, heute war ich selbst einer der handverlesenen Teilnehmer.

Der Reihe nach trudelten jetzt die weiteren Abenteuerer ein. Wolf, der wie üblich am Vorabend Late Night eingekcheckt hatte, um am nächsten Tag unkontrolliert noch mehr im Handgepäck unterbringen zu können. Trotz ordentlicher Hitze (wir erinnern uns noch an den Sommer 2003) reist er entsprechend der IAS-Vorstandsempfehlungen mit dickem Anorak. Er muss jedes Gramm nutzen, das er in den umfangreichen Taschen unterbringen kann. Danach noch Rainer Marten und Frank Richardsen, alter Bekannter von Wolf und Neumitglied.

Ich habe diesmal wenig Gepäck, da ich zu wenig Zeit zum Packen hatte: Nur ca. 70 kg einschl. Handgepäck. Deshalb jubelt mir Wolf noch schnell eine kleine Flex unter, die er zufällig in der Nacht noch irgendwo entdeckt haben will.

Die anderen reisen Holzbankklasse. Ich strecke lieber meine Haxen aus. Außerdem hat man meiner fürsorglichen Frau wegen Thrombosegefahr soviel Angst eingejagt, dass sie mich nur in Business oder First Comfort fliegen lässt. Also trennen sich unsere Wege.

Wolf ist nicht so groß wie ich, deshalb genügt ihm die Einfachklasse. Den Aufpreis auf FC spendet er lieber der IAS. Das halte ich (im Sinne der IAS) für sehr vernünftig. Rainer ist einiges größer als ich, aber noch jung und leidlich elastisch. Irgendwie schafft er es meist, in der Notausstiegsreihe unterzukommen, womit auch ihm die Touri-Klasse genügt. Ebenso Frank. Als durchtrainierter Sportler kommt er in der engsten Sardinienbüchse zu recht.

Da ich im Allgemeinen lieber mit unauffälligem Gepäck reise, habe ich keinerlei Probleme, beim Zoll in Windhoek durch die grüne Markierung zu kommen. Einzig die Flex von Wolf erzeugt ein mulmiges Gefühl, aber niemand hält mich auf.

Doch auch die anderen kommen selbst mit sperrigstem Astrogepäck dank Wolf ungeschoren durch die Zollkontrolle. Allerdings gab es ein kleines Problem bei der Gepäckausgabe, da die große Flex von Wolf ohne sein Zutun (aber wahrscheinlich mit vollem Recht) zur Waffe erklärt worden war und deswegen am Gewehrschalter abgeholt werden musste. Das merkten wir allerdings erst, als auch nach einer halben Stunde keine weiteren Gepäckstücke mehr über das Laufband kamen und alle übrigen Reisenden längst verschwunden waren.

Als Wolf dem Zöllner wortreich, sprachgewandt und einleuchtend erklärte, dass die große Flex natürlich zu seinem Campinggepäck gehört und er sie unbedingt zum Holzmachen bräuchte, winkt dieser entnervt ab und lässt

alle ziehen. Ich glaube, beim Windhoek Zoll macht jeder schon das Kreuz, wenn er Wolf von weitem sieht.

Wider Erwarten dauerte es diesmal kaum eine Stunde, bis wir den vorbestellten Toyota Condor bei Avis übernehmen konnten. Durch die lange Wartezeit wegen der Flex hatten sich die Warteschlangen schon deutlich gelichtet. Auch diesmal ging Wolfs Rechnung auf, dass wir statt der bestellten Normalversion ohne Aufpreis die 4x4-Version erhielten.

Eine andere Rechnung ging nicht ganz auf, nämlich die, dass vier Personen einschl. Astrogepäck und Windhoek Einkäufen nicht mehr wiegen, als der Nutzlast des Condor entspricht. Grobe Abschätzungen mit den realen Körpergewichten (und Reiseproviant und etwa 100 kg Büchern, die Frank in Windhoek erworben hatte) kamen auf eine Zuladung von minimal 650 kg, was den Condor schon leicht in die Knie drückte. Ein Reifen machte uns beim Check gewisse Sorgen, da er nicht so gut aussah. Vielleicht hatte er auch einfach etwas zu wenig Luft. Da wir aber dank vollen Tanks nicht zur Tankstelle mussten, unterlassen wir auch eine Überprüfung des Reifendrucks.

Die Sorgen waren nicht ganz unberechtigt. 30 km vor Hakos rumpelte es plötzlich. Wolf brachte den Toyota als Pad-erfahrener Fahrer schnell und ohne wesentliches Schleudern zum Stehen und schaute sofort nach den Reifen. Die vorhandenen Reifen zeigten keinerlei Auffälligkeiten. Auffällig war nur, dass ein Reifen überhaupt nicht mehr vorhanden war. Natürlich der, der uns schon bei der Übernahme aufgefallen war. Er hatte sich ein paar hundert Meter vorher schlicht verabschiedet und lag am Straßenrand. Wir fuhren nur noch auf der Felge. Dem Reifen war offensichtlich während der Fahrt so warm geworden, dass er sich einfach aufgelöst und verdünnt hatte. Wir übten zum ersten Mal erfolgreich Radwechsel.

Für eine noch wesentlichere Verlängerung unserer Fahrt sorgte aber, dass Frank und Wolf sich neben der Astronomie auch noch für Ornithologie interessieren und es leider eine Unmenge von Vögeln zu erspähen gab, die stets fotografiert und anhand der neu erworbenen Bücher identifiziert werden mussten. Besondere Freude machte die Identifikation des Gleitaars, von dem vorher noch niemand etwas gehört hatte.

Kurz vor Anbruch der Dunkelheit forderte der entnervte Rainer Marten eine alsbaldige Beendigung der Fahrt, da er jetzt ein Bier und ein Abendessen und ein Bett bräuchte, um sich endlich von der Reise und von den vielen unaussprechlichen Vogelnamen zu erholen. Rainers Ansinnen konnte ich nur zustimmen.

Da wir – nicht ohne Absicht – in der Zeit anreisten, in der die SuW-Leser mit Jochen Biefang zu ihrer Lesereise auf Hakos weilten, waren die Zimmer knapp geworden. Nur für Wolf und mich hatte es noch zu einem gemeinsamen Zimmer gereicht; die übrigen mussten auf den Campingplatz ziehen. Aus Solidarität mit den anderen oder aus Angst vor meinen Schlafgewohnheiten entschied sich Wolf kurzfristig, ebenfalls ins Zelt zu ziehen, so dass ich plötzlich trotz der Zimmerknappheit zu einem Einzelzimmer kam. Es war mir nicht ganz un-





Abb. V.5 Die Abenteurer W. Roßnagel, F. Richardsen, W.-P. Hartmann, H. Sjuts, R. Marten

recht, da auch ich die kurzen Restastronächte lieber dem erquickenden Schlaf als dem Lauschen auf mehr oder weniger auffallende Atemgeräusche widme. Wolf durfte dafür meine Dusche mitbenutzen, so dass wir beide mit dieser Lösung zufrieden sein konnten.

Dank mittelmäßiger Bewölkung brachte uns die erste Nacht einen langen und erholsamen Schlaf. Diesen brauchten wir auch dringend, denn wer mit Wolf anreist, reist ja schließlich nicht zu seinem Vergnügen, sondern um hart zu arbeiten.

In dieser Beziehung verstärkt wurden wir durch Sebastian Seidl, genannt Wast, der schon zum Aufbau der Bath-Kamera angereist war und dessen Arbeitswut noch so weit reichte, dass uns fast nichts mehr zu tun übrig blieb. Wir konnten nur noch die täglich neu aus Verpackungsplatten erzeugten Arbeitstische bewundern und wegtragen. Gestoppt wurde Wast nur dann, wenn er Benzin nachfüllen musste oder wenn die nächste Handkreissäge (Stichsäge, Bandschleifer, Flex) ihren Geist aufgab. Dann konnte man gelegentlich auch ein paar Worte mit ihm wechseln.



Abb. V.6 Wast bei seiner Lieblingsbeschäftigung

Wast ist ein seelenguter und waschechter Oberbayer, der aber auf Grund seines bodenständigen Idioms selbst einem Süddeutschen gelegentlich Kommunikationsprobleme bereitet. Er hatte in Wolfs Auftrag ein neues 10-Zoll-Dobson nach Hakos mitgebracht. Da ihm Wolfs Weltgewandtheit fehlt, gelang es Wast nicht, damit ungeschoren durch den Zoll zu kommen, was wiederum Wolfs sportlichen Ehrgeiz herausforderte. Er brachte Wast dazu, den Dobson mühsam wieder flugrecht einzupacken, um das Gepäckunggetüm mit nach Hause zu nehmen und sich die Zollkosten zurückzahlen zu lassen. Wolf war sich sicher, dass er es beim nächsten Mal ohne Gebühr schafft. Erst unsere vereinte Überredungskunst und der Hinweis, dass die Zollgebühren längst durch Spenden hilfsbereiter IAS-Mitglieder aufgebracht worden waren, konnten Wolf von seinem Vorhaben abbringen. Trotzdem empfand er es als Niederlage, Wast aber fiel ein Stein vom Herzen.

Bei den Amateursternguckern lassen sich im wesentlichen drei Typen unterscheiden. Der klassische Typ ist der visuelle Astronom. Im Gegensatz dazu steht der Himmelsfotograf, der wiederum in die zwei Untertypen Film und CCD zerfällt. Bisher war ich auf Hakos stets mit Filmfotografen zusammengetroffen oder war als solcher selbst tätig. Diesmal waren außer mir nur klassisch visuelle Astronomen dabei, mit denen ich zuvor wenig zu tun hatte.

Visuelle Astronomen sind sehr gesellige Menschen. Wenn es ihnen endlich gelungen ist, ein wahnsinnig schwaches Objekt ins Dobson-Bildfeld zu bringen, dann wollen sie auch andere daran teilhaben lassen. Daneben haben sie stets den Drang, alle ihre hervorragenden Okulare an allen verfügbaren Teleskopen und Objekten gegen gebührende Bewunderung zu demonstrieren.

Nicht ganz so gesellig sind die Filmfotografen. Wenn die Kamera dran ist, kann nicht geguckt werden. Das Bildfeldeinstellen, Fokussieren, Leitsternsuchen und Autoguider-in-Betrieb-setzen ist eine so aufreibende Arbeit, dass man keine Ablenkung verträgt. Erst wenn alles zum Laufen gebracht ist und man eine oder mehrere Stunden Wartezeit hat, kann man wieder gesellig werden.

Die wieder gewonnene Geselligkeit äußert sich allerdings vorwiegend darin, dass man andere Fotografen aufsucht und diese von den soeben angeführten Vorarbeiten abhält. Dies gilt allerdings nur für Autoguide. Handnachführer haben diese Zeit nicht und sind deswegen meist introvertiert. Mit Walkman schotten sie sich völlig von der Umgebung ab und hören Wagneroperen oder Faustrezitationen. Dieser Untertypus stirbt aber langsam aus.

Vollkommen ungesellig sind CCD-Fotografen. Sie sind Tag und Nacht entweder mit Aufnahmen oder mit Bildbearbeitung beschäftigt, so dass sie sich am liebsten komplett in die Sternwarte zurückziehen und diese abriegeln. Man verhindert so auch die Kontrollen erboster Sternfreunde, wenn man in maßlosem Energiehunger

sämtliche Stromreserven leersaugt. CCD-Fotografen vertragen sich ganz gut mit Dobson-Nutzern, weil diese kaum Energieansprüche erheben. Dobson-Freunde vertragen sich nicht so gut mit CCDlern, weil diese keine Hemmungen haben, mit ultrahellen LCD-Bildschirmen und sonstigen Weißlichtschleudern die Nacht zum Tage zu machen.



Abb. V.7 Visuelle Astronomen wie Frank Richardsen schaffen es sogar manchmal, ihre übersinnlichen Eindrücke zu Papier zu bringen.. (NGC 6302 Bug-Nebula)

Visuelle Astronomen entwickeln bereits nach kurzer Einarbeitungszeit übersinnliche Fähigkeiten. Wenn mich Frank ans Okular holt, um mir einen dieser klar strukturierten, ins Auge springenden PN's zu zeigen, kann ich meist nur mit Mühe und aus dem Augenwinkel heraus ein verwaschenes Fleckchen erkennen, was aber auch ein Augenflimmern sein könnte. Ohne Mühe erkennen die Visuellen auf Hakos Grenzgrößen von 7,5 und auf dem Gamsberg 8,5. Sie sehen ohne jegliche Zweifel den Gegenschein, der bei Himmelsfotografen bis heute noch als Legende oder Bildvignettierung gilt.

Nicht unwesentlich für diese Fähigkeiten ist allerdings das gern zwischen durch genossene Grenzgrößenwasser. In Namibia wird dafür meist südafrikanischer Pinotage, Cabernet Sauvignon oder bei besonders schlechtem Seeing auch mal ein gepflegter Shiraz genommen. Selbst der Anfänger erkennt damit leicht Doppelsterne, die in keinem Katalog verzeichnet sind.

Höhepunkt unserer Reise war ein Ausflug zum Gamsberg. Wolf, Rainer und Frank hatten sich ein paar Tage Arbeitsaufenthalt vorgenommen. Mir und Horst Sjuts, der in der Zwischenzeit als Neumitglied zu uns gestoßen war, genügte eine Nacht, um einmal das Gamsberg-Feeling zu erleben. Da wir infolge umfangreicher Reisevorbereitungen und sonstiger Verzögerungen erst ziemlich spät loskamen, brach tatsächlich bereits die Nacht herein, als wir am Plateau ankamen. Wir waren mit unserem Toyota bis zum Eingangstor gefahren und dann zu Fuß hochgestiegen. Jeder hatte neben seinem persönlichen Gepäck einen Fünfliterkanister Wasser zu tragen.

Frank schleppte noch seinen Zehnzoll-Kafallis-Reisedobson, womit er leicht auf 40kg Last kam, Wolf mit seinem Myauchikoffer hatte nicht viel weniger auf dem Buckel. Leider war es bei dieser Belastung nicht möglich, auch noch Grenzgrößenwasser mitzuführen, was den Abend in der Unterkunftshütte etwas trocken gestaltete.

Wolf fordert zwar viel von seinen Reisebegleitern, dafür umgibt er sie auch wie eine Mutter. Er zauberte aus den mitgebrachten Vorräten ein Biltong-mit-Reis-Gericht, das jedem Gourmet das Herz höher schlagen lässt. Wie sich die nächsten Abende gestalteten, an denen es abwechselnd Reis mit Biltong oder Biltong mit Reis gab, blieb uns beiden allerdings verschlossen, da wir bereits am nächsten Morgen nach dem leckeren Pulverkaffee/Trockenmilch-Frühstück wieder absteigen mussten, um rechtzeitig zur HESS-Führung der Biefang-Gruppe zu kommen. Auch wie sich die weiteren Tage mit den Fünf Litern Trink- und Brauchwasser pro Person gestalteten, blieb uns verschlossen. Tatsache war, dass Wolf meine Dusche drei Tage später sehr ausgiebig nutzte, bevor er sich zum Abendessen traute.

Jede Reise nimmt ein Mal ein Ende. Wolf und Rainer blieben noch länger, um endlich einmal ungestört arbeiten zu können. Frank und ich traten nach zwei Wochen die Heimreise an. Da der LTU-Flug wie üblich früh am Morgen losging, verließen wir Hakos schon am Abend vorher und verbrachten noch eine Nacht in Walters Haus in Windhoek. Ich hatte noch einige N\$ übrig und lud deshalb die ganze Gruppe zum großen Abschiedsessen in den Fürstenhof, den ich als Topküche des südlichen Afrika bereits kennen gelernt hatte. Leider hatte sich da etwas verändert. Nach dem Weggang von Küchenchef Jürgen Raith („bester Koch Afrikas“) ist der Fürstenhof nur noch ein Abglanz früherer Tage. Auch nach mehrmaliger Ablehnung sah sich der smokinggekleidete Sommelier nicht in der Lage, einen anderen Rotwein als seinen 2000er Merlot anzubieten. Entweder hatte er nur den einen, kannte nur den einen oder er bekam dafür von seinem Weinhandelsvetter die höchste Provision. Ein Zitterer bei der Kasseneingabe bescherte uns am Schluss auf der Rechnung 33 Espresso statt der genossenen drei, was zwar ein verlegenes Grinsen aber noch nicht mal eine Entschuldigung wert war. Das Essen war zwar noch guter Durchschnitt; Randalierer in der Bar nebenan trugen aber zur weiteren Ernüchterung bei.

So endete unser Abenteuer zwar mit einer kleinen Enttäuschung aber mit manchen neuen Erfahrungen. Die nächste Reise ist bereits gebucht. Im Juli 2004. Weitere Arbeits- und Abenteuerwillige sind dazu herzlich eingeladen. Zum Abschlussdinner werden wir aber sicher nicht mehr den Fürstenhof, sondern eher die Heinitzburg, Jürgen Raiths neues Domizil, aufsuchen. Hierfür unbedingt ein sauberes Hemd zurückbehalten.

# Marsopposition in Namibia

Von Elmar Rixen

Völlig übermüdet flog ich am 25. August 2003 nach Namibia, nachdem ich am Vortag von einer 24-tägigen Australienreise nach Deutschland zurückgekehrt war. Ich hatte auf Hakos das C14 gebucht und wollte den Mars fotografieren, konventionell, ohne CCD und Video-Schnickschnack. Doch da wurde ich eines Besseren belehrt. In den ersten drei Tagen war das Teleskop noch belegt durch einen sympathischen jungen Burschen, der sich als Meister, ja in meinen Augen als Hexenmeister seines Faches erwies.

Sebastian Voltmer war mir ein Begriff. Ich hatte schon öfter einige seiner veröffentlichten Bilder gesehen. Aber was ich jetzt sah, übertraf alle meine Erwartungen. Zunächst nahm er mit einer ST10-CCD-Kamera den Trifidnebel auf und kontrollierte die Aufnahme ständig auf seinem Notebook. Nach Beendigung der Aufnahmen mit verschiedenen Filtern wurde das Bild noch bearbeitet. Virtuos flog der Cursor nun über den Bildschirm. Verschiedene Menüs öffneten sich, an Histogrammen wurden Regler verschoben, heiße Pixel weggerechnet und mit diversen Tricks die verstecktesten Informationen aus dem Bild gekitzelt, ohne Artefakte zu erzeugen. Und dann stand er da, der Trifidnebel mit seinen dunklen Adern und roten Segmenten, die von feinsten Filamenten durchzogen waren. Und oben drüber stand leuchtend blau die kosmische Kornblume, der Reflexionsnebel.

Gegen Morgen nahm sich Sebastian dann den Tarantelnebel in der Großen Magellanschen Wolke vor. Hier bestaunte ich auch wieder die virtuose Handhabung des Notebooks. Als ich dann das Ergebnis sah, war ich zunächst sprachlos. Von meinen Filmaufnahmen kannte ich den Tarantelnebel nur als rotes Gebilde mit einigen hellen Adern. Hier aber leuchtete er in allen Farben. Besonders der rosa-grüne Spaghettiknoten in der Mitte trat leuchtend hervor und versetzte mich in Begeisterung.

Als Jugendlischer berauschte ich mich noch an den Aufnahmen des Mount Palomar 5-Meter-Spiegels. Doch alle diese Aufnahmen, die früher das Nonplusultra waren, kann man heute getrost in den Mülleimer schmeißen angesichts der Ergebnisse, die man mit digitaler Technik mit kleinen Amateurgeräten erzielen kann.

„Komm, ich zeig dir, wie es geht“, sagte Sebastian und versuchte mir die einzelnen Schritte zu erklären. Ich kam mir vor wie jemand, der gerade mit einem Finger „Hänschen klein“ auf dem Klavier klimpern kann und sich dann von einem Virtuosen eine Liszt-Rhapsodie analysieren lässt mit der anschließenden Aufforderung: Nun probier mal! Aussichtslos, völlig aussichtslos.

Anders verhielt es sich mit Mars. Mit einer einfachen Web-Kamera nahm er den Planeten mit einer Videosequenz von etwa 2400 Bildern auf. In einem Spezialprogramm wurden diese Bilder gemittelt, geschärft und anschließend in einem Bildbearbeitungsprogramm weiter verarbeitet. Beim Betrachten des Ergebnisses bekam ich einen Lachanfall. „Die Amerikaner hätten viel Geld sparen können, wenn sie statt des Hubble-Space-Telescope den Sebastian mit der Web-Kamera eingesetzt hätten.“

Auch hier erklärte er mir die einzelnen Schritte. Und endlich kapierte ich. Wenn ich solch ein vergleichsweise preiswertes Equipment hätte, könnte ich vielleicht auch solche Bilder machen.

„Ja, dann mach mal“, forderte mich Sebastian auf. Er ließ mich an sein Notebook und ich machte.

Das Ergebnis war umwerfend. Durchsetzt mit feinsten Strukturen ragt die „Große Syrthe“ in die rote Wüste hinein. Mit ihren dunklen Formationen heben sich Iapygia, Syrthis minor, Mare Thyrrenum, Mare Cimmerium, Mare Serpentis und Sinus Sabaeus vom hellen Hintergrund ab. Selbst so eine kleine Insel wie Ismenius Lacus ist deutlich als dunkler ovaler Fleck zu erkennen. Der Kontinent Utopia liegt eingehüllt in einer zarten Eiswolke hoch im Norden.

Und dann der Südpol! Kein weißes Fleckchen, wie man es sonst visuell im Teleskop sieht, sondern eine strukturierte Eiskappe (Kohlendioxid) mit deutlichen Ausläufern in Richtung Hellasgebiet.

„Wie ist so etwas möglich“, dachte ich. Bisher hatte ich mit ähnlichen Teleskopen bei Oppositionsstellungen des Mars nur eine winzige Polkappe beobachten können, ein weißes Stibbelchen am Rand des Planeten und höchstens noch irgend etwas diffuses Dunkles, was man eher erahnen als erkennen konnte. Und jetzt hatte ich mit Sebastians Hilfe ein großes, durchstrukturiertes Bild! Nicht zu fassen.



Abb. V.8 Mars

Sebastian Voltmer ist mit 21 Jahren ein alter Hase in Bezug auf Astrofotografie und Bildbearbeitung. Er ist Preisträger von „Jugend forscht“ und studiert Visuelle Kommunikation in Kassel. Ich habe selten einen netteren, sympathischeren und hilfsbereiteren Sternfreund kennen gelernt als ihn. Seine Bilder kann man auf seiner Homepage [www.astronom.de](http://www.astronom.de) (und natürlich auch auf unserer Bildgalerie) bewundern.

Hallo Saturn und Jupiter! Vor mir seid ihr nicht mehr sicher! Wenn ich erst einmal die entsprechenden Gerätschaften habe ...

# SüdSternFreundeTreffen 2007

Von Wolf-Peter Hartmann

## Von Sternfreunden für Sternfreunde



Abb. V.9 Eberhard v. Grumbkow

In Namibia kann man wunderbar sterngucken – wer wüsste das besser als die IAS! Und wer wüsste das besser als ein namibisches IAS-Mitglied: Eberhard von Grumbkow.

Eberhard hatte nun hoch interessiert von den Teleskoptreffen und den Starparties in Deutschland vernommen: ATM, BTM, ITT, ITV, SAFT um nur einige zu nennen. Eberhard wäre nicht

Eberhard, wenn er nicht auf den Gedanken gekommen wäre: warum kann man das nicht mal in Namibia machen?

Kann man! Siehe diesen Bericht ...

Aber zunächst mal war da vieles zu klären, zum Beispiel: wie nennt man sowas?

Starparty kam für Eberhard nicht in Frage – Party war als Begriff bei ihm deutlich anders besetzt. Der schließlich gefundene Name zeigte seine Intention dagegen klar.

Dann: wo sollte das stattfinden? Nach langem Suchen kam die Brandberg White Lady Lodge heraus. Sie war bereit, auf die Bedürfnisse der Sterngucker einzugehen – z. B. keine exzessive Beleuchtung, nahe gelegener Beobachtungsort, Sicherheitsvorkehrungen, ungewöhnliche Essenszeiten usw. – und war auch imstande, die dafür erforderliche „Logistik“ zu stellen.

Weiterhin: wann sollte es sein? Mitte Juni wurde es dann, aus verschiedenen Zwängen: keine Kollision mit den bekanntesten Starparties, lange Nächte in Namibia, Verfügbarkeit der BWLL.

Trotzdem waren wir, sechs IASler mit ein bisschen

Gepäck – siehe Abb. V.10 – leicht nervös beim Einchecken. Aber alles klappte, der namibische Zoll zeigte sich verständnisvoll, nachdem wir ihm erklärten, dass wir das erste namibische Sterntreffen besuchen wollten.

Nur auf Hakos hatten wir keinen Platz gefunden, die Biefangtruppe blockierte die Zimmer, ein paar mitreisende, glücklichere (!) IASler hatten rechtzeitig die beiden verbliebenen Zimmer reserviert.

Daher blieben wir die ersten Tage auf der Farm Rooiklip, die von unseren IAS-Mitgliedern Lore und Frans bewirtschaftet wird.



Abb. V.11 Zwischenstopp auf dem Gamsberg

Danach ging es kurz auf den Gamsberg, wo zunächst der mitgebrachte 20“-Dobson montiert und mit dem ebenfalls mitgebrachten 25 x 150 Fuji-Bino ausgiebig getestet wurde, auch hatte Andreas (Hattinger, IAS) Gelegenheit, seine auf Rooiklip schon vorgetestete Ausrüstung zur Fotografie einzusetzen.

Das Vergnügen wurde nur ganz wenig dadurch getrübt, dass wir bei Waltraud die bei ihr schon Monate vorher bestellten Kuduflets für Martin B.s First-classmenue vergessen hatten ...

Dann ging es über Swakopmund – den Touristenstandardtrail – zur BWLL, nicht ohne verschiedene kleinere Ungemache: Zunächst hatten wir am Fuße des Gams-



Abb. V.10 Einchecken



Abb. V.12 Vorderfront des VW-Bus nach dem Abschleppen



Abb. V.13 Das 20-Zoll-Dobson-Teleskop



Abb. V.14 Aufmerksame Zuhörer

bergs zwar ein schönes Auto, aber mit leerer Batterie. Merke: Türen bei mehrtägigem Aufenthalt so schließen, dass die Innenbeleuchtung nicht brennt.

Waltraud, über Handy alarmiert, organisierte Hilfe. Weener kam und gab Starthilfe.

Dann, nach „natürlich wieder“ etwas zu später Abfahrt streifte einer der Wucher-Busse und musste bis Swakopmund viele viele Kilometer auf Gravelroads vom anderen geschleppt werden. Er wurde Gott sei Dank aber dann am nächsten Tag während der Bootsfahrt wieder repariert und verrichtete von da an klaglos seinen Dienst.

Nur die Vorderfront sah nicht mehr so richtig gut aus. Wir schlossen uns nun in Swakopmund Eberhard an und erreichten endlich am Donnerstag vor dem Treffen die BWLL. Dort waren schon die ersten SSFT-Besucher ein-

getroffen und am Abend nach dem Geräteaufbau konnten wir loslegen.

Wolfgang (Schwartz, IAS) übersetzte noch schnell einen Fragebogen und ein Infoblatt zu Schlangen und Skorpionen sowie eines über Wüstenelefanten ins Englische, weil es das nur in Deutsch gab. Wir machten allerdings den Fehler, das Infoblatt auf die Rückseite des Fragebogens zu drucken, es gefiel so gut, dass viele Leute es mitnahmen und den Fragebogen nicht ausfüllten ...

Am nächsten Tag wurden es mehr und mehr Leute, die Coronados zur Sonnenbeobachtung kamen zum Einsatz, es wurde gefachsimpelt und getratscht, Teleskope – auch von den Besuchern mitgebrachte – und Okulare verglichen, Vorträge vorbereitet und angekündigt. Kurzum: das Teleskoptreffen entwickelte sich!

Neben Besuchern aus Mitteleuropa waren auch solche aus Südafrika, aber hauptsächlich Namibier, davon wieder Buschmänner und Damara zu verzeichnen.

In der Nacht ging es erst richtig los: Da wurde deutsch, englisch, afrikaans, damara gesprochen, Sternbilder der verschiedenen Kulturen gezeigt, der große Dobson belagert, aber auch mit den kleineren Geräten geguckt und fotografiert, Feldstecher verglichen und Okulare und und ...

Besonders die von mir so genannte „Damenriege“ – namibische Damen von etwa 40 (das ist höflich) bis ... (das wäre unhöflich!) – ging ganz unbefangen an alle Geräte und half mal hier mit Afrikaans aus, organisierte mal dort eine „Sternbildertour“, stellte sich munter selbst alles mögliche mit allen möglichen Geräten ein – einfach toll!

Andreas fand neben dem allem noch Zeit, ein paar prima Astrofotos zu machen, während Joe (Engel, IAS)



Abb. V.15 Einheimische Sternfreunde am Coronado-Sonnenteleskop

und ich uns mit einfachen Fotos mit feststehender Kamera begnügten, aber selbst die wurden ganz gut.

Am Samstag begann ein Vortragsprogramm, wobei Andreas für den wegen Krankheit ausgefallenen Wolfgang Paech einsprang und kurz die Möglichkeiten einer für Astrofotografie umgerüsteten Canon 350D in der Theorie und, beeindruckend (!), in der Praxis mittels der damit in den Tagen zuvor gewonnenen Astrofotos demonstrierte. Joe hielt seinen Vortrag über Messierobjekte in Englisch, was vom nicht deutschsprachigen Teil der Zuhörerschaft dankbar aufgenommen wurde und zu dem zarten Hinweis führte, dies doch in Zukunft vermehrt so zu halten.

Für mich, und nicht nur für mich, war der Höhepunkt der Vorträge jedoch der von Friedhelm (Hund, IAS) über Veränderliche, gekonnt dargestellt und engagiert vorgelesen.

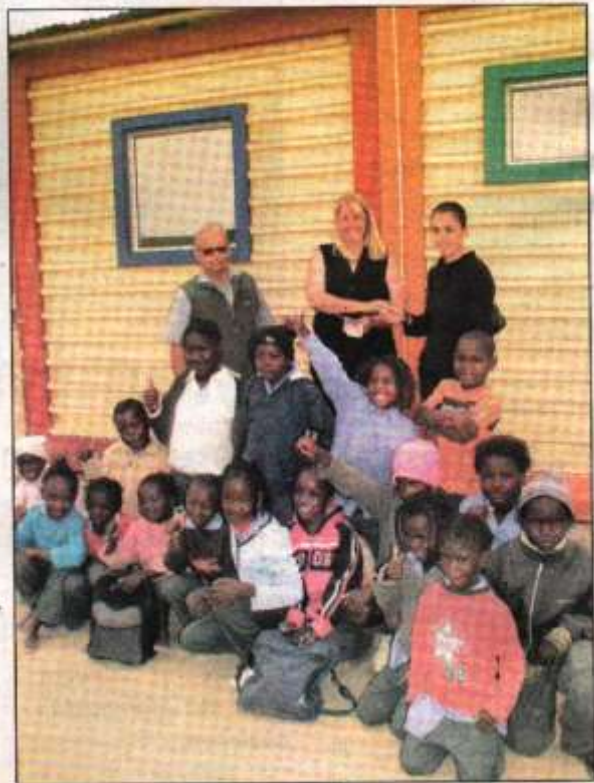
Am Abend ging es wieder an die Teleskope und Feldstecher, es wurden jede Menge Fragen gestellt, die wir versuchten, so gut wie möglich zu beantworten. Vor allem aber verglichen die Teilnehmer Okulare – hauptsächlich bei Karl-Heinz (Werner, IAS) mit seiner Naglersammlung – und Teleskope verschiedener Bauarten – Dobsons und Eberhards GP-Montierung zum Beispiel –, und Öffnungen, vom 70-mm-Refraktor bis zum 512-mm-Reflektor.

Auch die „Damenriege“ war wieder aktiv, und wie! Am Sonntag bröckelte es langsam ab, die Namibier mussten schauen, dass sie bis Montag wieder nach Hause bzw. zur Arbeit kamen, die aus dem Ausland angereisten (auch wir!) „erledigten“ spätestens ab Montag noch ihr touristisches Rahmenprogramm.

Und mit der Kalkulation des Unkostenbeitrages kamen wir auch hin: es wurden davon, nach Aufstockung, 1600 N\$ dem DRC School- und Community-Center in Swakopmund übergeben. Dabei handelt es sich um ein Selbsthilfeprojekt; die können das Geld gut gebrauchen!

Fazit: das SSFT war ein voller Erfolg! Drum wird es im nächsten Jahr wieder stattfinden.

## Helfende Sterntaler



Nur noch ein paar Tage, dann sind endlich Ferien. Insgesamt 24 Schüler des DRC-Schulprojekts in Swakopmund zwischen sechs und 13 Jahren können allerdings das nächste Schuljahr kaum mehr erwarten. Sie haben nämlich im kommenden Jahr endlich an den Regierungsschulen einen Schulplatz erhalten. Die Schulleiterin Ivana Kriner (r.) hat sich um eine rechtzeitige Anmeldung bemüht. Die erste Schulausstattung ist auch schon bezahlt. Gerade rechtzeitig floss eine Geldspende in Höhe von 1 600 Namibia-Dollar vom „Südsterne-Freunde-Treffen“ in die Kasse. Auf dem Foto überreichen der Sternegucker Eberhard von Grumbkow (l.) und Lynette le Roux von Stargazing Tours (M.) der Leiterin des DRC-Gemeindezentrums das Geld in bar.

• Foto: Kirsten Kraft

Anzeigen

Abb. V.16 Helfende Sterntaler

# Six, five, four, three, two, one: click

Von Elmar Rixen

Zum Sehen geboren, zum Schauen bestellt, das war in der Jugend mein Motto, wenn ich zum Firmament aufschaute, und es packte mich wie weiland Faust:

*Ein unbegreiflich holdes Sehnen  
trieb mich ins Universum fern zu sehn  
und unter tausend heißen Tränen  
fühlt ich mir eine Welt entstehn.*

Da klangen so ahnungsvoll die Namen Orionnebel, Andromedagalaxie, Sturmvogel, Pferdekopf- und Hantelnebel. Und wie freudig erregt betrachtete ich den diffusen Fleck unterhalb der Gürtelsterne: zerfranste Filamente, Geburtsstätte von Sonnen.

Fast stockte es mir in der Kehle, als ich 20 Jahre später in Frankreich durch mein C11 zum ersten Mal den Überrest einer Supernova erblickte. Kein spektakulärer Fransenteppich aus Gasen und Staub, kein verwirbelter Nebelfleck. Ein weitaus schönerer Anblick bot sich mir: unterhalb eines hellen Sterns ein zarter dünner Faden, so zart, dass ich ihn gerade wahrnehmen konnte und auch bemerkte, dass er sich an einer Stelle zweiteilte und an einer anderen leicht zerfranste: der Sturmvogel.

Jahre später: Hehres Glänzen, heil'ges Schauern. Erster Anblick der Milchstraße unter namibischem Himmel bei Neumond.



Abb. V.17 Hubble an der 48-Zoll-Schmidt-Kamera



Abb. V.18 Der Autor am 50-cm-Spiegel der IAS

Und eines Tages nahm ich die Droge und kam nicht mehr von ihr weg. Ich meine die Astrofotografie. Man will anderen zeigen und mitteilen, was man Herrliches am Firmament geschaut hat. Verständlich. Doch es macht süchtig.

Allmählich erkenne ich das Fass ohne Boden. Und trotzdem spring ich hinein und komme nicht mehr heraus. Es verschlingt Unsummen an Geld: Saubere Optik,

stabile Montierung, präzise Nachführung, Giant Easy Guider, Hypersensibilisierungsanlage, Filme, eigenes Fotolabor. ... Später Digitalkameras, Notebook, Starguider, Software und Zeit.

Anfang Juli 2007 war es dann soweit. Ich konnte mit dem 50-cm-Cassegrainspiegel der IAS im Primärfocus fotografieren. Mit der Handbox bediente ich die GoTo-Funktion. Erinnerungen kamen hoch. Als Fünfzehnjähriger sah ich in einem Bildband Edwin Hubble mit Pfeife im Mund am 48-Zoll-Schmidt-Spiegel auf Mount Palomar. Damals hatte man noch Träume, heute muss ich lächeln.

Glotzte man vor Jahren in namibischen Frostrnächten noch stundenlang durch den Off-Axis-Guider einen Leitstern nahe der Erahnbarkeitsschwelle an, verrenkte sich dabei im Astronomenspagat alle Glieder, so hockt man heute die Nacht hindurch vor dem Notebook. Und dann überkommt einen die Fresssucht. Man will alles haben, was da oben wimmelt und schimmert. Da oben?

Um auch einmal nach oben zu blicken und ein Objekt direkt anzuschauen, hatte ich mir den 18-Zoll-IAS-Dobson vor die Tür gestellt. Mit ihm wollte ich während einer Aufnahmeserie beobachten. Doch es kam nicht dazu. Es war zu windig und ungemütlich. Selbst der ST4-CCD-Kamera bereitete der Wind beim Nachführen Schwierigkeiten. Auch Sternfreund Walter Gröning, der

mit der AK2 arbeitete, klagte ständig über den Wind und baute sich einen einfallsreichen Windschutz. Das war beim Raum mit der Liebschermontierung und dem 50er-Teleskop leider nicht möglich, da keine Halterungen für Windschutzplanen an den Wänden angebracht waren. Nun ist dieses Teleskop wegen seines Gittertubus nicht so anfällig gegen Wind. Doch bei längeren Belichtungszeiten beeinflusste der Wind die Qualität des Bildes. Was war zu tun? Ich machte nun jeweils mehrere Bilder von 30 oder 60 Sekunden von Objekten des südlichen Himmels. Ich war erstaunt, dass selbst Bilder von 10 Sekunden Belichtung, die ich mit dem DSLR-Focus-

Programm machte, auch schon erkennbare Strukturen bei hellen Galaxien zeigten. Eigentlich hatte ich vor, nur in der ersten Nachthälfte zu beobachten und mir in einer der nächsten Nächte in der zweiten Nachthälfte den Wecker zu stellen. Da die GoTo-Funktion bei der FS2 so präzise arbeitete, kam ich in einen Astrorausch. Im Comahaufen und in der Jungfrau gibt's doch so viele Galaxien. Davon muss ich einige erwischen. Aha, NGC 4565 sieht hier im



Abb. V.19 M 8 Lagunen Nebel

Buch gut aus. Also acht Aufnahmen à 60 sec. ... six, five, four, three, two, one: click. Anschließend kurz kontrolliert. Jawohl, bei fast allen Aufnahmen sind die Sterne bei Vergrößerung punktförmig. Bei einer nicht. Das war wohl die Windböe von vorhin. Walter hat bei diesem Windstoß ein Bild erhalten, das eher an eine Zeichnung von Paul Klee erinnerte, als an ein Astrobild. Jetzt die nächste Galaxie: M 64, die Black-Eye-Galaxy; six, five, four, three, two, one: click. Schon wieder ein Bild. Für solche Aufnahmen hatte ich früher mit dem C14 und Film pro Bild eine Stunde belichtet und mir bei der Nachführung per Off-Axis-Guider im Astronomenspagat fast das Kreuz ausgerenkt. Mann, ist das toll. Sofort das nächste Bild, dann GoTo M 99.... six, five, four, three, two, one: click; dann GoTo M 104, Sombrero-Galaxie, ... six, five, four, three, two, one: click; M 100 ist auch ein schönes Blümchen, also pflücken: GoTo M 100, ... six, five, four, three, two, one: click; da sieh mal an, ich falle fast vom Stuhl: Der herrliche Spiralnebel ist umgeben von 8 bis 10 Galaxien.

So entsteht ein Bild nach dem anderen. Die Sternfreunde in Krefeld werden staunen. Ja, wenn man so einen Lichteimer hat! Mensch, mach doch ein paar Aufnahmen im Norden. Die Gelegenheit bekommst du so schnell nicht wieder. Also GoTo M 27 Hantelnebel, ...six, five, four, three, two, one: click; GoTo NGC 6960, Cirrusnebel ...six, five, four, three, two, one: click; GoTo M 57 Ringnebel ... six, five, four, three, two,

one: click, GoTo M 13 ... six, five, four, three, two, one: click, M 33, ... six, five, four, three, two, one: click; NGC 7317 Stephans Quintett ... six, five, four, three, two, one: click; vielleicht sogar den Andromedanebel? Nein, das hat keinen Sinn. Der ist zu groß. Den kriegst du nicht ganz ins Bild. Willst du nicht doch wieder in südliche Regionen gehen und dort Objekte aufnehmen? Na klar, Helixnebel, Sculptorgalaxie, Fornaxhaufen und ... six, five, four, three, two, one: click, click, click, click ...

Wo ist Walter? Weg! Walter ist weg, und ich sitze hier alleine, six, five, four, three, two, one: click und knipse ein Deep-Sky-Objekt nach dem anderen ... six, five, four, three, two, one: click. Soll ich den

Orionnebel noch aufnehmen? Der steht aber etwas tief! Doch schnell noch den Tarantelnebel mit verschiedenem Weißabgleich.

Geschafft! Die Dämmerung kommt. 30 Objekte in einer Nacht. Früher waren das vier oder fünf. Die meisten sind trotz der kurzen Belichtungszeit gut geworden. Zu Hause werde ich die Aufnahmen noch aufaddieren und bearbeiten. Dann müssten das eigentlich Superbilder werden.

Ähnlich euphorisch arbeitete ich in den nächsten Nächten. Doch irgendetwas fehlt. So ganz zufrieden bin ich nicht.



Abb. V.20 M 83 in der Wasserschlange



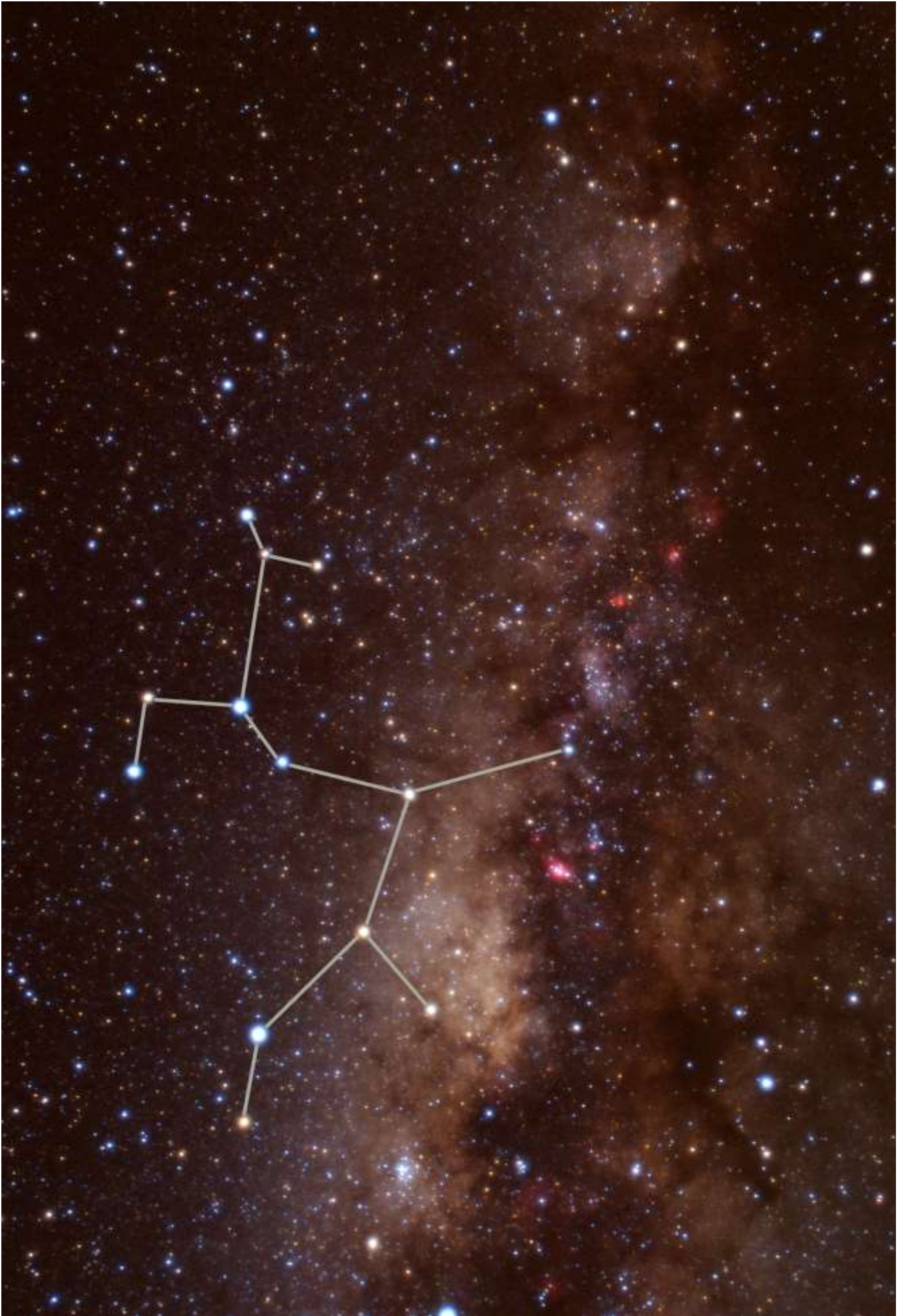


Abb. V.1 Das Sternbild Schütze (Aufnahme mit Diffusor)



# VI. Astrofotos



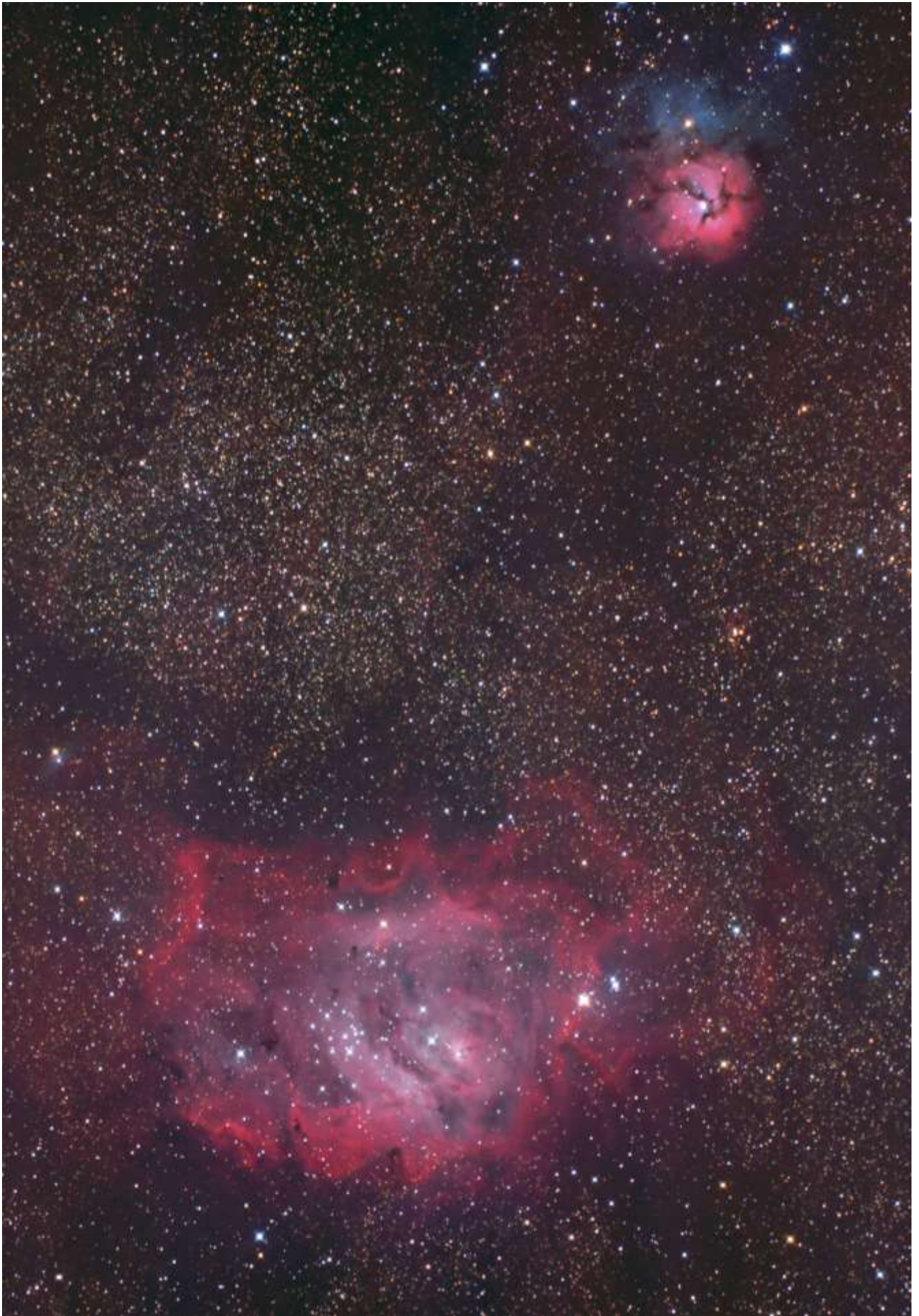
*Abb. VI.1 Das 50-cm-Cassegrain-Teleskop im nächtlichen Einsatz*



*Abb. VI.2 Kreuz des Südens mit Kohlensack*



*Abb. VI.3 Milchstraßenbereich um Antares/Rho Ophiuchi*



*Abb. VI.4 Lagunennebel M8 und Trifidnebel M20 im Schützen*



*Abb. VI.5 Der Trifidnebel M20 im Schützen*





Abb. VI.6 NGC 3372, der Eta-Carinae-Nebel



Abb. VI.7 Schlüsselloch-Nebel im Eta-Carinae-Nebel



*Abb. VI.8 NGC 2024 und IC 434, Flammennebel und Pferdekopfnebel im Orion*



*Abb. VI.9 NGC 2359, Gasblase eines Wolf-Rayet-Sterns (Thors Helm)*



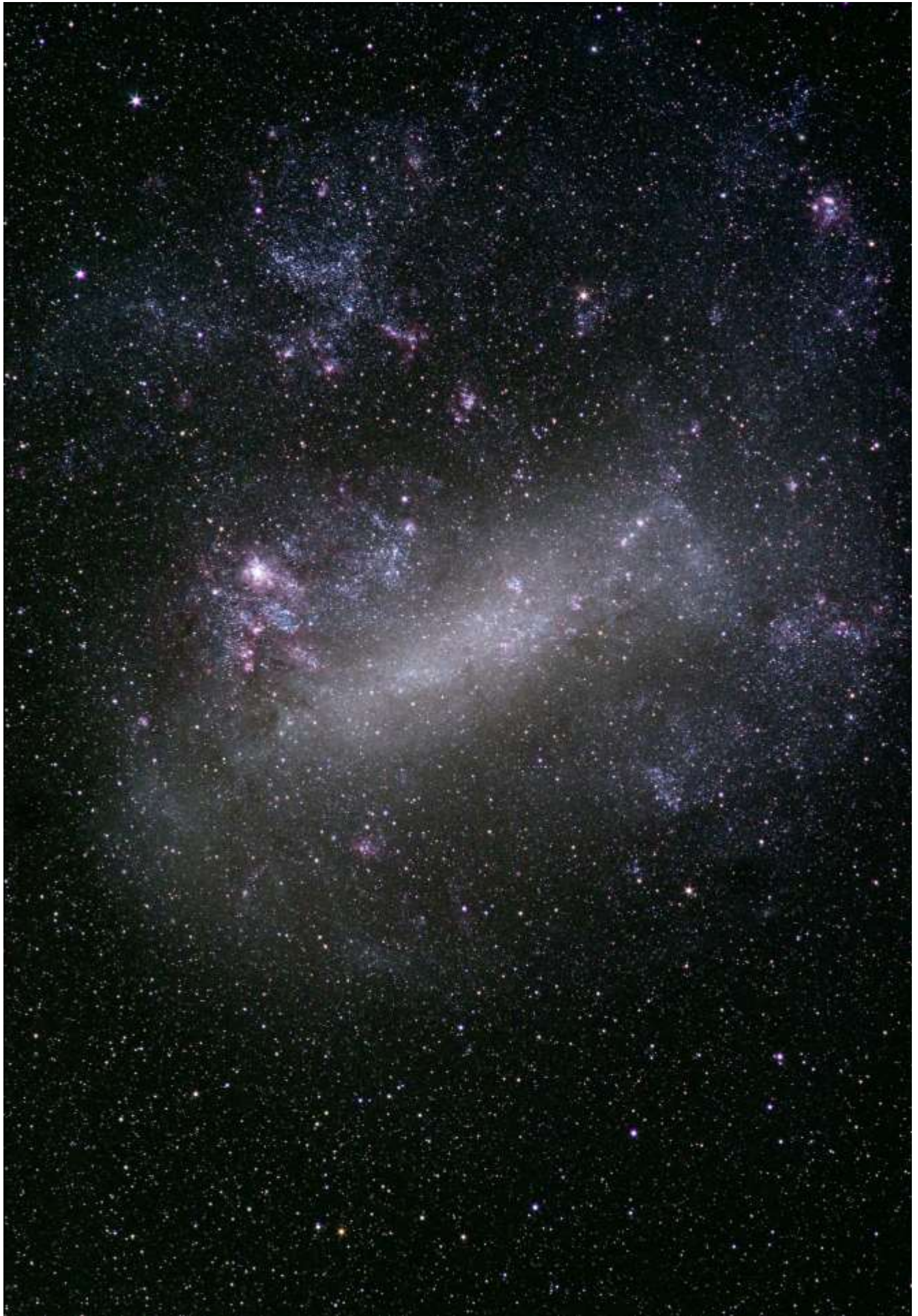
*Abb. VI.10 NGC 7293, der Helixnebel*



*Abb. VI.11 Der offene Sternhaufen NGC 4755, das Schatzkästchen im Kreuz des Südens*



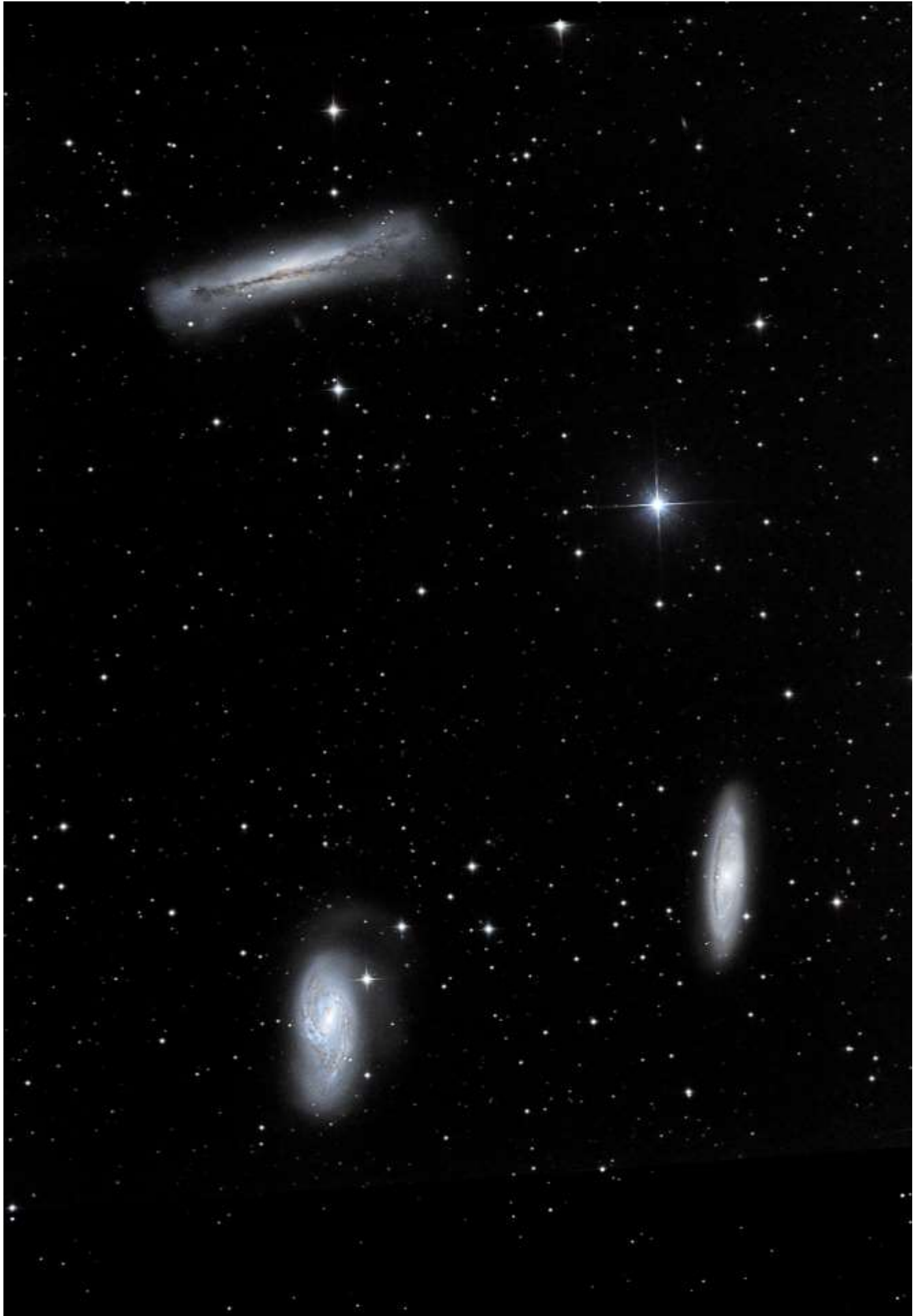
*Abb. VI.12 NGC 5139, der Kugelsternhaufen Omega Centauri*



*Abb. VI.13 Große Magellansche Wolke*



Abb. VI.14 NGC 2070, Tarantelnebel in der großen Magellanschen Wolke



*Abb. VI.15 Leo Triplet, die drei Galaxien M 65, M66 und NGC 3628 im Löwen*





Abb. VI.16 NGC 5128, die Radiogalaxie Centaurus A



*Abb. VI.17 M 104, die Sombrero-Galaxie*



*Abb. VI.18 NGC 4038, 4039, Antennengalaxien, zwei wechselwirkende Galaxien im Sternbild Rabe*

## Aufnahmedaten

<b>Fehler!</b> <b>Verweisquelle</b> <b>konnte nicht</b> <b>gefunden</b> <b>werden.</b>	Das 50-cm-Cassegrain-Teleskop im nächtlichen Einsatz Günter Hoffarth
Abb. VI.2	Kreuz des Südens mit Kohlensack Werner Roßnagel, Leica Summicron-R 1:2/50mm, Canon EOS 20D Astro, 8min. + 1 min.
Abb. VI.3	Milchstraßenbereich um Antares/Rho Ophiuchi Josch Hamsch, Canon 1:2,8/200mm, STL 11000 M, R:G:B = 30:30:30 min.
Abb. VI.4	Lagunennebel M8 und Trifidnebel M20 im Schützen Thomas Wahl, Takahashi Epsilon 160, Canon EOS 40D Astro, 8 x 10 min.
Abb. VI.5	Der Trifidnebel M20 im Schützen Joh. Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, R:G:B:Ha = 30:30:40:30 min.
Abb. VI.6	NGC 3372, der Eta-Carinae-Nebel Walter Gröning, 500/1500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, R:G:B:Ha = 6:6:6:21 min.
Abb. VI.7	Schlüsselloch-Nebel im Eta-Carinae-Nebel Joh. Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, R:G:B = 30:30:30 min.
Abb. VI.8	NGC 2024 und IC 434, Flammennebel und Pferdekopfnebel im Orion Werner Roßnagel, Takahashi Epsilon 160, Canon EOS 20D Astro, 6 x 10 min.
Abb. VI.9	NGC 2359, Gasblase eines Wolf-Rayet-Sterns (Thors Helm) Johannes Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, R:G:B = 40:40:40 min.
Abb. VI.10	NGC 7293, der Helixnebel Josch Hamsch, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 ABG, L=110min. RGB aus F/3
Abb. VI.11	Der offene Sternhaufen NGC 4755, das Schatzkästchen im Kreuz des Südens Johannes Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, R:G:B = 20:20:20 min.
Abb. VI.12	NGC 5139, der Kugelsternhaufen Omega Centauri Werner Roßnagel, 500/1500 Keller Cassegrain, Canon EOS 5D MkII, 23 min.
Abb. VI.13	Große Magellansche Wolke Carsten Jacobs, Zeiss-T* 1:2,8/135mm, Canon EOS 20D Astro, 3 x 8min.
Abb. VI.14	NGC 2070, Tarantelnebel in der großen Magellanschen Wolke Walter Gröning, 500/1500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, L:R:G:B:Ha = 6:6:6:6:49 min.
Abb. VI.15	Leo Triplet, die drei Galaxien M 65, M66 und NGC 3628 im Löwen Werner Roßnagel, 500/1500 Keller Cassegrain, Canon EOS 5D MkII, 10 x 5 min.
Abb. VI.16	NGC 5128, die Radiogalaxie Centaurus A Joh. Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, C:L:R:G:B = 40:60:30:30:30 min.
Abb. VI.17	M 104, die Sombrero-Galaxie Joh. Schedler, 500/4500 Keller Cassegrain, STL 11000 M, C:L:R:G:B = 60:120:30:30:30 min.
Abb. VI.18	NGC 4038, 4039, Antennengalaxien, zwei wechselwirkende Galaxien im Sternbild Rabe Stephan Messner, 500/1500 Keller Cassegrain, St10xme, L:R:G:B = 50:5:5:5 min.

# Unsere Autoren

## Texte

Prof. Dr. Rainer Anton  
Karl-Ludwig Bath  
Tharina Bird  
Prof. Dr. Reinhard Claus  
Hans-Günter Diederich  
Prof. Dr. Hans Elsässer †  
Prof. Dr. Rainer Glawion  
Prof. Dr. Charles R. Gruhn  
Dr. Dieter Husar  
Dr. Carsten Jacobs  
Dieter Kaiser  
Dr. Jens Lüdemann  
Dr. Thorsten Neckel  
Prof. Dr. Johannes Ohlert  
Anton Paschke  
Martin Quaiser  
Elmar Rixen  
Werner Roßnagel  
Dr. Thomas Sauer  
Ernst von Voigt

## Bilder

Prof. Dr. Rainer Anton  
Karl-Ludwig Bath  
Prof. Dr. Reinhard Claus  
Hans-Günter Diederich  
Prof. Dr. Rainer Glawion  
Walter Gröning  
Dr. Franz-Josef Hamsch  
Wolf-Peter Hartmann  
Günter Hoffarth  
Dr. Dieter Husar  
Dr. Carsten Jacobs  
Dieter Kaiser  
Dr. Jens Lüdemann  
Stephan Messner  
Prof. Dr. Johannes Ohlert  
Martin Quaiser  
Elmar Rixen  
Werner Roßnagel  
Dr. Thomas Sauer  
Johannes Schedler  
Bernd Schroeter  
Sebastian Voltmer  
Thomas Wahl

# Herausgeber

## Internationale Amateursternwarte (IAS)

**Geschäftsstelle** Geranienstraße 2  
D-79312 Emmendingen  
Phone / Fax (+49 7641) 3492  
[info@ias-observatory.org](mailto:info@ias-observatory.org)

**IAS-Web** [www.ias-observatory.org](http://www.ias-observatory.org)

**IAS-Namibia** Tel.: 00264-62-572 190  
[iashakos@iway.na](mailto:iashakos@iway.na)

### Sternwarte Hakos

23° 14' 11" Süd / 16° 21' 42" Ost / 1834m ü NN

Observatory Code #221 des Minor Planet Center am  
Smithsonian Astrophysical Observatory in Harvard

### Sternwarte Gamsberg

23° 20' 30" Süd / 16° 13' 28" Ost / 2347 ü NN

**Bankverbindung** BW-Bank  
IAS  
Kto. 4800330  
BLZ 600 501 01  
IBAN Nr.  
DE25600501010004800330

**Redaktion** Karl-Ludwig Bath  
Werner Roßnagel

**Layout** Werner Roßnagel

**Korrektur** Karl-Ludwig Bath

**Druck** Herter Druck GmbH  
Tullastr. 10  
79341 Kenzingen  
[www.herter-druck.de](http://www.herter-druck.de)

