

OKULAR

I / 2006

Vereinszeitschrift der
Volkssternwarte Kempten e.V.



Blick über das nächtliche Kempten

- Lichtverschmutzung in Kempten
- Wie funktioniert ein Teleskop?
- Neue Sternwarte?

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Lokale Lichtverschmutzung in Kempten - Sankt Mang.....	5
Auswirkungen einer veränderten Straßenbeleuchtung auf die lokale Lichtverschmutzung.....	5
Kleinplaneten – aktive Forschung für den Amateur?.....	13
Wissenschaftliches Arbeiten unter einem lichtverschmutzten Himmel	13
Was sind eigentlich KPL und wo drehen sie ihre Runden?.....	13
Wie erkenne ich einen KPL und welche Tätigkeiten kann ich als Amateur ausführen?	15
Wie funktioniert die Positionsbestimmung genau?	16
Wie genau müssen die KPL Positionen bestimmt werden?	17
Im Schatten des Löwen	23
Astronomie für jedermann – Himmelsbeobachtungen mit dem Feldstecher	25
Der Sommer	25
Der Herbst.....	26
Der Winter.....	27
Der Frühling.....	28
Digitales Planetarium auf unserer Homepage	29
Unsere neun Planeten – und all die Anderen	31
Unser Sonnensystem.....	31
Was ist ein Planet?.....	34
Extrasolare Planeten.....	36
Wie funktioniert ein Teleskop?	48
Eine neue Volkssternwarte	52
Zukunft für die Astronomie in und um Kempten	52
Impressum	56
So finden Sie uns:.....	57

Die Nachtaufnahme auf der **Vorderseite** des Umschlags wurde von Christian Städele am 17. März 2006 gegen 23:00 Uhr aufgenommen und zeigt den Lichtkegel der St. Lorenz Basilika in Kempten.

Der Cirrusnebel auf der **Rückseite** wurde von Andreas Bonné aufgenommen. Genauere Angaben hierzu siehe Hinweise im Artikel auf der Seite 12.

Vorwort

Liebe Sternfreunde,

wir freuen uns ganz besonders, Ihnen die Volkssternwarte Kempten auf der diesjährigen Allgäuer Festwoche präsentieren zu können.

Jedem, der schon einmal eine Nacht unter freiem Himmel verbracht hat, ist die Faszination von Sonne, Mond, Planeten, Sternen, und auch von dem was sich dazwischen befindet, wohlbekannt. Wir haben es uns zur Aufgabe gemacht, Ihnen im Folgenden einen Überblick über die Themen, mit denen sich die Astronomie beschäftigt, zu geben.

Auch vor den Sternguckern hat die rasante Entwicklung der Computertechnik keinen Halt gemacht. Dank virtueller Sternkarten und animierter Raumflüge ist es heutzutage jedem möglich, auch ohne ein Teleskop in die Tiefen des Weltalls einzutauchen. Hier finden Sie einen kurzen Einstieg dazu.

Eines der größten Probleme für alle Amateur-Astronomen ist die so genannte Lichtverschmutzung, die leider auch im Allgäu immer weiter zunimmt. Dem Sternenhimmel wird durch die übermäßige und oft auch unnötige nächtliche Beleuchtung ein Großteil seiner Pracht genommen. Weitere Informationen dazu finden Sie auf den nächsten Seiten!

Unsere „Sternwarte auf dem Drumlin“, die sich auf dem ehemaligen Gelände der Kemptener Jugendherberge befindet, leidet genau unter diesem Problem. Der Standort im mittlerweile dicht bebauten Kemptener Osten bietet zu schlechte Sichtverhältnisse, um sinnvoll Amateurastronomie zu betreiben. Lesen Sie in diesem Heft über unsere Suche nach geeigneten Standorten und über die Pläne für eine neue Sternwarte.

Wir hoffen, Ihnen mit unserem „Okular“ einen interessanten Einblick in die Astronomie und die Arbeit der Volkssternwarte Kempten geben zu können.

Besuchen Sie uns doch auch einmal auf der Sternwarte – jeden ersten und letzten Freitag im Monat, zur Winterzeit ab 20:00 Uhr, zur Sommerzeit ab 21:00 Uhr.

Viel Spaß beim Lesen wünscht



Harald Surowy
(2. Vorsitzender)

im Namen aller Mitglieder der Volkssternwarte Kempten.

Lokale Lichtverschmutzung in Kempten **- Sankt Mang**

Auswirkungen einer veränderten Straßenbeleuchtung auf die lokale Lichtverschmutzung

von Andreas Bonné

Seit Jahren nimmt in den Industrieländern die so genannte Lichtverschmutzung zu. Wie schon an anderer Stelle ebenfalls geschehen, möchte ich eine kurze Erklärung zu diesem Phänomen geben.

Plakativ gesprochen findet immer dort eine Lichtverschmutzung statt, wo die künstliche Beleuchtung nicht sinnvoll ihren Zweck erfüllt! Würde die künstliche Beleuchtung nur so eingesetzt, wie es notwendig und sinnvoll wäre, ließen sich sowohl die künstliche Aufhellung des nächtlichen Himmels, wie auch der aufgewandte Energieeinsatz dramatisch reduzieren!

Hier geht es weniger um die unnötige Verschwendung von elektrischer Energie und damit von einem erhöhten CO₂ – Ausstoß, als vielmehr um die Auswirkungen der Lichtfülle über bewohnten Regionen.

Ist der nächtliche Himmel sehr stark künstlich aufgeleuchtet, so sind Fälle bekannt, dass z.B. die frei lebenden Vögel nicht mehr Tag und Nacht unterscheiden können. Manchmal werden sogar staatliche oder halbstaatliche Institutionen aktiv um der Lichtverschmutzung Einhalt zu gebieten. Ich möchte nur an das Beispiel in Stuttgart auf den Fildern erinnern. Seinerzeit errichtete ein Großunternehmen auf ihrem Verwaltungsgebäude einen so stark in den Himmel abstrahlenden Stern, dass der sichere Flugbetrieb am Stuttgarter Flughafen nicht mehr gewährleistet war. Es wurden die Flugzeugbesatzungen durch diese Fremdlichtquelle so stark irritiert, dass die Deutsche Flugsicherung dies ändern ließ.

Die Hobbysternengucker oder alle an dem nächtlichen Sternenhimmel interessierten leiden ebenfalls unter der künstlichen Aufhellung des Himmels. Dadurch, dass der Himmel immer stärker von unten angestrahlt wird, reduziert sich der Kontrast zwischen den lichtschwächeren Sternen und dem Hintergrund. In der Folge „verschwinden“ immer mehr Sterne vom Himmel. In Großstädten können die Eltern heute schon Ihren Kindern nicht mehr alle Sterne einzelner Sternbilder in freier Natur zeigen.

Die Ursache ist, dass zu viel künstliches Licht nicht auf den Erdboden trifft, sondern in den Himmel abstrahlt.

Ist dies ausschließlich ein Problem der Ballungsräume, oder betrifft uns dies auch im Allgäu?

Wie stark auch wir hier davon betroffen sind möchten die nachfolgenden Bilder darstellen. Jeder von uns kennt beispielsweise die orange leuchtende Straßenbeleuchtung. Meistens hängen die Beleuchtungskörper in großer Höhe an Masten. Dies kann sinnvoll und gut, oder eben nicht ganz so gut ausgeführt werden, wie nachfolgendes Beispiel aufzeigen soll. Meistens wird bei solch einer Anwendung ein Lampenschirm mit Streuscheibe als Beleuchtungskörper eingesetzt. Wird nun eine nach unten gewölbte Streuscheibe eingesetzt und steht der Lampenschirm nicht ganz waagerecht, so wird viel Licht quer zum Straßenverlauf gestreut.



Hier erkennt man sofort, dass sehr viel Licht nicht auf den Straßenverlauf gerichtet ist, sondern vielmehr auf die Hauswand des Gebäudes auf der anderen Straßenseite. Von dieser Wand aus werden der Himmel und die ganze andere Umgebung in oranges Licht getaucht.



Auf der anderen Straßenseite erkennt man gut den Verlauf der Hauptabstrahlungsrichtung des Lampenschirmes und die Lichtfülle durch das ganze Streulicht.

Solch eine Straßenbeleuchtung bringt den Anwohnern auch keinen Vorteil, da hierdurch die Straße selber nicht optimal ausgeleuchtet werden kann, da viel Licht neben dem Gehweg aufkommt.

Und wie sieht es mit der Aufhellung des Himmels aus?

Hierzu sollen die beiden nachfolgenden Bilder eine Erklärung geben.



Leicht kann man die Lichtfülle des Himmels im oberen Bild erkennen. Im unteren Bild erkennt man den angesprochenen mangelnden Kontrast zwischen Himmelhintergrund und schwacher Galaxie.

Welche Maßnahmen können zur Verbesserung der Situation ergriffen werden?

Nur mit kleinen Änderungen am Lampenschirm, hier wurde dieser nur genau waagrecht ausgerichtet und einer nach unten völlig ebenen Streulichtscheibe konnte in diesem Falle die Situation dramatisch verbessert werden. Da nun das Licht nur noch auf die Straße, sowie auf den Gehsteig fällt, konnte sogar ein etwas schwächeres Leuchtmittel bei gleich guter Straßenausleuchtung verwendet werden. Dies reduziert sowohl die Betriebskosten, wie auch die Umweltbelastung durch den geringeren Energieverbrauch.

Fortsetzung auf der nächsten Seite



Hier ist die planparallele Streuscheibe und die waagerechte Anordnung des Lampenschirmes bei Tageslicht und im nächtlichen Betrieb gut zu erkennen.

Die nächsten beiden Aufnahmen verdeutlichen die erzielte Verbesserung:
Das Licht trifft tatsächlich nur noch dort auf, wo es benötigt wird!



Wie stellt sich nun diese Veränderung am Sternenhimmel dar?

Hierzu wurde mit dem gleichen Teleskop wie oben und der selben Aufnahmetechnik „ein“ Foto des Cirrus-Nebels aufgenommen. In der Nacht vom 04.09.2005 auf den 05.09.2005 wurden 24 Aufnahmen durch einen Blaufilter, 26 Aufnahmen durch einen Grünfilter, 32 Aufnahmen durch einen Rotfilter und 32 Aufnahmen ohne Farbfilter gewonnen. Die jeweilige Belichtungszeit betrug 3 Minuten. Anschließend wurden die 114 Einzelbilder wieder zu einem Farbfoto zusammengesetzt. Somit wurde eine gesamte Belichtungszeit von annähernd 6 Stunden!!! erzielt. Solch eine Belichtungszeit war vor der Anpassung der Straßenbeleuchtung völlig undenkbar.



Dies bedarf wohl keines weiteren Kommentars!

Wie an diesem Beispiel erkennbar ist, haben schon geringfügige Veränderungen an der Straßenbeleuchtung eine dramatische Verbesserung der Lichtverschmutzung zur Folge.

Sicherlich sind auch andere Kommunen bereit ihren Beitrag zur Vermeidung zur Lichtverschmutzung zu leisten.

Kempton, 25.06.2006

Kleinplaneten – aktive Forschung für den Amateur?

Wissenschaftliches Arbeiten unter einem lichtverschmutzten Himmel

von Andreas Bonn 

Wie bei jedem Hobby, so gibt es auch bei der Beschäftigung mit den Himmelskörpern ganz unterschiedliche Fachrichtungen. Der eine mag sich am Anblick der Milchstraße im Feldstecher erfreuen, der nächste Sternfreund interessiert sich für die so genannten DeepSky Objekte und wieder ein anderer macht Fotos.

Meine Liebe zu den Kleinplaneten begann irgendwann Ende der siebziger Jahre, als ich mithelfen sollte die Lichtkurve (die Helligkeitsänderung über die Zeit) eines Kleinplaneten mit dem schönen Namen „216 Kleopatra“ zu bestimmen. Auf Grund unserer mühselig ermittelten Lichtkurven stellten schlaue Menschen Berechnungen an und sagten danach, dass Kleopatra die Gestalt einer Kartoffel hat und rotiert. Da wurde mein Interesse richtig geweckt.

Kleinplaneten, oder auch Planetoiden genannt, sind Himmelskörper in unserem Sonnensystem. Der erste bekannte Kleinplanet (KPL) war Ceres, welcher 1801 von Guiseppe Piazzi entdeckt wurde. Er bekam die Nummer 1, danach folgte Nr. 2 mit dem Namen Pallas. Als ich mir im Jahr 1986 eine Ausgabe der Leningrader Ephemeriden der KPL besorgte zählte diese 3.143 KPL, im Jahr 1994 waren es schon 5.383! Soeben, am 17.06.2006 um 03:24 Uhr, zählte man 299.162 KPL, hiervon haben 129.436 eine fortlaufende Nummer!

Nicht wenige von diesen KPL haben Amateure entdeckt!

Was sind eigentlich KPL und wo drehen sie ihre Runden?

KPL sind sehr kleine (Durchmesser zwischen 1.000 km beim Ceres und 50 km und auch darunter) Himmelskörper die sich um unsere Sonne drehen und das Sonnenlicht ein wenig reflektieren, so dass wir es „sehen“ können. Die meisten KPL drehen ihre Runden zwischen der Bahn vom Mars und der Bahn vom Jupiter. Es gibt jedoch viele KPL, die sogar außerhalb der Bahn vom Neptun ihre Kreise ziehen und es gibt die KPL, die in der Nähe der Bahn unserer Erde sich aufhalten, oder die Erdbahn

sogar kreuzen. Diese Objekte werden NEO (erdnahe Objekte genannt) und einige davon könnten sogar mit der Erde vielleicht in Zukunft einmal kollidieren.

Es vergeht heutzutage kaum eine Nacht, in der nicht irgendwo auf der Erde ein neuer NEO entdeckt wird!

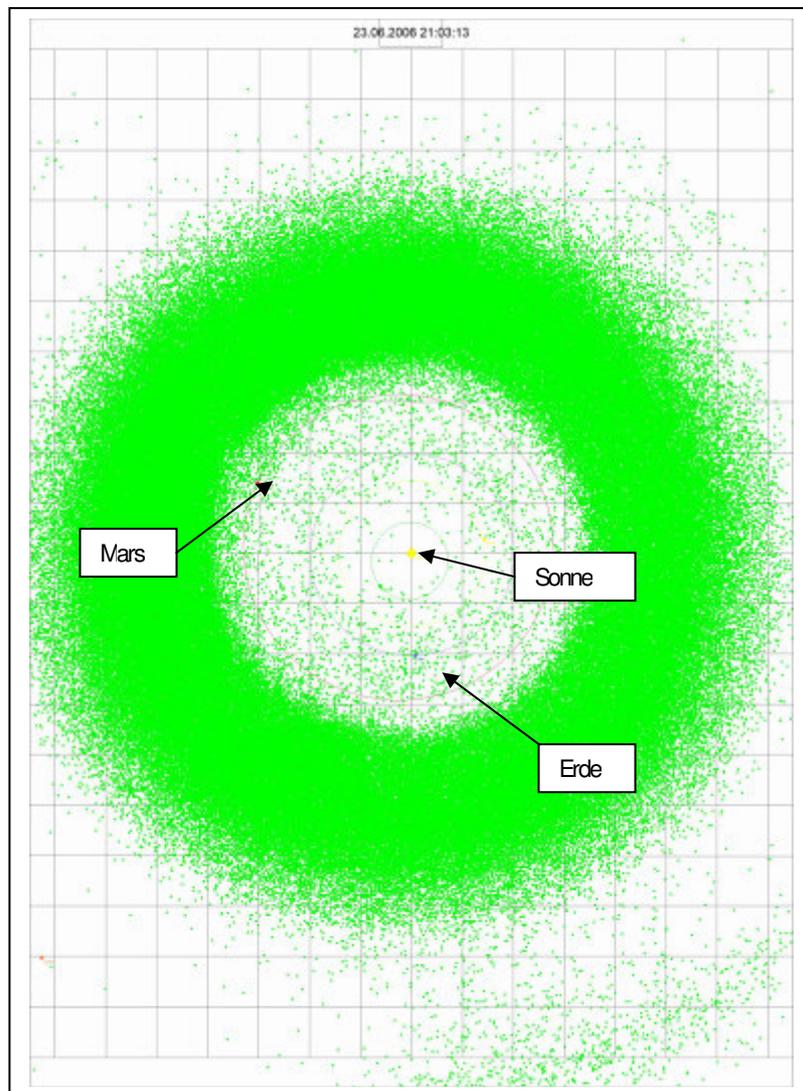


Bild aus EasySky: Alle ca. 300.000 Kleinplaneten des Sonnensystems. Man erkennt gut die Anhäufung zwischen der Marsbahn und der Jupiterbahn, aber eben auch die KPL, die außerhalb der Neptunbahn ihre Kreise drehen und die relativ vielen KPL innerhalb der Marsbahn (z.T. NEO).

Nähere Informationen darüber und über viele andere Dinge findet man auf der Homepage der VdS Fachgruppe www.kleinplanetenseite.de.

vielleicht 300 genaue Positionsbestimmungen über einen längeren Zeitraum vorliegen. Bei ca. 300.000 KPL ist schnell klar, dass dies nicht nur von den Berufsastronomen geleistet werden kann. Hier beginnt die ernsthafte Mithilfe der Amateure in der Forschung! Häufig werden bei diesen Routinemessungen bekannter KPL auch neue KPL von Amateuren entdeckt! Ist deren Bahn hinreichend bekannt, so kann der Entdecker letztendlich sogar „seinem“ KPL einen offiziellen Namen geben lassen. Dies stellt natürlich für den Hobbybeobachter einen echten Anreiz dar.

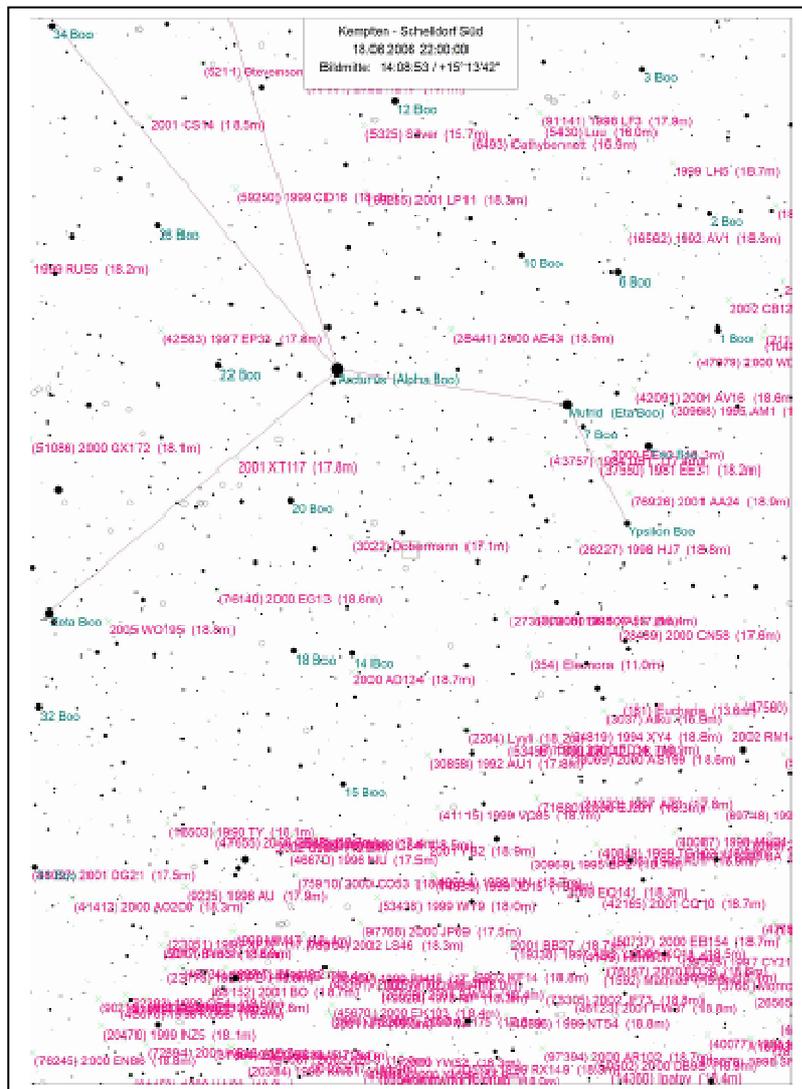


Bild aus Easy Sky: Alle bekannten Kleinplaneten am 24.06.2006 in der näheren Umgebung von Arcturus auf einer Sternkarte.

Wie funktioniert die Positionsbestimmung genau?

Zuerst benötigt man ein Teleskop mit automatischer Nachführung. Es gibt aktive KPL Beobachter mit Geräten deutlich unter 20 cm Öffnung. Ferner benötigt man eine elektronische Kamera zur Bildgewinnung. Es muss nicht zwangsläufig eine teure CCD Kamera angeschafft werden.

Auch einfachere Kameras können hierbei gute Dienste leisten. Wichtig ist nur, dass man später genau weiß, wann die Aufnahme gemacht wurde und einen Zusammenhang zwischen den Positionen der Sterne auf dem Aufnahmechip und den echten Sternkoordinaten herstellen kann. Dies erfolgt meistens über PC Programme, die andere Amateure programmiert haben. Dies liest sich vielleicht sehr einfach, ist jedoch mit einem entsprechenden Lernaufwand verbunden. Dankbarerweise bekam ich Unterstützung von Mario Scheel und der Fachgruppe Kleinplaneten.

Sehr hilfreich ist ein Planetariumsprogramm, welches in der Lage ist, die aktuellen Bahndaten aus dem Internet zu verarbeiten und somit die genaue Sollposition der KPL darstellen kann. Eine echte Vereinfachung stellt die Möglichkeit dar, das Teleskop über die Planetariumssoftware richtig positionieren zu können, dies ist aber kein Muss.

Hat man den zu untersuchenden KPL gefunden und mehrere Positionen bestimmt, so meldet man diese Positionen an die dafür zuständige Stelle in den U.S.A. (Minor Planet Center, kurz MPC) in einem genau definierten Datenformat. Hier erfolgt dann die Weiterverarbeitung der einzelnen Messungen und die Veröffentlichung der neuen Bahndaten, etc.

Hat der Anfänger mehrere KPL mit einer ausreichenden Genauigkeit vermessen, oder vornehmer ausgedrückt astrometriert, so erhält seine Sternwarte einen offiziellen internationalen Namen, den IAU Observatory Code. Hiermit können die Beobachtungen leichter gemeldet werden und weitere Dienste des MPC genutzt werden. Schätzungsweise gibt es weltweit vielleicht 1.400 IAU Observatories, aber regelmäßig melden vielleicht 300 Stationen KPL-Positionen an das MPC. Eine der ganz wenigen Städte weltweit mit zwei IAU Sternwarten ist Kempten! Der Code A28 bezieht sich auf die Volkssternwarte in der Saarlandstraße und der Code A89 bezieht sich auf meine Sternwarte.

Wie genau müssen die KPL Positionen bestimmt werden?

Eine Messgenauigkeit von 1" (Bogensekunde = $1/3600$ Winkelgrad) sollte angestrebt werden und wird meistens auch im Mittelwert von Amateuren erreicht! Dies ist ein Wert, der vor ca. 20 Jahren, selbst bei den größten Sternwarten der Erde, nicht zu erzielen war!

Kurzvorstellung einiger Arbeitsschritte:

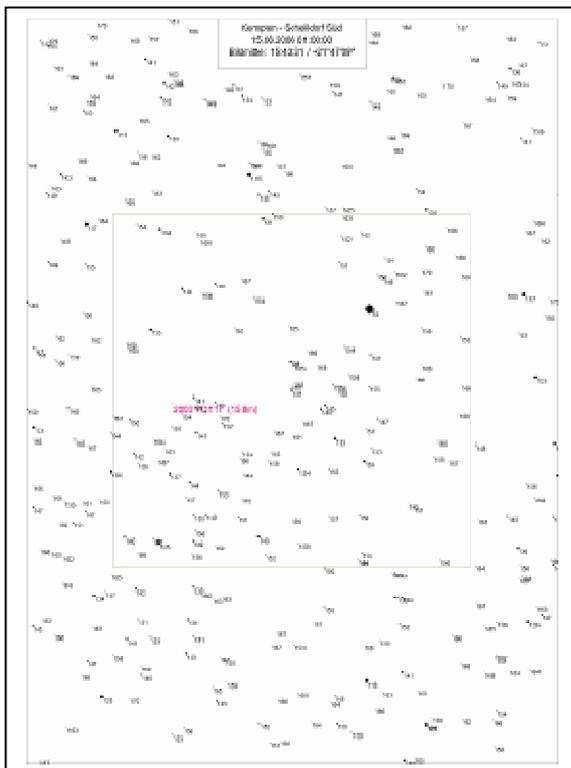
Hier beschreibe ich meine Arbeitsweise mit einem SC Teleskop mit Goto – Funktion und einer CCD Kamera samt zusätzlicher Gerätschaften. Wie

schon zuvor ausgeführt, reicht zur Beobachtung sicherlich auch eine weniger umfangreiche Ausstattung!!!

Nachdem in der Planetariumssoftware die interessanten Kleinplaneten lokalisiert wurden, öffne ich die Sternwarte und aktiviere alle Geräte. Zuerst wird die CCD Kamera eingeschaltet und auf 30 °C unter Umgebungstemperatur abgekühlt. Während dieser Zeit positioniere ich das Teleskop auf die Referenzsterne in der Nähe des zu beobachtenden Himmelsausschnitts. Anschließend stelle ich die elektronische Verbindung zwischen Teleskop und der Planetariumssoftware EasySky her. Ab diesem Zeitpunkt verfare ich das Teleskop direkt per Mausklick aus EaskSky. Dann fahre ich eine etwas sternreichere Gegend an und führe die Feinfokussierung des Teleskops ebenfalls vom PC aus der Ferne durch. Der entsprechende Pfad für die Dateien wird angelegt.

Nun ist alles startklar und die erste Aufnahme wird testweise angefertigt:

Beispiel: Nacht vom 14.06.2006 auf den 15.06.2006; KPL: 2003 YQ117 ein NEO:



Sollposition in EasySky

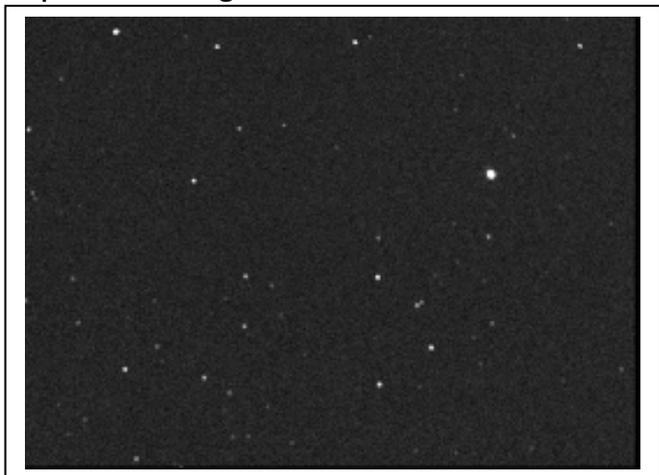


CCD Testaufnahme mit 10 Sekunden

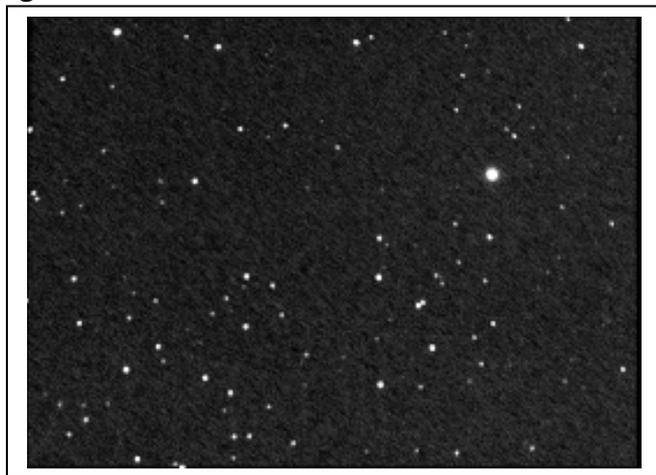
Ich wähle nur 10 Sekunden Belichtungszeit um die Ungenauigkeiten der Teleskopmontierung auszugleichen. Üblicherweise nehme ich 100 Bilder nacheinander auf um sie später in Blöcken zu ca. 20 zu addieren. Hierdurch wird eine gesamte Belichtungszeit von 200 Sekunden erzielt. Bevor dies geschehen kann wird jedoch von jedem Einzelbild das Dunkelbild abgezogen und eine Division durch das Flatbild gerechnet. Anschließend werden alle 100 Bilder genau deckungsgleich ausgerichtet.

Dieses Verfahren nennt man „reducing and alignment“ und wird durch die Bildaufnahmesoftware meistens automatisierbar vorgenommen.

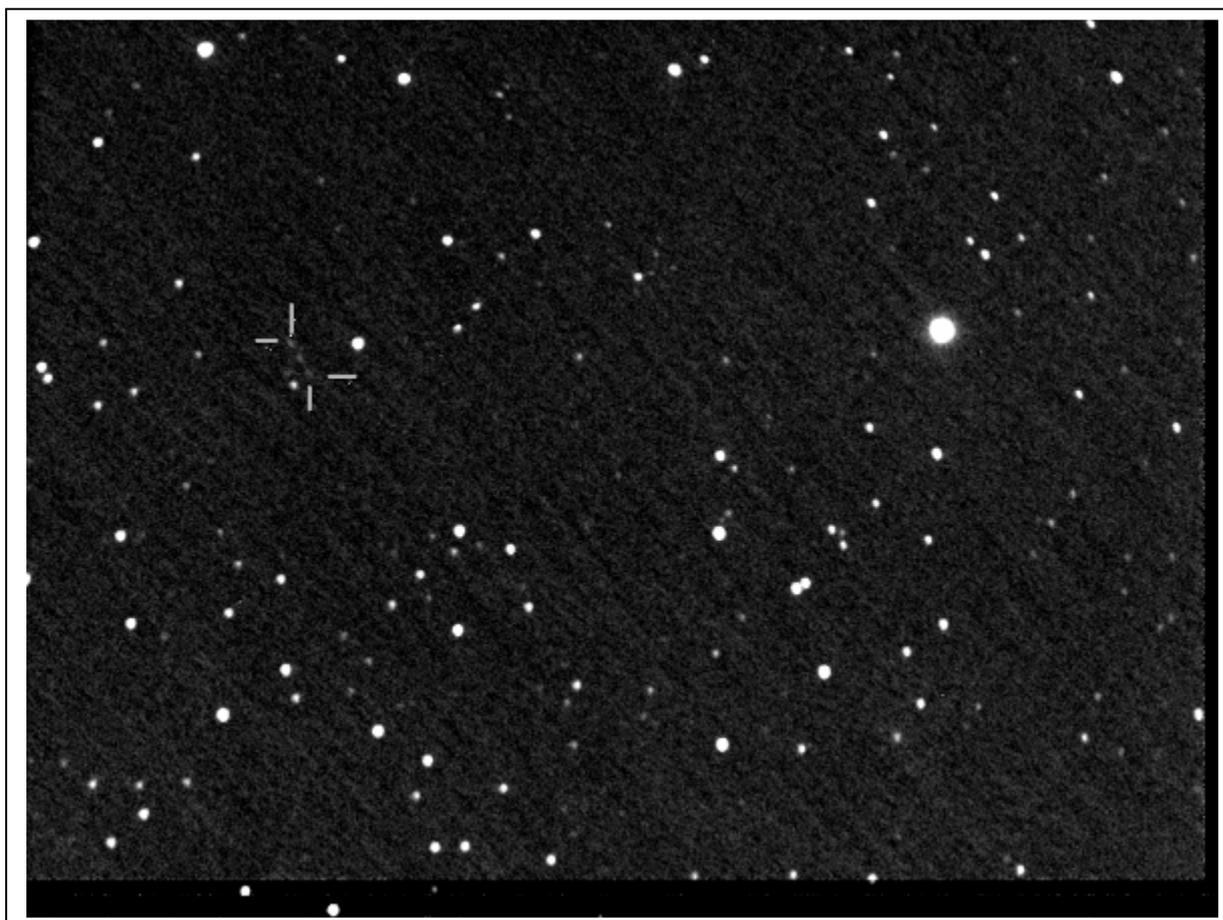
Schaut man sich das Ergebnis der Addition an, so wird der KPL meistens als kleiner Strich abgebildet sein. Eine genaue Positionsvermessung ist somit nur schwer möglich. Daher verwendet das von mir eingesetzte Astrometrieprogramm „Astrometrica“ das so genannte „Stacking“ an. Hierbei werden die 20 Einzelaufnahmen so ausgerichtet, dass der KPL punktförmig und die Sterne strichförmig abgebildet werden.



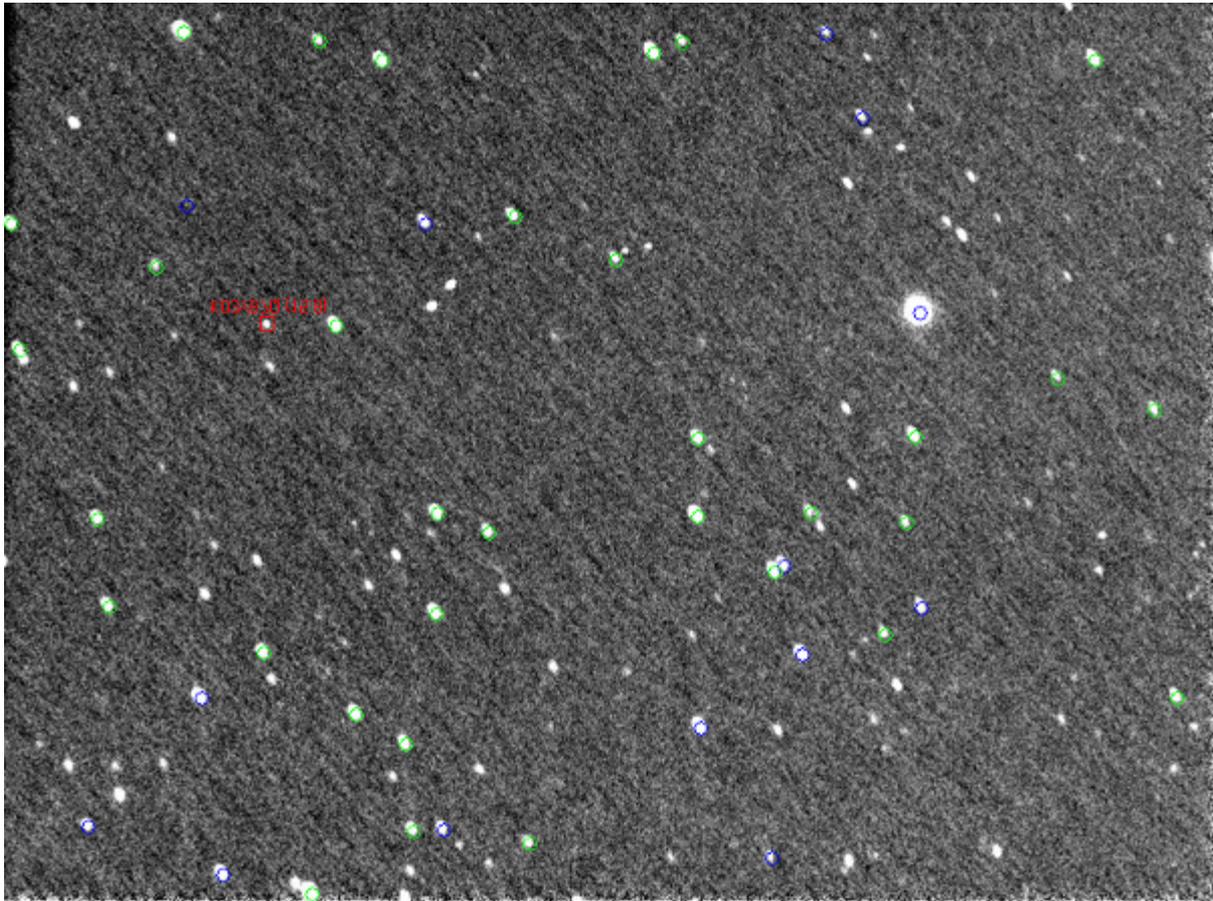
Einzelbild „reduced and aligned“



Addition on 20 Bildern!



**Die Bewegung von KPL 2003 YQ 117 innerhalb von 20 Minuten.
Hier habe ich drei Bilderblöcke á 20 Einzelaufnahmen nach den
Referenzsternen ausgerichtet und addiert.**



Astrometrica: 20 Bilder „gestackt“, Referenzsterne ermittelt und KPL Position gekennzeichnet.

Die „gestackten“ Bilder werden dann einzeln vermessen und die Ergebnisse für die Meldung an das MPC formatiert:

K03YB7Q	C2006 06	14.87343	15 44	14.17	+21 43	32.2	15.5 V	A89
K03YB7Q	C2006 06	14.87995	15 44	13.15	+21 43	51.7	15.7 V	A89
K03YB7Q	C2006 06	14.88322	15 44	12.63	+21 44	01.0	15.7 V	A89
K03YB7Q	C2006 06	14.88649	15 44	12.16	+21 44	10.7	15.6 V	A89

Nach der Übermittlung der Daten per E-Mail werden diese Messergebnisse vom MPC ausgewertet, für Berechnungen von Bahnverbesserungen benutzt und über das Internet für jedermann veröffentlicht:

MPEC 2006-L62 : DAILY ORBIT UPDATE (2006 JUNE 15 UT)

The following *Minor Planet Electronic Circular* may be linked-to from your own Web pages, but must not otherwise be redistributed electronically.



Read [MPEC 2006-L61](#) Read [MPEC 2006-L63](#)

M.P.E.C. 2006-L62

Issued 2006 June 15, 06:15 UT

The Minor Planet Electronic Circulars contain information on unusual minor planets and routine data on comets. They are published on behalf of Commission 20 of the International Astronomical Union by the

Minor Planet Center, Smithsonian Astrophysical Observatory,
Cambridge, MA 02138, U.S.A.

Supported in part by the **Brinson Foundation**
Supported in part by the **TABASGO Foundation**
Prepared using the **Tamkin Foundation Computer Network**

MPC@CFA.HARVARD.EDU
URL <http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html> ISSN 1523-6714

DAILY ORBIT UPDATE (2006 JUNE 15 UT)

Update to MPEC 2006-L61

Full-precision elements for the objects listed here are available at
<ftp://cfa-ftp.harvard.edu/pub/MPCORB/>

.....

New observations:

J97X02R	C2006 06 15.20146 11 07 00.00 +08 25 21.9	EL062291
J99J03V	C2006 06 06.23475 16 08 43.26 +36 25 14.8	17.6 EL062H55
J99J03V	C2006 06 14.28854 15 56 56.32 +57 42 08.1	17.6 V EL062703
J99K04X	C2006 06 14.95633 20 03 27.59 -08 46 08.9	16.4 V EL062A89
J99K04X	C2006 06 14.96041 20 03 27.18 -08 46 19.1	16.3 V EL062A89
J99K04X	C2006 06 14.96454 20 03 26.90 -08 46 28.3	16.6 V EL062A89
K03YB7Q	C2006 06 06.27469 16 04 27.65 +14 36 09.4	15.9 EL062H55
K03YB7Q	C2006 06 14.87343 15 44 14.17 +21 43 32.2	15.5 V EL062A89
K03YB7Q	C2006 06 14.87995 15 44 13.15 +21 43 51.7	15.7 V EL062A89
K03YB7Q	C2006 06 14.88322 15 44 12.63 +21 44 01.0	15.7 V EL062A89
K03YB7Q	C2006 06 14.88649 15 44 12.16 +21 44 10.7	15.6 V EL062A89
K04B68F	C2006 06 14.95766 21 24 16.90 +14 07 57.8	16.8 V EL062A13
K06H30Q	C2006 06 14.97877 19 57 30.48 -15 52 46.0	15.9 V EL062A89
K06H30Q	C2006 06 14.98203 19 57 35.50 -15 53 51.0	15.2 V EL062A89
K06H30Q	C2006 06 14.98531 19 57 40.46 -15 54 55.9	15.4 V EL062A89
K06H30Q	C2006 06 14.98858 19 57 45.41 -15 56 00.4	15.6 V EL062A89
K06K86Y	C2006 06 14.93089 18 51 34.58 +03 09 55.5	17.7 V EL062A89
K06L00F	C2006 06 14.98965 21 22 52.71 +11 37 08.6	18.0 V EL062A13
68950	C2006 06 14.89603 17 03 34.05 +31 03 14.2	15.4 V EL062A89
68950	C2006 06 14.89930 17 03 33.43 +31 03 14.8	15.4 V EL062A89
68950	C2006 06 14.90258 17 03 32.82 +31 03 16.1	15.5 V EL062A89
68950	C2006 06 14.90585 17 03 32.19 +31 03 16.2	15.5 V EL062A89
68950	C2006 06 14.90777 17 03 31.85 +31 03 17.5	15.6 V EL062A13
68950	C2006 06 14.90912 17 03 31.56 +31 03 17.3	15.6 V EL062A89

Meine Ergebnisse
(A89)
2003 YQ117 =
K03YB7Q

Viele andere Messungen habe ich hier aus Übersichtlichkeitsgründen heraus gelöscht!

Hinweise:

Kleinplanetenastrometrie klappt auch bei Lichtverschmutzung relativ gut. Man möchte ja keine Farbaufnahmen machen oder andere schöne Bilder erzeugen, sondern die Bilder nur vermessen. Dies klappt selbst aus einer Großstadtlage heraus.

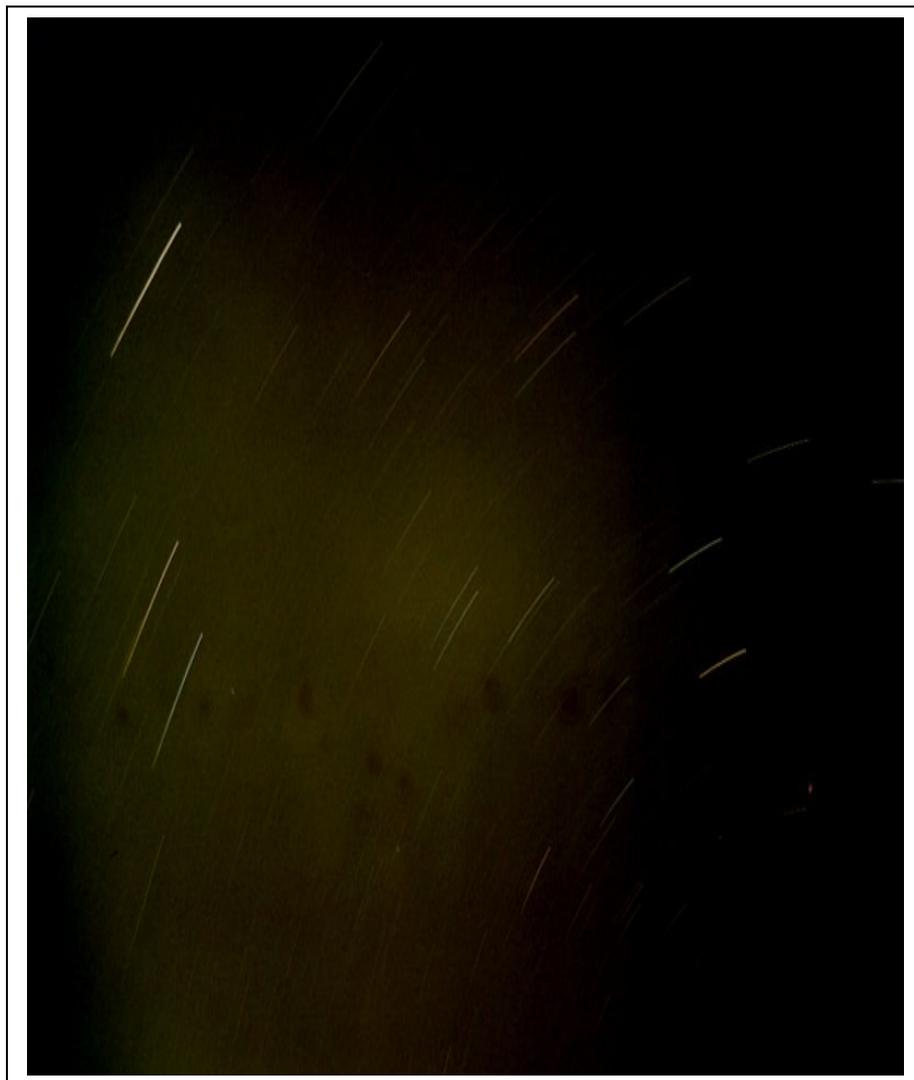
Da ich selber erst seit ca. $\frac{1}{2}$ Jahr aktiv Astrometrie betreibe, würde es mich sehr freuen, wenn sich Gleichgesinnte oder Interessierte bei mir melden würden.

Mittelfristig plane ich den Automatisierungsgrad der Beobachtungssequenzen weiter zu erhöhen um später einen (halb) automatischen Betrieb einzurichten und ggf. auch via Internet die Einrichtung anderen Beobachtern online zur Verfügung zu stellen.

Im Schatten des Löwen

von Florian Diehl

Ein Hobbyastronom hat mit gar vielen Widrigkeiten zu kämpfen. Die größte ist das Wetter, das immer pünktlich zum Wochenende schlechter wird, wenn man endlich mal Zeit hätte sich seinem Hobby zu widmen. Dies führt schon zur zweiten Widrigkeit: Dem Terminkalender.



Strichspuraufnahme mit Olympus OM10; 24mm; f/1,8; 20 Minuten

Am 31. März dieses Jahres hatten 3 Vereinsmitglieder (Christof, Christian und der Autor) beide Widrigkeiten besiegt, und trafen sich – mit mehreren Schichten Kleidung ausgerüstet – auf der Sternwarte. Es versprach eine sehr schöne Nacht zu werden, denn trotz des Kemptener Lichtkegels konnte man die Milchstraße gut erkennen. Ich hatte meine eigene, analoge Kamera mitgebracht um mich einmal an der Astrofotografie zu versuchen. Meine Olympus OM 10 mit einem 24mm Objektiv montierte ich

„huckepack“ auf unser 8 Zoll Newton Teleskop und schoss einige Aufnahmen vom Sternhimmel um den Löwen und von Orion. Christof hatte sich vorgenommen im Löwen einige Galaxien zu beobachten. Viele dieser Galaxien, wie die M66-Gruppe (M66, M65 und NGC3628) und die Gruppe aus M95, M96, M105, NGC3371 und NGC3373 erscheinen nicht nur am Himmel dicht beieinander, sondern sind sich auch räumlich sehr nahe, sie bilden so genannte Galaxienhaufen. Die M66-Gruppe beispielsweise ist 35.000 Lichtjahre von uns entfernt; das bedeutet, das Licht das an diesem Abend in Christofs Augen fiel während er durch unser NGT-18 Zoll Teleskop schaute, war schon 35.000 Jahre unterwegs...

Ich versuchte mich mit meiner Kamera noch an einigen Galaxien im Löwen; d.h. ich schraubte die Kamera ohne Objektiv mittels eines Adapterrings direkt auf das Okular und das ganze dann ins Teleskop. Leider waren alle Aufnahmen unterbelichtet. Die einzige „erfolgreiche“ Aufnahme war eine Strichspuraufnahme vom Nachthimmel (siehe Abbildung oben) – mit 20 Minuten Belichtungszeit. Diese Art der Astrofotografie ist sehr unkompliziert, da man die Kamera ohne Nachführung einfach auf den Himmel richtet und belichtet. Da sich die Erde in den 20 Minuten weiter um sich selbst dreht, hinterlassen die Sterne „Spuren“ auf dem Film. Christian hatte seine neue Nikon 20DA mitgebracht, und auch gleich ausprobiert.

Seine Digitalkamera schraubte er an ein 13mm Okular und machte einige Aufnahmen vom Jupiter. Leider stellte sich heraus, dass sie alle überbelichtet waren, aber Übung macht bekanntlich den Meister. Christof war – mal wieder – der zäheste, und hat, dank mit wärmendem Tee gefüllter Thermoskanne und Mammut-Handschuhen, bis um 4 Uhr früh durchgehalten und Galaxien im Löwen gejagt.

Ich hoffe, dass in diesem Jahr uns der Wettergott noch des Öfteren wohlgesonnen ist, denn schließlich sind es solche Beobachtungsabende, wie so wir uns die Astronomie als Hobby gewählt haben.

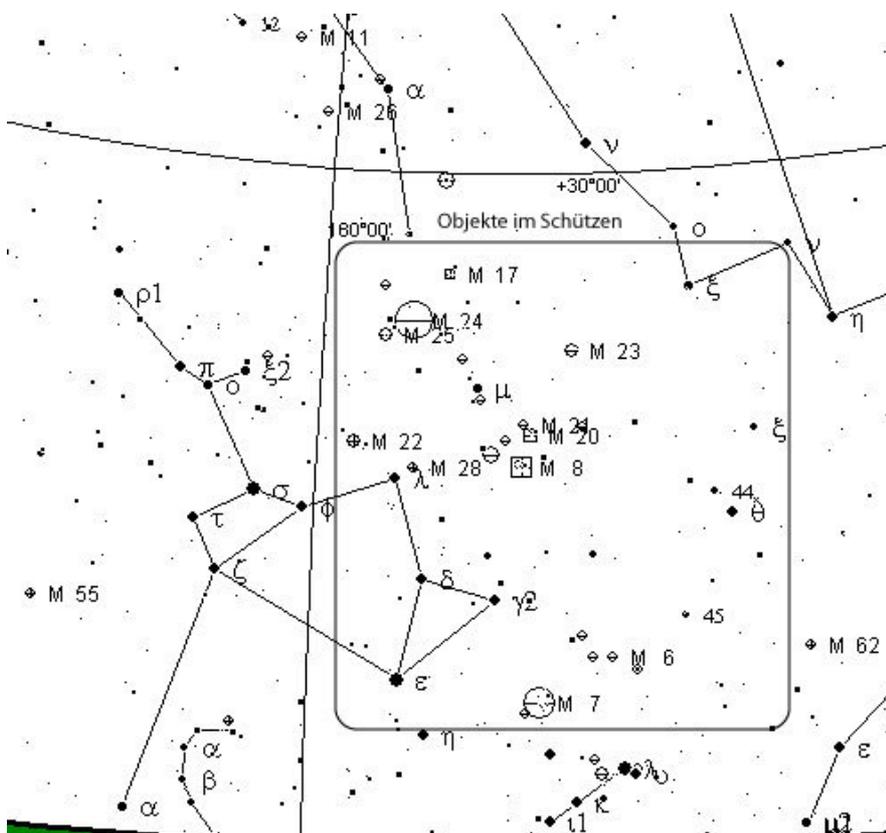
Astronomie für jedermann – Himmelsbeobachtungen mit dem Feldstecher

von Paolo Acquadro

Man muss nicht unbedingt ein Teleskop besitzen, um die Schönheit des Sternhimmels zu entdecken. Neben dem bloßen Auge (das für das Beobachten von Sternbildern oder dem Verlauf der Milchstraße am allerbesten von allen Instrumenten geeignet ist) ist ein Fernglas das am einfachsten zu handhabende Instrument, das viele Leute besitzen und dessen Preis nicht in astronomischen ;-) Höhen angesiedelt ist. Es gibt auch sehr leistungsfähige astronomische Ferngläser, die jedoch aufgrund ihrer Größe nicht für den Alltagsgebrauch in Wald und Flur geeignet sind.

Was kann man nun mit einem handelsüblichen Fernglas beobachten? Die folgenden vier Sternkarten sollen für jede Jahreszeit ein paar Objekte aufzeigen, die sich in besonderer Weise für die Beobachtung mit dem Feldstecher eignen. Außer den hier genannten finden sich natürlich noch viele weitere interessante Dinge am Firmament, die man mit dem Fernglas aufsuchen kann. Dafür empfiehlt sich dann die Anschaffung einer Sternkarte, Literatur und/oder eines Astronomieprogramms[1] (siehe Verweise am Ende).

Die Sternkarten sind immer mit Blickrichtung Süden angelegt.



Okular I / 06

Der Sommer

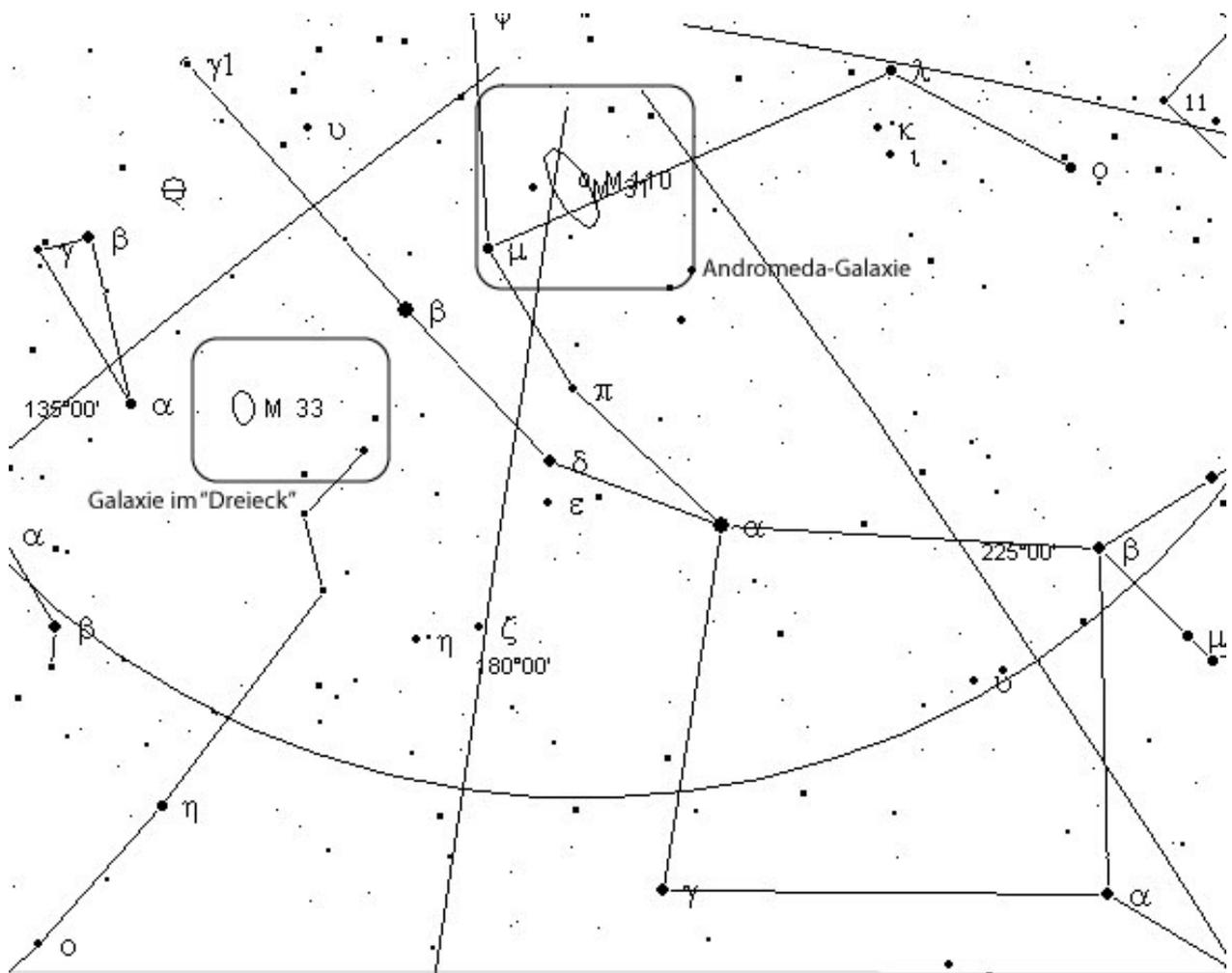
Im Sommer kann man etwas über dem Horizont das Sternbild des Schützen entdecken – es hat ungefähr die Form einer Teekanne. In weiterer Blickrichtung findet sich auch das Zentrum der Milchstraße, das man in klaren Nächten als helle Wolke sehen kann – eine riesige Anhäufung von Sternen. Im Schüt-

25

zen sind vor allem Gasnebel und Sternhaufen gut beobachtbar, wegen der großen Zahl interessanter Objekte reicht es aus, mit dem Fernglas ungefähr in die angegebene Richtung zu zielen.

Der Herbst

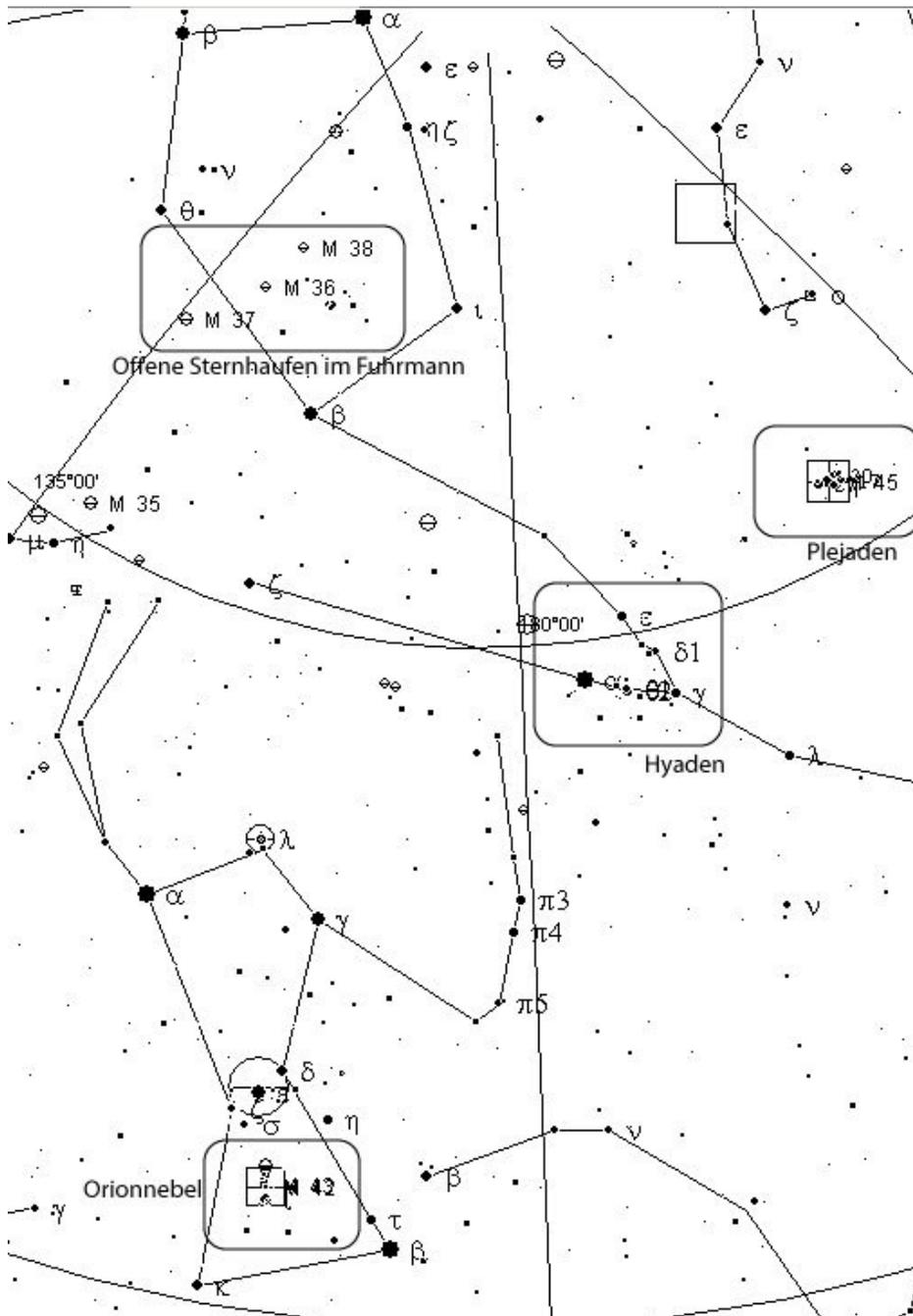
Im Herbst gibt es zwei sehr nahe Galaxien zu beobachten – allerdings sind diese nicht in Horizontnähe, sondern fast im Zenit – also über Kopf – zu finden. Es handelt sich um die Andromedagalaxie (M 31) und die Galaxie im Sternbild Dreieck (M33). Während M 31 schon mit bloßem Auge gut sichtbar ist, benötigt man für ihre Begleitgalaxien und für M33 ein Fernglas. Es handelt sich um unsere Nachbargalaxien – mit fast 3 Mio. Lichtjahren Entfernung ist „Nachbarschaft“ aber etwas weiter zu fassen.



Der Winter

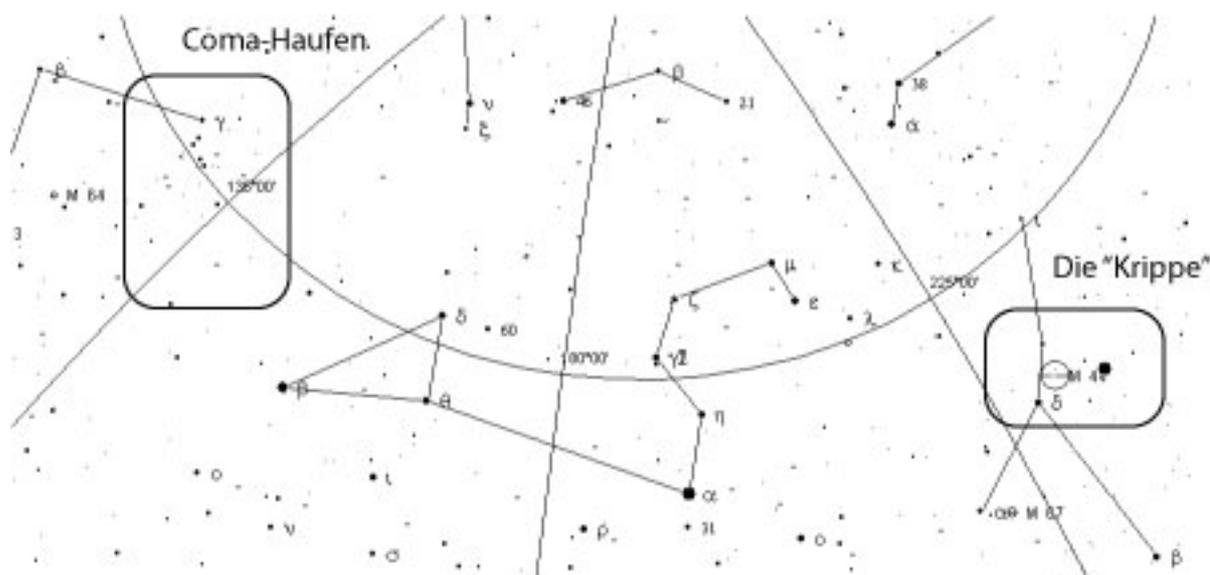
Im Winter sind in Richtung Süden sehr viele lohnende Objekte für Feldstecher-Beobachtung zu finden. Am einfachsten dürfte wohl der Orionnebel zu finden sein – im Sternbild Orion, das ein wenig aussieht wie eine Sanduhr, sieht man ihn schon mit bloßem Auge im unteren Bereich. Oberhalb findet man den offenen, V-förmigen Sternhaufen der Hyaden und ganz in der Nähe die Plejaden, ein offener Sternhaufen in Form einer Miniaturausgabe des „kleinen Wagens“.

Noch weiter in Richtung Zenit sieht man das fünfeckige Sternbild des Fuhrmanns, in dessen unteren Bereich drei weitere sehr schöne offene Sternhaufen mit dem Feldstecher leicht zu entdecken sind.



Der Frühling

Im Frühjahr sind zwei Objekte für Feldstecher-Beobachtung erwähnenswert, im Westen („rechts“) des Sternbildes Löwe die „Krippe“ (Praesepe), ein offener, aber nicht zu weit ausgedehnter Sternhaufen, und der sogenannte „Coma-Haufen“, ein weit ausgedehnter offener Sternhaufen östlich („links“) des Löwen. Den Coma-Haufen kann man mit dem bloßen Auge schon als verwaschenen Fleck sehen, im Feldstecher lassen sich dann die Sterne einzeln auflösen.



Für weitere Beobachtungen bietet der nächtliche Himmel viele Möglichkeiten, vielleicht reizt sie ja auch einmal der Blick durchs Teleskop, das noch weiter in den Raum sehen kann und noch lichtschwächere oder kleinere Objekte in Reichweite bringt? Besuchen sie doch ihre örtliche Sternwarte – wir freuen uns auf Ihren Besuch.

[1] Kostenlose Astronomieprogramme kann man unter

<http://www.stellarium.org> (Stellarium - Win, Mac, Linux)

und

<http://www.stargazing.net/astropc> (Cartes du Ciel - Win)

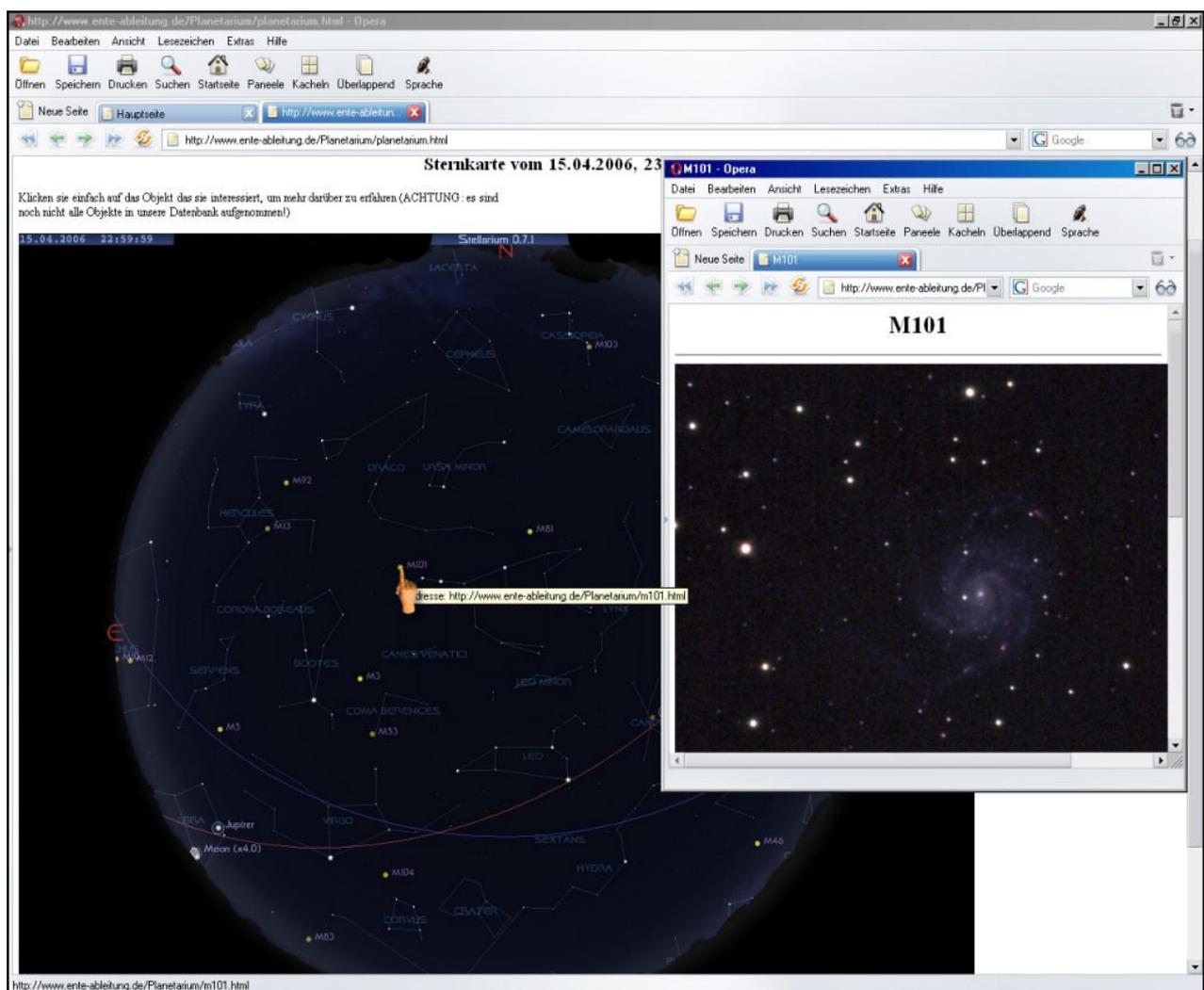
herunterladen.

Alle abgebildeten Sternkarten wurden mit Cartes du Ciel erstellt.

Digitales Planetarium auf unserer Homepage

von Florian Diehl

Seit nunmehr 5 Jahren betreue ich die Homepage der Volkssternwarte Kempten e.V. (<http://www.volkssternwarte-kempten.de>), und seit unsere Seite 2001 das erste mal online ging habe ich eine eigene Seite mit Astrofografien unserer Mitglieder eingerichtet. Nun schleicht sich beim ein oder anderen HMTL-Code mal der Fehler Teufel ein, und so geschah es, dass ich einigen Bildern falsche Links zuwies, weshalb sie nicht mehr erreichbar waren. Eines Tages wurde ich von einem Vereinsmitglied darauf hingewiesen und machte mich prompt an die Reparaturarbeiten. Der Fehler war schnell gefunden, doch was mich stutzig machte war, dass ich die Seite zuletzt vor etwas mehr als einem halben Jahr geändert hatte. Das heißt, seit einem halben Jahr waren die Bilder nicht mehr zu erreichen und keinem, ist's aufgefallen.



Nun habe ich mir überlegt wie man die abgedroschene, listenartige Präsentation unserer Astrofotos aufpeppen könnte... Beim Surfen im Netz stieß ich auf ein Programm mit dem man recht realistisch den Nachthimmel darstellen kann, und auch einzelne Objekte wie Planeten oder Messier-Objekte aufsuchen kann. Mit der kostenlosen „Stellarium“-Software (<http://www.stellarium.org>) kam ich nun auf die Idee Links auf einem Abbild des Nachthimmels zu setzen; die Links sollen dann zum passenden Bild aus unserer Vereinsdatenbank führen. Das Ergebnis sehen sie im oben stehenden „Screenshot“.

Über unsere Hauptseite kann jeder auf den Link „Planetarium“ klicken; auf der folgenden Seite erscheint dann ein Bild des monatlich aktualisierten Sternhimmels. Fährt man mit der Maus über den Himmel erscheinen bei einigen Objekten (Planeten, einige Messier-Objekte) Links, die, wenn man darauf klickt, zu einer weiteren Seite mit dem Bild des Himmelsobjekts mitsamt kurzer Beschreibung, führen. Unsere Internet-Besucher haben nun die Möglichkeit den aktuellen Sternenhimmel über Kempten, mitsamt seinen bekanntesten Objekten, online abzurufen. Ziel ist es nun, die Datenbank zu erweitern, und auch Tipps für Astrofotografen einzubinden, beispielsweise: Mindestgröße des Teleskops, Belichtungszeit, Blende, zur erfolgreichen Astrofotografie.

Deshalb bitte ich auch an dieser Stelle noch einmal alle Mitglieder mir ihre besten Astrofotos – bevorzugt in digitaler Form – zukommen zu lassen, auf das unser Planetarium noch umfangreicher werde.

Unsere neun Planeten – und all die Anderen

von Harald Surowy

Anfang der neunziger Jahre war es schon eine kleine Sensation, als erstmals der Nachweis eines extrasolaren Planeten gelang. Extrasolar, das bedeutet wörtlich: „Außerhalb des Sonnensystems“. Und ihren Namen tragen diese Planeten deshalb, weil sie nicht wie unsere neun Planeten um unser Zentralgestirn, die Sonne, kreisen. Sie ziehen ihre Bahnen um einen anderen Stern.

Gegenwärtig sind etwa 200 dieser Exoplaneten bekannt und fast monatlich kommen neue hinzu. Warum ist ihre Entdeckung so besonders? Nun, jede Entdeckung eines Planeten ist etwas Besonderes, weil sie unser Bild vom Universum, in dem wir leben, wandelt. Aber fangen wir mal ganz am Anfang an.

Unser Sonnensystem

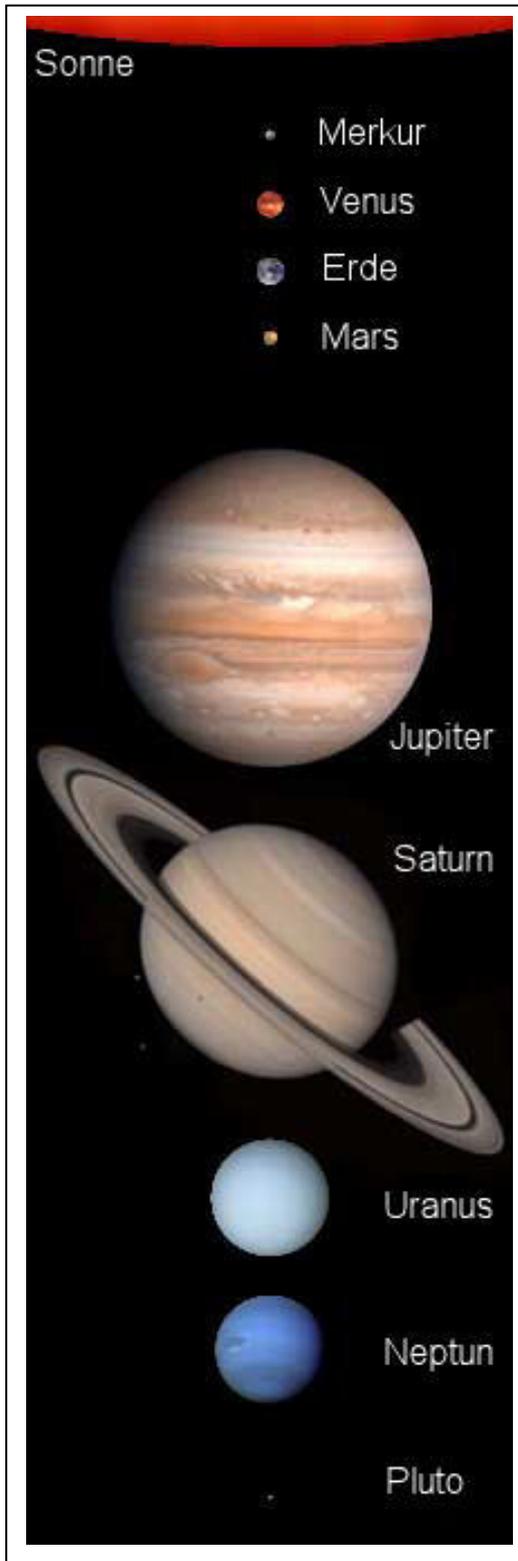
Die Planeten in unserem Sonnensystem, das sind – nach dem Abstand von der Sonne geordnet – Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Die beiden inneren Planeten, Merkur und Venus, sind nur morgens und abends zu sehen. Sie befinden sich näher an der Sonne als die Erde, deshalb werden sie von uns aus gesehen die meiste Zeit am Taghimmel von der Sonne überstrahlt. Manchmal stehen sie dagegen in einem so günstigen Winkel zur Erde, dass man sie in der Dämmerung und in den frühen Abend- oder Morgenstunden sehen kann. Daher auch die Bezeichnung der Venus als Morgen- und Abendstern.

Mit bloßem Auge sichtbar sind zudem die Planeten Mars, Jupiter und Saturn. Weil sie weiter von der Sonne entfernt sind als die Erde, bewegen sie sich auf ihren Bahnen über den gesamten Nachthimmel.

Im Gegensatz zu den Sternen, die ihre Position zueinander nicht verändern und im Jahresrhythmus immer am selben Punkt stehen, kreist jeder Planet mit einer bestimmten Geschwindigkeit um die Sonne. Wir beobachten von der Erde aus, dass sich die Planeten vor dem Hintergrund der Sterne über den Himmel bewegen. Weil die Erde jedoch selbst auch um die Sonne kreist, und wir als Beobachter mit ihr, ergeben sich für manche Planeten komplizierte, zuweilen recht abenteuerliche Bewegungen, die den Astronomen früherer Zeitepochen nächtelang Kopfschmerzen bereitet haben.

Stellen Sie sich das in etwa wie ein rasantes Fahrgeschäft auf einem Jahrmarkt vor: Wenn Sie nur daneben stehen und zuschauen, bewegen sich alle Insassen schön gleichmäßig. Sitzen Sie dagegen selbst mit drin, sieht die Welt schon ganz anders aus.

Abb. 1: Die neun Planeten unseres Sonnensystems. Die Größen der Planeten sind maßstabsgetreu wiedergegeben, die Entfernungen dagegen nicht



Nach dem alten Weltbild stand die Erde nämlich im Zentrum des Universums, umgeben von unsichtbaren Sphären, auf denen sie von Sonne, Mond und Planeten umkreist wurde. Im Hintergrund waren die Sterne als Lichtpunkte am Firmament befestigt. Dieses Bild des Universums beruhte keineswegs auf der Ignoranz der Menschen, ganz im Gegenteil. Es stand mit fast allem, was man damals beobachten konnte, im Einklang. Nicht zuletzt sprach auch der gesunde Menschenverstand für diese Sichtweise der Welt.

Doch gerade die Unstimmigkeiten in den Bewegungen einiger Planeten brachten die Astronomen um das Jahr 1600 auf den Gedanken, dass die Erde zusammen mit den übrigen Planeten die Sonne umkreisen musste. Dabei besaßen Merkur und Venus kleinere, Mars, Jupiter und Saturn dagegen größere Umlaufbahnen als die Erde. Diese Ansicht löste endlich die seit langem bekannten Probleme des alten Weltbildes.

Mit der Erfindung des Fernrohres etwa um dieselbe Zeit konnten auch weitaus genauere Himmelsbeobachtungen als bisher durchgeführt werden, sodass bald genug Beweise gesammelt waren, die das neue Bild des Sonnensystems festigten.

Die fünf mit bloßem Auge sichtbaren Planeten waren bis vor gerade einmal 225 Jahren die einzigen Himmelskörper, die sich in ihrem Wesen von den Sternen, die unveränderlich und ewig

am Firmament zu stehen schienen, unterschieden – Sonne und Mond natürlich ausgenommen.

Dann, im Jahre 1781, entdeckte der Astronom Wilhelm Herschel ein Objekt, das sich ebenfalls vor dem Hintergrund der Sterne fortbewegte. Das war an sich noch nichts besonderes, denn dieses Objekt wurde zunächst für einen gewöhnlichen Kometen gehalten, wie sie auch in der Vergangenheit schon oft mit Fernrohren beobachtet worden waren.

Nach einiger Zeit wurde jedoch klar, dass es sich nicht um einen Kometen handeln konnte, und anhand fortgesetzter Beobachtungen konnte schließlich die Bahn eines weiteren, siebten Planeten errechnet werden. Er zog jenseits des Saturns, des bis dato fernsten bekannten Planeten, seine Bahn. Er bekam den Namen Uranus verpasst, nach der römischen Bezeichnung für den griechischen Gott des Himmels. Übrigens sind auch die Namen aller anderen Planeten – außer der Erde, natürlich – Namen aus der römischen Göttermythologie.

Nach einiger Zeit stellte man fest, dass der Planet Uranus sich nicht ganz so bewegte, wie vorhergesagt. Er schien auf seiner Umlaufbahn um die Sonne ein wenig zu eiern. Das war ein bekanntes Phänomen, denn alle Planeten beeinflussen sich, und damit ihre Umlaufbahnen, gegenseitig durch ihre Schwerkraft. So war schon bekannt, dass der Uranus einen Effekt auf die Bahn des Saturns hat, und andersherum. Aber die beobachtete Bahn des Uranus konnte nicht allein durch den Einfluss des Saturns und der anderen Planeten erklärt werden. Also lag es nahe, dass sich jenseits von Uranus noch ein weiterer, achter Planet befinden musste.

Die Position dieses Planeten konnte mit Hilfe der Berechnungen aus seinem Effekt auf die Umlaufbahn des Uranus so genau bestimmt werden, dass es schließlich im Sommer 1848 gleich mehreren Astronomen gelang, ihn zu beobachten. Wegen seiner leicht bläulichen Färbung im Teleskop gab man ihm den Namen des römischen Meeresherrn Neptun.

Und siehe da, auch in der Bahn des Neptuns fand man wiederum Störungen, die nicht allein auf die Anziehungskraft der anderen Planeten zurückgeführt werden konnten. Auch der Uranus zeigte immer noch unerklärliche Bahnstörungen auf. Wie schon zuvor machte man sich auf die Suche nach einem weiteren neunten Planeten jenseits des Neptun, der die Ursache hierfür sein konnte. Da man mit zunehmend besseren Teleskopen immer genauere Bahndaten erhielt, sollte auch die Berechnung der vermeintlichen Position des nächsten Planeten kein großes Problem darstellen.

Jedoch sind Uranus und Neptun beide recht große, massereiche Planeten mit dem fünffachen Durchmesser der Erde, und dementsprechend relativ hell und leicht zu finden. Aber weil die zusätzlichen Störungen in

den Umlaufbahnen von Uranus und Neptun im Vergleich winzig ausfallen, war von vornherein klar dass es sich um einen weitaus kleineren Planeten handeln musste. Trotzdem zogen fast 25 Jahre ins Land, bevor es am 18. Februar 1930 gelang, den neunten Planeten nachzuweisen. Man gab ihm den Namen Pluto, nach dem römischen Gott der Unterwelt. Möglich war die Entdeckung des winzig kleinen, sich nur sehr langsam fortbewegenden Lichtpünktchens damals nur auf einer der besten Sternwarten der Welt, in Arizona (USA). Es ist mit der heutigen Technik der Amateur-Astronomie ohne weiteres möglich, Pluto zu beobachten, man benötigt dazu aber schon einen guten Orientierungssinn sowohl am Himmel als auch Erfahrung im Umgang mit Sternkarten.

Was ist ein Planet?

Hier sind sie nun, unsere neun Planeten. Sie ziehen alle brav ihre Bahnen um die Sonne. Das ist es ja was einen Planeten ausmacht: Er bewegt sich allein und auf seiner vorbestimmten Bahn um die Sonne. Himmelskörper die sich ihrerseits um einen Planeten bewegen, sind Monde. Eigentlich ganz einfach.

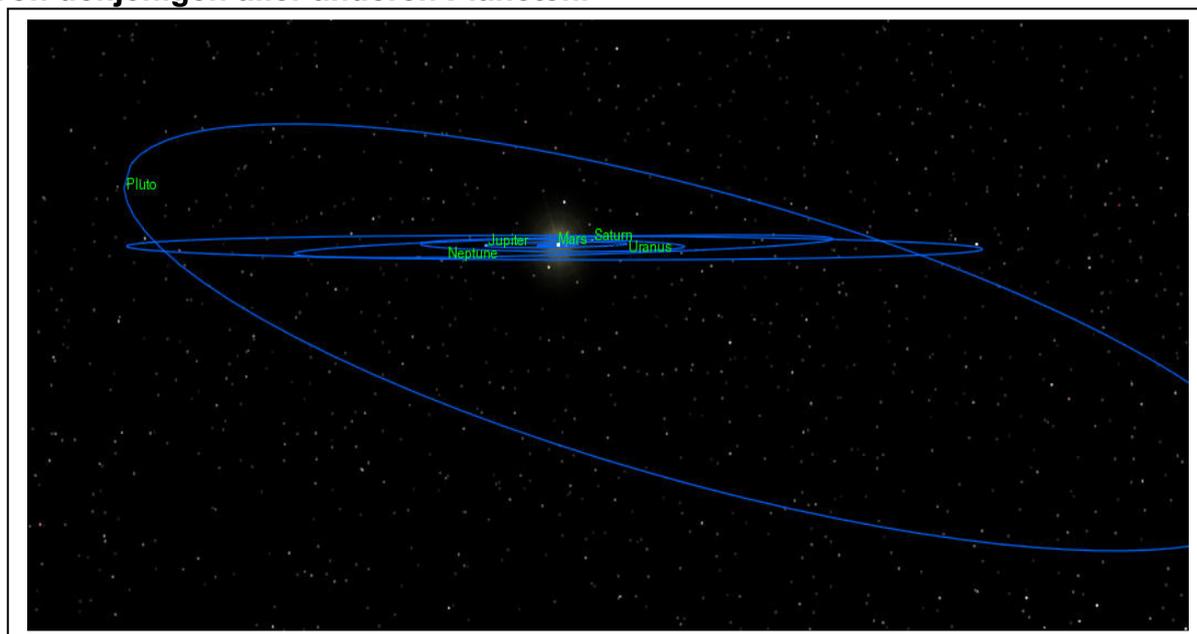
Es gibt natürlich auch noch andere Objekte die um die Sonne kreisen, beispielsweise die schon erwähnten Kometen, diese schmutzigen Schneebälle, die auftauen wenn sie der Sonne zu nahe kommen und dann ihren charakteristischen Staubschweif hinter sich her ziehen. Und natürlich die Asteroiden, aber die sind viel kleiner als Planeten und auch nicht rund sondern meist eher kartoffelförmig. Viele von ihnen befinden sich im so genannten Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter, und wenn sie dort nicht sind, haben sie meist extrem ungewöhnliche Umlaufbahnen um die Sonne. Asteroiden kann man ganz bestimmt nicht als Planeten bezeichnen.

So weit so gut? Weder noch! Denn dummerweise ist Pluto nicht allein. Er tanzt gegenüber allen anderen Planeten aus der Reihe. Er liegt mitten in einem weiteren Asteroidengürtel. Und er ist auch nicht groß. Ja er ist wahrscheinlich nicht einmal das größte Objekt in dieser Region aus mehr oder weniger großen Felsbrocken.

Dieser Asteroidengürtel, genannt Kuiper-Gürtel, wurde Anfang der neunziger Jahre entdeckt, als man in der Nähe des Pluto viele Asteroiden mit ähnlichen Bahneigenschaften wie dem Planeten selbst fand. Gesucht hatte man wiederum aufgrund winziger Störungen seiner Bahn, die entweder durch ein nur sehr kleines oder ein sehr weit entferntes Objekt ausgelöst werden konnte. Doch einen ganzen weiteren Asteroidengürtel zu finden, der dazu weitaus größer ist als derjenige zwischen Mars und Jupiter, damit hatte eigentlich keiner gerechnet.

Die Umlaufbahnen aller anderen Planeten liegen in einer Ebene, der so genannten Ekliptik, die dem Sonnensystem ein scheibenförmiges Aussehen gibt. Dagegen ist die Bahn des Pluto um ca. 25° zur Ekliptik geneigt. Zweitens hat er im Gegensatz zu allen anderen Planeten keine fast kreisförmige, sondern eine stark elliptische Umlaufbahn, so dass er zuweilen sonnennäher ist als Neptun. Drittens steht seine Umlaufzeit um die Sonne mit derjenigen des mit Neptun in einem besonderen Rhythmus, während Pluto die Sonne zweimal umrundet, schafft dies der Neptun dreimal. Und genau diese Eigenschaften treffen auch auf die Meisten der mittlerweile vielen tausend bekannten Objekte im Kuiper-Gürtel zu.

Abb. 2: Die Form der Umlaufbahn des Pluto um die Sonne unterscheidet sich von denjenigen aller anderen Planeten.



In den letzten Jahren geisterte oft die Schlagzeile von einem vermeintlichen zehnten Planeten durch die Medien, die so klangvolle Namen wie Sedna, Quaoar oder Xena erhielten. Sie sind jedoch nicht mehr, aber auch nicht weniger, als weitere große Objekte im Kuiper-Gürtel, die vielleicht sogar gleich groß oder größer sind als Pluto.

Deshalb ist unter den professionellen Astronomen seit geraumer Zeit eine hart geführte Diskussion entbrannt – ist Pluto nun ein Planet oder nicht? Denn eigentlich ist er nichts weiter als ein großes Objekt in einem Asteroidengürtel, also nach der gültigen Definition kein Planet. Außerdem übersteigt seine Masse nicht die Gesamtmasse aller anderen Objekte in dem Bereich seiner Umlaufbahn – ein weiteres Kriterium das einen Planeten zum Planeten macht.

Es steht zu erwarten, dass diese Diskussion noch einige Zeit geführt wird, bevor eine einvernehmliche Lösung gefunden werden kann – falls überhaupt.

Interessanterweise verdichten sich die Hinweise, dass weitere extrem kleine Unregelmäßigkeiten in den Bahnen von Pluto, Sedna und Co, sowie auch des Neptun, nicht allein durch die Asteroiden im Kuiper-Gürtel erklärt werden können. Es ist also durchaus möglich, dass sich jenseits davon noch ein weiterer, diesmal vielleicht wirklich richtiger, Planet befindet.

Doch auch wenn dieser weitaus größer wäre als Pluto, würde sich seine Beobachtung selbst mit den modernsten Teleskopen als sehr schwierig gestalten. Denn in dieser Entfernung ist die Sonne kaum mehr als ein etwas hellerer Stern am schwarzen Himmel. Je weiter ein Planet von der Sonne entfernt ist, desto weniger Licht kommt auf diesem Planeten an. Und die Oberfläche dieses Planeten reflektiert nur einen Bruchteil dieses Lichtes, und wiederum nur ein Bruchteil des reflektierten Lichtes gelangt zurück zur Erde und in das Rohr eines Teleskops.

Das von dem hypothetischen Planeten reflektierte Licht wäre so schwach, dass man schon ganz genau wissen müsste, wo man suchen soll, um es überhaupt zu registrieren. Für uns Amateur-Astronomen wäre es jedenfalls unmöglich.

Extrasolare Planeten

Auch die Sonne ist ein Stern – aber die anderen Sterne sind so weit von unserem Sonnensystem entfernt, dass sie nur als helle Lichtpunkte zu sehen sind. Zum Vergleich: Das Licht der Sonne benötigt bis zur Erde etwa acht Minuten. Für die Strecke bis zum Pluto braucht es etwa fünfeinhalb Stunden.

Zum nächsten Stern, α -Centauri, sind es schon viereinhalb Jahre. Ja wirklich: Jahre. Der nächste Stern ist also über 7000 Mal weiter entfernt als der fernste Planet. Leider hat gerade dieser Stern keine Planeten, weil es sich um ein Doppelsternsystem handelt, in welchem sich zwei Sterne umkreisen. Dort ist nach der astronomischen Lehrmeinung die Existenz von Planeten ausgeschlossen.

Aber viele andere Sterne in der unmittelbaren Umgebung der Sonne gelten als gute Kandidaten für Planeten. Mit „unmittelbare Umgebung“ ist hier eine Entfernung bis etwa 100 Lichtjahren gemeint, also der Strecke die das Licht in 100 Jahren zurücklegt. In dieser gedachten Kugel um das Sonnensystem sind immerhin schon einige tausend Sterne enthalten.

Sie werden es bemerkt haben: Wenn es schon so schwierig ist, die Asteroiden im Kuiper-Gürtel oder auch einen vielleicht existierenden Planeten jenseits davon zu finden, wie um alles in der Welt soll man dann einen Planeten beobachten der zehntausend oder hunderttausend mal weiter entfernt ist?

Mit normalen Teleskopen ist das nicht möglich, schon gar nicht mit herkömmlichen Geräten für die Amateur-Astronomie. Dazu bedarf es dann schon des Hubble-Weltraum-Teleskops oder des Very-Large-Telescope (engl.: „sehr großes Teleskop“) in der chilenischen Atacama-Wüste, dem trockensten Platz der Erde. Auch andere Beobachtungs-Satelliten, die nicht mit sichtbarem Licht arbeiten sondern Infrarot- oder Radiostrahlung messen, werden zum Auffinden von extrasolaren Planeten verwendet. Und selbst diese Teleskope sind noch sehr, sehr viel zu schwach, um damit einfach in den Himmel zu blicken, einen Stern anzuvisieren und mit ein bisschen Glück einen Planeten in seiner Umgebung zu „sehen“. Denn der Mutterstern überstrahlt den lichtschwachen Planeten um einige Größenordnungen, und noch kann kein Teleskop das nötige Auflösungsvermögen erreichen, um diese Differenz auszugleichen. Genau deshalb sind die Astronomen ja auch nachts aktiv – die Sonne überstrahlt am Taghimmel sämtliche Sterne und Planeten.

Aber wenn man solche extrasolaren Planeten gar nicht sehen kann, woher weiß man dann dass es sie gibt? Wie kann man sie trotzdem nachweisen? Ganz einfach: Mit einigen guten Tricks! Der Planet macht sich nämlich trotzdem indirekt bemerkbar. Er selbst ist für uns zwar unsichtbar, aber die Folgen seiner Existenz lassen sich nicht verleugnen.

Im Folgenden will ich versuchen, Ihnen einige dieser Tricks zu erklären. Dort wird es zwar etwas physikalisch, aber keine Angst, ich werde Ihnen keine verwirrenden physikalischen Formeln präsentieren (außer einer einzigen, aber die kennen Sie mit Sicherheit sowieso schon). Im Gegenteil, ich werde versuchen Ihnen das alles mit Worten und Beispielen näher zu bringen. Also keine Angst, ein bisschen Hirnverrenkung macht manchmal sogar Spaß und hat noch keinen umgebracht. Zumindest keinen den ich kannte.

Verschobenes Licht

Einer dieser Tricks macht sich die Eigenschaften von Wellen, also auch Lichtwellen, zunutze: Bewegt sich die Quelle der Wellen auf uns zu, so ist der Abstand zwischen den Wellenkämmen verkürzt, die Frequenz ist höher. Entfernt sich die Quelle dagegen, so vergrößert sich der Abstand zwischen den Kämmen und die Frequenz wird niedriger. Dieses nennt man auch den Doppler-Effekt.

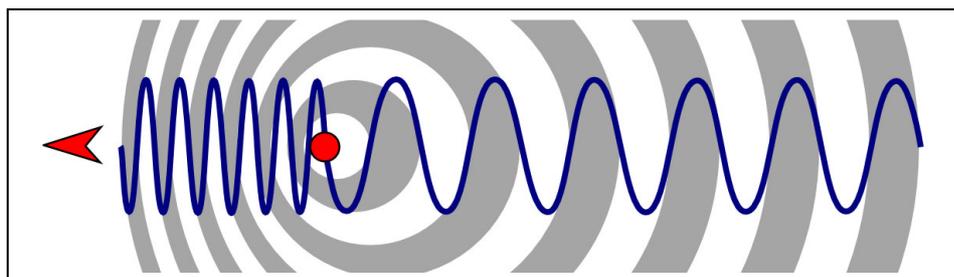
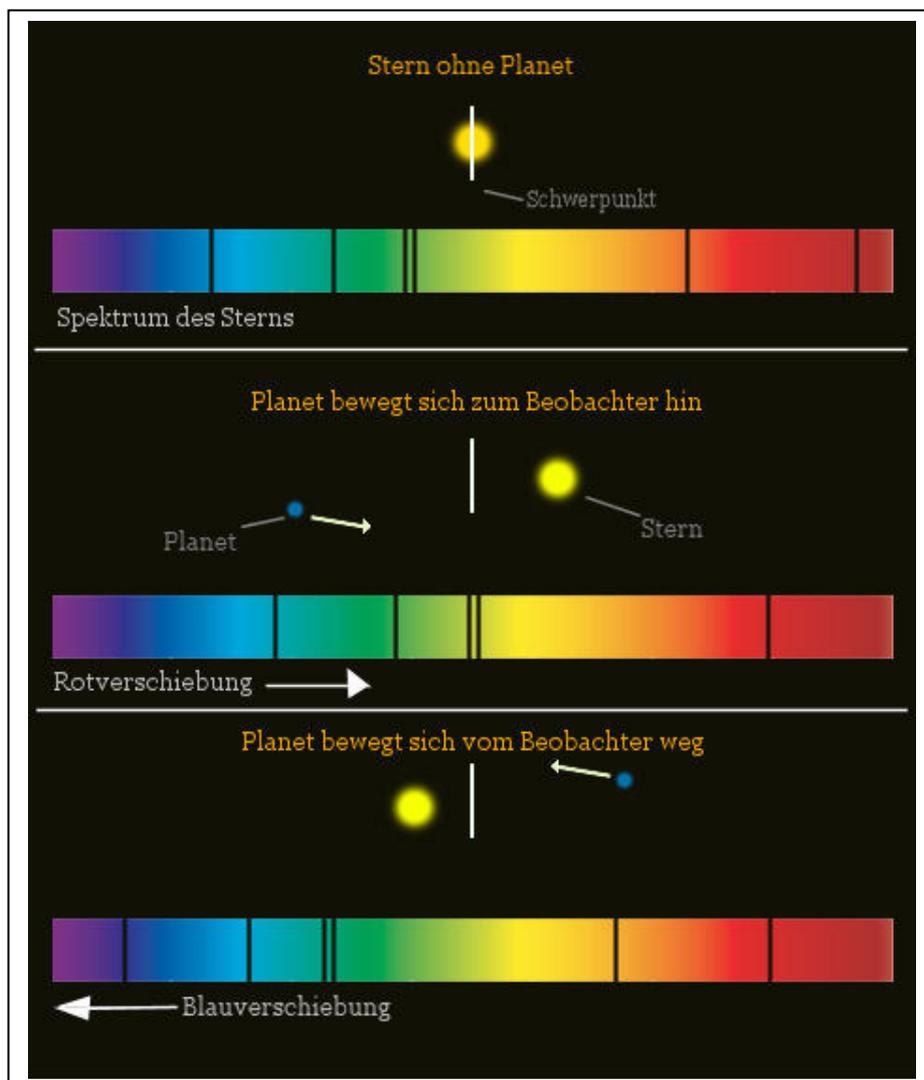


Abb. 3: Der Doppler-Effekt. Sind die Wellen gestaucht, bewegt sich das Objekt auf uns zu, sind sie dagegen gestreckt, entfernt es sich.

Obwohl Sie ihn vielleicht noch nicht beim Namen kannten, so kennen Sie diesen Effekt trotzdem schon längst. Er ist nämlich auch die Ursache für das charakteristische Geräusch eines vorbeifahrenden Autos. Bewegt sich das Auto auf uns zu, so hören wir ein hohes Motorengeräusch. In dem Moment wenn das Auto an uns vorbei fährt und sich dann von uns entfernt, wird das Geräusch plötzlich tiefer. Am Besten ist das bei Autorennen zu hören.

Genau dasselbe passiert mit Lichtstrahlen: bewegt sich die Lichtquelle auf uns zu, so wird die Frequenz des ausgesandten Lichts höher. Entfernt sie sich, wird die Frequenz tiefer. Weil blaues Licht eine hohe Frequenz und rotes Licht eine niedrige Frequenz besitzt, spricht man von einer Blau- bzw. Rotverschiebung.

Abb. 4: Blau- und Rotverschiebung von Spektrallinien eines Sterns.



Alle Sterne drehen sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit um sich selbst. Kreist nun ein Planet um diesen Stern, so bewirkt er aufgrund seiner Schwerkraft geringfügige Veränderungen in der Rotation des

Sterns. Das rührt daher, dass der gemeinsame Schwerpunkt, um den Stern und Planet kreisen, nun nicht mehr genau im Zentrum des Sterns liegt, sondern etwas außerhalb (aber immer noch im Stern!). Mit anderen Worten: Der Stern eiert durch den Einfluss des extrasolaren Planeten.

Das Lichtspektrum eines Sterns zeigt bestimmte schwarze Linien auf, die ihn eindeutig charakterisieren. Ihre Ursache sind die chemischen Elemente aus denen der Stern besteht, denn diese schlucken das vom Stern ausgesandte Licht jeweils bei einer bestimmten Wellenlänge, die uns dann im Spektrum als dunkle Linie erscheint. Gibt es eine Unregelmäßigkeit in der Rotation des Sterns, so verändert sich die Position dieser Linien.

Diese Veränderung kann bei nahen Sternen sehr genau gemessen werden. Sie ist unterschiedlich, je nachdem wo der Planet gerade steht. Also an welchem Ort auf seiner Umlaufbahn ein Planet sich gerade befindet und wie weit er von seinem Mutterstern entfernt ist. Vor allem kann aber auch auf die Masse des Planeten geschlossen werden.

Auf diese Weise wurden die ersten extrasolaren Planeten nachgewiesen. Doch die Methode hat den entscheidenden Nachteil, dass sie sehr ungenau ist und damit nur sehr große, massive Planeten, die relativ nah um ihre Muttersterne kreisen, aufgespürt werden können. Die Wirkung von kleineren Planeten auf ihr Zentralgestirn ist zu gering, als dass die Auswertung ihres Lichts auf den Doppler-Effekt hin brauchbare Ergebnisse liefern würde. Deshalb waren auch alle zu Anfang gefundenen extrasolaren Planeten von der fünf- bis vierzigfachen Größe des Jupiters, des größten Planeten im Sonnensystem. Leben – zumindest wie wir es kennen – ist auf solchen Planeten nicht möglich, denn es handelt sich dabei um so genannte Gasriesen, die nur aus Gasen bestehen und keine feste Oberfläche besitzen.

Des Weiteren besaßen alle diese zunächst nachgewiesenen Exoplaneten sehr enge Umlaufbahnen um ihre Zentralgestirne. Auf ihnen herrschen wahrhaft höllische Temperaturen, welche zusätzlich jede Möglichkeit auf Leben zunichte machen.

Trotzdem war den Astronomen von Anfang an klar, dass sie nur die größten unter den extrasolaren Planeten überhaupt nachweisen konnten, und dass es in der Umgebung von all den Sternen da draußen auch noch einige kleinere, vielleicht sogar erdgroße Objekte geben müsste.

Wenn es dunkel wird

Mit der rasanten Entwicklung der Computertechnik in den neunziger Jahren, konnten auch immer komplexere Programme zur Auswertung astronomischer Daten erstellt werden. Gleichzeitig wurden auch computerge-

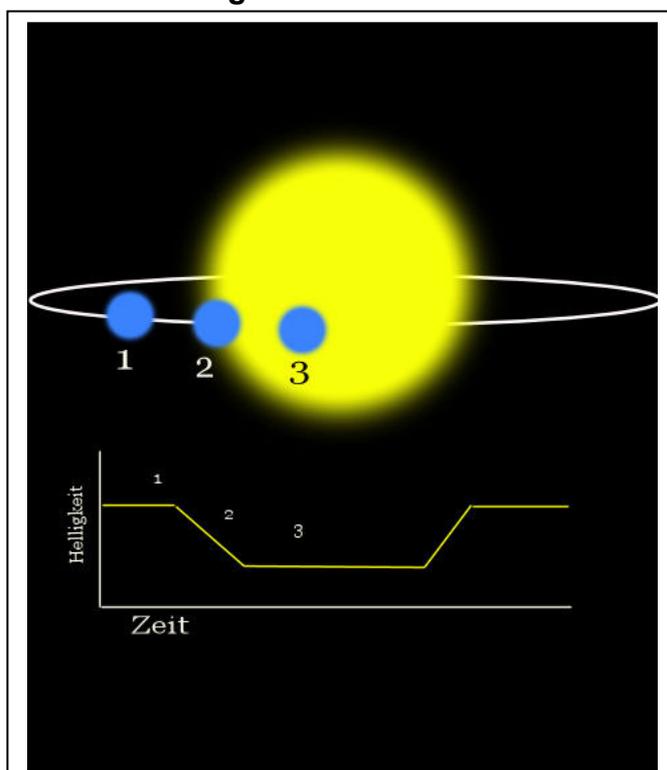
gesteuerte optische Systeme entwickelt, die kleine Störungen durch die Erdatmosphäre und ähnliches ausgleichen. Somit kann man auch bereits existierenden Teleskopen weitaus genauere Bilder entlocken, als dies jemals für möglich gehalten wurde.

Die Information, die heute in einem einzigen Astrofoto steckt, ist enorm – und die Informationsflut die ein Vergleich von mehreren Aufnahmen aus einem mehr oder weniger langen Zeitintervall ergibt, ist gewaltig.

Heutzutage ist es möglich, die Helligkeit eines Sterns sehr genau und über einen sehr langen Zeitraum zu messen, ohne dabei störende Effekte der Erdatmosphäre berücksichtigen zu müssen. Diese werden durch die computergesteuerte adaptive Optik ausgeglichen. Verändert sich nun die Helligkeit eines Sterns, muss die Ursache hierfür beim Stern selbst liegen.

Ein extrasolarer Planet der vor seinem Mutterstern vorbeizieht, verdeckt einen Teil der Sternenscheibe. So wie bei einer Sonnenfinsternis, bei welcher der Mond einfach die gesamte Sonne verdeckt. Diese Helligkeitsabnahme, als Folge der teilweisen Verdeckung eines Sterns durch einen Planeten, ist zwar sehr gering, aber dennoch messbar. Ein Planet von der Größe des Jupiters reduziert die Helligkeit seines Muttersterns um etwa ein tausendstel. Das entspricht auch in etwa der Größenordnung, die mit der heutigen Technik gut messbar ist.

Abb. 5: Abnahme der Helligkeit eines Sterns beim Vorbeizug eines Planeten.



Natürlich müssen Erde, Stern und extrasolarer Planet genau in einer Linie zueinander stehen, damit der Planet überhaupt den Stern verdecken kann – von der Erde aus gesehen. Dort liegt auch schon der Knackpunkt der Transit-Methode: Der Winkel bei dem das der Fall ist, ist ziemlich klein. Ungefähr so, als würden Sie versuchen, mit einem Dartpfeil auf ein bestimmtes Bakterium, das auf der Dartscheibe sitzt, zu werfen. Weil es aber eine Vielzahl potentieller Kandidatensterne gibt, und die parallele Beobachtung aller

dieser Sterne ohne weiteres möglich ist, führt auch diese Methode oft zum Erfolg.

Mit ihr können auch wesentlich kleinere Planeten als mit der obigen Methode aufgespürt werden. Der größte Vorteil besteht darin, dass aus dem Spektrum des empfangenen Lichts während eines Planetentransits vor einem Stern auch ein Rückschluss auf das Vorhandensein bzw. die Beschaffenheit der Atmosphäre des vorüber ziehenden Planeten gezogen werden kann.

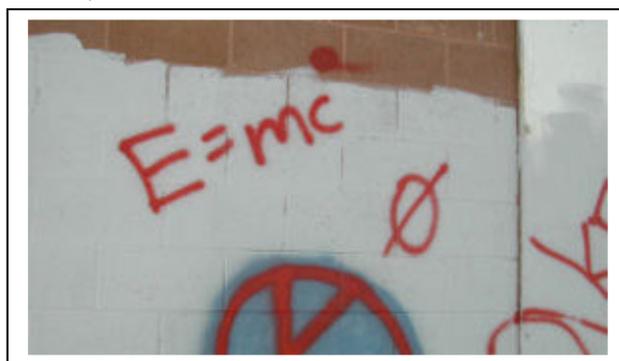
Linsen, mal anders

Und jetzt kommt der neueste Trick der Astronomen, ein Trick mit dem es vielleicht sogar möglich sein könnte, extrasolare Planeten von der Größe der Erde aufzuspüren. Aber ich muss Sie warnen: Jetzt wird's wild. Falls sie eine gepflegte Abneigung dagegen haben, den gesunden Menschenverstand einfach kurz Beiseite zu lassen, sollten sie vielleicht unter dem Punkt „Ein langer Ausblick“ weiter lesen.

Jeder von Ihnen hat schon mal etwas von Einstein und seiner Relativitätstheorie gehört. Zeit und Raum sind eigentlich eins, und eigentlich ist das alles relativ. Je nach dem wer sich damit befasst, und vor allem wo er steht. Wirklich verständlich ist das für den Normalbürger zumeist nicht, aber man hat wenigstens immer eine Entschuldigung, wenn man mal zu spät kommt.

Doch die Relativitätstheorie sagt auch etwas sehr wichtiges über das Licht aus. Fast jeder kennt die berühmte Formel: $E = mc^2$, wohl die einzige physikalische Formel die man auch an der nächsten Straßenecke finden kann.

Abb. 6: Die Formel, die Einstein weltberühmt machte, als Graffiti an einer Straßenecke.



Keine Angst, eigentlich ist sie ganz einfach zu verstehen. E , das steht für Energie. Licht ist beispielsweise auch eine Form von Energie. Das kleine m steht für die Masse, die ein Objekt besitzt. Das c steht für den Wert der Lichtgeschwindigkeit, und diese wird zum Quadrat genommen, also mit sich selbst multipliziert (beispielsweise ist 3^2 nichts anderes als 3×3 , also 9). Und weil die Lichtgeschwindigkeit an sich schon verdammt groß ist, steht das c^2 für einen wahrlich riesigen Wert.

Die ganze Formel besagt nichts anderes, als dass Masse eine Form von Energie ist. Oder anders ausgedrückt, dass Energie auch in einer besonderen Form existieren kann, nämlich als Masse. Und zwar dergestalt, dass schon eine winzig kleine Masse einer unvorstellbaren Energiemenge entspricht.

Ein schmerzlicher Beweis für die Richtigkeit dieser Formel ist leider die Atombombe, bei der die Freisetzung der Energie von umgerechnet nicht einmal einem Kilo Uran reicht, um ganze Landstriche in Schutt und Asche zu legen.

Das ganze ist Ihnen zu kompliziert? Okay, sagen wir es so wie es ist: Licht hat eine Masse, genau so wie Sie, ich, Ihr Nachbar, Ihr Auto, Ihr Haus und auch natürlich die Erde, genau so wie alle anderen Planeten, die Sonne, und so weiter.

Alle Materie im Universum besitzt eine Masse. Die Ihre dürfte zwischen 50 und 100 kg liegen. Und diese Masse entspricht jeweils einem sehr viel größeren Energiebetrag, der in allem steckt. Materie ist sozusagen nichts anderes als gebundene Energie.

Licht hat also eine Masse. Und alles was eine Masse besitzt wird von anderen Objekten angezogen. Sie stehen nur deshalb auf der Erde, weil die Masse der Erde viel größer ist als Ihre eigene, und Sie deshalb auf den Erdboden gezogen werden. Zwar ziehen Sie andersherum genau so die Erde zu sich selbst hin, aber dieser Effekt ist natürlich verschwindend gering, weil sie im Vergleich zur Erde ein wahres Fliegengewicht sind.

Weil das Licht eine Masse hat, ist es nur logisch, dass es auch von anderen Objekten angezogen wird. So wie die Erde eine Anziehungskraft auf Sie ausübt, und Sie auf dem Boden hält, wird auch ein Lichtstrahl angezogen und dessen Flugbahn gestört. Der Lichtstrahl fliegt nicht mehr geradeaus, er wird gekrümmt.

Natürlich muss das Licht nahe genug an der Erde vorbei fliegen, denn die Stärke der Anziehungskraft nimmt mit dem Quadrat zur Entfernung ab. Das bedeutet, etwas das dreimal so weit entfernt ist, wird neunmal schwächer angezogen.

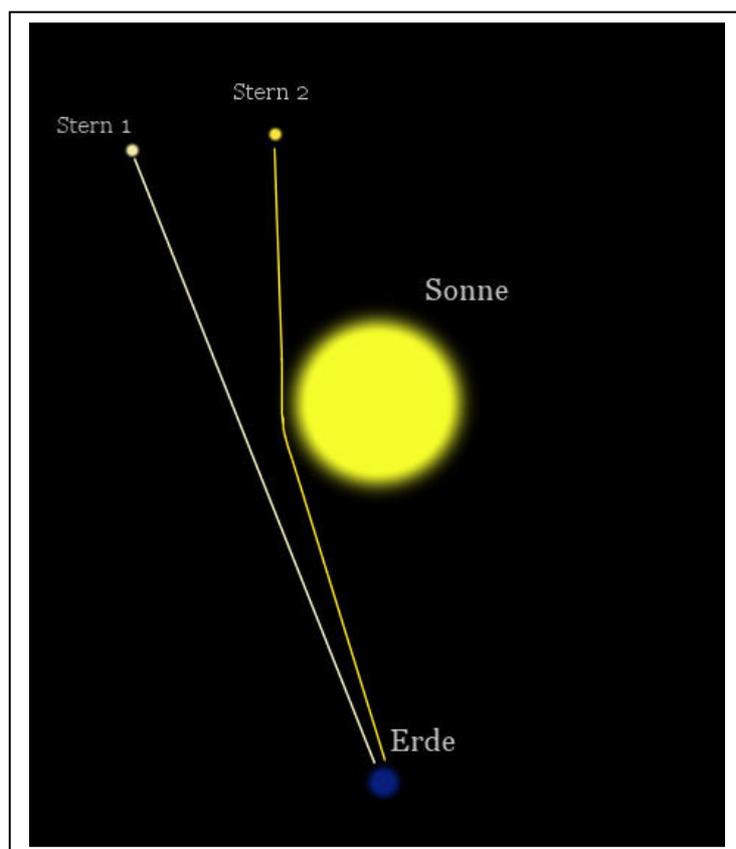
Sie sind auf dem Mount Everest tatsächlich leichter, weil sie weiter vom Erdmittelpunkt entfernt sind. Allerdings nur um ein paar Gramm, denn von der Erdoberfläche bis zum Mittelpunkt der Erde sind es etwa 6000 km. Im Vergleich dazu machen die fast neun Kilometer des Berges nur wenig aus.

Die Anziehungskraft, die ein Objekt auf einen Lichtstrahl ausübt, ist extrem gering. Sie haben sich vielleicht schon gedacht, dass ein Lichtstrahl nicht wirklich viel wiegen kann. Eigentlich wiegt er fast gar nichts. Nicht

umsonst steckt in Einsteins Formel dieser riesige Faktor der Lichtgeschwindigkeit (c). Und da diese Geschwindigkeit sehr, sehr groß ist, und dazu auch noch mit sich selbst multipliziert wird, wird der resultierende Wert fast schon irrsinnig groß, und deshalb ist die Masse eines Lichtstrahls, die seiner Energie entspricht, auch fast irrsinnig klein. Weder Sie noch ich, ja nicht einmal die Erde, lenken einen Lichtstrahl nennenswert ab.

Aber die ungeheure Masse eines Sterns reicht bereits aus, um einen Lichtstrahl deutlich abzulenken, wenn er nur nah genug daran vorbeifliegt. Genau diesen Effekt kann man bei jeder Sonnenfinsternis beobachten, wenn auf einmal Sterne und Planeten, die eigentlich von der Erde aus gesehen hinter der Sonne stehen sollten, plötzlich neben ihr zu sehen sind. Diese Beobachtung war übrigens auch der erste unumstößliche Beweis dafür, dass Einstein nicht einfach nur leere Behauptungen aufstellte, sondern tatsächlich Recht hatte!

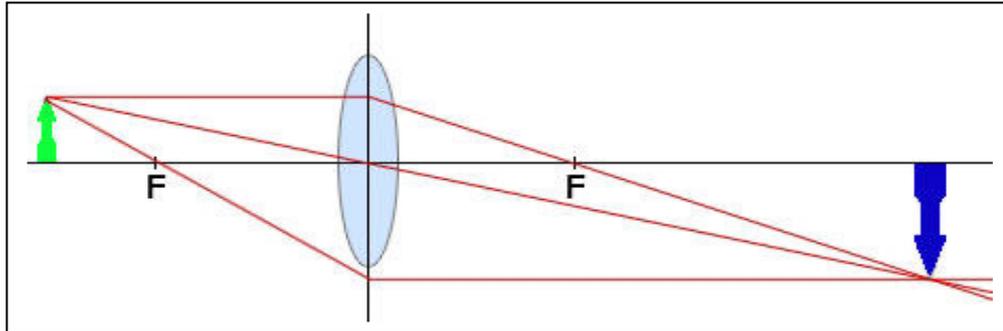
Abb. 7: Ein Lichtstrahl, der nahe an einem Stern vorbei fliegt, wird durch dessen Masse abgelenkt.



Die Ablenkung des Lichts kann auch gewaltige Ausmaße annehmen, und zwar dann wenn ein Lichtstrahl statt durch einen Stern beispielsweise durch eine ganze Galaxie, also Milliarden von Sternen auf einem Haufen, abgelenkt wird. Dadurch kann das Licht eines im Hintergrund befindlichen Objektes derart verzerrt werden, dass es quasi um die Galaxie im Vordergrund herum fliegt, und neben ihr sichtbar wird – dazu auch noch stark vergrößert. Astronomen sprechen hier von einer Gravitationslinse.

Dabei geschieht mit dem Licht nichts anderes als in einem Fernrohr oder Mikroskop: Die Lichtstrahlen gehen unterschiedliche Wege, kommen zum Schluss wieder in einem Punkt zusammen, und vergrößern so das im Hintergrund liegende Objekt.

Abb. 8: Funktionsweise einer Linse. Das Objekt links wird auf der rechten Seite vergrößert abgebildet.



Während in einem Fernrohr also geschliffene Glaslinsen für eine Krümmung der Lichtstrahlen sorgen, geschieht dies im Universum durch den Einfluss der Schwerkraft eines sehr schweren, massereichen Objektes. Und deshalb ist es in professionellen Observatorien möglich, Objekte die so weit entfernt wären, dass wir sie eigentlich mit der heute verfügbaren Technik gar nicht sehen können, sichtbar zu machen.

Gefunden hat man diesen Gravitationslinseneffekt bis dato überall, wo man danach gesucht hat, also in der Umgebung von Galaxien und anderen sehr schweren Objekten im Universum, wie Schwarzen Löchern.

Abb. 9: Gravitationslinsen-Effekte. Galaxien im Hintergrund werden verzerrt um die großen Galaxien im Vordergrund sichtbar. Hierbei handelt es sich nicht um eine Grafik, sondern um ein tatsächlich vom Hubble Weltraumteleskop aufgenommenes Bild.

Quelle: NASA / Hubble Space Telescope



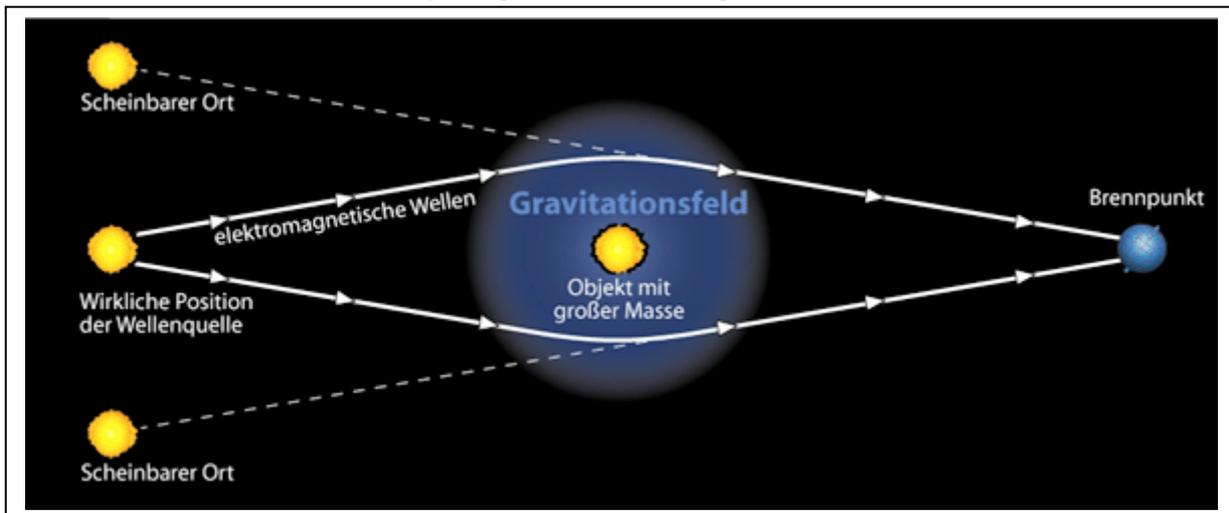
Klein aber oho!

Aber was hat das ganze denn jetzt mit Exoplaneten zu tun? Was nützen ganze Galaxien, Schwarze Löcher und Ähnliches, wenn man einen Planeten, der um einen Stern kreist, finden will? Eigentlich gar nichts. Aber man kann sich auch hier den Gravitationslinseneffekt zu nutze machen – wenn auch in weitaus kleinerem Maßstab.

Wie schon erwähnt, wird das Licht durch jedes Objekt gekrümmt, und zwar in Abhängigkeit von der Masse dieses Objektes mehr oder weniger stark. Also auch durch einen Stern. Und wenn wir Glück haben, steht hinter diesem Stern ein anderer, viel weiter entfernter Stern.

Wenn sich nun in der Nähe des Sterns im Vordergrund ein Planet befindet, ist dieser unter gar keinen Umständen direkt mit dem Teleskop zu sehen. Aber – mit etwas Glück – wirkt der ganze Planet wie eine kleine Linse, die das Licht des Hintergrundsterns bündelt. Für kurze Zeit, während der unsichtbare Planet von der Erde aus gesehen vor dem Stern steht, erscheint der Stern geringfügig heller. Wir haben zwar den Planeten nicht gesehen, aber er hat sich bemerkbar gemacht.

Abb. 11: Funktionsweise des Mikrolinsen-Effekts. Da die Ablenkung des Lichts nur sehr gering ist, sehen wir den Stern im Hintergrund nicht an scheinbaren anderen Orten, sondern empfangen nur einen größeren Teil seines Lichtes.



Der Planet selbst ist also nicht sichtbar, sehr wohl dagegen der Effekt, den seine Schwerkraft auf den Stern im Hintergrund ausübt. Dieser Mikrolinsen-Effekt – das „mikro“ deshalb, weil er verglichen mit den eigentlichen Gravitationslinsen winzig ist – ist der neueste und bis jetzt auch erfolgreichste Trick, um Planeten außerhalb des Sonnensystems nachzuweisen.

Natürlich sitzt kein Astronom die ganze Nacht lang vor einem riesigen Teleskop, blickt auf einen kleinen Ausschnitt des Nachthimmels und wartet darauf, dass irgendwo mal ein Lichtpünktchen ein bisschen heller

leuchtet als sonst. Nein, das ist eine Arbeit für Computer. Sie messen die Helligkeiten eines Sterns, oder besser gesagt vieler tausend Sterne gleichzeitig, und zeichnen diese im Zeitverlauf auf.

Und zwar derart genau, dass es bei einem geringen Anstieg der Helligkeit eines dieser Sterne, und nach einer ausreichenden Anzahl von Beobachtungen, möglich ist, sogar auf die Größe, die Position und die Umlaufbahn des im Vordergrund vorbeiziehenden Planeten zu schließen. Weil der Planet ja seinen Mutterstern umkreist, bewegt er sich natürlich zwischen zwei Beobachtungen ein mehr oder weniger kleines Stück weiter. Aus den Unterschieden in den Helligkeitskurven können dann die oben genannten Bahndaten des neuen extrasolaren Planeten berechnet werden.

Mit Hilfe der Mikrolinsen-Methode ist es theoretisch auch mit den vorhandenen Teleskopen möglich, extrasolare Planeten von der Größe der Erde nachzuweisen. Der bisher kleinste entdeckte Exoplanet hat in etwa die fünffache Größe der Erde, er ist also etwa so groß wie Uranus oder Neptun.

Leben Sie noch? Gut, jetzt ist es dann auch bald vorbei!

Ein langer Ausblick

Gegenwärtig sind etwa 200 extrasolare Planeten bekannt. Davon befinden sich sogar einige in Systemen mit zwei oder mehr Planeten, die dem Sonnensystem also gar nicht so unähnlich sind. Bis jetzt sind nur bei relativ nahen Sternen extrasolare Planeten nachweisbar, und auch nur solche die ein Mehrfaches der Erdmasse besitzen. Für kleinere Planeten reicht der Stand der Technik noch nicht aus, obwohl die Mindestgröße, die ein Objekt haben muss damit es sicher nachweisbar ist, ständig nach unten verschoben wird.

Es ist also anzunehmen, dass sich die Zahl der Exoplaneten in den nächsten Jahren rasant erhöhen wird, falls sich die astronomische Technik so weiterentwickelt wie bisher. In nicht allzu ferner Zukunft wird sicher auch die Entdeckung eines erdgroßen Planeten Schlagzeilen machen.

Nicht verwechseln darf man aber hierbei das Wort erdgroß mit erdähnlich: Die Venus hat praktisch die Größe der Erde, dennoch herrschen auf ihrer Oberfläche Temperaturen von über 400°C, die Atmosphäre besteht hauptsächlich aus Kohlendioxid und es regnet schwefelige Säure. Aufrecht stehen könnte man dort auch nicht, weil der Luftdruck fast 100 Mal höher ist als hier. Nicht sehr erdähnlich.

Einen wirklich erdähnlichen Planeten wird man erst dann finden können, wenn es gelingt extrasolare Planeten auch wirklich zu sehen anstatt sie

nur indirekt – wie raffiniert das auch immer sein mag – nachzuweisen. Es gibt Hinweise darauf, dass dies bereits geglückt sein könnte, denn bei einigen winzigen Pünktchen auf Astrofotos verschiedener Sternwarten könnte es sich tatsächlich um – wenn auch riesige – Exoplaneten handeln. Doch bis aus solchen Bildern Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Planeten gezogen werden können, wird noch einige Zeit vergehen. Dass es noch andere, erdähnliche Planeten in den Weiten des Weltalls geben muss, gilt inzwischen als sicher. Denn durch die große Anzahl und Vielfalt der bis jetzt gefundenen Exoplaneten ist bewiesen, dass die Bildung von Planeten kein auf das Sonnensystem beschränktes, einmaliges Ereignis war. Es wird inzwischen geschätzt, dass rund die Hälfte aller Sterne ein Planetensystem besitzen könnte. Dann gäbe es allein in unserer Galaxie etwa 100 Milliarden andere Sonnensysteme.

In unserem Sonnensystem hat jeder Planet mehrere Besonderheiten, die ihn von jedem anderen unserer neun Planeten unterscheiden. Es gibt einige sehr große Planeten, die Gasriesen. Diese sind heute schon bei anderen Sternen nachgewiesen. Dazu gibt es im Sonnensystem kleinere Planeten, wie die Erde, die jedoch noch nicht in der Nähe anderer Sterne gefunden werden können. Was aber keineswegs heißt, dass es diese kleinen Planeten nur hier gibt, ganz im Gegenteil. Nimmt man unser Sonnensystem als Beispiel, ist es nur logisch dass dort, wo große Gasplaneten existieren, auch kleine Gesteinsplaneten nicht ausgeschlossen sind. Doch die schier Menge an vorstellbaren Möglichkeiten für die Existenz und die Beschaffenheit von Planeten schließt sicher auch noch viele andere, der Erde vielleicht sehr ähnliche Planeten ein.

Ich bedanke mich für Ihr Interesse!

Wie funktioniert ein Teleskop?

von Paolo Acquadro

Zum Betrachten des Sternenhimmels und seiner interessanten Objekte kann man verschiedene Hilfsmittel verwenden: Das bloße Auge (gut bei großflächigen Dingen wie Sternbildern oder der Milchstraße), ein Feldstecher und natürlich das Teleskop.

Vereinfacht gesagt, ist ein Teleskop einfach ein technisches Hilfsmittel, um weit entfernte Objekte mehr oder weniger stark zu vergrößern und dabei mehr Licht einzufangen als das Auge, um auch sehr lichtschwache Himmelsphänomene sichtbar zu machen.

Man unterscheidet ganz generell zwei verschiedene Arten von Teleskopen: Linsenteleskope und Spiegelteleskope:

Das Linsenteleskop – Refraktor



Linsenteleskop

Beim Linsenteleskop handelt es sich um die „klassische“ Bauweise eines Teleskops – mit einem solchen machte z. B. Galileo Galilei seine ersten Entdeckungen. Am vorderen Ende des meistens recht schlanken Tubus sitzt eine Kombination von mehreren Linsen, die das Licht (ähnlich wie ein Vergrößerungsglas) bündelt. Um daraus wieder ein Bild für das Auge zu machen, muss man am Ende des Teleskops (man schaut „hinten rein“) ein Okular einsetzen – das ist eine Metallhülse mit einer Gruppe

mehrerer Linsen.

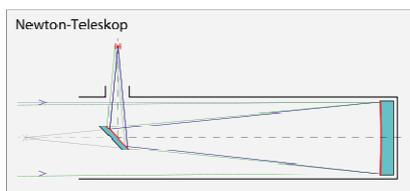
Das Spiegelteleskop – Reflektor

Das Licht wird beim Spiegelteleskop nicht von einer Linse, sondern von einem gekrümmten Spiegel eingefangen. Das vom Spiegel reflektierte Licht wird gebündelt und über einen zweiten Spiegel in den Okularauszug abgelenkt, wo verschiedene Okulare eingesetzt werden. Der Einblick beim Spiegelteleskop kann seitlich sein

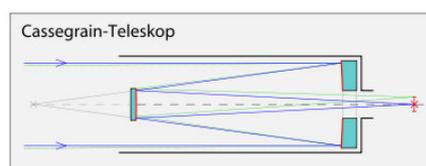
(z. B. beim sogenannten „Newton“) oder hinten wie beim Spiegelteleskop (z. B. beim „Cassegrain“)



Spiegelteleskop



Verlauf der Lichtstrahlen in versch. Teleskopen.



Günstige Teleskope werden beim Lebensmitteldiscounter oder bei ebay gerne mal mit reißerischen Angaben zur Vergrößerung beworben – was eigentlich unsinnig ist. Viel wichtiger ist der Durchmesser der Optik (Spiegel oder Linse), das sich daraus ergebende „Öffnungsverhältnis“ Durchmesser geteilt durch Brennweite und natürlich die optische Qualität. Die maximal sinnvolle Vergrößerung, bei der man noch etwas scharf abgebildet erkennen kann, ist ungefähr so zu bestimmen: Durchmesser der Optik in Millimeter mal 2. Bei einem typischen „Kaufhausteleskop“ mit 70mm Linsendurchmesser wären das also ungefähr 140fache Vergrößerung – die Werbung verspricht aber sagenhafte 525fache Vergrößerung oder noch mehr... Teleskope sollte man besser beim Fachhandel kaufen – dort stimmt die Beratung und günstige Angebote sind auch vorhanden.

Was beobachte ich mit welchem Teleskop?

Durch die unterschiedliche Bauweise haben Teleskope auch unterschiedliche „Spezialgebiete“. Ein langer Refraktor ist wegen des hohen Kontrasts zur Planetenbeobachtung gut geeignet. Ein Newton-Spiegelteleskop mit großer Öffnung ist für lichtschwache Objekte wie Gasnebel, Kugelsternhaufen und Galaxien ideal. Ein Linsenteleskop mit eher kurzer Brennweite eignet sich hervorragend für eher großflächige Objekte wie Diffusionsnebel oder offene Sternhaufen.



Okular

Auch bei der Wahl des Okulars hat man viele verschiedene Möglichkeiten – vom einfachen Okular mit kleinem Gesichtsfeld, das wegen der geringen Anzahl an Linsen aber ein kontrastreiches Bild liefert – bis zum Weitwinkelokular, mit dem man durch die Milchstraße „spazieren“ kann. Zusatzlinsen wie die Barlowlinse, die die Vergrößerung verdoppelt oder Filter für lichtschwache Nebel gehören ebenso zur Ausrüstung eines Hobby-Astronomen.

Die Erde dreht sich unter mir weg! Hilfe!

Durch die Erddrehung scheint es, als ob der Himmel im Laufe der Nacht über uns hinwegziehen würde.

Um diese scheinbare Bewegung auszugleichen, montiert man Teleskope auf spezielle Montierungen – Achsenkreuze, die die Erddrehung ausgleichen. Mittels eines Motorantriebs erfolgt die Nachführung automatisch.

Teleskope, die nur zum visuellen Beobachten verwendet werden und keine Nachführung



„Dobson“

Okular I / 06

Montierung



benötigen (z. B. für Fotografie), sind „azimutal“ gelagert, können sich also nur links-rechts und rauf-runter bewegen. Zur Nachführung muss man die Erdbewegung durch manuelles „Schubsen“ ausgleichen. Ein Teleskop in einer solchen Montierung nennt man „Dobson-Teleskop“

Großteleskope im Dienst der Wissenschaft



Mauna Kea, Hawaii

Professionelle Himmelsbeobachtung erfolgt meist durch riesige Spiegelteleskope, die in denjenigen Gegenden der Welt stehen, wo die Luft dünn und das Wetter meistens sonnig ist – z. B. auf den Vulkanen Hawaiis oder La Palma, in den Anden, auf dem Calar Alto in Spanien, usw. Diese Teleskope werden aber nicht für

visuelle Beobachtung verwendet, sondern für Fotografie und Messungen mit Speziensensoren.

Ein Sonderfall eines wissenschaftlich genutzten Teleskops ist sicher das Hubble-Space-Teleskope, ein Teleskop auf einer Umlaufbahn um die Erde. Da es sich oberhalb der störenden verschmutzten Lufthülle befindet, kann es spektakuläre Aufnahmen machen, die vorher von der Erde aus unmöglich waren. Durch die „adaptive Optik“ – eine computergestützte Bildverbesserung – erreichen inzwischen auch die erdgebundenen Großteleskope eine vergleichbare Qualität.



Hubble Space Telescope

Was sehe ich mit meinem Teleskop?

Wie viele der lichtschwachen Objekte man sieht, richtet sich nach der Größe des Instruments, der Dunkelheit und den Beobachtungsbedingungen am Standort. Mond, Planeten und die hellen Sternhaufen kann man aber fast immer sehen:



Für entfernte Gasnebel oder die Überreste explodierter Sterne benötigt man schon bessere Bedingungen und ein leistungsfähiges Teleskop:



**Alle sieben Fotos
©Mario Scheel,
Volkssternwarte KE**

Wenn Sie selbst einmal durch ein Teleskop schauen wollen, um die Schönheit des nächtlichen Himmels zu erleben – kommen Sie in Ihre nächstgelegene Volkssternwarte (z. B. die Volkssternwarte Kempten e. V. „Auf dem Drumlin“, Saarlandstr. 1), dort zeigt man Ihnen gerne die Objekte des Sternhimmels. Auch wenn Sie beabsichtigen, selbst ein Teleskop zu erwerben, erhalten Sie dort fachmännischen Rat.

Eine neue Volkssternwarte

Zukunft für die Astronomie in und um Kempten

von Christof Meier

„Erlebnis Sternenhimmel“ lautet der Titel der Ausstellung der Volkssternwarte Kempten e.V. auf der Allgäuer Festwoche 2006. Dass der Blick zum gestirnten Himmel wirklich ein sehr beeindruckendes Natur-Erlebnis sein kann, ist jedoch leider nur noch wenigen Menschen wirklich bewusst. Warum? Nun, entweder ist, wie so oft in unseren Breiten, nachts der Himmel wolkenverhangen, es regnet oder man steht gerade mitten in einem hell erleuchteten Stadtgebiet. Dort zeigt sich dann der selten wolkenfreie Nachthimmel eher im fahlen Dunkelgrau aus dem schwach ein paar armselige Sternchen flackern. Den Anblick eines tiefschwarzen, mit tausenden von Sternen übersäten Nachthimmels kennen demnach nur noch wenige Menschen.

Wie gut, dass es da die Sternwarten gibt, will man meinen. Mit deren großen Fernrohren muss es doch möglich sein, tief in das dunkle Weltall zu blicken. Ein Besuch der Kemptener Volkssternwarte auf dem Drumlin im Kemptener Osten zeigt jedoch, dass selbst große Teleskope dieses „Natur-Erlebnis“ Sternenhimmel nur bedingt ermöglichen. Fernrohre sind nämlich nichts anderes als „Lichtsammler“. Um sehr weit entfernte, lichtschwache Himmelsobjekte beobachten zu können, ist es nötig, möglichst viel von deren Licht mit einer möglichst großen Linse oder einem Spiegel einzufangen. Natürlich wird hierbei nicht nur das Licht der Sterne „eingesammelt“, sondern im gleichen Maße auch das Streulicht der Stadt, welches von hohen Luftschichten reflektiert wird. Dadurch wird das Bild in einem Fernrohr immer fahler und kontrastärmer. Aus diesem Grund werden heute neue Sternwarten so weit wie möglich von störenden Lichtquellen entfernt gebaut.

Warum steht dann die Kemptener Volkssternwarte am Rande der Stadt, mitten in einem Wohngebiet? Zum einen wurde die erste „Himmelsbeobachtungsstation“ in den sechziger Jahren (des vorigen Jahrhunderts) errichtet. Damals gab es das Thema „Lichtverschmutzung“ noch gar nicht. Es war damals auch nicht abzusehen, dass in rund 45 Jahren, die von einer Stadt erzeugte Lichtmenge so extrem ansteigen wird. Man denke hierbei nur an die gestiegene Anzahl der Autos, die dafür notwendigen Straßen, die Straßenbeleuchtung, die neuen Stadtteile, die Gewer-

begebiete, die Leuchtreklamen usw. Zum anderen wurde die Sternwarte auf das Gelände der damaligen Jugendherberge gebaut, um den Herbergsgästen ein interessantes und lehrreiches Programm bieten zu können.

Heute stellen sich die Arbeitsbedingungen der Sternwarte auf dem Drumlin gänzlich anders dar. Neben den drastisch verschlechterten Licht- und somit Sichtbedingungen fiel im Jahr 2004, mit der Schließung der Jugendherberge Kempten, auch das eigentliche Motiv für den Sternwarten-Standort weg. Die Zukunft sieht, jedenfalls für Sterngucker, im Kemptener Osten nicht rosig aus. Die Lichtkegel von Kempten und Lenzfried kesseln die Sternwarte regelrecht ein. Zu Füßen liegt der Schumacher-ring mit seiner sicherlich notwendigen, aber extrem störenden Straßenbeleuchtung. Über die zukünftige Nutzung des Jugendherbergs-Geländes ist noch nichts entschieden. Gewiss ist nur, dass jede Art von Nutzung wiederum mit einer Zunahme der Lichtemission und somit mit einer weiteren Verschlechterung der Sichtbedingungen einhergeht. Die zunehmende Verschlechterung der Arbeitsbedingungen hat aber nicht nur Folgen für die Öffentlichkeitsarbeit der Volkssternwarte Kempten e.V. Für die Vereinsmitglieder selbst, welche die Volkssternwarte ehrenamtlich betreuen, wird die Situation immer unbefriedigender. Viele stehen vor der Entscheidung, ihr Hobby entweder ganz aufzugeben oder mit eigenen, mobilen Fernrohren günstige Beobachtungsplätze, weit abseits störender Lichtquellen aufzusuchen. Dadurch leiden das Vereinsleben, die Werbung neuer Mitglieder, und somit auch die Quantität der öffentlichen Angebote der Sternwarte.

Um das kontinuierliche Angebot einer Sternwarte im Kemptener Raum nicht zu gefährden, sind die Vereinsmitglieder der Volkssternwarte Kempten e.V. zu einer drastischen, aber alternativlosen Erkenntnis gelangt: Eine öffentlich zugängliche Sternwarte, welche von ambitionierten und ehrenamtlichen Amateurastronomen betreut und von einem prosperierenden Verein getragen wird, ist nur an einem astronomisch günstigen Standort sinnvoll, lebensfähig und nachhaltig. Während bei der Größe und Ausgestaltung einer solchen Sternwarte Kompromisse gemacht werden können, führt jedoch ein Kompromiss bei der Standortauswahl das ganze Unternehmen ad absurdum.

Ziel des Vereines ist es also, einen günstigen neuen Standort für eine Volkssternwarte zu finden und dort auch eine solche zu errichten.

Welche Kriterien gelten nun für solch einen Standort?

Die Kategorie D stellt die schlechtesten Standorte dar. Hier wirkt direkte Lichteinstrahlung von Straßenbeleuchtung, Wohn- und Gewerbegebieten, sowie von hochfrequentem Straßenverkehr. Diese Gebiete liegen somit auch unmittelbar in bzw. unter dem Streulichtkegel der Stadt.

Die etwas günstigere **Kategorie C** stellt Gebiete in den Außenbereichen der Stadt Kempten dar. Direkte Lichteinstrahlung ist hier weniger zu erwarten, der Streulichtkegel der Stadt ist zwar dominant, beschränkt sich aber nur auf eine Himmelsrichtung und der Straßenverkehr nimmt deutlich ab. Der Höhenrücken im Kemptener Westen, vom Marienberg bis Elmatried bietet diese Bedingungen an. Im Kemptener Süden und Westen hingegen verläuft die Stadtgrenze zu nahe an urbanen Flächen, die Außenbereiche des Kemptener Nordens und Nordostens sind durch alte und neue Gewerbegebiete regelrecht lichtverseucht und entsprechen daher eher der Kategorie D.

Die **Kategorie B** beschreibt die wenigen wirklich ländlichen Gebiete innerhalb der Grenzen der Stadt Kempten. Als einziges Beispiel kann hier nur die Region um den Weiler Hohenrad im äußersten Nordwesten des Stadtgebietes genannt werden. Vorteilhaft sind hier die allgemeine Abgeschiedenheit, die Höhenlage sowie die Entfernung zur Stadt. Der Kemptener Lichtkegel macht sich nur am Südosthorizont bemerkbar und so treffen wir hier zum ersten Mal auf Bedingungen, die für eine Sternwarte als befriedigend bis gut beschrieben werden können.

Der **Kategorie A** gehören mögliche Standorte an, welche durch ihre Abgeschiedenheit von störenden Lichtquellen, durch ihre Höhenlage und die Entfernung vom Stadtgebiet das Optimum für einen Sternwartenstandort im Kemptener Einzugsbereich darstellen. Diese liegen in den angrenzenden Gemeinden, wie etwa das Gelände am Eschacher Weiher in der Gemeinde Buchenberg, der Höhenrücken südlich von Sulzberg oder die hohe Schulter bei Hauptmannsgreut in der Gemeinde Betzigau.

Neben der geringen Lichtimmission ist die Höhenlage ein wichtiges Kriterium für einen optimalen Standort. Durch sie wird verhindert, dass bei Inversionswetterlage die Sternwarte trotz wolkenlosem Himmel in der Dunstglocke des Illertales liegt. Für eine öffentliche Sternwarte ist zudem eine akzeptable Verkehrsanbindung, Parkmöglichkeiten sowie eventuell der Anschluss an das Elektrizitäts- und Wassernetz nötig.

Doch wie könnte eine solche Volkssternwarte aussehen? Für den Laien gehört zu einer Sternwarte immer eine große Kuppel, unter welcher sich ein großes Teleskop befindet. Diese Kuppelbauten sind jedoch für Volkssternwarten nicht optimal. Unter ihnen hat nur ein Fernrohr Platz und eine

Luke in der Kuppel gibt nur den Blick auf einen kleinen Bereich des Sternenhimmels frei, welcher gerade beobachtet wird. Praktischer dagegen sind rechteckige, eingeschossige Beobachtungsplattformen, auf denen mehrere Fernrohre und zudem viel mehr Besucher Platz finden. Die Überdachung kann über Laufräder auf Schienen komplett beiseite gerollt werden, sodass die Besucher der Sternwarte gänzlich unter dem freien Sternenhimmel stehen. Dieses Prinzip wurde bei dem jetzigen Sternwartegebäude angewandt und hat sich bestens bewährt. So befinden sich zurzeit zwei Teleskope auf einer 28m² großen Beobachtungsplattform, welche etwa 15 bis 20 Besuchern Platz bietet. Um nun Besuchergruppen in Schulklassenstärke ausreichend Platz zu bieten, müsste die Plattform einer neuen Sternwarte etwa doppelt so groß sein, also etwa sechs auf zehn Meter. Hinzu kommt ein kleiner abgeschlossener Raum von etwa sechs auf vier Meter, welcher dem Sternwartenpersonal als Aufenthaltsraum, Büro und Materiallager dient. Solch ein Bau kann über einer Fundamentplatte komplett in Holzständerbauweise errichtet werden. Zusammen mit einem Satteldach und einer Außenverschalung aus Holz würde sich dieses Gebäude ohne zu stören wie ein Stadel in die Allgäuer Landschaft einfügen.

Neben der Suche nach einem geeigneten Standort im Raum Kempten stellt die Finanzierung solch eines Sternwarten-Neubaues die größte Herausforderung für den Verein „Volkssternwarte Kempten e.V.“ dar. Die zu erwartenden Kosten von ca. 40.000 €, (ohne Grundstück) müssen dabei auf möglichst viele Säulen verteilt werden. Die Hälfte der Summe will der Verein aus eigenen Mitteln aufbringen. Die Restsumme muss demnach über Förderprogramme, Zuschüsse und zweckgebundene Spenden finanziert werden.

Der Verein „Volkssternwarte Kempten e.V.“ ist somit auf Hilfe von außen angewiesen. Wie könnte diese Hilfe aussehen? Die günstige Bereitstellung eines Bauplatzes an einem Standort innerhalb der Kategorien A oder B ist eine Grundvoraussetzung zum Start einer solchen Unternehmung. Die ausführenden Bauunternehmen müssten zudem ihre Leistungen zum Selbstkostenpreis anbieten, um Kosten zu sparen. Die Stadt Kempten, sowie die im Einzugsbereich der Sternwarte liegenden Gemeinden müssen für die Vergabe von Zuschüssen gewonnen werden. Der Verein prüft zudem derzeit die Fördermöglichkeiten im Rahmen des EU-Programms LEADER-plus.

Die schnellste Möglichkeit jedoch den Verein in seinem Vorhaben zu unterstützen, haben Sie, werter Leser dieses Heftes:

Lernen Sie ein neues faszinierendes Betätigungsfeld kennen. Werden Sie Mitglied im Verein „Volkssternwarte Kempten e.V.“!

Impressum

Herausgeber

Volkssternwarte Kempten e.V.
Saarlandstraße 1
87437 Kempten

<http://www.sternwarte-kempten.de>
email: info@sternwarte-kempten.de

Autoren

Paolo Acquadro, Andreas Bonné, Florian Diehl, Christof Meier,
Mario Scheel, Christian Städele, Harald Surowy
Redaktion: Reinhold Kutter, der sich bei den Autoren
für deren Beiträge herzlich bedankt
Für den Inhalt der Artikel ist der Verfasser verantwortlich

Auflage: 300

Für Kritik, Verbesserungen oder Anregungen sind wir dankbar
Artikel für das nächste Okular werden gerne angenommen
Redaktionsschluss für das "Okular I / 2007": 12.01.07

Öffnungszeiten der Volkssternwarte

Jeden ersten und letzten Freitag im Monat
Sommerzeit ab 21:00 Uhr
Winterzeit ab 20:00 Uhr

Bankverbindung

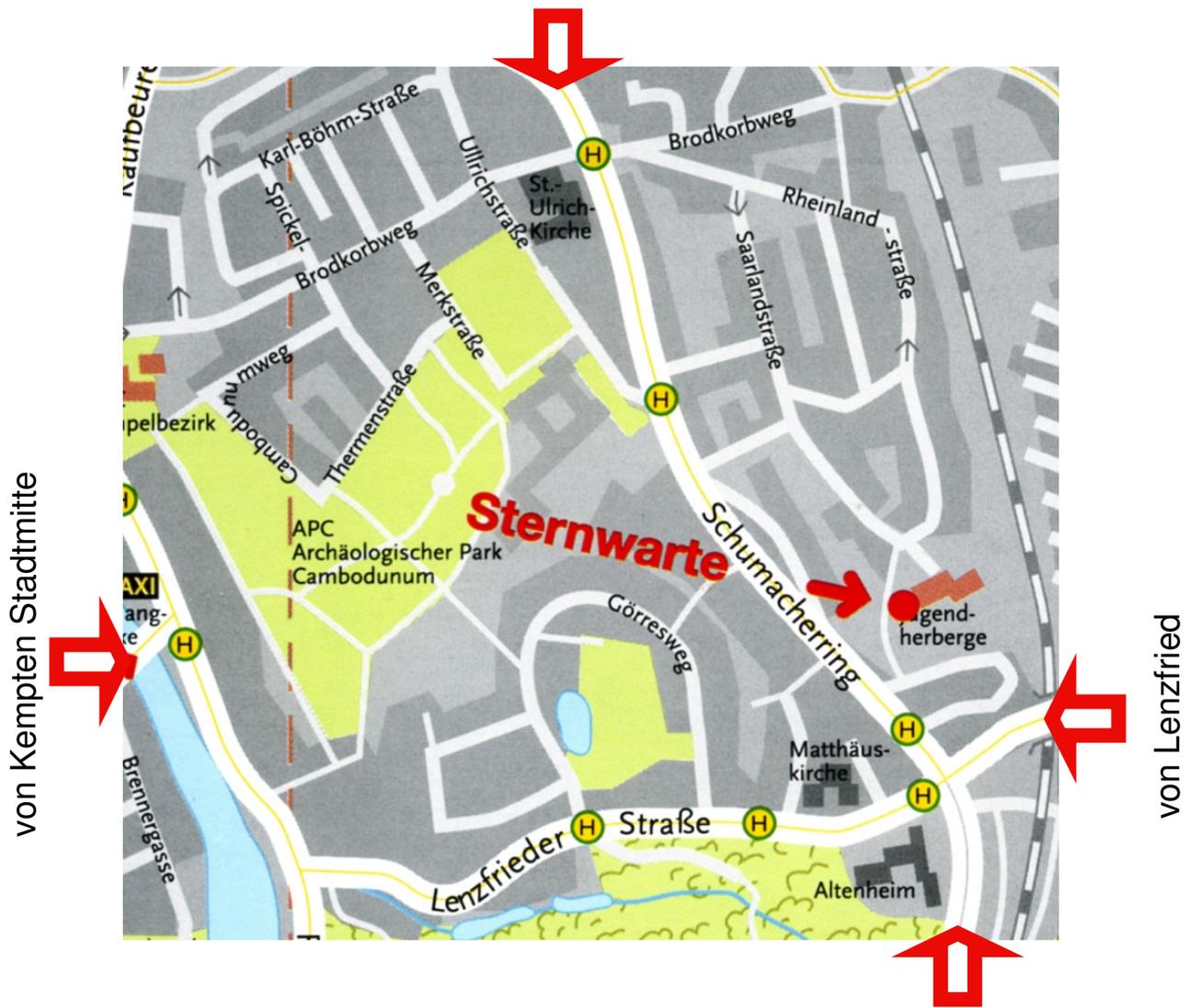
Sparkasse Allgäu
Konto Nr. 31 000 3587 BLZ 733 500 00

Mitgliedsbeitrag (jährlich)

Erwachsene 30,00 €
ermäßigt (z.B. Schüler und Studenten) 20,00 €
Familien 50,00 €

So finden Sie uns:

von Autobahnausfahrt Kempten / Leubas



von Sankt Mang / Durach

Auch in Kempten

W Astroworld

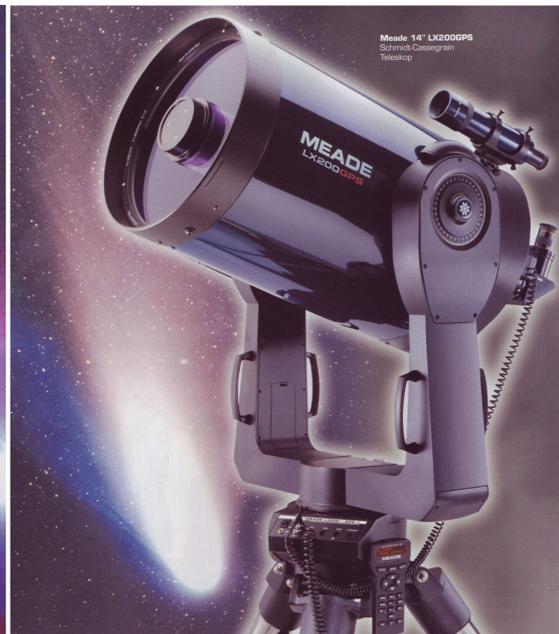
Alles für die Astronomie!

Wir verkaufen Teleskope und Zubehör

**1. Astroshop
im Allgäu!**



Direkt oberhalb Buchhandlung Dannheimer im 3. OG, Eingang von der Bahnhofstr. 4, finden Sie unsere Ausstellung.



Wussten Sie schon, dass wir in einer bevorzugten Gegend zum „Sternegucken“ wohnen? Kennen Sie das entspannende Gefühl, wenn Sie sich mit Planeten, Kometen oder Sternen beschäftigen? Haben Sie schon einmal den Blick durch ein Teleskop genossen? Wussten Sie, dass die Astronomie auch die Mutter aller Naturwissenschaften genannt wird?

Wir, als Amateure und Hobbysternfreunde, wollen auch Ihnen diese sinnvolle Freizeitgestaltung ermöglichen und beraten Sie gerne.

Sprechen Sie mit uns unter:

+49 (831) 5237222

Nach der Sommerpause sind wir wieder ab dem 04.09.2006 für Sie da!

Astroworld

Andreas Bonné

Ausstellung:
Bahnhofstr. 4
87435 Kempten

Besuche bitte vorher vereinbaren!

Telefon: +49 (831) 5237222
Fax: +49 (831) 5207050
E-Mail: info@astronomie-world.de
Internet: www.astronomie-world.de

Wir vertreiben alle Geräte des amerikanischen Herstellers MEADE.





Cirrusnebel im Sternbild Schwan, Rest eines vor ca. 50 000 Jahren explodierten Sterns (Supernovae)