

# Astronomie-Fibel

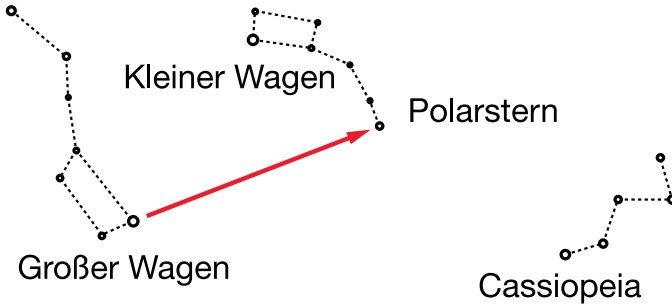


Kapitel	Titel	Seite	Kapitel	Titel	Seite
<b>1.</b>	<b>Einführung</b>	<b>4</b>	<b>3.</b>	<b>Grundlagen der Himmelsmechanik</b>	<b>31</b>
1.1	Faszination Weltall	4	3.1	Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?	35
1.2	Astronomie-Geschichte	4	3.1.1	Warum gibt es Schalttage und Schaltjahre?	36
<b>2.</b>	<b>Der Blick in den Sternenhimmel</b>	<b>6</b>	3.2	Gebrauch der drehbaren Sternkarte	41
2.1	Beobachten mit dem bloßem Auge:	7	3.3.	Warum kann man nur einen Teil des Himmels sehen?	43
2.1.1	Sternbilder mit dem bloßen Auge beobachten	7	3.3.1	Sehfeld des Auges	43
2.2	Beobachten mit dem Fernglas:	8	<b>4.</b>	<b>Teleskope</b>	<b>43</b>
2.2.1	Planeten und Monde mit dem Fernglas beobachten	8	4.1	Das Teleskop als Beobachtungsinstrument	43
2.2.2	Deep-Sky-Objekte mit dem Fernglas beobachten	8	4.2	Optik	44
2.2.3	Aller Anfang ist leicht	9	4.2.1	Refraktoren (Linsenteleskope)	44
2.3	Beobachten mit dem Teleskop	9	4.2.2	Reflektoren (Spiegelteleskop)	45
2.4	Der Mond	10	4.3	Mechanik	45
2.4.1	Die Mondphasen	10	4.3.1	Azimutale Montierung	45
2.4.2	Die uns abgekehrte Seite des Mondes	11	4.3.2	Parallaktische Montierung oder Äquatorialmontierung	46
2.4.3	Die Mondkarte	11	4.3.3	Nachführmotoren	46
2.4.4	Maria (Meere)	14	4.4	Zubehör	47
2.4.5	Mare	14	4.4.1	Okulare	47
2.4.6	Krater	14	4.4.2	Wichtige Tipps zur Okularauswahl	47
2.4.7	Strahlenkrater	14	4.4.3	Filter	49
2.5	Das Planetensystem mit dem Teleskop beobachten	14	4.4.4	Fotografisches Zubehör	49
2.5.1	Wo sind die Planeten	16	4.4.5	Sonstiges Zubehör	50
2.5.2	Planetenbeobachtung	16	<b>5.</b>	<b>Schnelleinstieg</b>	<b>51</b>
2.5.3	Stellung der Planeten zur Sonne	16	5.1	Welches Teleskop für wen?	51
2.5.4	Die Planeten stellen sich vor	16	<b>6.</b>	<b>Nützliche Tabellen</b>	<b>52</b>
2.5.5	Deep Sky-Beobachtung mit dem Teleskop	22	6.1	Tabelle für die geographische Breite aller größeren Weltstädte	52
2.6	Praktische Beobachtung, Tipps und Tricks	25	6.1.1	Beobachter auf der Nördlichen Erdhalbkugel (N)	52
2.6.1	Vorbereitung zur ersten Nacht	25	6.1.2	Beobachter auf der Südlichen Erdhalbkugel (S)	52
2.6.2	Tipps für die optimalen Beobachtungsbedingungen	26	6.2	Aufsuchtabelle für markante Sterne	54
2.7	Die schönsten Objekte rund ums Jahr	29	6.3	Entfernungen im Weltall	54
			<b>7.</b>	<b>Glossar</b>	<b>56</b>

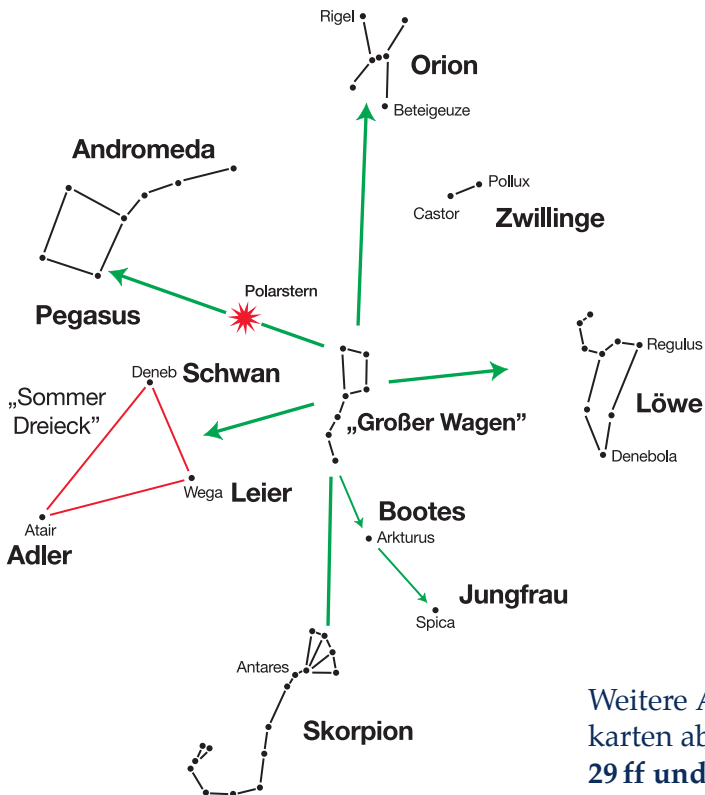
## Impressum/Bildnachweis

Bildnachweis: Seite 5: Image of „Hubble“ and „Saturn“ used courtesy of NASA and STScI  
Seite 16-21: Mit „Nasa“ gekennzeichnete Bilder: NASA and the NSSDC Photo Gallery

## Auffinden des Polarsterns



## Orientierungskarte zu den Sternbildern und Sternen



Weitere Auffind-  
karten ab Seite  
29 ff und 37 ff

### 1. Einführung

Seit der Urzeit beschäftigen sich die Menschen mit den himmlischen Gestirnen. Bereits vor vielen tausend Jahren sahen die Menschen in besonders auf fälligen Gruppen von Sternen Figuren, die wir heute als Sternbilder kennen.

Vor der Entdeckung und Entwicklung optischer Sehhilfen (Spektive, Teleskope) konnte man den Himmel nur mit den eigenen Augen betrachten. Deshalb hatte man nur einen Überblick von einigen tausend Sternen. Mit der Entwicklung astronomischer Teleskope sahen die Menschen weiter und weiter in den Weltraum hinein. Somit wurde der Grundstein für eine wissenschaftlich fundierte Astronomie gelegt.

Je tiefer die Menschheit in das Weltall blickte, desto mehr Sterne, Galaxien, Nebel, Sternhaufen und Sternsysteme wurden sichtbar. Sie gaben neue Rätsel über die Entstehung des Weltalls und unserer Erde auf.

Die Astronomie ist eine „unendliche Geschichte“ und das macht sie auch für den Laien interessant.

#### 1.1 Faszination Weltall

Wenn Sie im Text auf **blau markierte Begriffe** stoßen, dann sind diese - mit noch vielen anderen Fachwörtern - hinten im Glossar ab Seite 56 erklärt.

Als frisch gebackener Teleskopbesitzer möchten wir natürlich sofort in die Tiefen des Universums vordringen. Sternbeobachtung kann nur an klaren Nächten stattfinden. Ist uns das Wetter nicht gnädig, so haben wir noch etwas Zeit, um uns auf die erste Nacht vorzubereiten. Es ist sinnvoll sich bei Tageslicht mit dem Aufbau des Gerätes zu beschäftigen, der schließlich auch im Dunkeln gelingen muss. Die Teleskopfibel soll Ihnen helfen, einen ersten Einblick in die Astronomie zu erhalten.

Wenn dann endlich, nach langer Wartezeit, der Himmel aufbricht und eine klare Sicht auf den Sternenhimmel freigibt, dann wird es Zeit, dem Teleskop das „FirstLight“ zu geben, wie die Amateurastronomen die „Taufe“ des Teleskops am freien Himmel nennen. Diese Abende können entscheidend sein, ob man von der Faszination des Sternenhimmels angesteckt wird oder ob man durch Pannen mit Frust und Enttäuschung sich dem Hobby wieder abwendet. Im Zeitalter der Raumfahrt werden wir durch Astroaufnahmen, welche von Raumsonden und Großteleskopen aufgenommen wurden, verwöhnt. Science Fiction-Filme im Fernsehen und Kino beeindruckt durch atemberaubende Sternwelten. Die Erwartungshaltung gegenüber unserem Teleskop ist dementsprechend groß. Der erste Blick durch unser Teleskop mag daher zunächst etwas ernüchternd sein. Mit der Zeit werden wir merken, dass die mit eigenen Augen erlebte Beobachtung astronomischer Objekte eine spannende und faszinierende Leidenschaft sein kann. Damit das Teleskop keine Fehlinvestition wird, haben wir als Teleskop-Hersteller einen kleinen Leitfaden verfasst, der Sie ein wenig in dieses faszinierende Hobby einführen soll. Wir wollen hierbei nicht tiefe Wissenschaft vermitteln, sondern eine kleine praktische Anleitung geben, wie man mit einem Teleskop umgeht und was beobachtet werden kann.

#### 1.2 Astronomie-Geschichte

Wenn sich auch die Wissenschaft der Astronomie in den letzten 4000 Jahren entwickelt hat, so können wir davon ausgehen, dass sich die Menschheit seit Beginn ihrer Existenz vor einigen hunderttausend Jahren mit den Gestirnen und mit der Struktur des Universums beschäftigt hat.

Aus den kultischen Handlungen der ersten Jahrtausende entwickelte sich im Laufe der Zeit die heutige Astronomie als Wissenschaft, so wie wir sie heute kennen.

Die Menschen bauten zunächst einfache, dann immer perfektere und präzisere Vorrichtungen, um den Lauf der Sonne, des Mondes, der Planeten und der Sterne zu beobachten.

Erkenntnisse, die die alten Ägypter, Griechen, Babylonier, Mayas und Chinesen mit ihren damals noch recht primitiven Mitteln gewannen, bringen uns noch heute zum Staunen. War z. B. Stonehenge in Salisbury in Südengland ein astronomischer Kalender und Kultstätte der keltischen Druiden? Wie kommt es, dass die Lage der Pyramiden von Gizeh in Ägypten fast perfekt das Sternbild Orion abbilden? Wie schafften es die Mayas, eine Sonnenfinsternis vorauszuerechnen? Wie nutzten die Völker die Astronomie für Landwirtschaft, Religion und Politik? Alles faszinierende Fragen, die bis heute nicht an Reiz verloren haben.

Das Zeitalter der modernen Astronomie begann, als Galileo Galilei 1604 ein winziges Linsenteleskop gegen den Himmel richtete und voller Faszination und Neugier die ersten Beobachtungen machte.

Die Erfindung des Fernrohrs brachte neue Überraschungen. Man entdeckte, dass die Milchstraße, jenes schwach leuchtende Band, das sich über den ganzen Himmel zieht, aus Abermillionen von Sternen besteht.

Kleine, helle Flecke am Himmel wurden als Galaxien erkannt, ähnlich unserem Milchstraßensystem, in dem unsere Sonne nur ein Stern unter einer nahezu unendlichen Zahl von Sternen ist. Je größer das Lichtsammelvermögen der Fernrohre wurde, umso mehr Sterne und Nebel wurden entdeckt. Das Universum war viele tausendmal größer, als es sich die Astronomen des Altertums jemals gedacht hatten.

Seit dem Einsatz moderner raumfahrttechnischer Mittel, sowie vielfältiger neuartiger instrumenteller Möglichkeiten hat die Astronomie einen gewaltigen Sprung vorwärts gemacht. Das astronomische Wissen des Jahres 1990 ist vermutlich etwa dreimal so groß wie das im Jahr 1950. Man stelle sich vor: Alle Astronomengenerationen von den ältesten Kulturen Chinas, Ägyptens, Mittel- und Südamerikas, Griechenlands usw., über die Reformatoren der Astronomie zu Beginn der Neuzeit wie Kopernikus, Kepler, Galilei oder Newton bis hin zu den ersten Beobachtern an den großen Teleskopen auf dem Mount Wilson oder Mount Palomar in der ersten Hälfte des 20sten Jahrhunderts zusammengenommen, haben nicht mehr zuwege gebracht als alle Astronomen der letzten drei Jahrzehnte!

1990 wurde das erste astronomische Teleskop namens „Hubble-Space-Telescope“ im Weltraum positioniert. Damit ist sicher ein neues Kapitel in der unendlichen Geschichte der Astronomie eröffnet worden.

Im Laufe der neunziger Jahre gesellten sich zu Hubble verschiedenste Satelliten und Sonden, die mit unterschiedlichen Methoden unser Sonnensystem und die Tiefen des Weltalls erkundeten.

1999 wurde in der Atacama-Wüste, Chile, das ESO „Very Large Telescope“ (VLT - Sehr Großes Teleskop) in Betrieb genommen. Diese Anlage ist eines der weltgrößten optischen Teleskope und setzt sich aus vier einzelnen Teleskopen

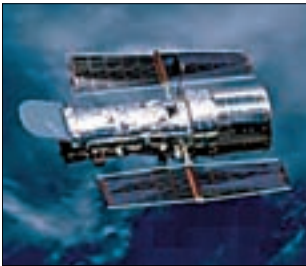


Abb. 1: Das Teleskop „Hubble“ im Orbit der Erde. Foto: NASA u. STScI



Abb. 2: Der große Ringplanet Saturn, aufgenommen von Hubble. Foto: NASA u. STScI

mit je 8,2 m Durchmesser zusammen. Ergänzt wird diese hochmoderne Anlage von drei kleinen, beweglichen Teleskopen mit je 1,8 m Durchmesser. Mit dieser unerreichten optischen Auflösung und unter den dortigen perfekten Wetterbedingungen liefert das VLT extrem scharfe Bilder und nimmt das Licht von den feinsten und noch so weit entfernten Objekten auf. Mit diesen Leistungen übertrifft es sogar das Hubble-Space-Teleskop.

## 2. Der Blick in den Sternenhimmel

### *Was ich sehe, glaube ich...*

Unserem Auge erscheint die Erde wie eine Scheibe, über die die Himmelskugel gestülpt ist. Die Erde ist aber in Wirklichkeit ein kleiner, runder Planet. Der Himmel ist keine Halbkugel, wie in früheren Zeiten angenommen, sondern er umgibt die Erde von allen Seiten. In einem Zeitraum von etwa 24 Stunden dreht sich die Erde einmal um ihre Achse. Die auf der Oberfläche unseres Planeten liegenden Kontinente sind für einen Teil dieses Zeitraumes der Sonne zugekehrt, für den Rest sind sie der Sonne abgewandt. Für uns Menschen ergibt sich daraus der Wechsel von Tag und Nacht. Beobachtet man in einer klaren Nacht den Himmel über eine längere Zeit, so sieht man, dass die Sterne nicht stillstehen. Sie tauchen im Osten auf - und im Westen wieder unter. In früherer Zeit schlossen die Menschen daraus, dass sich das sichtbare Himmelsgewölbe unter der Erdscheibe zu einer Hohlkugel ergänzt, aus der die Gestirne sich erheben und auch wieder zurückgehen.

Da die Sterne, mit einigen Ausnahmen, ihre Stellung zueinander und auch die Helligkeit nicht verändern, dachte man, sie seien an dieser Kugel befestigt und gab ihnen deshalb den Namen Fixsterne (lat.: stellae fixae).

Wie groß die Himmelskugel ist, konnte niemand bestimmen. Sie muss, wie man schon damals feststellte, unermesslich groß sein, da sich der Mensch immer genau im Mittelpunkt der Kugel wähnt, ungeachtet, an welchem Ort der Erde er sich gerade befindet.

### *... und sie dreht sich doch*

Es hat Jahr hunderte gedauert bevor die Menschen erkannten, dass sich nicht die Sterne um die Erde drehen - sondern sich die Erde im Weltraum um ihre Polachse dreht.

Die Sterne scheinen sich am Himmel zu bewegen, da sich die Erde um die eigene Achse dreht. Diese Rotation bewirkt, dass bestimmte Teile des Himmelsgewölbes innerhalb von 24 Stunden für den Beobachter sichtbar werden. (24 Std.: solange benötigt die Erde für eine komplette Umdrehung).

Am Tage sieht man, wie die Sonne durch die Erdrotation scheinbar am östlichen Horizont aufsteigt, für einige Stunden am Himmel verweilt und dann wieder hinter den westlichen Horizont sinkt, scheinbar untergeht. In der Nacht sieht man dann die scheinbare Bewegung der Sterne. Es gibt ja nicht nur den Sonnenauf- und Sonnenuntergang. Es gibt genauso den Mondauf- und Monduntergang und auch bei Sternen und Planeten spricht man vom Auf- und Untergang. Das gilt natürlich für alle Himmelsobjekte.

### *Verschiedene optische Instrumente stehen zur Auswahl*

Wenn wir uns heute auf den Weg machen, um den Sternenhimmel zu beobachten, dann stellen sich zwei Fragen: „Was will ich sehen?“ und

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachtung mit dem Auge



Abb. 3: Ein komplett ausgestattetes Spektiv

„Wie detailliert will ich es sehen?“. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Sternenhimmel zu beobachten. Man kann die Beobachtung mit dem bloßen Auge unternehmen und z. B. Sternbilder oder Sternschnuppen erkunden. Oder man nimmt sich ein Fernglas zur Hand und erkundet Sternbilder und die Planeten. Wer sich die Objekte noch näher heranholen will und Planeten, Kometen und Galaxien erkunden will, der greift zu einem richtigen, großen Teleskop. Wer zusätzlich zur Sternhimmelbeobachtung noch die Landbeobachtung favorisiert, sollte zum Fernglas oder Spektiv greifen. Auch Linsenteleskope sind mit speziellem Zubehör für die Landbeobachtung geeignet.

### 2.1 Beobachten mit bloßem Auge

Wenn man abends unterwegs ist, und mit dem bloßen Auge auf den Sternenhimmel schaut, dann erkennt man auch als Laie schon einige auffällige Himmelsobjekte. Je nach dem, wie dunkel es wirklich ist, das heißt, wie stark der nächtliche Himmel mit Stadtlicht „verschmutzt“ ist, kann man auch das ein oder andere schwächer leuchtende Objekt wahrnehmen. Ist der Mond zu sehen, fällt einem dieser natürlich als erstes ins Auge. Er lässt sich häufig sogar schon am Tage oder am frühen Abend vor Sonnenuntergang erkennen. Der Mond ist das uns am nächsten stehende Objekt. Ist jedoch der Mond nicht zu sehen und der Himmel sternklar, kann man noch viele andere Objekte deutlich erkennen. Recht leicht lässt sich das Band unserer eigenen Galaxie, der Milchstraße, erkennen. Je nach Jahres- und Uhrzeit kann man den hellen Stern Sirius erkennen sowie die Planeten Venus, Jupiter, Mars und Saturn. Die Sternbilder nehmen die größte Fläche am Himmelsfirmament ein und einige sehr gut zu erkennende Sternbilder lassen sich praktisch sofort am Himmel ausmachen. Der interessierte Laie erkennt sofort das ein oder andere große auffällige Sternbild wie etwa den großen Wagen oder den Orion.

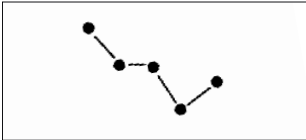


Abb. 4: Das Sternbild der Cassiopeia, (myth.: Mutter der Andromeda)

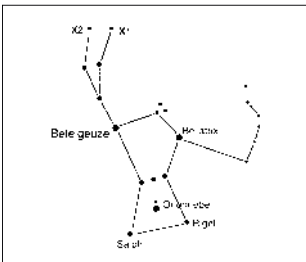


Abb. 5: Das Sternbild Orion (myth. Jäger der Plejaden)

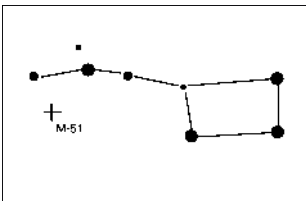


Abb. 6: Das Sternbild des großen Wagen (auch Großer Bär)

#### 2.1.1 Sternbilder mit dem bloßen Auge beobachten

Die Anordnung der Sterne am Himmelsfirmament hat schon die Phantasie der Menschen des Altertums beflügelt, Sternanordnungen zu Bildern zusammenzufassen. So wanderten gefallene Krieger symbolisch an den Sternenhimmel und Monster der Unterwelt lieferten sich Kämpfe mit Helden. Auch die Tierkreiszeichen entstanden auf diesem mythischen Wege. Besonders interessant ist z. B. der mythologische Hintergrund des Orion: Der Krieger jagte die Plejaden, die sieben Töchter des Atlas. Artemis schickte den Skorpion, um Orion zu töten, was dann auch geschah. So geht Orion im Westen unter, wenn im Osten sein Mörder, der Skorpion aufgeht.

Der Orion, der Große Wagen, der Kleine Wagen oder das Himmels-Wagen (Cassiopeia) sind deutlich erkennbare Sternbilder, die schnell aufzufinden sind. Der Orion ist z. B. ein Sternbild, das den ganzen Winter hindurch sichtbar ist. Das Sternbild erweckt den Anschein, eine schief stehende Sanduhr darzustellen. Am leichtesten erkennt man die drei Gürtelsterne des mythologischen Jägers Orion, der am Nachthimmel gegen den Stier (lat. Taurus) kämpft. Man erkennt auch bald die Schulter-, Kopf- und Fußsterne des Orion.

Der große Wagen ist fast das ganze Jahr über gut sichtbar und ist ein ebenso deutlich erkennbares Sternbild. Es erinnert in der Tat an einen Handwagen, mit trapezförmigem Wagenkasten und Deichsel. Dieses Sternbild ist ein Teil des Großen Bären.

### *Sternschnuppen mit dem bloßen Auge beobachten*

Man hat sie schon als Kind gezeigt bekommen, um sich etwas zu wünschen. Sie sind ganz klar für das bloße Auge sichtbar und treten immer dann in Erscheinung, wenn kleine Partikel aus dem Weltraum in die Atmosphäre der Erde eintreten und dort aufgrund der Reibung verglühen. Dies kann Gesteinsstaub sein, der in der Größe zwischen 2 mm und 30 cm und darüber hinaus liegen kann.



Abb. 7: Ein Fernglas der Bauart Porro

### 2.2 Beobachten mit dem Fernglas

Mit einem guten Fernglas lassen sich schon viele Dinge am Himmel entdecken. Mit einem Stativanschlussgewinde lassen sich Ferngläser auf ein Stativ montieren. Kann man mit dem bloßen Auge nur einige tausend Objekte erkennen, so erschließen sich mit dem Fernglas ungleich mehr Objekte. Aber nicht die größere Anzahl macht den Unterschied, sondern vielmehr die Möglichkeit, die Objekte zu vergrößern. Mit einem guten Fernglas ist man bereits in der Lage die Monde des Planeten Jupiter zu erkennen. Visiert man das Sternbild Orion an, kann man unterhalb der Gürtelsterne den Orion-Nebel M 42 beobachten. Es handelt sich um eine gewaltige Wolke unvorstellbaren Ausmaßes, die aus kosmischem Staub und Gasen besteht und von den Sternen durch UV-Licht zum Leuchten angeregt wird.

Unsere Nachbargalaxie M 31 (Abb. 8) ist ebenso gut mit dem Fernglas zu erkennen. Kein Wunder, erstreckt sie sich doch über fünf Monddurchmesser am Firmament. Sie ist eine wunderschön anzusehende Spiralgalaxie eines ähnlichen Typs wie unsere eigene Galaxie (Milchstraße).

#### 2.2.1 Planeten und Monde mit dem Fernglas beobachten

Wenn Sie einen hellen „Stern“ am Himmel sehen, der nicht auf einer Sternkarte verzeichnet ist, handelt es sich mit Sicherheit um einen Planeten. Die Erde ist einer von neun Planeten, die im All um die Sonne kreisen. Zwei der Planeten, Merkur und Venus, stehen näher zur Sonne als unsere Erde. Die anderen Planeten Mars, Jupiter, Saturn, Venus, Neptun, Uranus und Pluto sind weiter von der Sonne entfernt als unsere Erde.

Fünf der Planeten - Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn - sind leicht mit dem unbewaffneten Auge oder Fernglas zu erkennen. Sie erscheinen uns wie helle Sterne, bis man sie mit dem Fernglas oder dem Teleskop beobachtet. Detailbeobachtungen sind jedoch mit Ferngläsern aufgrund der niedrigen Vergrößerung nicht möglich.

#### 2.2.2 Deep Sky-Objekte mit dem Fernglas beobachten

Blättert man in astronomischen Fachzeitschriften oder in Werberbüchern einiger Teleskophändler, so stößt man unweigerlich auf den Begriff DEEP SKY, auf Deutsch übersetzt „Tiefer Himmel“. Astronomen bezeichnen alle Objekte, die sich jenseits unseres Planetensystems befinden, als Deep-Sky-Objekte. Und das ist ein ganzer Zoo an Sehenswürdigkeiten, der sich unseren Augen auftut, wenn wir mit Ferngläsern oder Teleskopen ausgestattet auf Safari gehen. Wie wir schon in der Einleitung angeschnitten haben, werden wir durch Medien und Werbung mit bunten Bildern von leuchtenden Gasnebeln verwöhnt. Wenn man hofft, im Fernglas auch dieses farbenprächtige Spiel sehen zu können, wird man als Laie anfangs zwangsläufig etwas enttäuscht sein. Bei den Bildern handelt es sich um fotografische Aufnahmen mit Langzeitbelichtung, die man



Abb. 8: Unsere Nachbargalaxie Andromeda-„Nebel“



## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

selbst durch die größten Teleskope mit dem Auge so nicht erkennen kann. Davon sollte man sich natürlich nicht enttäuschen lassen, denn trotz dem kann man mit einem Fernglas sehr viel mehr sehen, als mit dem bloßen Auge. Das Auge hat eine maximale Pupillenöffnung von etwa 8 mm. Bei einem Fernglas mit nur 50 mm Öffnung ist die Fläche, die das Licht sammelt, schon so groß, das man noch Sterne sehen kann, die 7-mal dunkler sind, als die schwächsten mit bloßen Auge zu erkennenden Sterne. Das eröffnet einem eine große Auswahl an interessanten Objekten.

Je größer die Objektivöffnung, desto mehr Sterne sind erkennbar. Doch selbst große Öffnungen vermögen es nicht, uns Farbeindrücke zu vermitteln. Unser Gehirn, das die Bilder der Netzhaut verarbeitet, hat eine maximale „Belichtungszeit“ von einer viertel Sekunde, um dies mal mit einer Fotokamera zu vergleichen. Um Gasnebel oder Galaxien zu fotografieren, werden die Kameras an großen Teleskopen oft über mehrere Stunden belichtet. Für visuelle Beobachter bleiben nachts alle Katzen grau.

Will man Doppelsterne und Sternhaufen beobachten, ist hier die visuelle Beobachtung den Fotografien meist überlegen. Schöne Eindrücke, die funkelnde Sternansammlungen beim Beobachter hinterlassen, sind auf dem Fotopapier nicht reproduzierbar. Hier kann man das Erlebnis Astronomie in vollen Zügen auskosten.

Um in den vollen Genuss der Deep-Sky-Objekte zu kommen, braucht man möglichst klare, dunkle Nächte. Der Gegenspieler des Astronomen ist hier nicht nur das Wetter, sondern oft auch der Mond, der den Himmel zusätzlich aufhellt. Sehr gut geeignet sind klare Neumondnächte, die man vorzugsweise auf dem Lande abseits jeglicher Zivilisation verbringt. Dort ist die Lichtverschmutzung durch die Städte am geringsten.

### 2.2.3 Aller Anfang ist leicht

Wichtig bei der **Deep-Sky** Beobachtung ist das Zur-echtfinden am Nachthimmel. Im Altertum haben die Astronomen schon markante Sterne in Sternbilder gefasst, die zugegeben nur mit viel Phantasie die Form haben, welche ihnen durch ihren Namen zugesprochen werden. Die Bezeichnungen der Sternbilder des nördlichen Sternenhimmels werden im Großen und Ganzen durch Figuren der griechischen Mythologie besetzt. Vergleicht man den Himmel mit einem Globus, so kann man die Sternbilder mit den Ländergrenzen vergleichen. Helle Sterne sind mit Großstädten vergleichbar. Das Aufsuchen von astronomischen Objekten ist dann wie bei der Ortssuche auf Landkarten möglich. Man nimmt markante Sterne als Orientierungshilfe.



Abb. 9: Ein Spiegel-Teleskop der Bauart Newton-Reflektor

## 2.3 Beobachten mit dem Teleskop

Teleskope gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen, Größen und Systemen. Für den astronomischen Anfänger ist es oft keine leichte Übung das richtige Modell zu wählen. Ein erfahrener Astronom hat einmal gesagt: „Jedes Teleskop hat seinen Himmel“ – und dieser Satz ist nur zu unterstreichen. Entscheidend ist nicht die **Brennweite** und/oder der Objektiv-/Spiegel-Durchmesser eines Teleskops – sondern, dass man das Gerät innerhalb seiner optischen Grenzen benutzt. Grundsätzlich ist zu sagen, dass für den Anfänger ein kleiner und leichter **Refraktor** (Linsen-Teleskop) am sinnvollsten ist. Größere Modelle sind für den fortgeschrittenen Amateur-Astronomen sinnvoll, da der Aufbau und die Handhabung einige Erfahrung voraussetzt. Ein kleines Linsenteleskop aber auch ein

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Der Mond

kleines Spiegelteleskop ist im Garten schnell aufgebaut und man kann direkt in die Himmels-Beobachtung einsteigen. Gegenüber dem Fernglas hat man mit dem Teleskop die Möglichkeit noch mehr Objekte am Himmel zu beobachten. Hatte man beim Fernglas noch tausende von sichtbaren Objekten, sind es nunmehr schon bald hunderttausend Himmelsobjekte. Aber auch hier macht es nicht allein die unglaubliche Vielzahl an Objekten interessant ein Teleskop zu benutzen. Sondern vielmehr die Möglichkeit, mit dem Teleskop eine viel größere Menge an Licht zu sammeln, womit sich bestimmte ausgewählte Objekte mit viel mehr Detailreichtum beobachten lassen und die Vielfalt in unserem Universum aufzeigen.

Mit dem Teleskop lässt sich eine Vielzahl von Motiven beobachten. Hat man ein Linsenteleskop, kann man es sogar für die Landbeobachtung verwenden. Es bieten sich eine Vielzahl von Beobachtungsideen an, die auch mit dem Fernglas gesehen werden können: Bergketten, die Tierwelt, Wald und Wild und sogar Sportereignisse kommen in Betracht. An Himmelsobjekten stehen uns ebenfalls viele interessante Ziele zur Verfügung. Angefangen bei unserer Erde und dem Mond, über die Planeten unseres Sonnensystems, bis hin zu den Kugelsternhaufen, planetarischen Nebeln, Gaswolken und Galaxien im tiefen Weltraum bietet sich uns eine schier unerschöpfliche Vielfalt.



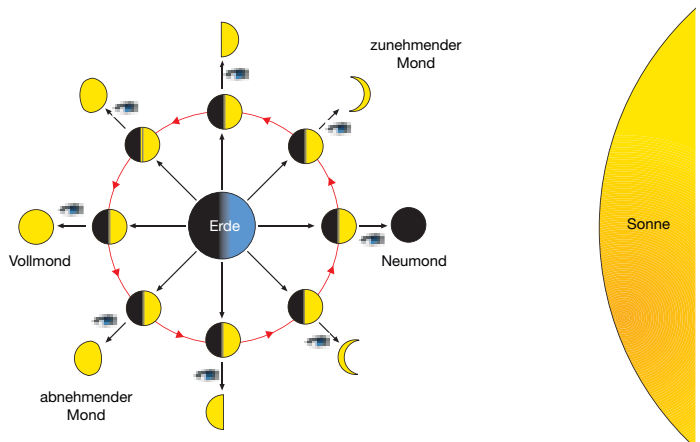
Abb. 10: Ein Linsen-Teleskop der Bauart Fraunhofer Refraktor

### 2.4 Der Mond

Der Mond ist das größte und hellste Objekt, das wir am Nachthimmel sehen. Er hat eine Magnitude von  $-12.5 \text{ mag}$ . Der Mond mit seinen Kratern ändert scheinbar seine Form, Position und Helligkeit von Nacht zu Nacht und ist daher ein sehr lohnendes Beobachtungs-Objekt. Der Mond strahlt kein eigenes Licht aus. Er reflektiert lediglich das Licht der Sonne zur Erde. Er ist der nächste Nachbar der Erde im Universum und „nur“ 384.000 km entfernt, er besitzt etwa ein Viertel der Erdgröße und entstand etwas später als die Erde, nämlich vor etwa 3,9 Milliarden Jahren.

#### 2.4.1 Die Mondphasen

Der Mond umrundet die Erde. Während des Umlaufs werden von der Erde unterschiedliche Reflektionen des Sonnenlichtes wahrgenommen. Der Mond durchläuft diese Phasen innerhalb von  $29 \frac{1}{2}$  Tagen. Tages-



## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Die Mondkarte

zeitung oder Wetter-Seiten im Internet veröffentlichten oft die aktuelle Mondphase. Die einzelnen Mondphasen werden wie folgt bezeichnet:

- • Neumond (nicht sichtbar)
- ☾ • zunehmender Mond
- • Vollmond
- ☽ • abnehmender Mond

Da der Mond jeden Tag 52 Minuten später auf- und untergeht, sind zu unterschiedlichen Tages- und Nachtzeiten unterschiedliche Mondphasen sichtbar. Der unsichtbare Neumond ist eine Tag-Phase und der Vollmond kann während der ganzen Nacht gesehen werden. Die zunehmende Phase kann am besten am Abend und die abnehmende Phase am besten nach Mitternacht beobachtet werden.

Durch seine Eigenbewegung zieht der Mond viel schneller zwischen den Sternen nach Osten als die Sonne, so dass er sie in regelmäßigen Abständen „überholt“. Dieser Zeitraum heißt synodischer Monat und dauert 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten. Die Mondphasen sind die Folge seiner schnelleren Bewegung.

### 2.4.2 Die uns abgekehrte Seite des Mondes

Wenn Sie den Mond beobachten, werden Sie schnell erkennen, dass immer nur eine Seite des Mondes sichtbar ist. Denn nur eine Seite des Mondes ist der Erde zugewandt. Bis zum Jahre 1959 hatte niemand die erdabgewandte Seite des Mondes gesehen – in jenem Jahr umrundete ein russisches, unbemanntes Raumfahrzeug den Mond und sandte Fotografien der Mondrückseite zur Erde.

### 2.4.3 Die Mondkarte

Die Mondkarte auf Seite 12/13 zeigt die wichtigsten Objekte, die auf dem Mond sichtbar sind. Bei dieser Karte ist Norden oben – d. h. der Mond erscheint dem Beobachter genau so, wie er ihn mit dem unbewaffneten Auge oder mit einem Fernglas sieht.

Bei vielen Teleskopen erscheint das Bild „auf dem Kopf stehend und seitenverkehrt“, dann ist natürlich Süden oben. Auf vielen Mondkarten ist daher der Mond so abgebildet wie er in solchen Teleskopen sichtbar ist.

Viele Bezeichnungen der Mondobjekte stammen aus dem Lateinischen oder Englischen. Auf der Mondkarte sind die lateinischen Namen verzeichnet, da diese hauptsächlich von den Astronomen benutzt werden.

Am Anfang ist die Vielzahl der aufgeführten Objekte für den Beobachter verwirrend, doch nach einiger Zeit werden Sie sich bestimmt auf dem Mond zurechtfinden. Gehen Sie einfach auf dem Mond „spazieren“!

Eine Beobachtungshilfe sind auch Nahaufnahmen der Mondoberfläche. Es gibt im Fachhandel dazu viele Bücher und sogar Mondgloben in verschiedenen Ausführungen und Größen zu kaufen.

Damit alle vorhandenen Mondobjekte auszumachen sind, ist es sinnvoll, den Erdtrabanten in allen Mondphasen zu beobachten. Die Objekte auf der Hell-/Dunkel-Linie (Terminator) sind, mit dem Teleskop oder einem Fernglas, am Mond besonders gut zu beobachten, da sie in dieser Zone sehr **kontrastreich** sind. Die Hell- Dunkellinie ist nicht exakt gerade, da sie

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Die Mondkarte

Das Bild zeigt die von der Erde aus sichtbare Seite des Mondes mit seinen markantesten Merkmalen:

● = **Maria (lat. Meere)**

Maria sind große, dunkle Gebiete auf der Mondoberfläche. Es handelt sich dabei um riesige, uralte Einschlagskrater, die im Urzeitalter des Mondes durch austretende Lava gefüllt wurden. Heute ist der Mond vollständig ausgekühlt und enthält keine flüssigen Schichten mehr.

● = **Montes (lat. Gebirge)**

Hier handelt es sich um Bergketten, welche entstanden sind, als der Mond noch geologisch aktiv war. Die Namen sind an die Namen der Gebirge der Erde angelehnt (Alpen, Appenin, Kaukasus...).

● = **Krater**

Die vielen Krater auf der Mondoberfläche stammen zum größten Teil noch aus der Entstehungszeit des Sonnensystems. Da der Mond keine Atmosphäre hat, sind diese nie verwittert und noch voll erhalten. Die Krater sind gemäß internationaler Übereinkunft mit den Namen bekannter Astronomen und Wissenschaftler versehen.

● = **Sinus (lat. Bucht)**

Dies sind Teile von Maria, zum Teil auch Krater, die sich mit den Rändern von Maria überschneiden.

▲ = **Apollo-Missionen (USA)**

Dies sind die Landeplätze der amerikanischen Apollo-Missionen der 60er und 70er Jahre mit der Missionsnummer.

▶ = **Unbemannte NASA-Sonden (USA)**

Dies sind die Landeplätze der amerikanischen Surveyor-Sonden (60er Jahre) mit der Missionsnummer.

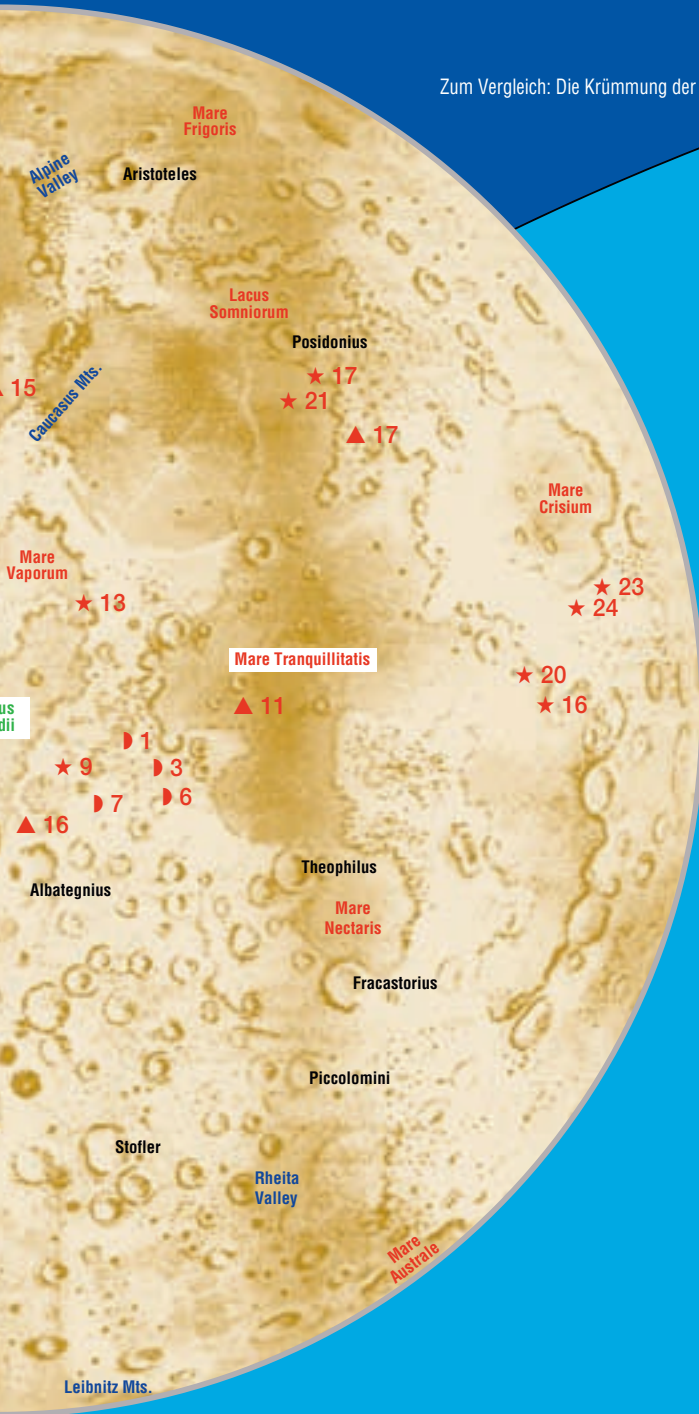
★ = **Unbemannte RAKA-Sonden (ehem. UdSSR)**

Dies sind die Landeplätze der sowjetischen Luna-Sonden (60er und 70er Jahre) mit der Missionsnummer.



## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Die Mondkarte

Zum Vergleich: Die Krümmung der Erdoberfläche



## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

über viele Krater, Berge, Täler und Meere führt. Bei Vollmond ist eine Beobachtung weniger geeignet, weil das Sonnenlicht alle Objekte überstrahlt (keine Schattenbildung).

Je höher die Vergrößerung Ihres Teleskops ist, desto mehr Objekte können auf der Mondoberfläche wahrgenommen werden. Sehr gute Beobachtungen sind auch mit einem guten Fernglas möglich. Auch Spektive bieten sich für die Beobachtung des Mondes an.



Abb. 11 Die glatten Flächen waren tatsächlich einst Meere: Aus Lava!

### 2.4.4 Maria (Meere)

Diese dunklen Bereiche sind die besonderen Objekte des Mondes. Sie zusammen ergeben das „Gesicht“, den „Mann im Mond“. Frühere Astronomen im Altertum glaubten, dass es sich dabei um Meere oder Ozeane handelt. Doch in Wirklichkeit sind es flache Gebiete mit dunklem, vulkanischen Gestein. Bei der Entstehung des Mondes waren es somit genau genommen tatsächlich Meere, Meere aus flüssiger Lava.



Abb. 12: Unser Mond ist mit Kratern übersät.

### 2.4.5 Mare

(Mehrzahl lat. maria) ist die lateinische Bezeichnung für Meere. Einige Maria sind rund, andere haben eine unregelmäßige Form.

### 2.4.6 Krater

Als Krater bezeichnet man runde Vertiefungen auf der Mondoberfläche. Sie erscheinen dem Beobachter oft sehr tief – sie sind es in Wirklichkeit aber nicht. Die Krater sind umrandet von kreisförmigen Wällen und viele weisen in der Mitte einen kleinen Berg auf (Zentralberg). Einige Krater sind rund, andere an den Seiten des Mondes erscheinen oval – eine optische Täuschung, hervorgerufen durch die Kugelgestalt des Mondes. Die Krater entstanden durch Meteoriteneinschläge auf der Mondoberfläche.



Abb. 13: Gewaltige Strahlenkrater auf unserem Mond

### 2.4.7 Die Strahlenkrater

Strahlenkrater sind bei Vollmond sehr gut zu sehen, da die Oberfläche aus hellem, reflektierendem Material besteht. Sie entstehen bei sehr heftigen Einschlägen von großen Gesteinsbrocken. Die Strahlen erstrecken sich bei diesen Kratern über hunderte von Kilometern auf der Mondoberfläche. Der auffälligste der Strahlenkrater heißt Tycho (nach dem dän. Astronomen Tycho Brahe, \* 1546, † 1601).

## 2.5 Das Planetensystem mit dem Teleskop beobachten

Seit vielen 1000 Jahren beobachten Menschen den Sternenhimmel. Sie fassten die hellen Sterne in Sternbilder zusammen und erkannten das regelmäßige Erscheinen der Konstellationen im jährlichen Rhythmus. Die Gestirne scheinen fest am Firmament verankert zu sein und änderten ihre Position zueinander nicht. Es gab aber auch Objekte, die ihre Position in den Sternbildern veränderten. Man unterschied zwischen Fixsternen und Wandelsternen, auch Planeten genannt. Die Planeten ziehen ihre eigenwilligen Bahnen immer in den Tierkreiszeichen, in denen sich auch die Sonne und der Mond bewegen, allerdings mehr oder weniger chaotisch, wenn man die Sache von der Erde betrachtet. Das Rätsel ihrer Bahnen wurde durch Johannes Kepler (\* 1571, † 1630) gelöst, der die Sonne ins Zentrum unseres Sonnensystems setzte und sich damit zu seiner Zeit nicht nur Freunde machte.

Man kannte zunächst nur fünf Planeten (Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn). Uranus, Neptun und Pluto wurden erst im 18. bis 20. Jahrhundert entdeckt.

### Unser Sonnensystem

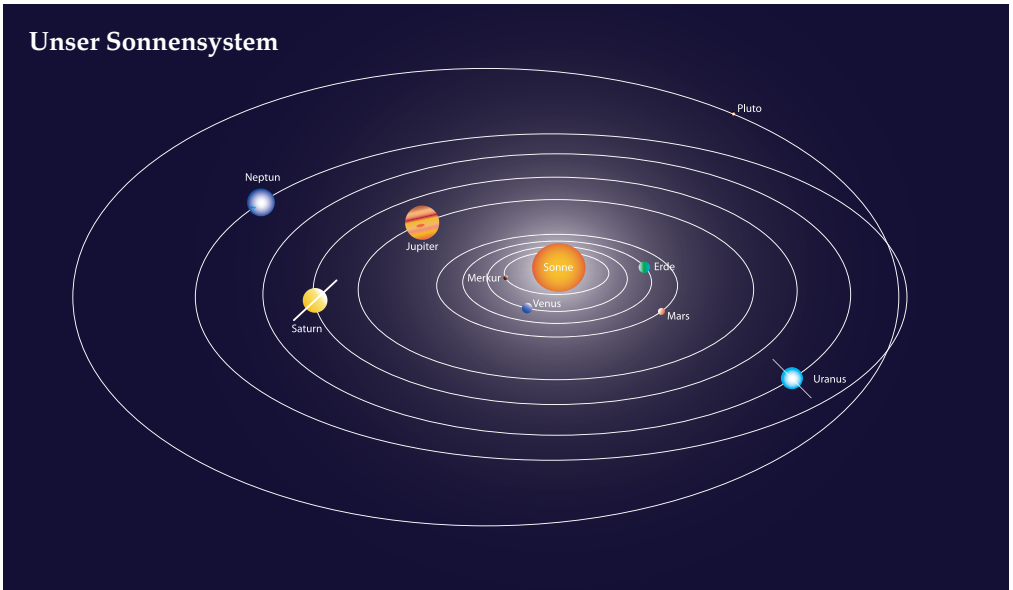


Abb. 14: Schematische Darstellung unseres Sonnensystems

Als Amateurastronom kann man fast alle Planeten gut beobachten, außer Pluto, der viel zu klein und lichtschwach ist. Uranus und Neptun sind zwar sichtbar, aber zumeist keine lohnenden Objekte für das Teleskop. Diese Planeten sind zu weit entfernt von uns.

Falls Sie einen hellen „Stern“ am Himmel sehen, der auf einer Sternkarte nicht verzeichnet ist, handelt es sich mit Sicherheit um einen Planeten (griech. Wanderer). Die Erde ist einer von neun Planeten, die im Weltall um die Sonne ihre Bahnen ziehen. Zwei der Planeten, Merkur und Venus stehen näher zur Sonne als unsere Erde. Die anderen Planeten Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Uranus und Pluto sind weiter von der Sonne entfernt als unsere Erde.

Pluto wurde 1930 von Clyde W. Tombaugh entdeckt. Astronomen überlegen, ob Pluto wirklich ein Planet ist, denn er könnte auch ein Mond sein, der sich von Neptun entfernt hat. In ähnlicher Entfernung zur Sonne wurden mittlerweile zahlreiche Objekte entdeckt, die zwar größtenteils viel geringere Durchmesser als Pluto aufweisen, dennoch aber sehr ähnliche charakteristische Eigenschaften besitzen. Man geht davon aus, dass es noch viele Planetoiden gibt, die bisher noch nicht entdeckt wurden.

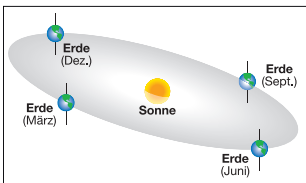


Abb. 15: Der Verlauf der Ekliptik

Fünf der Planeten - Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn - sind leicht mit dem unbewaffneten Auge oder Fernglas zu erkennen. Sie erscheinen uns erst wie helle Sterne - also als Nadelpunkt - bis man sie mit dem Fernglas oder dem Teleskop beobachtet. Dann zeigen sie sich als Scheibchen.

Durch ein Teleskop erscheint uns ein Stern immer als ein kleiner heller Punkt. Ein Planet erscheint unserem Auge wie eine, schmale beleuchtete Scheibe, die bei guten Sichtverhältnissen räumlich anmutet. Wenn Sie einmal einen Planet am Himmel erkannt haben, so werden sie ihn sicher auch mit dem Auge von den Sternen unterscheiden können.

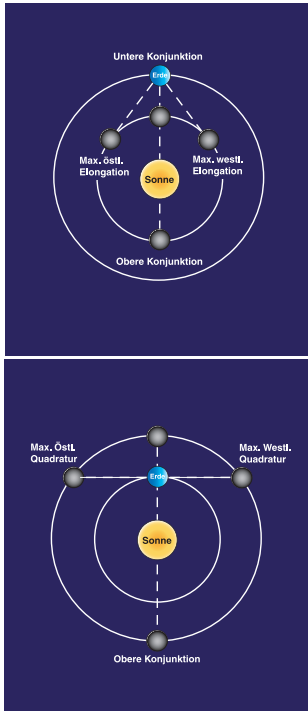


Abb. 16 Die Stellung der inneren und äußeren Planeten

### 2.5.1 Wo sind die Planeten?

Planeten sind nicht in den Sternkarten verzeichnet, da sie langsam aber stetig an den Sternen „vorbeilaufen“. Wenn Sie einen Planeten über einige Wochen beobachtet haben, wird Ihnen sein Lauf klar werden. Planeten findet man immer in Sternbildern des Tierkreises, dem Zodiak. Sie folgen einer gedachten Linie am Himmel, die man die **Ekliptik** nennt. Die Linie der Ekliptik wird in den meisten Sternkarten dargestellt.

### 2.5.2 Planetenbeobachtung

Planeten strahlen kein eigenes Licht aus, reflektieren aber das Licht der Sonne. Das reflektierte Licht der Planeten ist sehr hell, so dass sie auch im Fremdlicht (Lichtverschmutzung) der Großstädte beobachtet werden können und sogar bei Vollmond noch recht gut zu erkennen sind. Es ist allerdings sehr schwierig, Details der Planetenoberflächen auszumachen. Sie müssen schon in einer sehr klaren Nacht mit einem größeren Teleskop den Himmel beobachten, dann erkennen Sie Einzelheiten auf dem Mars oder Jupiter. Um den Saturn herum sehen Sie die berühmten Saturn-Ringe schweben. Dennoch ist es sehr interessant, die Planeten mit einem Fernglas oder mit dem bloßen Auge zu beobachten und über Tage ihre Bewegung durch die Sterne zu verfolgen und dabei auf Helligkeitsänderungen zu achten.

### 2.5.3 Stellung der Planeten zur Sonne

Da die Erde und die anderen Planeten sich in unterschiedlichen Abständen kreisend um die Sonne bewegen, verändert sich laufend ihre Position zueinander. Manchmal befindet sich unsere Erde auf der gleichen Seite zur Sonne wie ein anderer Planet - ein anderes Mal ist die Erde auf der entgegengesetzten Seite zu diesem Planeten. Die Astronomen haben eine Bezeichnung für diese unterschiedlichen Positionen. Diese sind in dem Diagramm der Abb. 16 dargestellt. Beachten Sie, dass sich die Bezeichnungen für die inneren und äußeren Planeten unterscheiden. Mit der wechselnden Position der Planeten ändert sich auch das uns bekannte sichtbare Bild, welches wir von der Erde aus sehen können. Die Planeten erscheinen uns groß und hell, wenn sie nahe der Erde stehen bzw. klein und unscheinbar, wenn sie von der Erde weit entfernt stehen.

### 2.5.4 Die Planeten stellen sich vor

Hier erhalten Sie eine kleine Führung durch unser Sonnensystem. Wir beginnen mit unserer kosmischen Sightseeing-Tour bei Merkur, dem sonnennächsten Planeten.

#### **Merkur, der rasante Götterbote\***

Merkur, der sonnennächste Planet ist im Teleskop gut sichtbar und ein interessantes Objekt. Allein deshalb, weil man ihn nicht allzu oft vor die Linse bekommt. Der berühmte Kopernikus (\* 1473, † 1543) soll auf seinem Sterbebett bedauert haben, den Merkur nie zu Gesicht bekommen zu haben. Dieses Schicksal sollte uns nicht widerfahren.

Merkur umläuft die Sonne in nur 88 Tagen. Sichtbar ist er nur, wenn sein Winkelabstand zur Sonne möglichst groß ist. Maximal kann sich der Merkur  $27^\circ$  von der Sonne entfernen. Das bedeutet, dass der Merkur bestenfalls zwei Stunden vor Sonnenaufgang oder zwei Stunden nach Sonnenuntergang gut sichtbar ist. Astronomen sprechen hier von der größten östlichen oder westlichen Elongation. Steht der Merkur von uns aus vor (untere **Konjunktion**) oder hinter der Sonne (obere **Konjunktion**), so ist er nicht sichtbar. Somit ist eine gute Horizontsicht unabdingbar, da

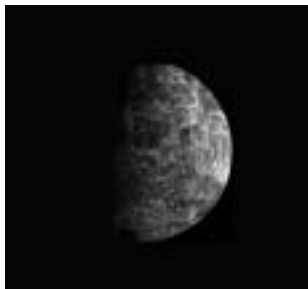


Abb. 17 Merkur, fotografiert von der US-Raumsonde Mariner 10/NASA



## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

sich der Merkur gegen das helle Abendlicht der untergegangenen Sonne behaupten muss.

Was aber kann man auf dem Merkur sehen? Bedingt durch seine Bahn innerhalb unserer Erdbahn um die Sonne, sind beim Merkur Phasen wie beim Mond erkennbar. Hat der Merkur den größten Winkelabstand von der Sonne, so kann man ein halbbeleuchtetes Planetenscheibchen sehen. Dieses ist meist schwer zu entdecken, da es sich in der Regel im hellen Bereich des dämmernden Himmels befindet. Die Luftunruhe im Horizontbereich erschwert die Beobachtung oft im großen Maße, so dass man nur mit Mühe die Sichelgestalten des Merkurs deuten kann. Oberflächendetails kann man nicht erkennen, obwohl der Merkur, neben Mars, der einzige Planet ist, dessen Oberfläche nicht in Wolken gehüllt ist. Wie die Aufnahmen von Raumsonden zeigten, ist die Oberfläche ganz ähnlich wie die unseres Mondes von Kratern übersät.

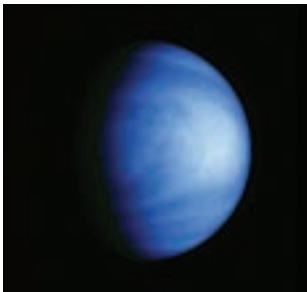


Abb. 18 Venus, fotografiert von der US-Raumsonde Galileo/NASA

### Venus, die helle Schöne\*

Ein dankbareres Objekt ist die Venus, die uns als heller Abend- oder Morgenstern bekannt ist. Wie der Merkur, zeigt die Venus auch Sichelgestalten. Ihre Umlaufbahn verläuft inner halb der Erdumlaufbahn. Der mittlere Sonnenabstand ist mit 108 Millionen Kilometern allerdings doppelt so groß wie beim Merkur, so dass der maximale Winkelabstand zur Sonne bei bis zu 47° liegt. Die Venus kann zu dieser Zeit vier Stunden vor oder nach Sonnenuntergang beobachtet werden. Sie ist wegen ihrer Helligkeit wesentlich leichter zu finden als Merkur.

An klaren Tagen ist sie sogar am Taghimmel sichtbar. Im Teleskop bietet uns die Venus eindrucksvoll ihre Sichelgestalt. Oberflächendetails sind nicht zu erkennen, da die Venus mit einer dichten Wolkendecke verhangen ist. Mit einem 100 mm-Teleskop sollte man bei hoher Vergrößerung leichte Schattierungen der Wolkendecke erfassen können. Farbfilter, wie sie ambitionierte Planetenbeobachter benutzen, werden dabei hilfreich sein.



Abb. 19: Seltenes Ereignis: Die Venus zieht vor der Sonne vorbei. Diesen Moment hielt J. Ide mit einem durch Sonnenfilter geschützten Teleskop und der Canon EOS 300 D fest.

Ein ganz seltenes Ereignis ist der Venus- oder der Merkurvorübergang über die Sonnenoberfläche. Langsam wandert der Planet über die Sonnenscheibe und es kommt zu einer Minisonnenfinsternis. Auch wenn der Normalbürger nichts davon mitbekommen wird, ist das ein Höhepunkt unter den astronomischen Beobachtungen. Eindrucksvoll kann man die Bewegung des Planeten als schwarze Scheibe vor der Sonne vorüberziehen sehen.

### **ACHTUNG! Sehr wichtig. Bitte beachten Sie unbedingt:**

Bei der Beobachtung der Sonne müssen die Augen vor dem Sonnenlicht durch geeignete Sonnenfilter geschützt werden. Direkter Blickkontakt zur Sonne durchs Teleskop führt zur sofortigen und nicht mehr rückgängig zu machenden Erblindung! Selbst mit dem bloßen Auge ist ein Blick in die Sonne sehr gefährlich.

\* **ACHTUNG:** Bitte beachten Sie bei der Beobachtung von Merkur und Venus, dass sich diese Planeten in geringer Entfernung zur Sonne befinden. Stellen Sie sicher, dass Sie bei der Suche nach diesen Planeten zu keinem Zeitpunkt in die Nähe oder gar in die Sonne blicken. Eine sofortige und dauerhafte Augenschädigung bis zur Erblindung wäre die Folge.

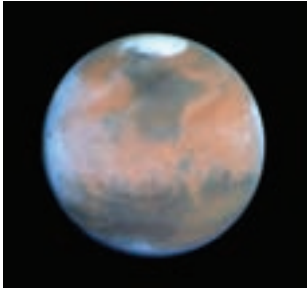


Abb. 20: Mars, fotografiert mit dem Hubble Space Teleskope/NASA

### Der rote Nachbar: Der Mars

Der Mars gehört mit Sicherheit zu den interessantesten astronomischen Objekten. Er ist der einzige Planet, der unseren Amateurteleskopen einen Blick auf seine Oberfläche gewährt. Die günstigste Zeit für die Marsbeobachtung ist die Marsopposition. Das heißt, wenn die Erde genau zwischen Mars und Sonne steht. Dann lohnt es sich, die Marsoberfläche unter die Lupe zu nehmen. Man erkennt dunkle Gebiete und sieht die hellen Polkappen, die aus gefrorenem Kohlendioxid bestehen. Die dunklen Schattierungen kommen von der unterschiedlichen Färbung des Marsbodens, der aus eisenhaltigen Mineralien besteht. Die dünne Marsatmosphäre und die großen Temperaturunterschiede zwischen Tag- und Nachtseite des Planeten führen oft zu großen Sandstürmen, die das Gesicht des Mars fortwährend ändern. Man kann als Amateurastronom bereits einen kleinen Einblick von den klimatischen Verhältnissen des Mars gewinnen.

Es lohnt sich, die Oberfläche genauer zu betrachten, denn viele Einzelheiten werden erst nach längerem Hinsehen erkannt. Die turbulente, irdische Atmosphäre ist der Gegenspieler des Astronomen. Mit modernen elektronischen Bildaufnahmeverfahren und der Hilfe eines Computers kann diese atmosphärische Unruhe jetzt auch mit Amateurmitteln zum Teil deutlich reduziert werden.

Bei der Marsbeobachtung spielt die Entfernung zwischen Mars und Erde eine sehr große Rolle. Die Entfernung zwischen Erde und Mars variiert sehr stark. Sie liegt zwischen ca. 56 Mio und ca. 400 Mio km, je nach Position der beiden Planeten zueinander. Dadurch erscheint der Durchmesser des Mars mal größer, mal kleiner. Am 28. August des Jahres 2003 betrug der Abstand zur Erde gerade einmal 56 Mio km. Deshalb erschien er besonders groß. Marsbeobachter fieberten diesem Ereignis lange entgegen, denn ein solches Ereignis findet nur etwa alle 1000 bis 2000 Jahre statt.

Der Mars wird dem Beobachter viel mehr Details zeigen, als bei der Opposition im März 1997, die im Mars **aphel** stattfand. Der Planet befand sich zu der Zeit etwa 100 Mio. km von der Erde entfernt.

### Hinweis:

**Wir haben bei unserem Ausflug durch das Sonnensystem einige Fachbegriffe benutzt, die im Text nur wenig erklärt sind. Deshalb wiederholen wir unsere Ausführungen zusammenfassend noch einmal im Glossar ab Seite 56.**

### Jupiter und der Tanz der Monde

Nun kommen wir zu den wirklichen Stars unter den Planeten, zum Jupiter und Saturn. Diese beiden sind jährlich einmal in Opposition und lassen sich schon Wochen vor oder nach der Oppositionsstellung sehr gut beobachten.

Der Jupiter ist eine sehr helle, auffällige Erscheinung, die von Laien oft irrtümlich als Morgen- oder Abendstern gedeutet wird. Er benötigt fast 12 Jahre um seine Wanderung durch die Tierkreiszeichen zu vollenden. Das bedeutet, dass sich die Opposition jedes Jahr um einen Monat verschiebt. Trotz seiner großen Distanz zur Erde, die in Opposition immer noch über 600 Mio. km beträgt, zeigt uns der Jupiter sein etwa 40 **Bogensekunden** großes Planetenscheibchen. Der Jupiter ist ein Gasplanet und besteht aus



Abb. 21: Jupiter, fotografiert von der Raumsonde Voyager 1/NASA

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

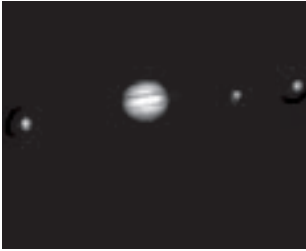


Abb. 22: Jupiter mit drei Monden, fotografiert mit einem Einsteigerteleskop)

Wasserstoff, Helium, Ammoniak und weitere Wasserstoffverbindungen. Er ist in dichte Wolken eingehüllt. Die Atmosphäre zeigt aber viele Besonderheiten. So ist der Jupiter von verschiedenfarbigen Wolkenbändern umgeben. Die beiden Hauptbänder fallen im Amateuerteleskop besonders ins Auge. Nach einigen Minuten Hinsehen erkennt man immer mehr Wolkenbänder. Vielleicht ist auch der berühmte „Große Rote Fleck“ zu erkennen. Dieser, seit mindestens 300 Jahren anhaltende Wirbelsturm, ist im Durchmesser doppelt so groß wie die Erde.

Weil der Jupiter sich in etwa 10 Stunden einmal um die eigene Achse dreht, ist der Fleck nicht immer sichtbar, sondern nur, wenn er sich auf der Tagseite befindet und zu uns gewandt ist. Die schnelle Rotation des Planeten führt auch zu einer Abflachung an den Polen, die dem Jupiter eine leichte Eiform gibt.

Die Güte des visuellen Eindrucks hängt von der jeweiligen Luftunruhe ab. Amateure nennen die Luftqualität hinsichtlich der Turbulenzen auch **Seeing**. Bei gutem **Seeing** sollte man schon im vierzölligen (102 mm) Teleskop eine ganze Reihe imposanter Details sehen können, wie z.B. die Hauptwolkenbänder und den großen roten Fleck.

Wie die Überschrift schon andeutet, hat der Jupiter noch mehr zu bieten, als die Wolkenstrukturen auf der Oberfläche. Schon Galileo Galilei (\* 1564, † 1642) entdeckte vier kleine Lichtpunkte, die ihre Position um den Jupiter verändern.

Die vier Monde, auch die galileischen Monde genannt, sind schon in sehr kleinen Teleskopen und sogar im Fernglas erkennbar. Dies erfordert allerdings eine sehr ruhige Hand oder die Benutzung eines Stativs. Die restlichen Monde, mindestens 50 an der Zahl, bleiben uns leider verborgen. Bei den sichtbarsten Monden handelt es sich um Io, Callisto, Ganymed und Europa. Die Stellung der Monde zum Jupiter ändern sich stetig und sie bieten uns jeden Abend einen anderen Anblick. Oftmals kann man beobachten wie ein Mond vor oder hinter der Planetenscheibe verschwindet. Beim Vorüberzug auf der Jupiteroberfläche erzeugen die Monde kleine Finsternisse, die man dann als schwarze Schatten auf der Jupiteroberfläche sehen kann, gutes **Seeing** allerdings vorausgesetzt. Die Stellung der Monde kann man in Jahrbüchern, wie dem „Kosmos Himmelsjahr“ entnehmen. In diesen Jahrbüchern sind alle aktuellen astronomischen Ereignisse für das laufende Jahr aufgeführt. Also nicht nur eine interessante Lektüre für Teleskop-Eigentümer.

### Der Herr der Ringe - Saturn

Die eindrucksvollste Erscheinung unter den Planeten ist Saturn. Jeder kennt diesen Ringplaneten von Bildern her. Doch der Live-Auftritt dieses Planeten ist atemberaubend. Beobachter, die das erste Mal durch das Okular schauen um diesen Anblick zu erleben, waren oft nicht mehr vom Teleskop weg zu bekommen. Gerade während der Opposition, wenn der Saturn eine scheinbare Planetenscheibe von 20 **Bogensekunden** aufweist, kann man den Planeten mit seinen Ringen am besten beobachten. In größeren Amateuerteleskopen sieht man bei guten atmosphärischen Bedingungen eine Zweiteilung der Ringe, die Cassini-Teilung.



Abb. 23: Saturn, fotografiert von der Raumsonde Voyager 2/NASA

Eine weitere Besonderheit der Saturnringe ist die variierende Ringöffnung. Wegen der leichten Neigung der Ringe zur Bahnebene der Erde zeigt uns der Saturn im Rhythmus von ca. 30 Jahren die Ringe von allen

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop



Abb. 24: Saturn, fotografiert mit einem Einsteigerteleskop

Seiten. Im Jahre 1995 schauten wir genau auf die Ringebene, und der Saturn schien ohne Ringe zu sein. Danach weitete sich die Ringöffnung immer mehr, so dass wir im Jahr 2002 die größte Ringöffnung beobachten konnten. Während dieser Zeit sah man die Ringoberseite. Danach schauten wir einige Jahre auf die Unterseite des Ringes.

Wie der Jupiter hat Saturn einige Monde, die im Amateurlinienteleskop zu sehen sind. Der Mond Titan ist dabei der auffälligste. Aber auch die Monde Rhea, Dione, Thetys, sowie Japetus sind uns Amateuren zugänglich. Die Stellung der Monde kann man Jahrbüchern, wie dem jährlich erscheinenden „Kosmos Himmelsjahr“ entnehmen. In diesen Jahrbüchern sind alle aktuellen astronomischen Ereignisse für das laufende Jahr aufgeführt.

### In den Tiefen unseres Sonnensystems

Nach Saturn folgen Uranus und Neptun. Ganz am Rande unseres Sonnensystems kommt dann der Planet Pluto.

Uranus ist mit unseren Mitteln nur noch sehr schwach auszumachen. Visuell zeigt sich dieser Gasriese als ein winziger grünlicher Nadelpunkt, der schnell mit einem Stern zu verwechseln ist. Es ist daher ratsam, auf alle Fälle mit einer Sternkarte oder einer Planetariums-Software zu arbeiten.

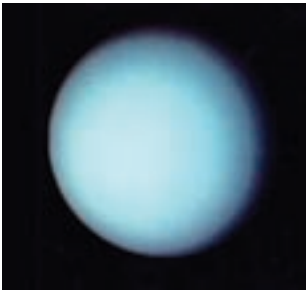


Abb. 25: Uranus, fotografiert von der Raumsonde Voyager 2/NASA

Der Planet Neptun ist ebenfalls ein gigantischer Gasriese, bei dem die Wolkenstruktur genau wie bei Saturn und Uranus von Dunstschleiern verdeckt wird. Neptun ist eigentlich nur mit Teleskopen ab 6" Öffnung (152 mm) zu beobachten. Interessant ist bei diesem Planeten, dass er wie Jupiter eine gewaltige atmosphärische Störung aufweist, die allerdings mit Amateurlinienteleskopen nicht mehr zu erkennen ist.

Pluto, der äußerste Planet unseres Sonnensystems ist weder mit den uns in der Regel zur Verfügung stehenden Teleskopen noch mit bloßem Auge zu erkennen. Dieser kleine Himmelskörper aus Eis- und Gestein ist mehr ein Planetoid (Kleinplanet) als ein richtiger Planet und hat nur 2.250 km im Durchmesser. Pluto ist eine eiskalte Welt, er hat keine Atmosphäre und tanzt auf seiner Bahn um die Sonne völlig aus der Reihe (siehe Abb. 12, Seite 15). Pluto wurde erst im Jahr 1930 als Planet entdeckt und wird auch nur deshalb heute noch als Planet bezeichnet - auch wenn er wohl keiner ist.

### Was ist sonst noch so los?

Nachdem wir uns mit Sonne und Mond, mit den Planeten und ihren Besonderheiten im Teleskop beschäftigt haben, stellen wir uns die Frage, was unser Sonnensystem sonst noch zu bieten hat.

### Asteroiden und Kleinplaneten

Neben den großen neun Planeten gibt es noch eine Unzahl an kleinen Felsbrocken im Sonnensystem. Die meisten von ihnen halten sich zwischen der Mars- und der Jupiterbahn auf. Im Teleskop sind diese kleinen Objekte unscheinbar. Nur 73 der bekannten Kleinplaneten sind kleinen Teleskopen zugänglich. In Jahrbüchern finden wir oft nur die Daten der vier größten ihrer Art: Ceres, Pallas, Vesta und Juno. Einzelheiten der Oberfläche sind bei den unter 1000 km großen Brocken nicht erkennbar. Es ist auch nicht ganz leicht Kleinplaneten aufzufinden. Hat man es dennoch geschafft einen Kleinplaneten aufzuspüren, kann man schön seine Bewegung relativ zum Fixsternhimmel beobachten. Als Einsteiger sollte man sich dieser Gedulds-

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop



Abb. 27: Der von der NASA Raumsonde Galileo aufgenommene Asteroid Ida.



Abb. 28: Der Komet Hyakutake, festgehalten von J. Newton.



Abb. 29: Der Komet Machholz, aufgenommen von G. Strauch.

probe noch nicht aussetzen, da diese schon eine gute Kenntnis des Sternenhimmels voraussetzt.

### Kometen

Nach der Rückkehr des Halleyschen Kometen im Jahr 1986 oder dem spektakulären Einschlag des Kometen Shoemaker-Levy 9 auf dem Jupiter im Juli 1994 wurden wir in den Jahren 1996 und 1997 mit ganz besonders tollen Kometenerscheinungen verwöhnt.

Kaum jemand konnte dem Medienspektakel um die Kometen Hyakutake und Hale-Bopp entkommen.

Wunderschön konnte man schon mit unbewaffnetem Auge den Kopf und den schönen Schweif der beiden Kometen erkennen. Hale-Bopp, der als Jahrhundertkomet gehandelt wird, zeigte im Fernglas den leicht gekrümmten Staubschweif und den bläulichen Ionenschweif, der durch Sonnenstrahlung angeregte Gasteilchen entsteht. Im Teleskop wurde man Zeuge von riesigen Jets, Ausströmungen von Gas und Staub aus dem Kometenkern, die Material für die Schweifbildung lieferten. Der Komet war wochenlang heller als die hellsten Sterne unseres Himmels. Wann wir nochmal zu Zeugen eines solchen Ereignisses werden ist nicht vorhersehbar. Kometen sind unvorhersagbar und werden meist zufällig entdeckt. Kein Wunder, dass sich viele Amateure der Kometenjagd verschrieben haben. Viele Kometen werden von Amateuren entdeckt und dann nach ihnen benannt. Also eine Herausforderung für ganz Ehrgeizige unter uns! Jedes Jahr werden kleinere Kometen entdeckt, die in Teleskopen noch sichtbar sind. Zudem gibt es noch kurzperiodische Kometen, die uns alle paar Jahre einmal besuchen. Ihr Auftreten ist meist unscheinbar, so dass man im Teleskop nur einen kleinen nebeligen Fleck erkennt. Bei der Suche nach ihnen ist dunkelster Himmel erforderlich.

Wegen der unvorhersagbarkeit der Kometen wird man in Jahrbüchern nichts über die jeweiligen Positionen dieser Objekte finden. Für aktuelle Daten kann man auf Fachzeitschriften zurückgreifen oder die aktuellen Daten im Internet recherchieren.

Quellen für Kometendaten sind beispielsweise die Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ (Spektrum-Verlag), Internetseiten der NASA oder der VdS (Vereinigung der Sternfreunde e.V.) Fachgruppe Kometen, Webseiten der International Astronomical Union Circular:

<http://cfa-www.harvard.edu/iau/Ephemerides/Comets/>

Zudem gibt es viele private Homepages, die sich mit diesem Thema beschäftigen. Verwenden Sie eine Internet-Suchmaschine und geben Sie Begriffe wie z. B. „Astronomie“ oder „Kometenbeobachtung“ ein.

Falls Ihnen diese Quellen nicht zur Verfügung stehen, erteilen Ihnen gerne astronomische Vereine oder Sternwarten Auskünfte. Unter der Internetadresse [www.astronomie.de/gad/](http://www.astronomie.de/gad/) finden Sie sicher auch eine Sternwarte in Ihrer Nähe. Die Angaben über Kometen sind mit Vorsicht zu genießen. Die Positionsangaben können schon mal um einige **Bogenminuten** abweichen oder die Helligkeitsprognose liegt völlig daneben. Kometen sind eben unberechenbar. Das macht den besonderen Reiz bei der Suche aus. Das Auffinden dieser anspruchsvollen Objekte sind kleine Erfolgserlebnisse, auch für Fortgeschrittene.

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop



Abb. 30 Der offene Sternhaufen der Plejaden, fotografiert von C. Kimball

### Ein wichtiger Hinweis:

Kleinplaneten sind unauffällige Objekte und viele Kometen sind leider auch sehr lichtschwach, so dass man sie kaum oder bei schlechten Sichtbedingungen gar nicht entdecken kann. Als Einsteiger sollte man sich diese Suche noch nicht zumuten. Schließlich gibt es noch viel anderes zu sehen und zu entdecken.

### 2.5.5 Deep Sky-Beobachtung mit dem Teleskop

Blättert man in astronomischen Fachzeitschriften oder in Werberbüchern einiger Teleskophändler, so stößt man unweigerlich auf den Begriff **Deep-Sky**, auf Deutsch übersetzt „Tiefer Himmel“. Als Laie denkt man hier bestimmt sofort an Raumschiff Enterprise oder ähnlicher Science Fiction, dem ist aber nicht so!

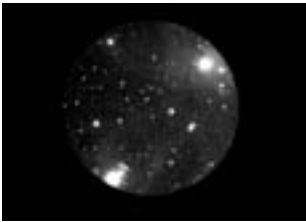


Abb. 31: Die Plejaden, hier durch ein 12,5 SuperPlössl Okular gesehen

**Deep-Sky** hat zwar auch mit fernen Galaxien zu tun, aber wir brauchen hierzu unseren heimatischen Planeten nicht zu verlassen. Astronomen bezeichnen alle Objekte, die sich jenseits unseres Planetensystems befinden als **Deep-Sky**-Objekte. Wie bereits in der Einleitung angeschnitten, werden wir durch die Medien und Werbung mit bunten Bildern von leuchtenden Gasnebeln und Galaxien verwöhnt. Wenn man hofft, im Teleskop auch dieses farbenprächtige Spiel sehen zu können, wird man sehr enttäuscht sein.

Bei den Bildern handelt es sich um langbelichtete, fotografische Aufnahmen, die man selbst durch große Teleskope mit dem Auge nicht so erkennen kann. Trotzdem kann man mit einem Teleskop mehr sehen, als mit dem bloßen Auge. Das Auge hat eine maximale Pupillenöffnung von 8 mm. Bei einem Fernrohr mit nur 50 mm Öffnung ist die lichtsammlende Fläche so groß, das man noch Sterne sehen kann, die sieben Mal dunkler sind, als die schwächsten Sterne, die nur mit bloßem Auge zu erkennen wären.



Abb. 32 Der große Wagen (der auch ein Teil des Großen Bären ist)

### Machen wir uns auf die Suche nach dem Doppelstern Mizar und Alkor im Großen Wagen.

Das Auffinden der sieben hellen Wagensterne wird uns noch nicht allzu schwer fallen. Welcher Stern im Großen Wagen aber ist Mizar? Ein Blick auf eine Sternkarte gibt uns Auskunft. Der zweite Deichselstern von links ist der Doppelstern Mizar / Alkor. Nun versuchen wir das Sternpaar im Sucher des Teleskops einzustellen. Mit etwas Übung wird uns das auf Anhieb gelingen und wir sehen den wunderschönen Doppelstern Mizar und Alkor im Okular, der volkstümlich auch als Reiterlein bezeichnet wird. Geschafft! Wir haben unser erstes **Deep-Sky**-Objekt im Teleskop eingestellt.



Abb. 33: Die Planetariums-Software simuliert den gesamten Himmel.

Leider ist nicht alles so leicht zu finden, wie Mizar und Alkor. Doch mit etwas Ausdauer und Übung werden wir den Himmel immer besser kennen lernen. Es ist eben noch kein Meister vom Himmel gefallen. Schon für sehr wenig Geld gibt es Hilfsmittel wie Sternkarten oder Jahrbücher.

Begeben wir uns nun auf eine Tour durchs Universum. Versuchen wir zuerst die Sternbilder mittels der hellen Sterne zu erkennen und machen uns auf die Suche nach den wunderschönen astronomischen **Deep-Sky**-Objekten. Bevor wir unsere Tour starten, noch ein paar anmerkende Worte zur Sichtbarkeit der Sternbilder. Nicht jedes Sternbild ist jederzeit zu sehen. Die Erde präsentiert uns auf ihrer Reise um die Sonne immer einen

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

---

neuen Anblick des Himmels. Jeden Tag gehen die Sternbilder etwa vier Minuten früher auf. Im Laufe des Jahres wird der Himmel immer weiter in Richtung Westen verschoben. Erst nach einem Jahr ist der alte Zustand wieder her gestellt und die Sternbilder stehen dort, wo sie jetzt stehen. Ein Beispiel: Steht ein Stern heute um Mitternacht genau im Süden, so wird er Morgen schon vier Minuten früher dort stehen. Dieser Umstand bewirkt, dass wir im Sommer nicht denselben Himmel sehen, wie im Winter. Plant man eine Beobachtungsnacht ist es notwendig die Objekte der Jahreszeiten entsprechend auszuwählen. Es hat keinen Sinn im August den Orionnebel zu suchen, der ein Winterobjekt ist. Im Kapitel 2.7 „Die schönsten Objekte rund um das Jahr“ ab Seite 29 ist ein kleiner Leitfaden, was zu welcher Zeit zu sehen ist, was sichtbar- und lohnenswert ist und wie man anhand von druckbaren Sternkarten oder sog. Planetariumsprogrammen für Computer das richtige Objekt herausucht.



Abb. 34: M33 wurde fotografiert mit einem 8" Schmidt-Newton Teleskop und der Canon EOS 300 D

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachten mit dem Teleskop

### Sterne, Sternhaufen, Nebel und Galaxien

Wenn man den nächtlichen Sternenhimmel betrachtet, fallen dem Beobachter früher oder später schwache, diffuse Objekte auf. Es handelt sich dabei entweder um Gasnebel, Sternhaufen, die Milchstraße oder weit entfernte Galaxien.

Die helleren Objekte sind gewöhnlich auf den Sternkarten verzeichnet – einige davon wollen wir hier vorstellen.

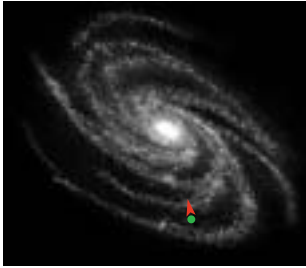


Abb. 35: Illustration unserer eigenen Milchstraße



Abb. 36: Die Spiralgalaxie in Andromeda (M31), ein Foto von J. Ware



Abb. 37: Die Sombro-Galaxie ist ebenfalls vom Typ Spiralgalaxie, man sieht sie jedoch nur von der Seite. Diese Aufnahme gelang J. Hoot

### Die Milchstraße

Die Milchstraße, unsere Heimatgalaxie, ist eine Spiralgalaxie. Sie zeigt sich als ein schimmerndes Band, das sich über den Sternenhimmel erstreckt. Es handelt sich um den Teil dieses Sternensystems. Unsere Milchstraße sieht von außen betrachtet aus wie ein Diskus und hat einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren und eine Dicke von 10.000 Lichtjahren (1 Lichtjahr sind 9,46 Billionen km). Alle Sterne bewegen sich um das Massezentrum der Milchstraße. Unsere Sonne mit ihren Planeten und Monden, sowie Abermillionen anderer Sonnen bewegen sich auf der Reise um den Galaxienkern weit außen am Rande der Galaxie „Milchstraße“. Ein Blick auf die Milchstraße durch ein Fernglas oder Teleskop zeigt Millionen von Sternen, die dicht gedrängt zusammen stehen. Unsere Heimatgalaxie besteht aus über zweihundert Milliarden Sterne und sieht von außen betrachtet aus wie eine riesige Spirale. Sie dürfte der Spiralgalaxie M 31 sehr ähnlich sehen. Unser kleiner Planet Erde in unserem Sonnensystem befindet sich am Rande der Milchstraße in einem der Spiralarme, auf Abb. 35 durch einen grünen Punkt ● dargestellt. Der rote Pfeil ► deutet auf unsere Blickrichtung. So sehen wir immer nur einen kleinen Abschnitt des vorletzten Spiralarmes. Alle Sterne, die wir in der Milchstraße sehen können befinden sich in unserer Galaxie. Durch diese geballte Ansammlung von Sternen kann man nicht einmal mit dem stärksten Teleskop hindurchschauen. Niemand weiß, wie das Weltall hinter dem Milchstraßenband aussieht.

### Galaxien

Unsere Galaxie (die Milchstraße) ist nur eine von unzähligen Galaxien, aus denen sich das Universum zusammensetzt. Einige Galaxien können auch in einer klaren Nacht von der Erde aus ohne optische Hilfsmittel gesehen werden. Sie sehen am Himmel aus wie diffuse Lichtflecke. Zusammenballungen von Millionen von Sternen. Die Umrisse der Galaxien können nur durch langbelichtete Fotografien sichtbar gemacht werden. Galaxien ordnen sich vorwiegend in Gruppen an. Unsere Galaxiengruppe, auch „Lokale Gruppe“ genannt, besteht aus ca. 30 Galaxien, die in einem Radius von 2,5 Millionen Lichtjahren zusammenstehen. Nicht alle Galaxien sind spiralförmig aufgebaut. Einige sind unsymmetrisch, andere eher rund oder haben eine elliptische Form. Die uns am nächsten stehenden Galaxien sind ziemlich unsymmetrisch aufgebaute Zwerggalaxien, bekannt als die Große und Kleine Magellansche Wolke. Diese Galaxien können nur von der südlichen Hemisphäre aus gesehen werden.

Eine bekannte Galaxie befindet sich im Sternbild Andromeda. Diese kann bereits mit dem bloßen Auge gesehen werden. Die Galaxie ist etwa 2,2 Millionen Lichtjahre entfernt und stellt sich als nebliger Fleck dar. Es handelt sich dabei um eine große Spiralgalaxie, ähnlich der unseren.



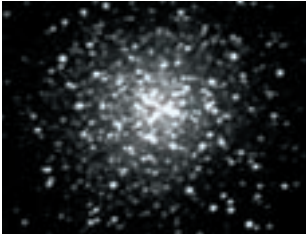


Abb. 38: Der Kugelsternhaufen M13, aufgenommen von J. Newton

### Sternhaufen

Man unterscheidet zwei Arten von Sternhaufen. „Offene Sternhaufen“ bestehen aus hellen, jungen Sternen die soeben aus galaktischen Nebeln (leuchtenden Wasserstoff- und Sauerstoff-Gasen) geformt werden. Eine andere Form von Sternhaufen stellen die „Kugelsternhaufen“ dar. Diese sind wesentlich größer und weiter entfernt als offene Sternhaufen. Beide Arten können bereits mit einem kleinen Einsteiger-Teleskop beobachtet werden.

## 2.6 Praktische Beobachtung Tipps und Tricks

### 2.6.1 Vorbereitungen zur ersten Nacht

Eine Beobachtungsnacht will gut vorbereitet sein. Man sollte sein Gerät kennen und sich mit der Bedienung bereits am Tage vertraut machen. Ein Aufbau bei Tageslicht sowie die Bedienung der eventuell vorhandenen elektrischen Zubehörteile, wie Nachführmotoren oder einem beleuchteten Polsucherfernrohr, sollten schon mal als Trockenübung erprobt werden. Damit ersparen Sie sich beim nächtlichen Aufbau viel Zeit und können sich auf das Beobachten konzentrieren. Es ist auch sinnvoll, das Sucherfernrohr bei Tageslicht zu justieren, da es sich bei Nacht nur mit etwas Übung gut positionieren lässt. Eine weit entfernte Teleskopspitze ist dabei eine dankbare Hilfe für diese sinnvolle Einstellungsarbeit. Auch die Wahl des Beobachtungsortes muss gut durchdacht sein.

Als Großstadtbewohner wird man gezwungen sein Teleskop aufs Land zu fahren. Nur so entkommt man der Lichterflut der Straßenlaternen und Reklame. Ein dunkler Himmel zeigt um ein Vielfaches mehr als der lichtverschmutzte Großstadthimmel. Landbewohner sind hier im Vorteil. Fahren wir mit dem Teleskop aufs Land, so sollten wir uns den Standort schon mal bei Tageslicht ansehen. Schließlich möchte man nicht im Sumpf versinken oder von einer Mückenplage heimgesucht werden. Feuchte Orte sind sowieso zu meiden, da dort die Optik bei sinkenden Nachttemperaturen schnell beschlägt. Eine kleine Anhöhe ist ideal und bietet auch meist eine weitreichende Horizontsicht. Apropos kalte Nächte: Man sollte stets warme Kleidung dabei haben. Ist man erst einmal durcheinander, kommt keine Freude mehr auf. Eine Thermoskanne Kaffee oder Tee helfen zu wärmen. Was aber laden wir sonst noch ins Auto oder auf den Fahrradanhänger? Natürlich das Teleskop mit Zubehör, eine warme Decke, die heißen Getränke, einen Kompass, eine Taschenlampe (mit rotem Cellophan abgedeckt) ist wichtig, ein Fernglas ist ein willkommenes Beobachtungshilfsmittel. Zudem sollte man an eine Sitzgelegenheit denken. Nehmen Sie einen Klappstuhl oder einen Hocker mit. Ein komfortabler Campingtisch erweist sich als Ablage für das Zubehör als sehr praktisch. Dann muss das Sternkartenmaterial dabei sein. Dieses sollte man auch schon mal bei Tageslicht begutachten und sich eine Vorauswahl an Himmelsobjekten für das Beobachtungsprogramm zusammenstellen. Das macht die anschließende Suche am Nachthimmel leichter. Sie werden merken, dass Sie sich im Laufe der Zeit immer besser am Himmel zur echtfinden werden und sich an immer schwierigeren Himmelsobjekte heranwagen. Beginnen sollte man allerdings mit leicht auffindbaren Objekten, auf die wir später noch hinweisen werden.

Am Beobachtungsort angekommen, beginnt der Aufbau des Gerätes und die Ausrichtung nach Norden, wie es in der Anleitung beschrieben ist. Nach etwa einer halben Stunde hat sich das Auge an die Dunkelheit gewöhnt und wir sehen mit dem bloßen Auge schon mehr Sterne, als bei

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachtungstipps und Tricks



Abb. 39: Eine rote LED-Lampe mit Kleidungsklipp

der Ankunft. Dummerweise wird diese Nachtadaptation der Augen durch jede helle Lichtquelle, in die wir nun kurz blicken, wieder ausgeschaltet. Dazu reichen Autoscheinwerfer oder sogar das Licht der Taschenlampe. Ersteres sollte kein Problem sein, da man das Teleskop nicht gerade auf einem Autobahnrastplatz aufbauen sollte. Um dem Licht der Taschenlampe zu entgehen, bietet es sich an, diese mit roter Folie zu bekleben. Das rote Licht stört die Nachtadaptation der Augen nur wenig. Hervorragend sind auch Taschenlampen, die man rot abblenden kann.

Das Teleskop braucht im Übrigen auch einige Minuten, um sich der Umgebungstemperatur anzupassen. Erst dann bringt die Optik die volle Leistung. Die Luftzirkulation im Tubus des Teleskops während des Abkühlens lässt das Bild förmlich wabern. Jetzt, nach dieser Wartezeit, ist es endlich soweit und wir blicken das erste Mal durch unser Teleskop. Am besten setzt man zuerst das schwach vergrößernde (langbrunnweitige) Okular ein, um mit kleiner Vergrößerung einen großen Ausschnitt (Gesichtsfeld) zu haben. Das gewünschte Objekt ist dann leichter aufzufinden. Unser erstes Objekt könnte nun zum Beispiel der Mond sein, oder ein Planet, je nachdem, was uns der Sternenhimmel anbietet. Ist von beiden nichts zu sehen, wagen wir uns vielleicht an einen Doppelstern oder Sternhaufen, den wir auf der Sternkarte entdeckt haben.

Ganz gleich, was wir beobachten, wir sollten dies in aller Ruhe tun. Der Himmel rennt uns nicht weg und das Leben hält uns noch viele Beobachtungsnächte bereit.

### 2.6.2 Tipps für die optimalen Beobachtungsbedingungen

Bei der Beobachtung von Sonne, Mond, Planeten und Sternen mit einem Teleskop spielen die Beobachtungsbedingungen eine wichtige Rolle. Dazu zählen der Beobachtungsort, die Sichtbedingungen, der Zustand des Teleskops sowie die Verfassung des Beobachters. Nur wenn alle Beobachtungsfaktoren stimmen wird es uns möglich sein, die optischen Fähigkeiten unseres Teleskops voll auszuschöpfen. Wenn wir unter schlechten Beobachtungsbedingungen arbeiten, kann dies leicht zu Enttäuschungen führen und der Eindruck entstehen, ein schlechtes Teleskop erworben zu haben. Die nachfolgenden Hinweise und Tipps werden ihnen helfen abzuwägen, ob sich der Aufbau des Teleskops lohnt oder nicht.

#### *Der Beobachtungsort*

Der Beobachtungsort sollte so dunkel wie möglich sein und sich fernab von irdischen Lichtquellen (Straßenlaternen, Autoscheinwerfern usw.) befinden. Der Blick sollte räumlich in alle Himmelsrichtungen möglich sein. Besonders auf Windschutz ist zu achten, damit das Teleskop nicht 'zittert'. Dies ist durch eine geeignete Windschutzvorrichtung, wie sie z. B. beim Camping an der See benutzt werden, möglich. Einen idealen Beobachtungsort werden wir in der Regel selten vorfinden, ohne weite Ortswechsel vorzunehmen. In den meisten Fällen wohnen wir in geschlossenen Siedlungen und unser Beobachtungsort ist der Garten, die Terrasse oder der Balkon. Um sich hier vor Lichteinfluss durch irdische Lichtquellen zu schützen kann ein Sonnenschirm verwendet werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, sich ein schwarzes Tuch beim Blick durch das Okular über Kopf und Teleskop zu stülpen, wie es früher die Fotografen in den Anfängen der Fotografie machten, um das Bild in der Kamera deutlich zu sehen. Letztendlich sollte unser Beobachtungsort einen festen Untergrund haben, damit unser Teleskop stabil steht. Die

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachtungstipps und Tricks

Beobachtung aus dem geheizten Wohnzimmer durch das geschlossene oder geöffnete Fenster ist unmöglich. Das Fensterglas würde zu viele Störungen verursachen. Außerdem würde der Temperaturunterschied zwischen Wohnzimmer und Garten zu Schlieren und somit zu schweren Störungen führen. Das Objekt ließe sich nicht scharfstellen.

### *Die Sichtbedingungen*

Das lokale Wetter und der Zustand der Erdatmosphäre beeinflussen die Qualität der Bilder in unserem Teleskop maßgeblich. Schließlich blicken wir bei astronomischen Beobachtungen stets durch eine Lufthülle, welche die Erde umgibt. Gemessen an ihrer Dicke entspricht die uns umgebende Atmosphäre in etwa der Schale eines Apfels. Wenn die Luft sich in starker Unruhe befindet und sich warme mit kalten Luftmassen vermischen sind sinnvolle Beobachtungen mit hohen Vergrößerungen kaum möglich. Dies erkennen wir daran, dass die Sterne in allen Farben funkeln und blinken. Vor allem in Winternächten machen sich unruhige Luftschichten sofort bemerkbar.

Eine weitere Erscheinung, sind dünne Eiswolken in großen Höhen, die ebenfalls unsere Beobachtung stören. Dies äußert sich in farbigen Ringen um Sonne oder Mond.

Die hellen Nächte des Sommers sind für die Beobachtung lichtschwacher Objekte auch nur bedingt geeignet. Wenn das Licht des Mondes den Himmels hintergrund erhellt, können wir ebenfalls erwarten, die Höchstleistung unseres Teleskops nicht auszureizen.

Die besten Bedingungen in Mitteleuropa haben wir meist im Herbst und im Frühling, wenn der Himmel klar ist, die Luftschichten ruhig und nicht vom Dunst getrübt sind. Das Licht der Sterne erscheint bereits mit bloßem Auge ruhig und der Himmels hintergrund mutet nach schwarzem Samt an.



Abb. 40: Ein Linsenteleskop mit aufgeschraubter Tauschutzkappe

### *Zustand des Teleskops*

Um das Teleskop an die Außentemperatur anzupassen wird es etwa 30 Minuten vor Beginn der Beobachtung ins Frische gestellt und ausgerichtet. Während der Beobachtung kann die Linse oder der Spiegel mit Feuchtigkeit beschlagen. Mit Hilfe eines Taschenofens, der beispielsweise in Angelgeschäften erhältlich ist, kann man die Linsen vom Tau befreien. Auch ein Fön kann hier gute Dienste leisten (ggf. in 12V-Ausführung für den Zigarettenanzünder des Autos).

Auf keinen Fall darf mit einem Tuch über die Optik gewischt werden, weil durch vorhandene Staubkörner Kratzer entstehen können. Ein Trick um den Feuchtigkeitsbeschlag zu verzögern besteht im Einsatz einer Tauschschutzkappe, die vorne auf den Tubus gesteckt oder geschraubt. Wenn nicht schon vorhanden, kann sie als Zubehör nachgekauft werden kann.

### *Zustand des Beobachters*

Astronomisches Beobachten ist kein Hochleistungssport. Es dient in erster Linie der Entspannung und Gewinnung neuer Erkenntnisse. Gehen Sie ausgeruht an die Sache heran. Beobachtungen im übermüdeten Zustand sind nicht ergiebig und strengen Körper und Geist an.

Noch ein Wort zu unserem wertvollen Organ, dem Auge. Die volle Leistungsfähigkeit des Auges entfaltet sich bei nächtlichen Beobachtungen erst nach etwa einer halben Stunde Aufenthalt im Dunkeln.

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Beobachtungstipps und Tricks

Der Durchmesser der Augenpupille kann bei jungen Menschen bis zu 8 mm betragen; erfahrungsgemäß nimmt der Wert mit zunehmendem Alter ab. Obwohl die Pupillen sich innerhalb von Sekunden den Lichtverhältnissen anpassen, so braucht das Auge bis zu 30 Minuten, um mittels körpereigener chemischer Hilfsstoffe die volle **Dunkelanpassung (Adaption)** zu erreichen. Bei hellem Licht geht diese Adaption innerhalb von Sekunden verloren und muss dann erst wieder neu aufgebaut werden. Daher ist Störlicht bei den Beobachtungen möglichst zu vermeiden.

Eine helle Lichtquelle, ein Autoscheinwerfer oder eine helle Taschenlampe macht die **Dunkelaadaption** der Augen sofort zunichte, so dass wir wieder eine halbe Stunde warten müssen, bis wir bestens an die Dunkelheit angepasst sind. Machen Sie einmal diese Erfahrung, Sie werden staunen!

### *Allgemeines zur Beobachtung:*

1. Stellen Sie sich schon vorab eine kleine Beobachtungsliste zusammen. So stehen Sie nicht überfordert vor dem funkelnden Firmament. Bedenken Sie dabei die jeweiligen Beobachtungsbedingungen. Der Vollmond wird Ihnen jede Freude an **Deep-Sky**-Beobachtung trüben, auch wenn Sie sich fern von irdischen Lichtquellen an einem geeigneten Beobachtungsplatz befinden. Nehmen Sie in dem Fall heller Objekte ins Visier.
2. Nehmen Sie sich nicht zu viele Objekte vor. Weniger ist mehr! Schauen Sie sich die Auffindkarten für Ihre Lieblingsobjekte vorher gut an. So werden Sie sie am Himmel auch schnell finden.
3. Blicken Sie ruhig erst durch ein Fernglas und orientieren Sie sich am Himmel. Im Teleskop ist das selbst mit schwacher Vergrößerung und dem folglich eingeschränktem Sehfeld oft nicht ganz einfach. Üben Sie.
4. Betrachten Sie die aufgefundenen Objekte ruhig etwas länger. Üben Sie einen entspannten Blick. Vermeiden Sie den starrten Blick, lassen Sie Ihr Auge über dem Okular schweben. Je länger man ein Objekt durchs Okular betrachtet, desto mehr Details erschließen sich dem Auge. Oft sind die optischen Lichteindrücke so schwach, dass man erst nach längerem Hinsehen die volle Leistungsfähigkeit des Teleskops und seines Seh- und Wahrnehmungsvermögens erlernt und nutzt. Das Auge denkt mit. Sie werden mit zunehmender Beobachtungserfahrung mehr erkennen als zu Beginn Ihrer astronomischen Laufbahn. Selbst Galilei (\* 1564, † 1642) und Newton (\* 1643, † 1727) mussten sich bei Ihren Beobachtungen mit kleinen Teleskopen den Himmel mit derselben Erfahrung erschließen. Viele folgten Ihnen, eifern auch Sie ihnen nach!
5. Führen Sie ein Beobachtungsbuch, dem Sie Ihre Eindrücke anvertrauen. Entweder in Schriftform oder Sie zeichnen die Objekte auf Papier.
6. Es muss nicht immer ein Foto sein. Man kann die gesehenen Objekte zeichnerisch skizzieren. Das Zeichnen ist unter **Deep-Sky**-Fans sehr beliebt und für den Anfänger sehr geeignet, da die Astrofotographie für Laien oft mit großen Schwierigkeiten verbunden ist. Verschiedene Bleistifte und Radiertechniken erschließen Ihnen eine Vielzahl von Objekten. Vergleichen Sie Ihre Zeichnungen mit den Fotografien der Profis und Sie werden überrascht sein.

### 2.7 Die schönsten Objekte rund um das Jahr

#### Winter

M42, der berühmte Orionnebel, befindet sich unterhalb der drei Gürtelsterne dieses markanten Sternbildes. Ein sehr heller Emissionsnebel und ein lohnendes Objekt für jedes Fernrohr!

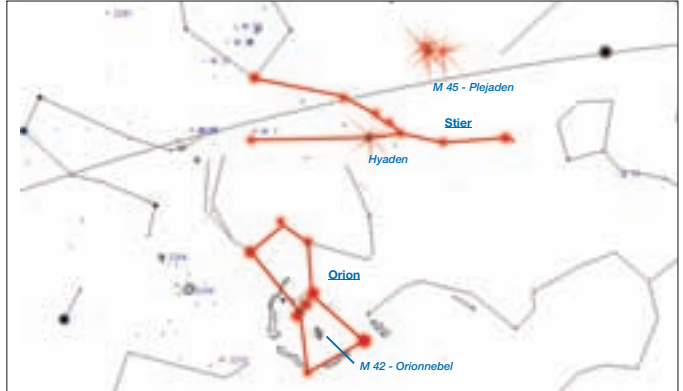


Abb. 41 Die sieben Töchter von Atlas, die Plejaden flüchten vor Orion, weil er so riesig ist

Die Hyaden zwischen den „Hörnern“ des Stiers und die Plejaden sind große sog. offene Sternhaufen. Besonders die Plejaden sind schon mit bloßem Auge sehr auffällig. Sie befinden sich nordwestlich des Orion und sollten mit kleiner Vergrößerung betrachtet werden.



Abb. 43: Die Aufnahme von J. Ware zeigt die Whirlpool-Galaxie, M51

#### Frühjahr

M 51, die sog. „Whirlpool-Galaxie“, befindet sich etwas unterhalb des linken Deichselsterns vom Großen Wagen. Es handelt sich um eine Doppel-

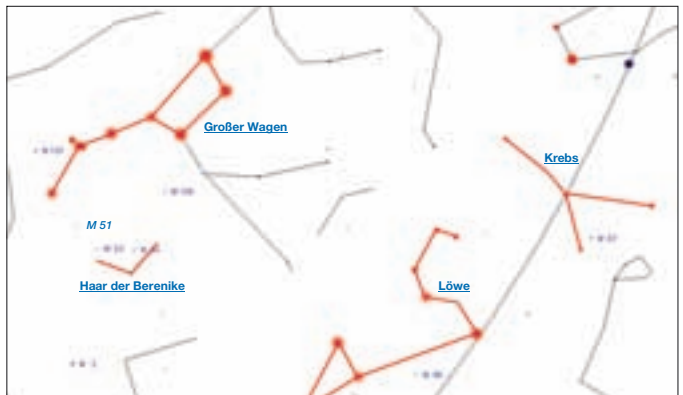


Abb. 42: Berenike, Gemahlin von Pharao Ptolemaios III, opferte vor lauter Liebe ihres Gemahls an Aphrodite für die gesunde Rückkehr ihres Gemahls aus dem Krieg

## 2. Der Blick auf den Sternenhimmel - Die schönsten Objekte im Jahr

galaxie, welche in Teleskopen mittlerer Größe am dunklen Himmel gut auszumachen ist. Fahren Sie für die Beobachtung also besser in ländliche Regionen. Die Lichtverschmutzung der Stadt macht es sehr schwer, dieses Objekt zu beobachten.

Die „Krippe“, M 44, ist ein großer offener Sternhaufen im Sternbild Krebs. Die großen Planeten Jupiter und Saturn ziehen oft in ihrer unmittelbaren Nähe vorbei, da sie nahe der **Ekliptik** liegt; ein sehr schöner Anblick!

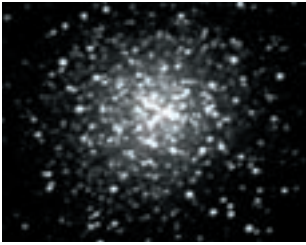


Abb. 45: Der Kugelsternhaufen M13, aufgenommen von J. Newton

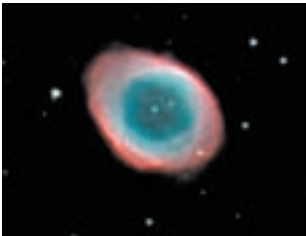


Abb. 46: Ringnebel M57, aufgenommen von M. Moilanen und A. Oksanen



Abb. 47: Die Spiralgalaxie M31 (in Andromeda), ein Foto von J. Ware

### Sommer

M 13 im Herkules ist der hellste Kugelsternhaufen des Nordhimmels. Bei höheren Vergrößerungen sind auch in kleineren Teleskopen aufgelöste Einzelsterne erkennbar.

M 57 ist der berühmte „Ringnebel“ in der Leier, der Prototyp eines planetarischen Nebels. Er befindet sich knapp unterhalb der Vega, zwischen den beiden unteren Randsternen. Leicht oberhalb, östlich der Vega, befindet sich Epsilon Lyrae, ein doppeltes Doppelsystem!

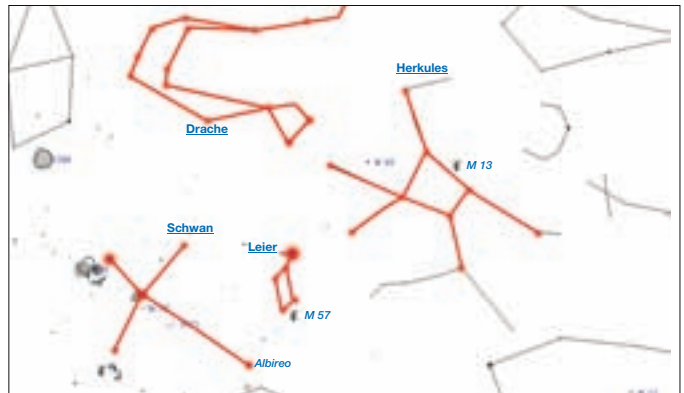


Abb.: 42: Herkules kämpft im Garten der Hesperiden mit dem Drachen

Den „Kopfstern“ des Schwans schließlich bildet Albireo, ein sehr hübscher Doppelstern mit deutlichem orangeblauen Farbkontrast. Ein lohnendes Objekt für jedes Teleskop!

### Herbst

M 31, der Andromedanebel ist mit etwa 2,2 Mio. Lichtjahren Distanz die uns nächste und größte sichtbare Galaxie nach den Magellanschen Wölken des Südhimmels. Er macht gut 3° (etwa die Breite des Daumens am ausgestrecktem Arm gesehen) am Himmel aus und ist bei guten Bedingungen schon mit bloßem Auge sichtbar. Heute weiß man, dass es kein Nebel, sondern eine Galaxie ist.

Etwas anspruchsvoller ist da schon M 33 im Sternbild Dreieck; aber auch diese Galaxie belohnt Geduld am Fernrohr mit vielen zarten Details.

### 3. Himmelsmechanik - Die Bewegung der Sterne

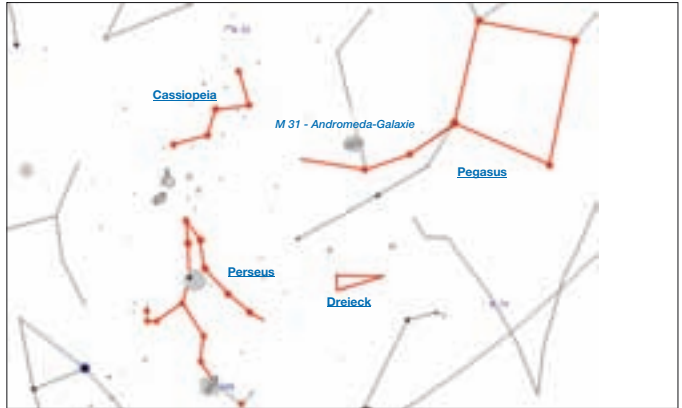


Abb. 48: Das beflügelte Pferd Pegasus entsprang der Medusa, nachdem Perseus sie besiegt hatte, und zog von da an den Streitwagen des Zeus.

h &  $\chi$  Persei schließlich ist ein großer Doppelsternhaufen südlich der Cassiopeia. Bei schwacher Vergrößerung im Teleskop oder auch im Fernglas bietet er einen prachtvollen Anblick in jeder Optik!

### 3. Grundlagen der Himmelsmechanik

#### Die Bewegung der Sterne

Der Einsteiger/ Anfänger wird anfangs durch die scheinbare Bewegung der Sterne verunsichert. Die Sterne behalten die scheinbare Entfernung zueinander bei. Doch Sie erscheinen jede Nacht an einer etwas anderen Position und bewegen sich dann weiter. Einige Sterne und Sternbilder sind ganzjährig am Nachthimmel sichtbar, andere entschwinden nach einigen Stunden am westlichen Horizont, neue Sterne und Sternbilder erscheinen an deren Position. Die „Bewegung“ der Sterne ist sehr langsam und für Beobachter kaum zu erkennen. Richtet man aber ein Teleskop mit höherer

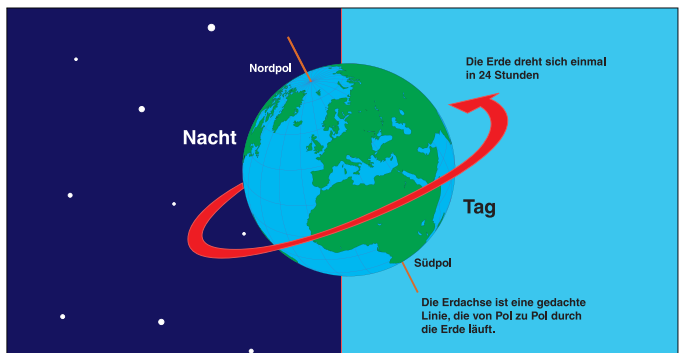


Abb. 49: Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um ihre eigene Achse. Diese Erdachse ist wiederum nicht senkrecht, sondern um  $23,27^\circ$  gegenüber der Bahnebene um die Sonne geneigt.

### 3. Himmelsmechanik - Zirkumpolare Sterne

Vergrößerung auf einen Stern, so wird der Stern nach einigen Minuten aus dem Gesichtsfeld des Teleskops verschwinden und man muss das Teleskop auf die neue Sternposition „nachführen“. Durch ein Experiment kann man ganz leicht feststellen, dass sich die Positionen der Sterne verändern (ein Hinweis darauf, dass die Erde sich dreht):

Suchen Sie einen hellen Stern oder ein Sternbild, das über einem markanten, feststehenden Punkt auf der Erde erscheint, ein Haus, ein Baum oder ein Mast eignen sich dafür sehr gut. Stellen Sie jetzt die Uhrzeit fest und beobachten die Position des Sterns oder des Sternbilds eine Stunde später. Was stellen Sie fest?

Sie werden feststellen, dass sich die Sterne westwärts in Bezug auf den Markierungspunkt bewegt haben. Dabei haben sie ihre Position zueinander nicht verändert.

Wenn Sie diese Sterne in den folgenden Nächten wieder um dieselbe Uhrzeit beobachten, stellen Sie fest, dass diese jede Nacht etwa vier Minuten früher über dem Markierungspunkt stehen. Dreht sich die Erde langsamer als einmal in 24 Stunden um die eigene Achse?

Ja! Sie braucht genau 23 Stunden, 56 Minuten und 26 Sekunden. Diese Differenz wird über die Schalttage ausgeglichen.

#### Zirkumpolare Sterne und Sternbilder

Befinden wir uns auf dem fünfzigsten nördlichen Breitengrad über dem Äquator, so steht der Himmelsnordpol genau 50 Grad über dem Nordhorizont. Alle Sterne, die weniger als 50 Winkelgrade vom Polarstern entfernt stehen, gehen an unserem Beobachtungshorizont niemals unter. Man nennt diese Sterne „zirkumpolar“. Je südlicher wir uns befinden, desto tiefer steht der Polarstern am Himmel und es verkleinert sich der Bereich der Zirkumpolarsterne. Am Äquator gibt es somit keine Zirkumpolarsterne mehr. Genau auf dem Nordpol und dem Südpol hingegen gehen die Sterne niemals auf oder unter, sie kreisen immer in konstanter Höhe um den Horizont.



Abb. 50 Wenn Sie sich um 4:15 (links) die Plejaden und das Sternbild über einem markanten Punkt einprägen, dann werden sie eine Stunde später feststellen, dass sich die Sterne nach Westen bewegt haben. Jedoch haben Sie die Position zueinander beibehalten.



### 3. Himmelsmechanik - Zirkumpolare Sterne/Polarstern fotografieren

Abgesehen von den Zirkumpolarsternbildern ist die Auswahl an verfügbaren Himmelsobjekten von der Jahreszeit abhängig. Mittels einer drehbaren Sternkarte kann man für den jeweiligen Beobachtungsplatz die Sichtbarkeit der Sternbilder zu jeder Jahreszeit ermitteln. Weitere Orientierungshilfen bieten die erwähnten Jahrbücher und Fachzeitschriften. Nach diesen Grundlagen möchten wir nun einige sehenswerte Objekte vorstellen. Wir beschränken uns hierbei auf leichte und mittelschwere Objekte:

**Zirkumpolare Sternbilder:** Die Sternbilder Großer und Kleiner Bär, Luchs, Cassiopeia, Cepheus, Giraffe und Eidechse gehen in unseren Breiten niemals unter. Man kann sie zu jeder Jahreszeit beobachten. Dabei sind die Beobachtungsbedingungen auch vom Beobachtungstermin abhängig, denn auch zirkumpolare Sternbilder stehen mal tief oder hoch am Himmel.

Der Polarstern ist zu jeder Zeit gleich gut sichtbar. Er steht dem Himmelspol sehr nahe und ist, was viele nicht wissen, ein Doppelstern. Etwa 18 **Bogensekunden** neben „Polaris“ kann man ein schwaches Sternchen ausmachen. Der Große Bär beinhaltet das berühmteste Doppelsternpaar des Himmels. Mizar und Alkor, die wir schon in der Einführung beschrieben haben. Die beiden lassen sich gerade noch mit dem bloßen Auge trennen und gelten seit jeher als Augenprüfer. Im Teleskop finden wir neben Alkor einen weiteren Begleiter, der nur 14 **Bogensekunden** Abstand hat und ein physikalischer Doppelstern ist. Mizar und Alkor stehen hingegen nur räumlich so nah beieinander.

Ein tieferer Stern ist im Sternbild Cepheus zu finden. Wegen seiner Farbe wird  $\mu$ -Cephei als Granatstern bezeichnet.  $\beta$ -Cephei ist ein schöner Doppelstern. Zwei Sterne unterschiedlicher Helligkeit stehen im Abstand von 13 **Bogensekunden** beieinander.

Die fünf hellsten Sterne der Cassiopeia bilden das auffällige Himmels-„W“. Im Fernglas können wir die offenen Sternhaufen M103 und M52 ausmachen, die Mitglieder unserer Milchstraße sind.

$\eta$ -Cassiopeia ist ein Doppelstern. Ein gelblicher und ein rötlicher Stern umkreisen sich gegenseitig im Abstand von 13 **Bogensekunden**.

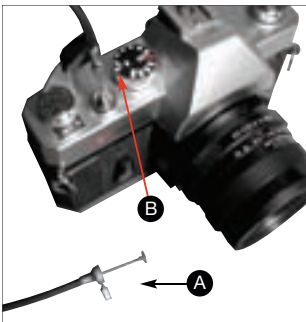


Abb. 51: Eine klassische Spiegelreflex-Kamera mit Drahtauslöser (A). Die Belichtungszeit steht auf „B“.

#### **Zirkumpolare Sterne und der Polarstern fotografieren**

Zirkumpolare Sterne kann man fotografisch sichtbar machen. Und zwar am besten zu Beginn des Jahres. Im Sommer ist es nachts zu hell für solche eine Aufnahme.

Teleskope mit **äquatorialer** Montierung und Nachführmotoren oder Computersteuerung eignen sich für die Astrofotografie.

Sie benötigen dazu eine Kamera mit einem Drahtauslöser, einen empfindlichen Film (400 ASA/27 DIN oder weniger reichen völlig aus) und ein standfestes Stativ. Wichtig ist, dass der Verschluss der Kamera über die Funktion „B“ (beliebig) bei der Wahl der Belichtungszeit verfügt. Damit können wir den Verschluss der Kamera für eine beliebige Zeit offen lassen und den Film über eine lange Zeit belichten.

Legen Sie den Film in die Kamera ein, stellen die Filmempfindlichkeit ein und drehen das Rad der Belichtungszeit auf Stufe „B“. Die Kamera wird

### 3. Himmelsmechanik - Zirkumpolare Sterne/Polarstern fotografieren

nun auf dem Stativ verschraubt und auf einige helle Sterne ausgerichtet. Schrauben Sie den Drahtauslöser auf den Auslöserknopf. Stellen Sie den Fokus auf (Unendlich). Die Blende wird vollständig geöffnet. Öffnen Sie nun durch he reindrücken und f eststellen d es K ameraauslösers den Verschluss der Kamera für mindestens 30 Minuten. Je nach Empfindlichkeit des eingesetzten Filmes können Sie ein solches Bild mit bis zu zwei Stunden und mehr Belichtungszeit anfertigen. Fixier en Sie den Drahtauslöser nach dem Her eindrücken mit der Feststellschraube. W enn die Zeit verstrichen ist, lösen Sie die Feststellschraube einfach wieder und der Verschluss schließt sich wieder.

Trick: bevor Sie den Drahtauslöser betätigen, ebenso vor Beendigung der Aufnahme, empfiehlt es sich das Kameraobjektiv mit einer dunklen Pappkarton abzudecken. So verwackeln Sie das Bild nicht und die entstehenden Sternstriche bzw. Sternbögen zeigen keine Zacken am Anfang und am Ende der Aufnahme. Währ end der Belichtungszeit ist der Sucher der Kamera nicht verfügbar.



Abb. 53: Gleiches Bild wie rechts: Eingezeichnet ist hier der Bereich der zirkumpolaren Sterne, die nicht untergehen.

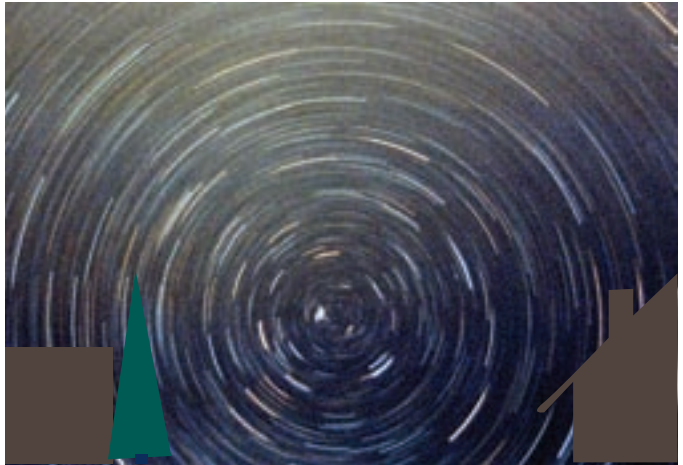


Abb. 52: Während der Belichtung des Filmes ziehen die Sterne am Nachthimmel weiter. Auf dieser Aufnahme – die im Frühjahr entstand – wird sichtbar, welche Sterne zu keiner Zeit hinter dem Horizont verschwinden, d. h. „untergehen“. 2 Stunden-Aufnahme, mit einem 400 ASA-Film aufgenommen

Wenn Sie den Film bei Ihrem Händler zur Entwicklung bringen, weisen Sie unbedingt darauf hin, dass es sich um astronomische Aufnahmen handelt. Ansonsten werden die Bilder bei der automatischen Entwicklung nicht abgezogen. Versuchen Sie verschiedene Belichtungen. Experimentieren Sie!

Auf den Aufnahmen wird sichtbar, dass sich die Sterne in unterschiedlichen Bahnen scheinbar um einen Mittelpunkt drehen. Dieser Mittelpunkt ist der Polarstern.

Bei Sternen, die auf dem Foto als Kreisbogen sichtbar sind, handelt es sich um die erwähnten zirkumpolaren Sterne, d. h. diese Sterne sind in der Nacht immer am Himmel zu sehen und sie gehen nie am Horizont unter, sie kreisen immer in der Polgegend des Himmels.

### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

#### In welchem Himmelsareal finden wir „zirkumpolare“ Sterne?

Wenn wir uns nach Norden wenden, finden wir das Sternbild des Großen Wagens, ein Teil des großen Bären. Dieses Sternbild ist „zirkumpolar“ d.h. wir können es in jeder Nacht zu jeder Zeit am Himmel sehen.

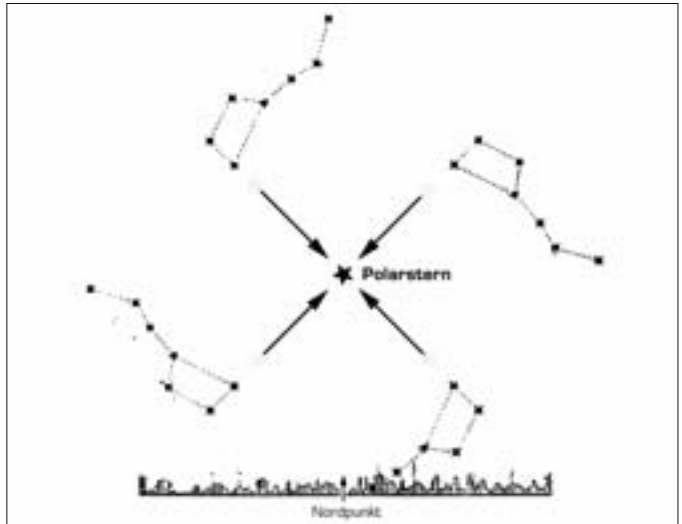


Abb. 54: Die Grafik zeigt den Bereich der zirkumpolaren Sterne zwischen Polarstern und Nordpunkt

Je nach Jahreszeit ist der Große Bär dicht über dem Horizont zu sehen, manchmal steht dieses Sternbild beinahe senkrecht über uns. Wie auch immer die Stellung sein mag, die beiden hintersten Sterne des „Wagenkastens“ geben immer die Richtung zum Polarstern an.

Denken wir uns eine Linie, die vom Polarstern senkrecht zum Horizont fällt. Diese Linie trifft den Horizont im sogenannten Nordpunkt. Alle Sterne, die zwischen Polarstern und Nordpunkt liegen, können niemals unter den Horizont tauchen: Sie sind zu jeder Zeit des Jahres sichtbar, es handelt sich um zirkumpolare Sterne.

#### 3.1 Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

Stellen Sie sich vor, Ihr Teleskop steht fest installiert und zeigt zu einer bestimmten Zeit auf Sirius, den hellsten Stern am nördlichen Himmel, dann würden Sie genau nach einer Erdumdrehung Sirius wieder im Okular erblicken und durch das Gesichtsfeld eines Okulars bewegen sehen. Die Erde dreht sich in Wirklichkeit schon in 23 Stunden, 56 Minuten und 26 Sekunden einmal um ihre eigene Achse. Blickten wir 24 Stunden später durch das Okular, so hätten wir den Durchgang von Sirius im Okular um genau 3 Minuten und 34 Sekunden verpasst. Aus diesem Grund geht ein helles Objekt wie Sirius täglich um genau diese 3 Minuten und 34 Sekunden früher auf. In zehn Tagen also rund 35 Minuten. Das gleiche gilt für die anderen nicht zirkumpolaren Sterne. Dasselbe gilt natürlich auch

### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

für Sternbilder, die somit täglich etwa 4 Minuten früher aufgehen. Beobachten Sie Sirius, den Hauptstern im Sternbild „Großer Hund“ über einem markanten Punkt Ihres Beobachtungshorizontes und notieren Sie sich über einen Zeitraum von zehn Tagen täglich um welche Uhrzeit er dort seine Position einnimmt. Nach zehn Tagen müsste Sirius etwa 35 Minuten früher diese Position passieren. Die Dauer einer Erdumdrehung nennt man astronomischer Erdtag oder auch siderischer Tag.

Wir Menschen haben der Einfachheit halber den Tag in 24 Stunden eingeteilt und nehmen dabei in Kauf, dass sich dadurch die Sternbilder im Laufe des Jahres Tag um Tag verschieben und somit die typischen Frühlings-Sommer-Herbst und Wintersternbilder in den Abendstunden darbieten.

#### 3.1.1. Warum gibt es Schalttage und Schaltjahre?

Unser Himmel, im astronomischen Sinne gesehen, ist sehr vielfältig, denn im Laufe einer Sonnenumrundung beschreibt die Erde eine Ebene um die Sonne und bewegt sich dabei sehr kreisförmig um das Zentralobjekt unseres Sonnensystems.

Bei dieser Umrundung dreht sich die Erde in etwa 365-mal um sich selbst und somit um ihre Polachse. Es vergehen 365 Sonnenaufgänge und Sonnenuntergänge und etwas weniger als 6 Stunden. Kalendarisch vereinbaren die Menschen vor langer Zeit das Jahr habe 365 Tage. Die Natur jedoch benötigt dafür eben ein paar Stunden mehr.

Alle vier Jahre gesteht man der Natur diese Zeitschuld der echten Umrundungsdauer von 365 Tagen zu und fügt alle vier Jahre einmal einen zusätzlichen Tag in unseren Kalender ein.

Damit verhindern die Menschen, dass kalendarisch gesehen die Jahreszeiten sich alle vier Jahre um einen Tag nach hinten verschieben. Ihr Geburtstag bleibt beispielsweise am 27. August, da ändert sich nichts. Das Wetter jedoch schon. Im Frühling gibt es ein Datum, also einen kalendarischen Tag an dem zu einem Zeitpunkt die Sonne zwölf Stunden über dem Horizont und zwölf Stunden unter dem Horizont sichtbar ist, dem Frühlingsbeginn am 21.3. eines jeden Jahres. Bezogen auf das Jahreswetter bedeutete dies eine stetige Verschiebung der Wetterzeiträume durch alle Kalendermonate, einmal in etwa  $365 \times \sim 4$  Jahre. Ein feststehender Geburtstag, beispielsweise der sommerliche 5. Juli würde sich jahreszeitlich in den Frühling bewegen. Es gibt sehr viele Bräuche und Sitten, kulturelle Riten überall auf der Welt, die sehr vom Wetter abhängen. Durch das Beifügen eines zusätzlichen Ausgleichstags, dem Schalttag, belässt man diese Feste und Ereignisse an einem beschlossenen Kalendertag und stellt sicher den Frühlingsanfang jährlich pünktlich am 21. März beginnen zu lassen.

Den Zeitpunkt nennt man das Datum der Frühlings-Tag- und Frühlings-Nachtgleiche. Die Sonne steht zeitlich mittig in diesem Zeitraum immer an einem bestimmten Punkt des Himmels, dem Frühlingspunkt. Verergisst man den Schalttag alle vier Jahre hinzuzufügen, so würde die Sonne den Frühlingspunkt nach vier Jahren erst am 22. März, also einen Tag später erreichen. Somit würde sich der Frühlingsanfang alle vier Jahre um einen Tag verschieben. Bitte verwechseln Sie das nicht mit der Tatsache, dass die Erdrotation etwas weniger als 24 Stunden beträgt.

Die Regelung, dass ein Tag 24 Stunden habe und das Jahr eben 365 Tage stellt nur eine praktische Erleichterung für uns Menschen dar. Ein Erdjahr

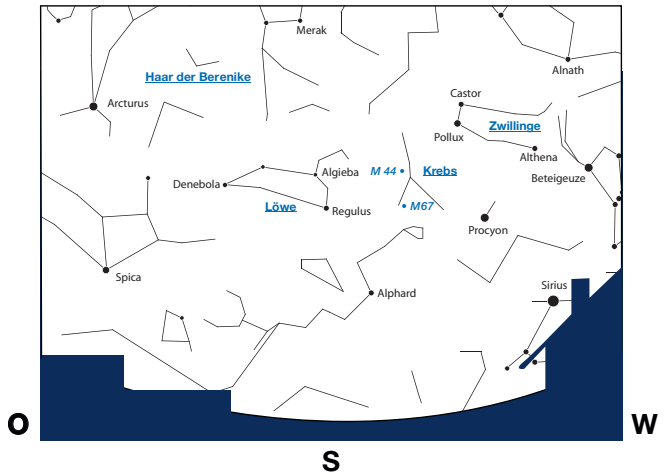
### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

(astronomisch) und das irdische Jahr (kalendarisch) unterscheiden sich somit.

#### Das Frühjahr:

Das dominierende Sternbild des Frühjahrshimmels ist der Löwe. Der Löwe ist leicht zu erkennen, er hat eine sehr markante Erscheinung. Man findet im Sternbild Löwe einige Galaxien, die allerdings wegen ihrer recht geringen Helligkeit nicht ganz einfach zu finden sind. Es handelt sich dabei um M65 und M66 sowie um M96, allesamt Spiralgalaxien.

#### Frühjahr



Etwas westlich vom Sternbild Löwen steht das Sternbild Krebs. Der Krebs ist ein eher unscheinbares Sternbild, in dem zwei wunderschöne offene Sternhaufen stehen. Die prachttvolle Krippe oder Bienenkorb, wie der Sternhaufen M 44 volkstümlich genannt wird, ist schon im Fernglas schön in Einzelsterne aufgelöst. Man kann mindestens 40 Sterne in etwa 500 Lichtjahren Entfernung erkennen. Etwas weiter südlich findet man den offenen Sternhaufen M 67, der zwar wesentlich kleiner ist, aber aufgrund seiner höheren Sternkonzentration genau so beeindruckt. Der Sternhaufen ist etwa 2700 Lichtjahre entfernt.

Östlich des Löwen findet man das Sternbild Haar der Berenike und südlich davon die Jungfrau. Attraktion dieser Sternbilder ist der Virgohaufen. Richtet man sein Teleskop in Richtung des Virgohaufen und durchmusterst dieses Gebiet aufmerksam, fallen einige kleine verschwommene „Sterne“ auf. Es handelt sich dabei um sehr weit entfernte Galaxien, die oft erst bei genauerem Hinsehen als Galaxien erkannt werden können. Die Entfernung dieses Galaxienhaufens ist mit über 40 Millionen Lichtjahren angegeben.

Das ist natürlich nur ein kleiner Teil des sichtbaren Himmels. Ein Blick auf eine detaillierte Sternkarte offenbart eine Fülle an weiteren Objekten. Die noch recht dunklen Nächte im Frühjahr und das oft überraschend gute Wetter lassen diese Nächte oft kurzweilig werden.

### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

#### Der Sommer:

Im Sommer wird es erst spät oder gar nicht ganz dunkel. Dies ist für astronomische Beobachtungen nicht von Vorteil. Bei klarem Wetter und angenehmen Temperaturen macht das Beobachten dennoch Spaß. Mondlose Nächte sind trotzdem noch dunkel genug um die Sommermilchstraße zu bewundern. Schon mit dem Fernglas scheint man im Sternenmeer zu ertrinken. Lehnen Sie sich zurück! Die Milchstraße liefert uns mit ihren vielen feinen Sternhaufen und Gasnebeln viel Unterhaltung. Die drei Hauptsternbilder, deren Hauptsterne man als Sommerdreieck bezeichnet, sind der Schwan, die Leier und der Adler mit ihren hellen Sternen Deneb, Wega, und Altair. Das Sternbild Schwan, das im Band der Milchstraße liegt, beherbergt einen der schönsten Doppelsterne überhaupt. Das Sternpärchen nennt sich Albireo und stellt den Kopf des Schwans dar. Im Abstand von 34 **Bogensekunden** stehen ein gelblicher Stern und ein saphirblauer Stern. Man kann hier wunderschön die unterschiedlichen Farben der Sterne erkennen.

#### Sommer

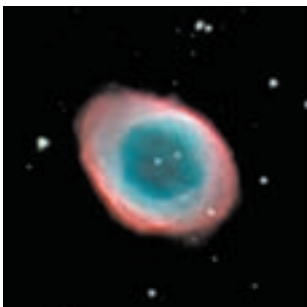
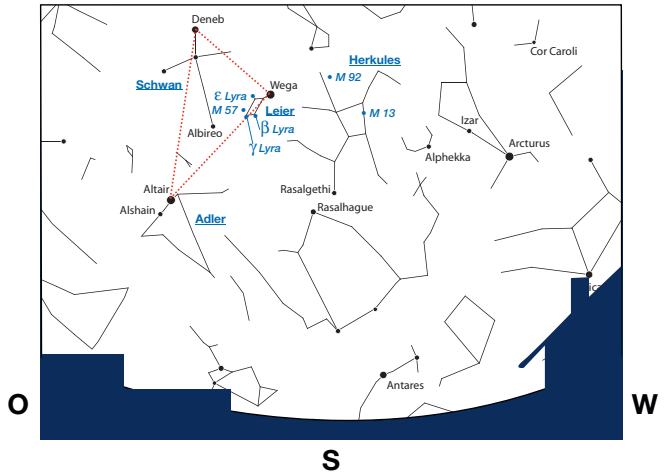


Abb. 46: Ringnebel M57, aufgenommen von M. Moilanen und A. Oksanen

In der Leier findet man ebenfalls einen schönen Doppelstern, der  $\epsilon$ -Lyrae genannt wird.  $\epsilon$ -Lyrae steht in Nähe der Wega. Die beiden Komponenten stehen 207 **Bogensekunden** auseinander, das ist fast  $1/10$  des Monddurchmessers. Bei höherer Vergrößerung und gutem **Seeing** kann man die beiden Sterne noch mal in zwei dicht beieinander stehende Sterntruppen, die etwa zweieinhalb **Bogensekunden** von einander entfernt sind. Wir haben es hierbei mit einem echten Vierfach-System zu tun, also Sterne die räumlich ein Gravitationsystem bilden ähnlich dem Erde-Mond-System.

Das wohl bekannteste Objekt der Leier ist der Ringnebel der Leier oder M57. Um dieses Juwel zu finden, müssen wir unser Teleskop auf  $\gamma$ -Lyrae richten und dann langsam zu  $\beta$ -Lyrae schwenken. Bei schwacher Vergrößerung kann man auf halben Weg einen schwachen Rauchkringel erkennen. Bei höherer Vergrößerung wird die Ringstruktur noch deutlicher. Bei diesem Objekt handelt es sich um einen **planetarischen Nebel**, der aber trotz des Namens nichts mit Planeten zu tun hat. Vielmehr sieht man die Staub- und Gashülle eines implodierten Sterns, die durch den heißen Sternrest, einem **weißen Zwerg**, zum Leuchten angeregt wird.

### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

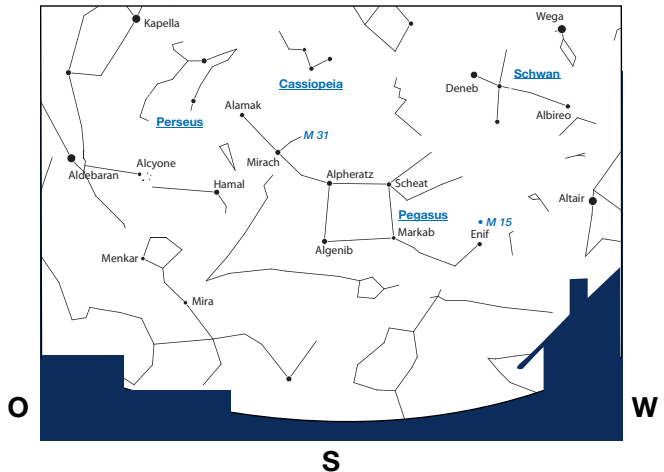
Westlich der Leier findet man das Sternbild Herkules, das auch zwei Objekte des **Messierkataloges** beherbergt. Zum einen den Kugelsternhaufen M 92 zum anderen den Kugelsternhaufen M 13, der als der schönste Kugelsternhaufen des nördlichen Himmels gilt. M 13 kann schon mit dem Fernglas als kleines, verwaschenes „Sternchen“ ausgemacht werden. Doch die wahre Schönheit am Himmel offenbart er im Teleskop. Man kann schon in kleinen Teleskopen die Randpartien der Einzelsterne erkennen.

Bereits mit einem Fernglas können wir tief in das Band der Milchstraße eintauchen. Bewegen wir das Fernglas nach Süden in Richtung Sternbild Schütze, so können wir bei guter Horizontsicht einige Gasnebel und Sternhaufen entdecken. Unter ihnen ist zum Beispiel der Wildenten-Sternhaufen im Sternbild Schild, der bei vielen Amateurastronomen als Lieblingsobjekt gilt. Dazu zählen auch der Omega-Nebel und der Adlernebel, welche aus riesigen Wasserstoffwolken bestehen und als Geburtsstätte für Sterne gelten.

#### **Der Herbst:**

Im Herbst verabschieden sich langsam die Sommersternbilder und bereits nach Mitternacht hat man die Möglichkeit einen Blick auf den kommenden Winterhimmel zu riskieren. Die merklich längeren Nächte lassen es zu, bereits am Abend mit den astronomischen Beobachtungen zu beginnen. Das auffälligste Sternbild im Herbst ist der Pegasus. Pegasus hat einige Galaxien zu bieten, die jedoch sehr schwach leuchten. Lohnenswerter ist da schon der Kugelsternhaufen M 15, der 31.000 Lichtjahre entfernt ist. M 15 ist zwar nicht ganz so imposant wie M 13, lässt sich aber auch in Einzelsterne auflösen.

#### **Herbst**



Östlich vom Sternbild Pegasus befindet sich das Sternbild Andromeda. In diesem Sternbild befindet sich eine der berühmtesten Galaxien überhaupt, der Andromedanebel oder M31 genannt. Dieser 2,2 Millionen Lichtjahre entfernte Spiralnebel ist bereits in dunklen Nächten als verwaschener „Stern“ erkennbar. Im Teleskop sieht man auf jeden Fall den hellen Kern unserer Nachbargalaxie. Wegen der Größe des Objekts am Himmel kann man auch nur einen Teil der Galaxie in das Gesichtsfeld eines Teleskops

### 3. Himmelsmechanik - Warum ändert sich der Himmel über das Jahr?

bringen. Schaut man sich in der Nachbarschaft des Kerns um, erahnt man bereits weitere Details der Spiralarme. Die Andromedagalaxie hat zwei Begleitgalaxien, die leicht zu erkennen sind. Zum einen die Galaxie M 32 und die Galaxie NGC 205, beides elliptische Galaxien.

Die Sternbilder Cassiopeia und Perseus stehen im Herbst sehr hoch. Die beiden Sternbilder sind noch in der Milchstraße angesiedelt und bieten einige wunderschöne offene Sternhaufen. Der schönste Sternhaufen, vielleicht sogar der schönste überhaupt, steht im Sternbild Perseus. Es ist der Doppelsternhaufen  $\eta$  und  $\zeta$  Persei (NGC 884/NGC 889). Diese beiden stehen nur 50 **Bogenminuten** auseinander und sind bei eits im Fernglas als hübsches Pärchen zu erkennen. Durch Ihr Teleskop ist dieses sehr schön zu betrachtende Objekt mit weniger als 50-facher Vergrößerung am besten zu sehen. Wir sehen dann auf einen 8000 Lichtjahr entfernten Doppelsternhaufen mit jeweils rund 400 Sternen.

#### Der Winter:

Da die Nächte im Winter zeitig beginnen, kann man schon in den frühen Abendstunden mit der „Arbeit“ beginnen. Es gehört schon viel Liebe zum Hobby, bei Temperaturen unter null Grad lange durchzuhalten. Die richtige Kleidung, warme Getränke und ein Platz zum Aufwärmen sind gute Vorbedingungen für eine dennoch angenehme Beobachtungsnacht. Die Beobachtung in kalten Winternächten lohnt sich allemal, denn der Winterhimmel hat einige spektakuläre Ansichten zu bieten. Die Sternbilder Fuhrmann, Stier, Zwillinge und Orion dominieren den Winterhimmel mit ihren hellen Sternen. Diese Sternbilder haben aber noch mehr zu bieten. Blicken wir zum Sternbild Stier, das gleich mit zwei hellen offenen Sternhaufen auftritt. Zum einen präsentiert das Sternbild Stier die

#### Winter

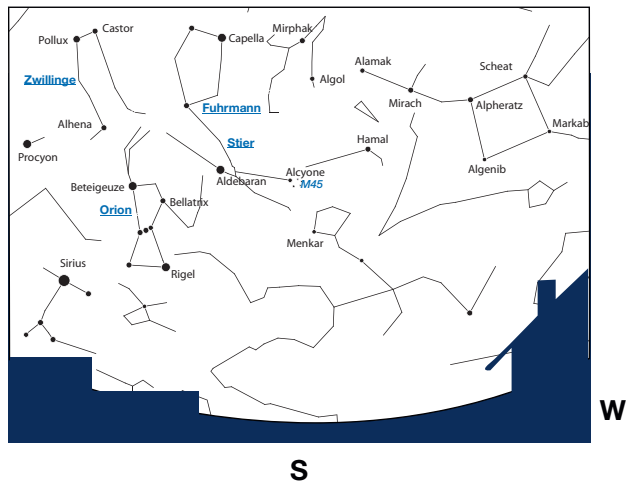


Abb. 30 Der offene Sternhaufen der Plejaden, M45, von C. Kimball

Plejaden, die auch als Siebengestirn bezeichnet werden, zum anderen die Hyaden, in dessen Zentrum der helle Stern Aldebaran steht. Die Plejaden bestehen aus mindestens 500 jungen Sternen, die vor etwa 100 Millionen Jahren entstanden. Mit dem bloßen Auge kann man mindestens sechs Sterne sehen, bei guten Bedingungen sogar bis zu neun. Die Plejaden (M 45) stehen nahe der Erdbahnebene und bekommen daher hin und wieder Besuch



### 3. Himmelsmechanik - Gebrauch der drehbaren Sternkarte

vom Mond, der zu interessanten Sternbedeckungen führt. Die Hyaden stellen auch einen offenen Sternhaufen dar, der sich in der Nähe der Ekliptikebene befindet, so nennt man die Ebene, welche durch die jährliche Sonnenumrundung der Erde beschrieben wird. Dort wandert der Mond ebenfalls regelmäßig hindurch. Der Stern Aldebaran ist kein Hyadenstern, er steht räumlich vor den Hyaden.



Abb. 55: Der Krebsnebel, M 1, aufgenommen von J. Newton

Im Sternbild Stier steht das Objekt M 1, der erste Eintrag im **Messier-Katalog**. M 1 ist der Überrest einer Supernova, die sich im Jahre 1054 n. Chr. ereignete und in China auch schriftlich dokumentiert wurde. Wegen seiner Erscheinungsform wird M 1 auch Krebsnebel genannt. Im Zentrum des Krebsnebels befindet sich ein schnell rotierender Pulsar, der die umgebende Materie eindrucksvoll zum Leuchten anregt.

Das Sternbild Fuhrmann liegt in der Milchstraße und bietet neben dem hellen Stern Capella einige offene Sternhaufen. Diese sind zwar nicht so hell wie die Hyaden und Plejaden, sind aber wegen der Sternreichtums lohnende Objekte. Es handelt sich um die Sternhaufen aus dem **Messier-Katalog**: M 36, M 37 und M 38, die als Nebel im Fernglas zu erkennen sind.



Abb. 56: Der Orionnebel, M 42, aufgenommen von C. Kimball

Eines der bekanntesten Wintersternbilder ist das Sternbild Orion, das an den Himmelsjäger Orion in der griechischen Mythologie erinnert. Markant sind die drei Gürtelsterne, die auch Jakobsstab genannt werden. Auffälligstes Objekt ist der Orionnebel (M 42), der das Schwert des mythologischen Himmelsjägers Orion symbolisiert. Der Nebel ist der hellste Gasnebel unseres Himmels. Eine gewaltige Wasserstoffwolke wird durch junge, heiße Sterne zum Leuchten angeregt. Mitten im Orionnebel kann man eine Konstellation aus vier Sternen sehen, die als Trapezsterne bezeichnet werden. In größeren Teleskopen sind noch zwei weitere Sterne sichtbar. Der Orionnebel ist 1.600 Lichtjahre entfernt und hat einen Durchmesser von über 66 **Bogenminuten**. Er ist damit am Firmament viermal größer als die Vollmondscheibe. Im Teleskop fällt aber nur das helle Zentrum auf.

Südöstlich des Sternbilds Orion befindet sich das Sternbild des Großen Hundes. In ihm leuchtet der hellste Stern des Himmels. Der Hundstern oder auch Sirius genannt scheint wegen seiner Horizontnähe in allen Farben zu flimmern.

Nördlich des Sternbilds Orion befindet sich das Sternbild Zwillinge. Zu den hellsten Sternen der Zwillinge zählt der Stern Castor. Im Teleskop präsentiert sich Castor als Doppelstern. Die beiden Sterne sind am Himmel nur 3 **Bogensekunden** voneinander entfernt. Ein schönes Objekt in den Zwillingen ist der offene Sternhaufen M 35, der bereits im Fernglas als Nebelfleckchen ausgemacht werden kann.

#### 3.2 Gebrauch der drehbaren Sternkarte

Um Beobachtungsnächte besser planen zu können, gibt es neben den Sternkartenprogrammen für Computer praktische drehbare Sternkarten, gefertigt aus Kunststoff oder Pappe. Auf ihnen stellt man an einer Skala am Rande des kreisförmigen Instrumentes das Beobachtungsdatum und die gewünschte Uhrzeit ein. Ein kreisförmiges Schablonenfenster zeigt nun den sichtbaren Himmelsausschnitt an, der am gewünschten Beobachtungstag zu einer bestimmten Zeit sichtbar sein wird. Hier wird kurz erläutert, wie man mit solch einer Karte praktisch umgeht. Wichtig wäre noch zu erwäh-



Abb. 57: Die drehbare Sternkarte ist ein praktischer Helfer zum Planen der Beobachtungssitzung

### 3. Himmelsmechanik - Gebrauch der drehbaren Sternkarte



Abb. 57: Die drehbare Sternkarte ist ein praktischer Helfer zum Planen der Beobachtungssitzung

nen, dass es sowohl für die Nordhalbkugel als auch für die Südhalbkugel der Erde verschiedene Karten zu kaufen gibt. Achten Sie also beim Erwerb der Karte darauf.

#### Wichtig

**Die Ortszeit drehbarer Sternkarten ist für die nördliche Hemisphäre für Mitteleuropa ausgelegt. Für die Sternkarte gilt die mitteleuropäische Zeit (MEZ). Während der Sommerzeit ziehen Sie bitte von der Ortszeit eine Stunde ab (dies hat mit der Umstellung von Winterzeit auf Sommerzeit zu tun).**

#### Wenn es ganz genau sein soll:

Ermitteln Sie den Längengrad Ihres Ortes (z. B.  $10^\circ$  Ost für Hamburg) und die Differenz zum Bezugsmeridian für die MEZ ( $15^\circ$  Ost). Also  $15^\circ - 10^\circ = 5^\circ$ . Diese Differenz multiplizieren Sie mit 4. Das Ergebnis sind nun die Minuten, die Sie von der MEZ noch abziehen müssen. Sie haben nun die so genannte wahre Ortszeit an Ihrem Beobachtungsort. Diese können Sie nun an der Sternkarte einstellen.

Auch im Internet gibt es Möglichkeiten, diese Daten herauszusuchen. Die Seite [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com) ist eine solche leistungsfähige Datenbank.

#### Was kann ich im Moment sehen?

Drehen Sie den oberen Teil der Sternkarte so, dass sich die MEZ bzw. die wahre Ortszeit mit dem aktuellen Datum decken. Drehen Sie nun die gesamte Karte so, dass der jeweilige Horizont (Nord, Süden, Osten, Westen) mit Ihrer Blickrichtung an Ihrem geographischen Ort übereinstimmt. Nun stellt der Kartenausschnitt den tatsächlichen Himmelsanblick für diesen Augenblick dar.

#### Wo steht die Sonne?

Drehen Sie den Zeiger so, dass er sich mit dem aktuellen Datum deckt. Dort wo nun der Zeiger die Linie der Ekliptik (die scheinbare Sonnenbahn am Himmel) schneidet, ist der momentane Ort der Sonne von Ihrem Ort aus betrachtet.

Wann wird es hell oder dunkel? Stellen Sie, wie oben beschrieben, den Ort der Sonne ein. Drehen Sie nun den oberen Teil der Karte so, dass der Ort der Sonne sich mit einer Dämmerungslinie deckt. Die drehbare Sternkarte ist entsprechend gekennzeichnet. Es gilt:

- bürgerliche Dämmerung - hellste Sterne erkennbar
- nautische Dämmerung - Sternbilder erkennbar
- astronomische Dämmerung - Beginn/Ende der völligen Nachfinsternis

#### Wo stehen Mond oder Planeten?

Schlagen Sie in einem astronomischen Jahrbuch die Koordinaten des gewünschten Planeten nach. Drehen Sie nun den Zeiger, bis die **Rektaszension** (Stundenwert) des Planeten auf dem Stundenkreis eingestellt ist. Die **Deklination**, also die Winkelhöhe über dem Himmelsäquator (angegeben in Grad) wird ebenfalls an der Zeigerskala abgelesen. Hinweis: Mond und Planeten befinden sich immer auf bzw. in der Nähe der Ekliptik. Das hat mit der Geschichte unseres Sonnensystems zu tun.

#### Ermitteln der momentanen Sternzeit

Die Sternzeit (ST, sidereal time) wird zum Positionieren des Teleskops von Himmelsobjekten mit Hilfe der Koordinaten benötigt. Drehen Sie den obe-

ren Teil der Sternkarte so, dass sich Datum und Ortszeit decken. Drehen Sie den Zeiger so, dass er genau auf den Südpunkt der Karte zeigt. Nun können Sie an der Stundenskala die Sternzeit (Stundenwinkel des Frühlingspunktes) ablesen.

### 3.3 Warum kann man nur einen Teil des Himmels sehen?

Die Antwort ist sehr einfach. Die Erde ist eine Kugel und wir können auf der Wiese liegend in den Himmel blickend seitlich in Richtung Horizont nicht um die Erdkrümmung sehen. Es bietet sich uns ein Himmel, den wir räumlich mit einer sehr großen transparenten Halbkugel beschreiben können. Sichtbar wird die Erdkrümmung an Küstengebieten, am Strand kann man mit einem Fernglas oder Teleskop am Horizont Segelschiffe auf und untergehen sehen, sofern keine Havarie vorliegt, eine Folge der Erdkrümmung. Weil die Erde kugelförmiger Gestalt ist, wird sie immer nur zu einer Hälfte durch die Sonne beschienen. Die gegenüberliegende Seite befindet sich im Schatten und bildet die Nachtseite. So können wir von der Erde aus immer nur eine Hälfte des Firmaments überblicken.

#### 3.3.1 Sehfeld des Auges

Andererseits können wir mit unseren Augen höchstens einen Winkel von  $110^\circ$  in unserem eigenen Gesichtsfeld auf einmal überblicken. Davon nur  $5^\circ$  scharf bei gesundem Auge; diese werden jedoch mehr oder weniger unbewußt so gesteuert, dass das, was von Interesse ist, automatisch in dem  $5^\circ$  Bereich zentriert wird. Wenn das Eigengesichtsfeld eines Okulars nun viel kleiner als das Gesamtgesichtsfeld des Auges ist, so spricht man von einem sog. Tunnelblick: man sieht nur einen kleinen Bereich, umgeben von Schwärze. Gute Standardokulare haben ein Eigengesichtsfeld von ca.  $50^\circ$ , womit bereits komfortabel beobachtet werden kann. Darüber hinaus gibt es auch Weitwinkelokulare mit einem Eigengesichtsfeld von teilweise bis über  $80^\circ$  - hiermit entsteht beim Beobachten der Eindruck, nicht mehr durch ein Fernrohr zu blicken sondern quasi im Weltraum vor dem Objekt zu schweben, da das Okular nun fast das gesamte Gesichtsfeld des Auges ausleuchtet.

## 4. Teleskope

### 4.1 Das Teleskop als Beobachtungsinstrument

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, worauf es bei der Beobachtung des Sternenhimmels ankommt, sollten wir einige Sätze den Aufgaben eines Teleskops widmen. Möchte man der Werbung glauben schenken, ist das Teleskop ein Vergrößerungsglas, das den Himmel in möglichst bis zu 600-facher Vergrößerung oder mehr zeigt und uns mit bunten Gasnebeln verwöhnen soll. Bei der praktischen Beobachtung werden wir sehr schnell erkennen, dass dem nicht so ist. Im Gegenteil: Viele Objekte sehen bei relativ kleiner Vergrößerung am imposantesten aus. Die Vergrößerung ist zwar wichtig, aber nicht der entscheidende Faktor für die Leistungsfähigkeit Ihrer Instrumente. Die Fähigkeit Licht zu sammeln (Lichtstärke) und der Bildkontrast der Optik sind wichtige Eigenschaften, die gute Teleskope auszeichnen. Es gibt mehrere Bauarten von Teleskopen, die alle mit Vor- und Nachteilen behaftet sind. Den Alleskönner, der alle Bedürfnisse befriedigt, gibt es leider nicht.

Beginnen wir also zuerst mit einer kleinen Exkursion über Bauarten von Teleskopen. Man unterscheidet hierbei grob in Linsenteleskope und Spiegelteleskope.

## 4. Teleskope - Das Teleskop als Beobachtungsinstrument



Abb. 58: Linsen-Einsteigerteleskop, Bauart Fraunhofer Achromat mit 70 mm Öffnung.

**Refraktoren** (Linsenteleskope) bestehen zumeist aus einem Objektiv, aufgebaut aus zumeist zwei Linsen, die nur durch einen Luftspalt getrennt sind (**achromatische** Linsen). Das Objektiv sammelt das einfallende Licht und bündelt es im Brennpunkt. Ein **Okular** im Brennpunkt vergrößert das Bild. Den Abstand zwischen Objektiv und Brennpunkt nennt man **Brennweite**.

Bei **Reflektoren** (Spiegelteleskopen) wird die Aufgabe des Objektivs von einem nach innen gewölbten (parabolischen) Hohlspiegel übernommen. Der Spiegel befindet sich im hinteren Teil des Tubus. Er sammelt ebenfalls das einfallende Licht und bündelt es im Brennpunkt. Zwischen dem Brennpunkt, in dem wieder das **Okular** eingesetzt ist, und dem Hauptspiegel, befindet sich ein Fangspiegel, der das gebündelte Licht zum **Okular** umlenkt. Es gibt im Wesentlichen zwei Bauarten von Spiegelteleskopen. Beim Spiegelteleskop nach Newton wird das Licht um 45° seitlich umgelenkt. Das **Okular** befindet sich in der Regel im oberen Bereich des Tubus und man schaut seitlich in das Teleskop.



Abb. 59: Spiegel-Einsteigerteleskop, Bauart Newton Reflektor mit 114 mm Öffnung.

Bei **Cassegrain-Teleskopen** ist der Hauptspiegel mittig durchbohrt, der Fangspiegel ist hierbei ebenfalls mittig im Strahlengang gegenüber dem Hauptspiegel am vorderen Tubusende montiert und wirft das Bild zurück durch die Hauptspiegelbohrung zum Tubusende in Richtung **Okular**. Das **Okular** befindet sich wie beim Linsenteleskop am hinteren Tubusende.

Beide Bauarten haben ihre Vorzüge und Schwächen. Die Kaufentscheidung für ein Teleskop muss der Astronom selber treffen, je nach Einsatzgebiet und Größe des eigenen Budgets.

**Refraktoren** sind von der Bildqualität den Spiegelsystemen gleicher Größe überlegen. Sie sind gegenüber Dejustage unempfindlich und daher sehr wartungsarm. Diese Eigenschaften machen das Linsenteleskop zum idealen Einsteigerinstrument.

### 4.2 Optik

Grundsätzlich unterscheidet man bei astronomischen Teleskopen zwei Optikkonzepte: das Reflektorteleskop (Spiegelteleskop) und das Reflektorteleskop (Linsenteleskop)

#### 4.2.1 Refraktor (Linsenteleskop)

Ein Linsenteleskop besteht aus einer Objektivlinse und einem **Okular**. Wichtig ist, dass die Objektivlinse **achromatisch** (Doppellinse mit Luftspalt) ist. Der Durchmesser der Objektivlinse ist mitentscheidend für die Lichtstärke des Teleskops. Vorteile eines Linsenteleskops gegenüber einem Spiegelteleskop:

- kein Lichtverlust durch Fangspiegelabschattungen (**Obstruktion**) wie bei Reflektoren
- hervorragende Bildschärfe

#### 4.2.2 Reflektor (Spiegelteleskop)

Die gebräuchlichste Bauart von Spiegelteleskopen ist nach ihrem Erfinder, Sir Isaac Newton (\* 1643, † 1727), benannt. Newtonreflektoren besitzen einen sphärisch – bei besseren Ausführungen parabolisch – geschliffenen Hohlspiegel, dessen Oberfläche mit Aluminium bedampft ist. Die Lichtstrahlen werden nach Reflektion am Hauptspiegel kurz vor dem Brennpunkt mittels eines planen, um 45° geneigten Fangspiegels um 90°



Abb. 60: Spiegel-Fortgeschrittenenteleskop, Bauart Schmidt-Cassegrain mit 203 mm Öffnung.

## 4. Teleskope - Optik und Mechanik

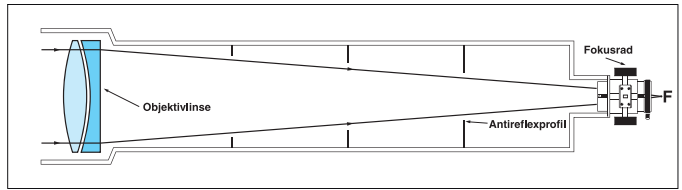


Abb. 61 Der optische Aufbau der Linsenteleskope beinhaltet ein optisches Design, bei dem das Licht von links kommend durch ein zweilinsiges Objektiv tritt und im Brennpunkt (F) fokussiert wird.

umgelenkt, so dass der Brennpunkt außerhalb des Haupttubus liegt, in dem dann das **Okular** eingesetzt wird.

### Was ist nun besser, Linsenteleskop oder Spiegelteleskop?

Eine Antwort darauf lässt sich gerade für Amateurzwecke nur schwer geben. Ganz allgemein kann man wohl von der Faustregel ausgehen, dass ein Spiegelteleskop bestimmter Öffnung einem Linsenfernrohr mit gleicher Öffnung vor allem an Bildqualität und Bildauflösung ein wenig unterlegen ist.

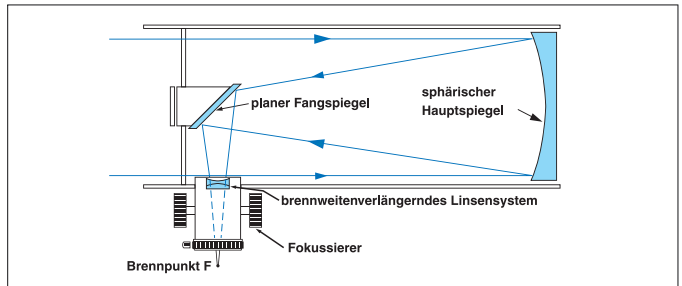


Abb. 62: Der optische Aufbau der Newton Spiegelteleskope beinhaltet ein brennweitenverlängerndes, achromatisches Linsensystem, das die Kombination von langer Brennweite und kurzem Tubus erlaubt.

## 4.3 Mechanik

Bei einem Teleskop werden eine ganze Reihe verschiedenster mechanischer Baugruppen verbaut, die sich nicht nur von ihrer Bau- und Funktionsweise, sondern auch von ihrer Bedienung unterscheiden. Wir haben bereits erwähnt, dass ein stabiles Stativ und eine solide Montierung für eine befriedigende Himmelsbeobachtung unerlässlich sind. Bei den Montierungen unterscheidet man zwei Grundtypen, die hier im Folgenden näher erläutert werden.

### 4.3.1 Azimutale Montierung

Bei der **azimutalen** Montierung ist der Teleskopkörper, auch Optiktubus genannt, in eine Gabel eingehängt und das Rohr kann vom Benutzer horizontal und vertikal bewegt werden. Die **azimutale** Montierung ist empfehlenswert für den astronomischen Einsteiger. Objekte am Himmel können schnell mit Leichtigkeit eingestellt werden.



Abb. 63 Ein azimutal montiertes Teleskop



Abb. 64: Ein parallaktisch montiertes Teleskop

### 4.3.2 Parallaktische Montierung oder Äquatorialmontierung

Aufwendigere Teleskope sind in der Regel mit einer **äquatorialen** Montierung ausgestattet. Die Nachführung erfolgt über zwei dreiehbare senkrecht aufeinander stehende Achsen (**Deklinations-** und **Stundenachse**). Die **äquatoriale** Montierung wird mit einer Achse, der Stundenachse auf den Polarstern gerichtet und fixiert. So orientiert kann die Montierung mit dem Teleskop nur in einer Achse, eben der Stundenachse nachgeführt werden und damit der Erddrehung entgegenwirken. So bleibt das Objekt des **Okulars** immer in Gesichtsfeldmitte. Ein Nachführmotor gleicht die Drehung der Erde um ihre Polachse in genau entgegengesetzter Richtung aus. Diese Motoren erhält man für viele Modelle optional im Fachhandel.

Die Ausrichtung der Montierung (der Stundenachse) und des Teleskop-  
tubus auf den Polarstern und die weitere Handhabung der Montierung  
erfordert Wissen um die Koordinaten am Himmel und etwas praktische  
Erfahrung in der Astronomie. Für astronomische Fotografien ist eine  
**äquatoriale** Montierung unbedingt erforderlich.

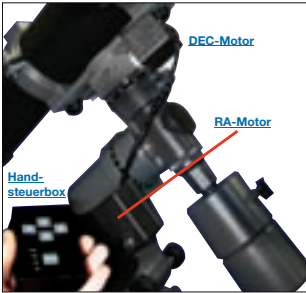


Abb. 65: Ein parallaktisch montiertes Teleskop mit nachgerüsteten Motoren

### 4.3.3 Nachführmotoren

Ist das Teleskop mit einer **äquatorialen** Montierung ausgestattet, können daran oft elektrische Nachführmotoren angeschlossen werden.

Empfehlenswert ist ein Nachführmotor für die Stundenachse. Damit kann eine synchrone Nachführung der scheinbaren Sternbewegung am Himmel erfolgen.

Ein Nachführmotor für die **Deklinationsachse** ist zwar sehr komfortabel bei der Beobachtung - allerdings nicht zwingend erforderlich. Mit der Deklination bezeichnet man die Höhe eines Sternes in Winkelgraden über dem Himmelsäquator.

## 4.4 Zubehör

Für die Vielfalt von Teleskoptypen gibt es eine ebenso große Vielfalt an optionalem Zubehör. Für den Einsteiger stellt sich sehr schnell die Frage, was an Zubehör wichtig ist, was sinnvoll sein kann oder welche Dinge gar völlig unnützlich sind. Man sollte sich immer darüber im Klaren sein, welchen Typ von Teleskop man besitzt, welche Beobachtungsideen man verwirklichen möchte, ob man neben der visuellen Beobachtung auch erste Schritte in Richtung Astrofotografie gehen möchte.



Abb. 66: Im Zubehörsortiment diverser Hersteller gibt es für jeden Zweck das richtige Okular.

### 4.4.1 Okulare

Die Aufgabe eines Fernrohr-Okulars besteht in der Vergrößerung des Bildes, das von der Hauptoptik des Teleskops erzeugt wird. Jedes **Okular** besitzt eine bestimmte **Brennweite**, die in Millimetern (mm) angegeben wird. Je kleiner diese **Brennweite** ist, desto höher fällt die entsprechende Vergrößerung aus. Ein **Okular** der **Brennweite** 9 mm liefert beispielsweise eine höhere Vergrößerung als ein **Okular** mit einer **Brennweite** von 26 mm.

### 4.4.2 Wichtige Tipps zur Okularauswahl

Die Güte eines **Okulars** wird, unabhängig von seiner **Brennweite**, durch sein scheinbares Gesichtsfeld, das Einblickverhalten und die Eignung für schnelle Öffnungsverhältnisse bestimmt (große Öffnung / kurze Brennweite).

### Das scheinbare und absolute Gesichtsfeld

Das scheinbare Gesichtsfeld kann man sich vorstellen, als den Winkel, unter dem man das vom Teleskop erzeugte Bild sieht. Als Beispiel nehmen wir einmal ein **Okular** mit einem Eigengesichtsfeld von  $10^\circ$ .  $10^\circ$  sind nur ein Bruchteil des Bildfeldes, das das Auge sehen kann. Das Bild erscheint wie durch eine lange Röhre betrachtet. Bei einem Eigengesichtsfeld von  $70^\circ$  nähern wir uns bereits dem Winkel, den auch unser Auge sieht. Ein Blick durch so ein **Okular** wird mehr einem klaren Blick durch ein Fenster ähneln, mit nur einer leichten runden Begrenzung.

**Okulare** mit schwacher Vergrößerung bieten ein großes Gesichtsfeld, helle und kontrastreiche Bilder und strengen auch bei längeren Beobachtungen Ihr Auge relativ wenig an. Um mit dem Teleskop ein Objekt einzustellen, empfiehlt es sich, mit einem schwach vergrößernden **Okular** anzufangen – wie zum Beispiel mit dem Super-Plössl 26 mm. Wenn das gewünschte Objekt eingestellt und in die Gesichtsfeldmitte geholt worden ist, möchten Sie bestimmt bald auf ein stärker vergrößerndes **Okular** umsteigen. Damit können Sie das Bild so weit vergrößern, wie es die gerade herrschenden Sichtbedingungen erlauben.

Dieses Gesichtsfeld errechnet sich (näherungsweise) aus dem scheinbaren Gesichtsfeld des **Okulars** (z. B.  $60^\circ$ ) und der aktuellen Vergrößerung des Teleskops mit diesem **Okular**. Beispiel: Eigengesichtsfeld  $60^\circ$ , Vergrößerung 100x, also  $60/100 = 0,6$ . Das bedeutet, das tatsächliche Gesichtsfeld beträgt  $0,6^\circ$ . Sogenannte Weitwinkel-**Okulare** bieten daher bei gleicher Vergrößerung (wenn die **Brennweite** identisch ist) ein größeres Gesichtsfeld und i. d. R. auch einen komfortableren Einblick.

### Das Einblickverhalten

Von größter praktischer Bedeutung für die Beobachtung ist das Einblickverhalten eines **Okulars**. Je leichter und unverkrampfter man das Objekt sehen kann, desto öfter wird das **Okular** verwendet werden. Bei Tag findet man das Gesichtsfeld eines **Okulars** sehr schnell, es bildet sich als helles Scheibchen im **Okular** ab. Bei Nacht wird die Situation schwieriger. Das Bild des Objekts ist dunkel, die Augenhöhle des **Okulars** ist schwarz und ringsum ist es auch dunkel. Ist das Einblickverhalten nicht optimal, so muss man die einmal gefundene Position des Auges hinter dem Okular strikt einhalten, sonst verschwindet das Bild wieder. Das führt zu einer verkrampften Haltung, die den Beobachtungskomfort beeinträchtigt.

### Die minimale Vergrößerung:

Ein Teleskop soll Licht sammeln, und an das **Okular** weiterleiten und im Fokus konzentrieren. Das Okular „liefert“ also wieder ein Lichtbündel für das Auge, die sogenannte Austrittspupille (AP). Dieses Austrittsbündel darf nicht unendlich groß werden: Wird die Austrittspupille größer als die Pupille des Auges, so geht Licht verloren.

Die Größe der Austrittspupille ergibt sich zu:

$$\text{Austrittspupille} = \text{Okularbrennweite in mm} \times \text{Öffnungsverhältnis}$$

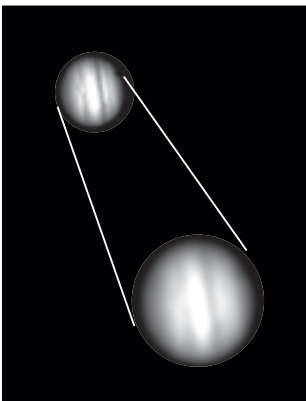


Abb. 67: Der Planet Jupiter in der richtigen, scharfen Vergrößerung (oben) und in der falschen verschwommenen Vergrößerung (unten).

**Beispiel:** Die Helligkeit eines Himmelsobjekts im Okular ist nicht von der Vergrößerung, der **Brennweite** oder der Öffnung des Teleskops abhängig, sondern ausschließlich vom Durchmesser der Austrittspupille. Deren Durchmesser (je größer, desto heller) errechnet sich wie folgt: **Brennweite Okular/Öffnungsverhältnis** Teleskop. Beispiel: Teleskop mit  $f/10$ , **Okular** mit 40 mm **Brennweite**.  $40/10 = 4$  mm Austrittspupille.

### Hinweis:

die Austrittspupille eines Okulars sollte nicht größer als 7 mm sein; mehr kann das menschliche Auge nicht aufnehmen und es würde zu einem Lichtverlust (Bildinformationsverlust) kommen.

Die maximal sinnvolle Austrittspupille liegt also bei ca. 6mm, die minimale bei 0,5-1 mm. Wird die AP kleiner, werden Fehler im Glaskörper und die Tränenflüssigkeit des Auges sichtbar.

### Die Vergrößerung richtig errechnen:

Die Vergrößerung eines Teleskops ergibt sich aus der **Brennweite** des Teleskops und der **Brennweite** des verwendeten **Okulars**. Zur Berechnung der Vergrößerung des entsprechenden **Okulars** teilen Sie die **Brennweite** des Teleskops durch die **Okularbrennweite**. Nehmen wir doch mal ein 26 mm-**Okular** als Beispiel. Die **Brennweite** unseres Teleskops beträgt 2000 mm. Nun rechnen wir wie folgt:

$$\text{Okularvergrößerung} = \frac{\text{Teleskopbrennweite}}{\text{Okularbrennweite}} = \frac{2000 \text{ mm}}{26 \text{ mm}} = 77x$$

Die Vergrößerung dieses **Okulars** beträgt also annähernd 77-fach

### Blick durch ein Plössl-Okular

Plössl-**Okulare** sind aufgrund ihrer hohen Bildschärfe und des guten **Kontrasts** sehr beliebt. Sie werden meistens an Einsteigerteleskopen für ebenfalls normale Beobachtungen von 1-2 Stunden eingesetzt. Sehr gute Bildschärfe, akzeptables Einblickverhalten. Im Bild links können Sie ein Beispiel sehen, wie groß das Gesichtsfeld ist.

### Kann man überhaupt eine „zu hohe“ Vergrößerung wählen?

Ja, man kann! Der häufigste Fehler, der von Einsteigern begangen wird, ist, das Teleskop „überzuvergrößern“. Es wird dabei eine sehr hohe Vergrößerung gewählt, die das Teleskop konstruktionsbedingt, wetterbedingt oder lichtbedingt gar nicht liefern kann. Behalten Sie sich deswegen bitte immer im Hinterkopf, dass ein gestochenes scharfes, aber geringervergrößertes Bild viel schöner anzusehen ist, als ein hochvergrößertes, aber völlig verschwommenes Bild, an dem Sie garantiert keine Freude haben werden (Abb. 67). Vergrößerungen über 200x sollten nur bei absolut ruhiger und klarer Luft gewählt werden.

Die meisten Beobachter sollten drei oder vier zusätzliche **Okulare** zur Hand haben, um den gesamten Bereich an möglichen Vergrößerungen mit Ihrem Teleskop auszunutzen.

**Faustregel für max. sinnvolle Vergrößerung:**  $\varnothing$  Objektiv (mm)  $\times$  2

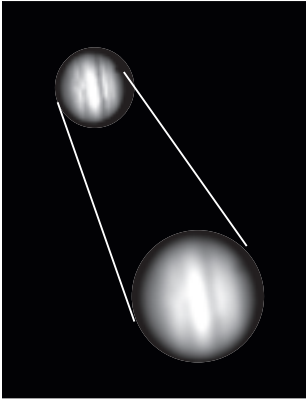


Abb. 67: Der Planet Jupiter in der richtigen, scharfen Vergrößerung (oben) und in der falschen verschwommenen Vergrößerung (unten).

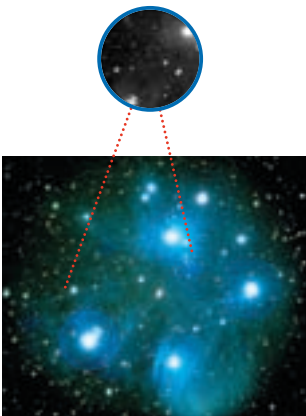


Abb. 68: Der offene Sternhaufen der Plejaden: Oben der Ausschnitt, den das Okular abbildet, darunter das Original





Abb. 69 Bei Mond- und Planetenbeobachtung werden die verschiedensten Filter eingesetzt.

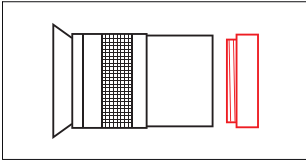


Abb. 70: Alle Filter haben ein Okulargewinde und werden einfach in das untere Ende eines Okulars eingeschraubt.

### Hinweis:

Die Sichtbedingungen schwanken von Nacht zu Nacht sehr stark und hängen ganz wesentlich vom Beobachtungsort ab. Luftturbulenzen treten auch während sehr klarer Nächte auf und verzerren die Abbildung der Objekte. Sollte ein Objekt verschwommen und schlecht aufgelöst erscheinen, gehen Sie auf ein **Okular** mit geringerer Vergrößerung zurück. Damit gewinnen Sie ein schärferes und besser definiertes Bild.

### 4.4.3 Filter

Farbfilter sind ein beliebtes Hilfsmittel bei der Mond- und Planetenbeobachtung. Sie steigern den **Kontrast** für bestimmte Details, die ohne Filter schlecht oder überhaupt nicht zu sehen sind. Grundsätzlich gibt es bei der Beobachtung zwei Probleme: (a) Überstrahlung, wobei die Grenze zwischen zwei Gebieten eines Beobachtungsobjektes mit unterschiedlicher Helligkeit „ausfranst“ oder einfach verschwimmt, weil das Auge mit dem **Kontrast** bei großer Helligkeit überfordert ist; und (b) benachbarte Gebiete haben ähnliche Färbungen, aber nur geringe Intensitätsunterschiede. Beide Effekte bewirken, dass die Kombination Auge-Gehirn beide Details nicht mehr gut getrennt wahrnehmen kann und deshalb versucht beide Objekte als ein einziges darzustellen, was natürlich unerwünscht ist.

In beiden Fällen helfen Farbfilter. Im ersten Fall wird durch die Reduzierung der Helligkeit die einfallende Lichtmenge auf das Auge zugeschnitten und das Objekt kann besser gesehen werden; im zweiten Fall wird durch den Einsatz von Filtern einer bestimmten Farbe das eine Detail verstärkt und gleichzeitig das andere abgeschwächt, sodass der **Kontrast** zwischen beiden Details zunimmt und erkannt werden kann. Der Einsatz des richtigen Farbfilters entscheidet darüber, ob ein Detail gesehen werden kann oder nicht; ob Sie also z. B. dr ei oder eben fünf Wirbel in der Jupiteratmosphäre sehen können. Abhängig von den atmosphärischen Bedingungen sowohl auf der Erde als auch auf dem Planeten, den Sie beobachten, können die Unterschiede zwischen „mit“ und „ohne“ Filter gewaltig sein!

### 4.4.4 Fotografisches Zubehör

Ein Teleskop kann – je nach Modell und Ausstattung – nicht nur zum Beobachten von Landschaften und dem Sternhimmel dienen. Es kann auch in ein Teleobjektiv für Ihre Spiegelreflexkamera verwandelt werden. Mit dieser Anordnung können Sie Ihre visuellen Eindrücke auch fotografisch festhalten. Es gibt für die verschiedenen Teleskoptypen eine Vielzahl sinnvoller Zubehörs, mit dem Sie Ihre Kamera anschließen können und Ihr Teleskop in ein leistungsstarkes Teleobjektiv verwandeln.

Bei der Astrofotografie sind vor allem zwei Dinge wichtig:

- eine äußerst genaue Fokussierung
- eine präzise und erschütterungsfreie Nachführung

Für die meisten Teleskope sind Adapter zum Anschluss von Spiegelreflexkameras an das Teleskop erhältlich. Hierbei wird die Kamera ohne Objektiv im so genannten Primärfokus des Teleskops angeschlossen; das Teleskop wirkt so als Teleobjektiv.

Bei der DS-Bauweise ist zu beachten, dass, bedingt durch die **Alt-Azimutale** Aufstellung, keine Belichtungszeiten von länger als ca. 1 min.

## 4. Teleskope - Fotografisches Zubehör



Abb. 71: Eine Spiegelreflexkamera ist über den Fotoadapter mit dem Fotoanschluss des Teleskops verbunden.



Abb. 72: Eine analoge Spiegelreflexkamera ist über den Projektions- und Fokal-Adapter mit dem Okularauszug des Teleskops verbunden.

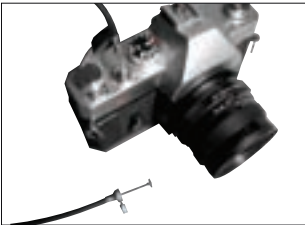


Abb. 73: Eine analoge Spiegelreflexkamera mit Drahtauslöser

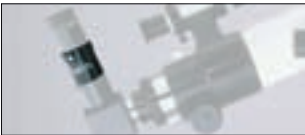


Abb. 74: Barlow-Linse



Abb. 75: Amici-Prisma

möglich sind, da sonst eine merkliche Bildfelddehnung auftritt. Für kurzzeitige Belichtungen von Planeten eignet sich diese azimutale Montierung noch recht gut. Dies kann bei einem Teleskop durch eine polare Aufstellung mit der Polhöhenwaage vermieden werden.

Sofern vorhanden, sollte bei der Kamera die Spiegelvorauslösung aktiviert werden, um eine Erschütterung des Teleskops durch das Auslösen zu vermeiden.

Zur Belichtung selber: Bei hellen und großen Objekten wie z.B. dem Mond kann die Belichtungsautomatik der Kamera genutzt werden. Bei **Deep-Sky**-Objekten wie Galaxien, Nebeln etc. sind die Lichtwerte viel zugering; hier muss man mit einer Empfindlichkeit ab 400 ASA mehrere Minuten belichten. Digitalkameras sind hierbei von Vorteil: Sie sind im Vergleich zu Kleinbild-Filmkameras erheblich empfindlicher. Außerdem lässt sich hier aufgrund des eingebauten Displays die Schärfe besser beurteilen und einstellen.

### Wichtig:

Da bereits minimale Abweichungen der Nachführung während der Belichtung das Foto ruinieren (Die Sterne werden zu Strichen verzogen), ist besonderer Wert darauf zu legen, dass das Teleskop so genau wie möglich eingrichtet wird. Bei **parallaktischer** Aufstellung ist die Einordnung vor der Aufnahme mehrfach zu kontrollieren und ggf. zu korrigieren.

**Fotoadapter für Spiegelreflexkameras:** Diesen Adapter schrauben Sie einfach auf das rückwärtige Ende und befestigen daran den kameraspezifischen T2-Ring (optional erhältlich).

### 4.4.5 Sonstiges Zubehör

**2x Barlow-Linse (1<sup>1/4</sup>):** Diese Barlow-Linse verdoppelt die Leistung eines jeden **Okulars** unter Beibehaltung einer guten Bildfeldkorrektur. Ein 9mm **Okular** ergibt an einem Linsenteleskop mit 700 mm Brennweite eine Vergrößerung von 78x; zusammen mit der **Barlowlinse** liefert dasselbe **Okular** 156x.

**45° Amici-Prisma:** Der **Zenitspiegel** eines Linsenteleskops richtet die Bildorientierung zwar auf, belässt sie aber seitenverkehrt. Für terrestrische Anwendungen ist es wünschenswert, ein vollständig richtig orientiertes Bild zu haben. Dies wird mit dem Amici-Prisma erreicht, das einen bequemen 45°-Einblick bietet und genau wie ein normales 1 1/4" Zenitprisma in den 1 1/4" Okularhalter des Teleskops gesteckt wird.

### 5. Schnelleinstieg

#### 5.1 Welches Teleskop für wen?

Grundsätzlich ist hier zu sagen: Kein Fernglas, Spektiv oder Teleskop kann alles. Man muss daher folgende Überlegungen anstellen um das richtige Teleskop zu finden:

- Soll in erster Linie fotografiert oder visuell beobachtet werden?
- Möchte ich eher Mond und Planeten, oder auch **Deep-Sky**-Objekte wie Galaxien etc. beobachten?
- Soll das Gerät gegebenenfalls leicht transportiert werden können?
- Wieviel Geld soll insgesamt angelegt werden?

Wenn mit einem Teleskop auch fotografiert werden soll, so benötigt man in jedem Fall eine steife Montierung, die den Tubus motorisch dem Objekt nachführen kann.

Für die Beobachtung lichtschwacher Objekte („**Deep Sky**“) braucht man in erster Linie eine große Öffnung, die viel Licht sammeln kann. Hierfür sind Newton-Teleskope prädestiniert, die viel Öffnung fürs Geld bieten.

Bei vorwiegender Beobachtung der relativ hellen Planeten macht hingegen ein Teleskop Sinn, das eine gute Kontrastleistung bietet – dies können vor allem Refraktoren und **Maksutov**-Teleskope sehr gut. Prinzipiell muss man diesen Punkt aber nicht überbewerten. Es lassen sich in jedem Fall auch mit einem **Refraktor Deep-Sky**-Objekte und mit einem **Reflektor** Planeten beobachten.

Eine leichte Transportierbarkeit ist vor allem dann wichtig, wenn man in einem Ballungsgebiet wohnt, in dem nachts eine starke Himmelsaufhellung herrscht. Wenn man dann immer schwere Gerätschaften zu seinem Auto tragen muss, um unter gutem Landhimmel beobachten zu können, wird man rasch die Freude an dem Hobby verlieren.

Letztlich ist auch der Preisfaktor zu berücksichtigen. Mit der Erfahrung wachsen in der Regel auch die Ansprüche und man wird sich oft im Nachhinein sinnvolles Zubehör, z. B. weitere **Okulare**, Filter oder Kameraadapter zulegen wollen. Bei begrenztem Budget ist es dann sinnvoll, sich ein kleineres Teleskop zuzulegen, um dann noch Geld für spätere Zubehörkäufe übrig zu haben. Eine Ausnahme bildet die Astrofotografie: Hier sollte man von Anfang an in eine stabile Montierung investieren. Schwache, windanfällige Stative und ungenaue Nachführungen ruinieren jede Aufnahme und können einem die Freude an der Astrofotografie rasch verderben.

### 6. Nützliche Tabellen

#### 6.1 Tabelle für die geografische Breite aller größeren Weltstädte

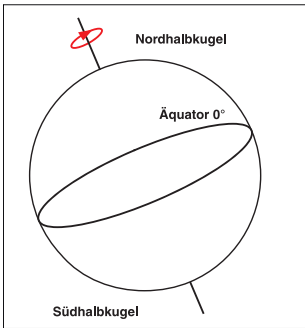


Abb. 73: Schematische Darstellung des Koordinatensystems

Zur Unterstützung der Verfahren für die Ausrichtung des Teleskops auf den Himmelspol, sind in der unten aufgeführten Tabelle, die Breitengrade verschiedener Weltstädte aufgeführt. Wenn Sie die geografische Breite eines Beobachtungsortes ermitteln möchten und dieser Breitengrad in der Tabelle nicht aufgelistet ist, so suchen Sie sich zunächst eine Stadt heraus, die in Ihrer Nähe liegt. Dann können Sie z.B. Datenbanken oder Webseiten im Internet, wie etwa [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com) aufsuchen. Oder Sie gehen gemäß folgender Methode vor:

##### 6.1.1 Beobachter auf der Nördlichen Erdhalbkugel (N):

Wenn sich Ihr Beobachtungsort nördlicher als die aufgeführte Stadt befindet, addieren Sie pro 10 km je einen Breitengrad. Liegt Ihr Beobachtungsort südlicher als die entsprechende Stadt, so ziehen Sie pro 10 km einen Breitengrad ab.

##### 6.1.2 Beobachter auf der Südlichen Erdhalbkugel (S):

Wenn sich Ihr Beobachtungsort nördlicher als die aufgeführte Stadt befindet, subtrahieren Sie pro 10 km je einen Breitengrad. Liegt Ihr Beobachtungsort südlicher als die entsprechende Stadt, so addieren Sie pro 10 km einen Breitengrad.

EUROPA		
Stadt	Land	Breite
Amsterdam	Niederlande	52° N
Athen	Griechenland	38° N
Berlin	Deutschland	53° N
Bern	Schweiz	47° N
Bonn	Deutschland	51° N
Bremen	Deutschland	53° N
Dresden	Deutschland	51° N
Dublin	Irland	53° N
Düsseldorf	Deutschland	51° N
Flensburg	Deutschland	55° N
Frankfurt/M.	Deutschland	50° N
Freiburg	Deutschland	48° N
Glasgow	Schottland	56° N
Graz	Österreich	47° N
Halle	Deutschland	52° N
Hamburg	Deutschland	54° N
Hannover	Deutschland	52° N
Helsinki	Finnland	61° N
Koblenz	Deutschland	50° N
Köln	Deutschland	51° N
Kopenhagen	Dänemark	56° N
Leipzig	Deutschland	51° N
Linz	Österreich	48° N
Lissabon	Portugal	39° N
London	Großbritannien	52° N
Madrid	Spanien	40° N
Magdeburg	Deutschland	52° N
München	Deutschland	48° N
Nürnberg	Deutschland	49° N
Oslo	Norwegen	60° N
Paris	Frankreich	49° N
Rom	Italien	42° N
Saarbrücken	Deutschland	49° N

## 6. Nützliche Tabellen - geografische Breite

Salzburg	Österreich	49° N
Stockholm	Schweden	59° N
Stuttgart	Deutschland	49° N
Warschau	Polen	52° N
Wien	Österreich	48° N

### VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA

Stadt	Land	Breite
Albuquerque	New Mexico	35° N
Anchorage	Alaska	61° N
Atlanta	Georgia	34° N
Boston	Massachusetts	42° N
Chicago	Illinois	42° N
Cleveland	Ohio	41° N
Dallas	Texas	33° N
Denver	Colorado	40° N
Detroit	Michigan	42° N
Honolulu	Hawaii	21° N
Jackson	Mississippi	32° N
Kansas City	Missouri	39° N
Las Vegas	Nevada	36° N
Little Rock	Arkansas	35° N
Los Angeles	Kalifornien	34° N
Miami	Florida	26° N
Milwaukee	Wisconsin	43° N
Nashville	Tennessee	36° N
New Orleans	Louisiana	30° N
New York	New York	41° N
Oklahoma City	Oklahoma	35° N
Philadelphia	Pennsylvania	40° N
Phoenix	Arizona	33° N
Portland	Oregon	46° N
Richmond	Virginia	38° N
Salt Lake City	Utah	41° N
San Antonio	Texas	29° N
San Diego	Kalifornien	33° N
San Francisco	Kalifornien	38° N
Seattle	Washington	48° N
Washington	District of Columbia	39° N
Wichita	Kansas	38° N

### SÜDAMERIKA

Stadt	Land	Breite
Asuncion	Paraguay	25° S
Brasilia	Brasilien	24° S
Buenos Aires	Argentinien	35° S
Montevideo	Uruguay	35° S
Santiago	Chile	35° S

### ASIEN

Stadt	Land	Breite
Peking	China	40° N
Seoul	Südkorea	37° N
Taipei	Taiwan	25° N
Tokio	Japan	36° N
Victoria	Hongkong	23° N

### AFRIKA

Stadt	Land	Breite
Kairo	Ägypten	30° N
Kapstadt	Südafrika	34° S
Rabat	Marokko	34° N
Tunis	Tunesien	37° N
Windhoek	Namibia	23° S

AUSTRALIEN		
Stadt	Land	Breite
Adelaide	Südaustralien	35° S
Alice Springs	Northern Territory	24° S
Brisbane	Queensland	27° S
Canberra	New South Wales	35° S
Hobart	Tasmanien	43° S
Melbourne	Victoria	38° S
Perth	Westaustralien	32° S
Sydney	New South Wales	34° S

### 6.2 Aufsuchtabelle für markante Sterne

Im folgenden finden Sie eine Auflistung heller Sterne mit ihren Koordinaten in RA und DEC, zusätzlich sind die Jahreszeiten der nördlichen Erdhalbkugel angegeben, während derer diese Sterne am Nachthimmel besonders auffällig sind. Diese Liste hilft Ihnen dabei, für die verschiedenen Jahreszeiten geeignete Leitsterne zu finden. Wenn Sie zum Beispiel auf der nördlichen Hemisphäre soeben einen Hochsommerabend erleben, dann würde sich Ihnen Deneb im Sternbild Schwan als vorzüglicher Leitstern anbieten. Beteigeuze eignet sich in diesem Fall nicht als Leitstern, denn es gehört zum Wintersternbild Orion und befindet sich zu diesem Zeitpunkt unterhalb des Horizontes.

Jahreszeit	Sternname	Sternbild	RA	DEC
Frühling	Arcturus	Bootes	14 h 16 m	+19° 11'
Frühling	Regulus	Löwe	10 h 09 m	+11° 57'
Frühling	Spica	Jungfrau	13 h 25 m	-11° 10'
Sommer	Vega	Leier	18 h 37 m	+38° 47'
Sommer	Deneb	Schwan	20 h 41 m	+45° 17'
Sommer	Atair	Adler	19 h 51 m	+08° 52'
Sommer	Antares	Skorpion	16 h 30 m	-26° 26'
Herbst	Markab	Pegasus	23 h 05 m	+15° 14'
Herbst	Fomalhaut	Südlicher Fisch	22 h 58 m	-29° 36'
Herbst	Mira	Cetus	02 h 19 m	-02° 58'
Winter	Rigel	Orion	05 h 15 m	-08° 12'
Winter	Beteigeuze	Orion	05 h 55 m	+07° 25'
Winter	Sirius	Großer Hund	06 h 45 m	-16° 43'
Winter	Aldebaran	Stier	04 h 35 m	+16° 31'

### 6.3 Mit dem Universum auf Du und Du – oder: Entfernungen im Weltall

Im Weltall gibt es unendliche Weiten! Das wussten schon Erzähler aus bekannten Science-Fiction-Serien. So mancher kann sich gar nicht vorstellen, wie weit denn nun eigentlich „weit“ ist. Mit einem schnellen Überblick wollen wir Ihnen einen Eindruck der Entfernungsverhältnisse im Weltall vermitteln.

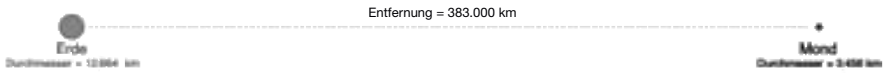
**Messbar in Kilometer (km):** Die Entfernung zwischen Erde und Mond beträgt etwa die Entfernung, die ein gutes Auto, in seinem sehr fahrintensiven Leben zurücklegt, nämlich im Mittel 383.000 km.

## 6. Nützliche Tabellen - Entfernungen

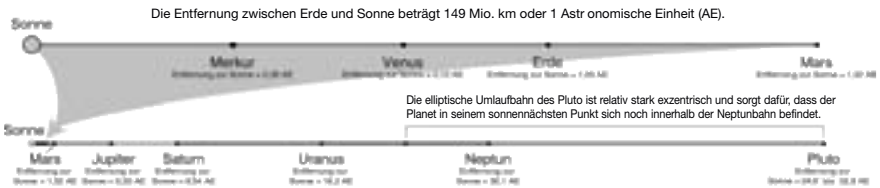
**Messbar in Astronomischen Einheiten (AE):** Die Entfernung der Erde zur Sonne beträgt eine AE, eine „**Astronomische Einheit**“. Das sind 149 Mio. km. Die AE dient vor allem als Maßeinheit für Abstände innerhalb des Sonnensystems. Der letzte Planet unseres Sonnensystems Pluto ist etwa 40 AE von uns entfernt.

**Messbar in Lichtjahren (LJ):** Ein Lichtjahr ist die Strecke (Länge), die das Licht in einem Jahr im Vakuum des Weltalls zurücklegt. Das sind  $9,46 \times 10^{15} \text{ m} = 9.460.000.000.000$  (9,46 Billionen) km. Oder 63.490 AE. Verlassen wir also nun unser Sonnensystem und schauen uns außerhalb den uns am nächsten liegenden Stern Alpha Centauri an (nur von der Südhalbkugel zu sehen). Dieser ist 4,3 Lichtjahre von uns entfernt. Diese Distanz ist dermaßen gewaltig, dass in einem Modell, in dem die Erde 25 mm weit von der Sonne entfernt stünde, die Entfernung zum nächsten Stern über 6,5 km betragen würde!

### Die Entfernung zwischen Erde und Mond



### Die Entfernung zwischen den Planeten



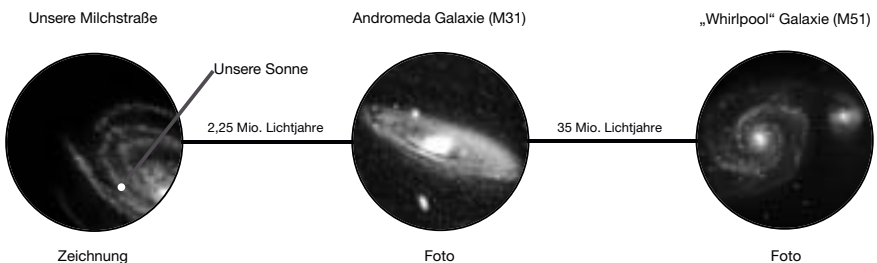
### Die Entfernung zwischen den Sternen

Die Entfernung von der Sonne zum nächsten Stern beträgt etwa 4,3 Lichtjahre oder etwa 40 Billionen km.



Unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, enthält zusammen mit unserer Sonne annähernd 100 Milliarden Sterne. Sie stellt eine spiralförmige Sternenansammlung dar, die etwa einen Durchmesser von mehr als 100.000 Lichtjahren hat. Seine „Dicke“ beträgt bis zu 10000 Lichtjahre.

### Die Entfernung zwischen den Galaxien



### 7. Glossar

Das folgende Glossar enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Begriffe, die für den Einsteiger immer wieder zu Missverständnissen führen. Es enthält die allermeisten Begriffe, die auch in diesem Lehrheft verwendet werden.

#### A

**Achromatisch:** Nicht-chromatisch, nicht-farbig; Bezeichnung für eine Linsenkombination, die die wichtigsten Farbfehler ausgleichen kann. Bei höheren Vergrößerungen kann man in achromatischen Objektiven dennoch sog. sekundäre Farbfehler erkennen.

**Amici-Prisma:** Ein Amici-Prisma bewirkt bei einem astronomischen Teleskop eine aufrechte und seitenrichtige Bildwiedergabe. Vorausgesetzt, kein weiteres optisches Instrument (Umkehrlinse oder Zenit-Prisma) wird gleichzeitig am Teleskop verwendet.

**Apertur:** Öffnung.

**Aphel:** Der Punkt in der Umlaufbahn eines planetaren Objektes, der am weitesten von der Sonne entfernt ist.

**Äquatoriale Montierung:** (Parallaktische Aufstellung) Ausrichtung einer astronomischen Montierung auf den Himmelspol (Rektaszensions-Achse ist parallel zur Erdachse).

**Asphärisch:** Nicht-sphärisch, nicht-kugelförmig.

**Asteroid:** Einer von vielen tausend kleinen Himmelskörpern, die die Sonne umkreisen. Wird oft auch als Kleinplanet bezeichnet.

**Astronomische Einheit:**  $1,49 \times 10^{11}$  Meter, entspricht dem durchschnittlichen Abstand Erde-Sonne.

**Auflösung:** Trennungsvermögen entweder im Sinne eines besseren Detailerkennungsvermögens (Winkelauflösung) oder vor allem bei der CCD-Astronomie im Sinne der Trennung verschiedener Helligkeitsstufen voneinander (dynamische Auflösung).

**Ausschwingzeit:** Zeit, die beim heftigeren Berühren einer Montierung benötigt wird, bis sich das Gerät wieder beruhigt hat.

**Autokollimation:** Prüf- und Justageverfahren, bei dem ein Lichtstrahl zweimal durch das optische System geschickt wird, so dass sich Fehler doppelt so groß bemerkbar machen, als sie in Wirklichkeit sind.

**Azimutale Montierung:** Ausrichtung einer astronomischen Montierung in Horizontal-/Vertikal-Richtung („Rektaszensions“-Achse ist parallel zur Schwerkraftrichtung und zeigt in den Zenit).

#### B

**Barlowlinse:** Vergrößert die Brennweite des Objektivs um einen bestimmten Faktor und erhöht die Vergrößerung dementsprechend. (üblich ist der Faktor 2x oder 3x)

**Bildfeldrotation:** Rotation des Bildes im Teleskop, wenn dieses nicht genau äquatorial aufgestellt ist (insbesondere bei der azimutalen Aufstellung).

**Bildfeld-Derotator:** Instrument, das die Bildfeldrotation ausgleicht, indem es sich genau umgekehrt zur natürlichen Bildfeldrotation dreht.

**BK-7:** Glassorte mit speziellen Eigenschaften (Transmission, Brechungsindex) für optische Anwendungen

**Bogenminute:** Dies ist ein Winkelmaß, das man sich am Himmel zu Nutze macht, um Objekte besser zu finden. Sie ist ein Sechstel eines (Winkel-)



## 7. Glossar - Bogenminute - Focaulttest

Grades (z. B. ein Zehn-Cent-Stück aus einer Entfernung von 68 Metern betrachtet). Symbol: '.

**Bogensekunde:** Dies ist ein Winkelmaß. Sie ist ein Sechzigstel einer Bogenminute. Dreht man sich einmal im Kreis, sind das  $360^\circ$ . So entspricht  $1^\circ$  60 Bogenminuten ( $60'$ ), die wiederum in 60 Bogensekunden ( $60''$ ) unterteilt werden. Zur Vorstellung: Eine Bogensekunde entspricht dem Abstand zweier Autoscheinwerfer aus der Entfernung Köln - Frankfurt betrachtet.

**Brennweite:** Entfernung Objektiv-Linse bzw. Hauptspiegel zum Brennpunkt. Aus der Brennweite des Teleskops und des Okulars errechnet sich die Vergrößerung durch die Formel  $\text{Brennweite des Teleskops in mm} / \text{Brennweite des Okulars in mm}$ .

### C

**Chromatische Aberration:** Farbfehler einer Linse.

### D

**DC-Servomotor:** Gleichstrommotor mit Positionskontrolle und günstigen Eigenschaften für Computersteuerungen.

**DEC:** Abkürzung für „**Deklination**“.

**Deep-Sky:** „Tiefer Himmel“. Als Deep-Sky-Objekte werden alle Himmelsobjekte bezeichnet, die sich außerhalb unseres Sonnensystems befinden (Galaxien, Sternhaufen, Nebel, ...).

**Deklination (DEC):** Eine der Himmelskoordinaten. Sie bezeichnet den Winkelabstand eines Himmelsobjektes nördlich (+) oder südlich (-) des gedachten Himmelsäquators. Die Deklination entspricht der geografischen Breite, wenn man das Erdkoordinatennetz auf den Himmel projiziert.

**Deutsche Montierung:** Äquatoriale (**parallaktische**) Montierung mit „Deutschem Achsenkreuz“. Dieser heute weltweit überaus populäre Montierungstyp wurde vor vielen Jahren erstmals in Deutschland gebaut.

**Double-Pass Laser -Autokollimator:** „Doppel-Durchlauf“-Laser-Autokollimator, siehe „**Autokollimation**“.

**Dunkeladaption:** Fähigkeit des Auges, sich auf Dunkelheit einstellen zu können, wobei die Empfindlichkeit gesteigert wird. Dunkeladaption erfordert etwa 20-30 Minuten Aufenthalt ohne heller Lichtquellen und wird durch weißes Licht gestört. Deshalb verwendet man bei der nächtlichen Astronomie nur Rotlicht, das die Dunkeladaption nur wenig stört.

### E

**Ekliptik:** Die Ekliptik entspricht nahezu einer Kreisbahn, auf der sich die Erde um die Sonne bewegt. Damit wird auch der Sonnenlauf am Himmel bestimmt. Außerdem ziehen die Planeten unseres Sonnensystems ihre Bahnen relativ nahe zur Ekliptik. Der Begriff Ekliptik (aus dem griechischen) bedeutet Verdunkelung. Der Grund liegt darin, dass Mond- und Sonnenfinsternisse nur vorkommen, wenn der Voll- bzw. Neumond auf der Ekliptik steht.

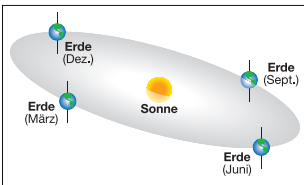


Abb. 76: Die Ekliptik ist die Bahnebene der Erde.

### F

**Fadenkreuzokular:** Okular mit einem Fadenkreuz in der Mitte. Neuere Bauarten besitzen ein geätztes Glasplättchen, auf dem ein Doppelfadenkreuz eingätzt ist. Durch das in der Mitte entstehende Quadrat wird der Leitstern nicht verdeckt.

**Focaulttest:** Optischer Test zur Prüfung der Genauigkeit eines Spiegels.

**Fokalfotografie:** Fotografie im Fokus des Teleskops ohne Okular.

**Fokussieren:** Scharfstellen.

**Frequenzwandler:** Gerät, das bei Teleskopantrieben mit Synchr onmotor zur Beeinflussung der Motorgeschwindigkeit benötigt wird.

### G

**GO TO:** Funktion zur automatischen Lokalisierung und Positionierung eines Himmelsobjektes bei Handcomputern für Teleskope.

**GPS:** Global Positioning System. Dieses System dient der Bestimmung des Beobachtungsstandortes, des Datums und der Uhrzeit. Aufgebaut ist dieses amerikanische System aus Satelliten in der Erdumlaufbahn.

**Grad:** Winkelgröße (z. B. ein Zehn-Cent-Stück aus einer Entfernung von 1,13 Metern betrachtet). Abkürzung: °.

**Grenzgröße:** Gerade noch sichtbare Sternhelligkeit in einem Teleskop oder auch mit bloßem Auge.

### H

**Hauptspiegelfokussierung:** Fokussierung durch Hin- und Herbewegen des Hauptspiegels im Tubus, im Gegensatz zur Fokussierung mittels Okularauszug. Hat den Vorteil, dass es am Teleskop außen keine mechanisch beweglichen Teile gibt und der Fokussierweg für viele Zubehörteile kurz bleibt.

**Heavy-Duty:** Engl. Bezeichnung für besonders massive und stabile Konstruktion.

**Höhe:** Abstand eines Objektes vom Horizont. Wird in Grad, Minuten und Sekunden gemessen. Positive Werte zeigen, dass das Objekt über dem Horizont steht, negative, dass sich das Objekt unter dem Horizont befindet.

**HP-Funktion:** Genaue Positionierungsmethode unter Zuhilfenahme von zwei oder drei Referenzsterne in der Nähe des zu beobachtenden Objektes.

**Initialisierung:** Anfängliche „Eichung“ eines Teleskops.

**Interferenzfilter:** Filter, das aus vielen einzelnen, jeweils nur  $\frac{1}{4}$  Wellenlänge dicken Schichten eines besonderen Materials besteht und die Durchlässigkeit von Licht auf ganz bestimmte, enge Spektral-(Farb-) Bereiche konzentriert.

### K

**Kellner-Okular:** Dreilinsiges Okular mit guter Abbildung nach „Kellner“.

**Konjunktion:** Zeitpunkt, an dem zwei Objekte am nächsten zueinander stehen.

**Kometen:** Kleine Objekte aus der Trümmerwolke am Rande des Sonnensystems, die die Sonne oft auf sehr stark elliptischen Bahnen umkreisen

**Kontrast:** Verhältnis der Lichtintensitäten zweier benachbarter Gebiete.

### L

**Lichtsammelvermögen:** Fähigkeit, Licht auf einer gesamten Fläche zu sammeln und im Fokus zu vereinigen. Bei Spiegelteleskopen mit Fangspiegel im Strahlengang muss dessen Fläche bei der Ermittlung des Lichtsammelvermögens berücksichtigt werden.

**Lichttransmission:** Lichtdurchlässigkeit

### M

**Maksutov:** Spiegel-Teleskop mit besonders guten Abbildungseigen-



Abb. 78: Eines der bekanntesten Messier-Objekte: Die Plejaden, Messier 45 - M45 (myth: Töchter des Atlas),

schaften bei geringerer Abschattung.

**Messier-Objekte:** 110 Nebel-Objekte ( **Deep-Sky-Objekte**), zusammengestellt im 18. Jhdt. vom Franz. Astronomen Charles Messier (\*1730, † 1817).

**Micro-Slewing:** Mikrofeines Verfahren eines Teleskopantriebes zur genauen Positionierung.

### N

**Nachführmotor:** Der Nachführ -Motor kann nur bei **äquatorialen** Montierungen eingesetzt werden. Er wird an die **Stundenachse** montiert und gleicht beim Betrieb die Eigenbewegung der Erde aus. Ein Nachführ -Motor ist für die Astro-Fotografie Grundvoraussetzung.

**Nacht-Display:** Rot hintergrundbeleuchtete Anzeige der Handsteuerbox (wichtig für die Erhaltung der **Dunkeladaptation**).

**Nadir:** Der Punkt am Himmel, der dem Zenit gegenüberliegt, sich also direkt unter dem Beobachter befindet.

**Nulltest:** Optischer Test, bei dem die Güte des Gesamtsystems anhand der optischen Erzeugung einer „glatten, ebenen Fläche“, einer „optischen Nullung“ beurteilt wird.

### O

**Objekt-Bibliothek:** Liste von Himmelsobjekten, die in der Elektronik des Teleskops gespeichert ist.

**Obstruktion:** Abschattung

**Öffnung:** Durchmesser eines Objektivs.

**Öffnungsverhältnis:** Verhältnis Öffnung zu **Brennweite** des Teleskops.

**Öffnungszahl:** Verhältnis von Brennweite zu Öffnung eines Teleskops.

**Okular:** „Augenstück“; Besonders gestaltete „Lupe“ zur vergrößerten Betrachtung des von einem Objektiv abgebildeten Bildes.

**Okularauszug:** Der Länge nach verstellbare Einrichtung an Teleskopen, um es zu fokussieren (scharfzustellen).

**Orthoskopisches Okular:** Vierlinsiges Okular mit besserer Farbkorrektur als z. B. **Kellner-Okulare**.

### P

**Parallaktisch:** Äquatorial.

**Parallaxe:** Die scheinbare Positionsveränderung eines Objektes am Himmel während eines Jahres. Durch die unterschiedlichen Positionen der Erde auf der Umlaufbahn um die Sonne „wackeln“ die nahen Objekte etwas, ähnlich dem Effekt, das ein nahes Objekt zeigt, wenn ein Beobachter abwechselnd das rechte und linke Auge schließt.

**Parsec:** Die Entfernung, die ein Objekt haben muss, damit es von der Erde aus gesehen eine **Parallaxe** von einer Bogensekunde hat. Entspricht ungefähr 3,26 Lichtjahren.

**Perihel:** Der Punkt in der Umlaufbahn eines Objektes, and dem es der Sonne am nächsten ist.

**Planet:** Einer der grossen bekannten Himmelskörper, die die Sonne umkreisen. Stammt vom griechischen Wort für Wanderer ab.

**Planetarischer Nebel:** Ein Planetarischer Nebel entsteht, wenn eine Sonne, die max. die 1,4 fache Sonnenmasse hat, stirbt. Dabei werden die äußeren Schichten abgestoßen und bilden meist ringförmige Nebel. Der Begriff „Planetarischer Nebel“ wird davon abgeleitet, dass sie in kleinen

Teleskopen ähnlich aussehen, wie Planeten, nämlich scheibenförmig.

**Plössl-Okular:** Verfeinertes orthoskopisches Okular mit größerem Eigen Gesichtsfeld und besserer Randschärfe und Farbkorrektur.

**Pol(arisations)filter:** Neutrales Filter, das die Lichtabschwächung durch Polarisation von Licht erreicht.

**Polhöhenwiege:** Einrichtung, die den Antrieb eines Teleskops um einen Winkel aus der Waagerechten kippt, der der geografischen Breite des Aufstellungsortes entspricht, so dass die RA-Achse parallel zur Erdachse steht und der Ausgleich der Erddrehung mittels nur einer einzigen Achse vorgenommen werden kann.

**Power-Panel:** Schalttafel des Teleskopantriebes.

**Präzession:** Eine sehr langsame Pendelbewegung der Er dachse, die vor allem durch die Gravitationskräfte des Mondes ausgelöst wird.

**Projektionsfotografie:** Fotografie m ittels e ines z wischengeschalteten Okulars, wobei sich die effektive Vergrößerung erhöht.

**Puls-Betrieb:** Spezieller Modus, bei dem das Fadenkr euz eines Fadenkreuzokulars immer nur für kurze Augenblicke Spannung erhält, so dass auch schwächer e Sterne verfolgt wer den können, die sonst dur ch die Helligkeit des Fadenkreuzes selbst überstrahlt würden.



Abb. 79: Dieses Teleskop mit azimutaler Gabelmontierung ist auf einer Polhöhenwiege montiert

## Q - R

**Quarzgesteuert:** Durch einen Schwing-Quarz wird die exakte Frequenz vorgegeben, die für die Nachführung mit Sternengeschwindigkeit notwendig ist.

**RA:** Abk. für „Right Aszension“, **Rektaszension**.

**Referenz-Sterne:** Zur Initialisierung eines Teleskops mit Computersteuerung können alle hellen Sterne und weitere e Sterne einer Referenzstern-Liste benutzt werden.

**Reflektor:** Spiegelteleskop (Licht-Reflexion durch den Spiegel). Siehe hierzu die Grafik auf Seite 45.

**Refraktor:** Linsenteleskop (Licht-Refraktion = Brechung des Lichtes durch die Linse). Siehe hierzu die Grafik auf Seite 45.

**Rektaszension (RA):** Entspricht der geografischen Länge, wenn man das Erdkoordinatennetz auf den Himmel projiziert. Die RA oder Stundenachse einer parallaktischen bzw. äquatorialen Montierung weist auf den Himmelspol und ist damit parallel zur Er dachse ausgerichtet. Sie kann mittels einer Welle oder von einem **Nachführmotor** bewegt werden. Durch diese Nachführung kann die Erddrehung ausgeglichen werden und der einmal eingestellte Stern bleibt im Blickfeld des Teleskops. Die Stundenachse nennt man auch Polachse.

**Ronchitest:** Optischer Test zur Prüfung der Genauigkeit einer Spiegelfläche.

**RS-232:** Schnittstelle zu und von Personal Computern zur Kommunikation mit externen Geräten (z. B. Teleskop) oder auch untereinander.



Abb. 80 Schmidt-Cassegrain Teleskop

## S

**Schmidt-(Korrektor)-Platte:** Korrektionslinse mit beidseitig **asphärischem** Schliff in einem **Schmidt-Cassegrain**-Teleskop.

**Schmidt-Cassegrain-Teleskop:** Kombination eines Cassegrain-Teleskops mit der Idee einer Schmidt-Kamera. Vereinigung der Vorteile beider Systeme unter Umgehung deren einzelner Nachteile.



Abb. 81: Schmidt-Newton Teleskop

**Schmidt-Newton-Teleskop:** Kombination eines Newton-Teleskops mit der Idee einer Schmidt-Kamera. Vereinigung der Vorteile beider Systeme unter Umgehung deren einzelner Nachteile.

**Seeing:** Zustand der Sichtverhältnisse

**Siderische Geschwindigkeit:** Siehe **Sterngeschwindigkeit**.

**Sky-Tour:** Vom Benutzer eingrenzbarer Tour durch den Himmel; ein Objekt wird nach dem anderen von selbst eingestellt.

**SmartDrive:** Ausgleich des Periodischen Schneckenfehlers (engl.: PEC).

**Spotting Scope (Spektiv):** Teleskop für terrestrische Anwendungen. Ohne Montierung.

**Sterngeschwindigkeit:** Geschwindigkeit der Sterne im Teleskop, wenn dieses nicht nachgeführt wird. Erzeugt durch die Erddrehung. Streulichtblenden verhindern in Teleskopen den Einfall von Streulicht und optimieren dadurch den **Kontrast**.

**Stundenachse:** Siehe **Rektaszension**.

**Sucherfernrohr:** Kleineres Fernrohr, das zum manuellen Aufsuchen von Objekten dient.

## T

**Tag-Nachtgleiche:** Der Tag an dem die Sonne genau einen halben Tag zu sehen ist. Es gibt eine Frühjahrs- und eine Herbsttagnachtgleiche am 21. März bzw. 23. September. An diesem Tag durchläuft die Sonne einen der Schnittpunkte zwischen **Ekliptik** und Himmelsäquator, den Frühlings- bzw. Herbstpunkt.

**T2-Ring:** Adapterring zwischen einer Spiegelreflexkamera und dem universellen T-Gewinde (M42 x 0,75mm).

## V

**Vergrößerungsbereich:** Bereich von der maximal sinnvollen zur minimal sinnvollen Vergrößerung eines Teleskops; sollte im Idealfall mit 5 bis 6 Okularen bestückt und möglichst gleichmäßig aufgeteilt werden.

**Vergütung:** Beschichtung einer Linse oder eines Spiegels, durch die die Transmission bzw. die Reflexion des Lichtes und gleichzeitig die Widerstandsfähigkeit bei Reinigungen erhöht wird.

## W - Z

**Weißer Zwerg:** Ein Weißer Zwerg ist der zusammengefallene Kern einer Sonne, die maximal das 1,4-fache der Sonnenmasse hatte. Die äußeren Schichten werden abgestoßen und bilden einen sog. **Planetarischen Nebel**. Der Weiße Zwerg hat etwa die Größe der Erde, wiegt aber etwa so viel, wie unsere Sonne.

**Zenitprisma:** Prisma mit 90°-Ablenkung, das den Einblick bei zenitnahen Objekten erleichtert.

**Zenit Spiegel:** Spiegel mit 90°-Ablenkung, das den Einblick bei zenitnahen Objekten erleichtert.

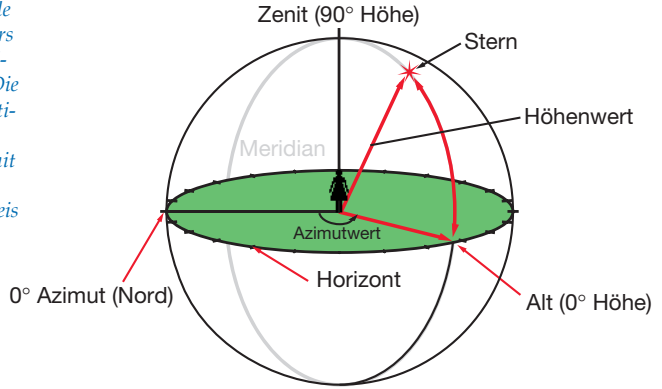
**Zoll:** Ein Zoll = 1" = 25,4 mm.



Abb. 82 Zenitprisma- und -spiegel.

## Koordinatensystem bei Verwendung einer azimutalen Montierung Horizontsystem

Abb. 83: Horizontsystem: Ein rein anschauliches Koordinatensystem: Der Beobachter ist der Mittelpunkt der Himmelskugel, die Pole befinden sich über dem Kopf des Beobachters (Zenit [arab. Scheitelpunkt]) und unter seinen Füßen (Nadir [arab. Fußpunkt]). Die wichtigsten Großkreise sind der (mathematische) Horizont und der Meridian, d. h. die Linie von Norden nach Süden durch Zenit und Nadir. Seltener findet man die Bezeichnung Erstes Vertikal für den Größkreis durch Ost und West.

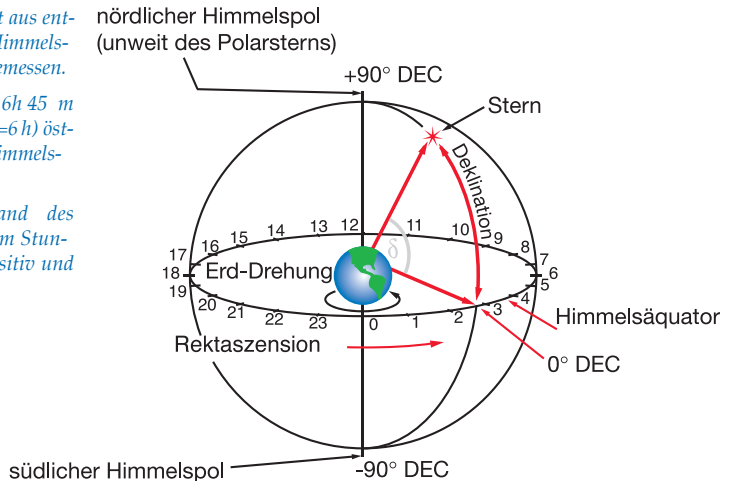


## Koordinatensystem bei Verwendung einer parallaktischen Montierung Äquatoriales System

Abb. 84: Rektaszension 'alpha', Winkel zwischen dem Frühlingspunkt und dem Schnittpunkt Himmelsäquator/Stundenkreis des Sterns. Er wird vom Frühlingspunkt aus entgegen der täglichen Bewegung der Himmelskugel im Zeitmaß von 0h bis 24h gemessen.

Z. B.: Sirius hat die Rektaszension = 6h 45 m 9s, d. h. er liegt etwas mehr als 90° (=6 h) östlich des Frühlingspunktes auf der Himmelskugel.

Deklination 'delta', Winkelabstand des Sterns vom Himmelsäquator, auf dem Stundenkreis des Sterns nach Norden positiv und nach Süden negativ gezählt.



**f=20 mm**

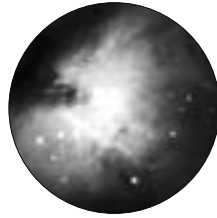
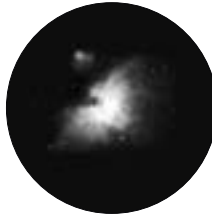
**f=12 mm**

**f=4 mm**

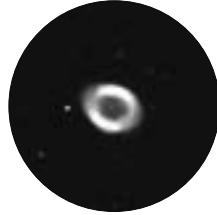
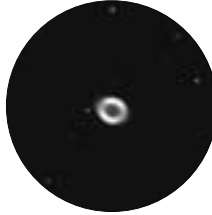
**Abb. 85**  
*Mond*



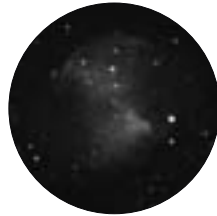
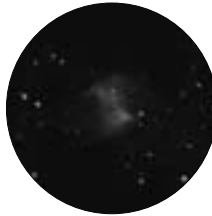
**Abb. 86**  
*Orionnebel*



**Abb. 87**  
*Ringnebel*



**Abb. 88**  
*Hantelnebel*



*Abb. 85-88: Die Abbildungen zeigen Okular-Gesichtsfelder für Teleskope mit etwa 700 mm Brennweite.*

