

# *Lichtblicke: Astronomie als Wissenschaft und Kunst*



## *In diesem Kapitel*

- ▶ Lernen Sie die Natur astronomischer Beobachtungstechnik kennen
- ▶ Werden Sie die (astronomische) Sprache des Lichts verstehen
- ▶ Haben Sie mit der Schwerkraft leichtes Spiel

---

**I**n einer klaren (wolkenlosen) Nacht treten Sie vor die Tür und blicken zum Himmel hinauf. Wenn Sie in einer Stadt oder in einem nahe gelegenen Vorort wohnen, werden Sie einige Dutzend, vielleicht sogar einige Hundert funkelnder Sterne sehen. Zu bestimmten Zeiten eines Monats sehen Sie auch den Mond und möglicherweise bis zu fünf der acht um die Sonne kreisenden Planeten.

Plötzlich blitzt eine »Sternschnuppe« auf – das ist ein Meteor, ein klitzekleines Staubkorn eines Kometen, das beim Fall durch die obere Atmosphäre verglüht und aufleuchtet.

Deutlich langsamer gleitet ein anderer Lichtpunkt über den Himmel. Ist es ein Satellit, wie die Internationale Raumstation ISS oder nur ein in sehr großer Höhe fliegendes Flugzeug? Wenn Sie ein Fernglas besitzen, können Sie schnell den Unterschied ausmachen. Die meisten Flugzeuge haben blinkende Lichter und ihre Formen werden mit der Zeit wahrscheinlich deutlich werden.

Sind Sie am Meer, weit weg von Trubel und Lichtern der Touristenorte, oder in den Bergen, abseits jeglicher lichtüberfluteter Skipisten, so können Sie bis zu 3000 Sterne sehen. Die Milchstraße zieht sich wie ein wunderschönes perlmuttartiges Band über das Firmament. Es ist das kumulative Leuchten von Myriaden ferner Sterne, die mit bloßem Auge nicht als einzelne zu erkennen sind. An einem sehr guten Beobachtungsort, wie etwa dem Cerro Tololo in den Chilenischen Anden, können Sie sogar noch viel mehr Sterne sehen. Sie hängen wie Diamanten an dem pechschwarzen Himmel. Manchmal sogar ohne zu funkeln, wie in einem von van Goghs Sternennacht-Gemälden.

Wenn Sie den nächtlichen Himmel beobachten, dann betreiben Sie schon Astronomie: Sie beobachten das Sie umgebende Universum und versuchen das, was Sie sehen, zu verstehen.

## *Die Astronomie als beobachtende Wissenschaft*

Astronomie – das ist das Studium des Himmels, der kosmischen Objekte, der Ereignisse im Weltall und last not least die Erforschung der Natur des Universums, in dem wir leben. Professionelle Astronomen üben ihren Beruf aus, indem sie mit optischen Teleskopen »sehen« und mit Radioteleskopen den Himmel »abhorchen«. Dazu verwenden sie verschiedene Instrumente:

moderne Großteleskope in riesigen Observatorien und Satelliten, die die Erde umkreisen und Licht unterschiedlicher Wellenlängen (wie beispielsweise die ultraviolette Strahlung) sammeln, die von der Erdatmosphäre abgeblockt werden und den Erdboden nicht erreichen können. Außerdem werden Teleskope mit kleinen Raketen und mit unbemannten Ballons in große Höhen gebracht. Und sie schicken Mess- und Beobachtungsinstrumente an Bord von Raumsonden weit hinaus ins Sonnensystem.

Professionelle Astronomen untersuchen die Sonne, das Sonnensystem, unsere Heimatgalaxis, die Milchstraße, und die Weiten des dahinter liegenden Universums. Sie lehren an Universitäten, entwerfen Satelliten und arbeiten in Planetarien. Manchmal schreiben sie Bücher, so wie dieses. Viele führen einen Dokortitel. Andere wiederum studieren die komplizierteste Physik und arbeiten mit vollautomatischen Teleskopen. Oft kennen sie vielleicht noch nicht einmal mehr die *Sternbilder* – das sind Gruppen von Sternen, die von antiken Sternbeobachtern erfunden wurden, wie z. B. *Ursa Major*, der Große Bär, und die in den meisten astronomischen Einführungskursen vorkommen. Wahrscheinlich kennen Sie den »Großen Wagen«, ein *Asterismus* in Ursa Major. Ein Asterismus ist eine Sternfigur, die sich nicht unter den 88 anerkannten Sternbildern befindet. Abbildung 1.1 zeigt den Großen Wagen am Nachthimmel.



Abbildung 1.1: Ein Foto des Großen Wagens

Zusätzlich zu den 13 000 weltweit arbeitenden professionellen Astronomen widmen sich auch Zehntausende von Amateurastronomen dem Studium des Himmels, darunter alleine in den USA 300 000. Viele Amateure leisten sogar wichtige wissenschaftliche Beiträge, z. B. bei der Beobachtung veränderlicher Sterne, von Asteroiden oder Kometen.

Amateurastronomen kennen die Sternbilder. Sie lernen, sich bei ihren Beobachtungen mit bloßem Auge, dem Fernglas oder Teleskop daran zu orientieren.

Alles, was man jahrtausendlang über den Himmel wusste, war nur das, was man mit bloßem Auge am Himmel sah. Daher müssen Sie zunächst wissen, dass beinahe alles in der Astronomie

- ✓ durch die Untersuchung des Lichts, das von den Objekten im Weltraum zu uns kommt, erforscht wird.

- ✓ aus großer Entfernung gesehen wird.
- ✓ sich unter dem Einfluss der Gravitation durch den Weltraum bewegt.

Dieses Kapitel führt Sie in die Begriffe Licht, Entfernung und Gravitation ein.

### ***Was die Astronomie auf keinen Fall ist***

Astronomie und Astrologie sind zwei verschiedene Dinge! Es gibt nichts, was einen Astronomen oder eine Astronomin mehr aus der Fassung bringt, als »Astrologe(in)« genannt zu werden. Wenn Jupiter und Mars von uns aus gesehen auf einer Linie liegen, dann betrachten Astronomen das als ein wunderschönes, interessantes Himmelsereignis aber keinesfalls als ein gutes oder schlechtes Omen.

Astronomen sind auch keine Ufologen. Sie sind nicht in die Suche nach unidentifizierbaren Flugobjekten eingespannt (UFOs). Im Allgemeinen sind sie in der Lage, das, was sie sehen, auch zu identifizieren. Sowohl Astronomen als auch Ufologen beobachten den Himmel. Beide sehen Sterne und Planeten, doch nur Ufologen nehmen angeblich bevorstehende Zusammenkünfte mit vermeintlichen außerirdischen Raumschiffen oder Wesen ernst.

SETI, die Suche nach außerirdischen Zivilisationen, ist dagegen eine andere Geschichte. Dieses Programm wird von Astronomen durchgeführt. Dazu betreiben sie empfindliche Radioteleskope und horchen nach jeglicher Form reproduzierbarer Signale aus dem All, die vielleicht beabsichtigt von Planeten anderer Sterne gesendet worden sein könnten. Neuerdings suchen sie auch nach verschlüsselten Botschaften in Form von Lichtsignalen. Fortschrittlichere Zivilisationen als die unsere könnten diese Signale möglicherweise mithilfe starker Laser senden.

Von E.T. haben Astronomen bis jetzt noch keine Nachricht erhalten, wir horchen jedoch weiter. Alles, was wir über Planeten und Sterne gelernt haben, lässt die meisten unter uns glauben, dass es auch anderswo bewohnbare Planeten gibt. Viele Astronomen glauben, wie Carl Sagan zu sagen beliebte, dass wir nicht alleine sind.

## ***Die Sprache des Lichts***

Das Licht liefert uns Informationen über die Planeten, Monde und Kometen unseres Sonnensystems, über die Sterne, Sternhaufen und Nebel unserer Galaxie und die jenseits davon liegenden Objekte.

Im Altertum dachten die Menschen nicht über die Physik und die Chemie der Sterne nach, sondern erzählten sich Geschichten und Mythen über den Großen Bären, den Dämonenstern, den Mann im Mond, den Drachen, der während einer Sonnenfinsternis die Sonne verschlang und vieles mehr. Die Geschichten unterschieden sich von einem Kulturkreis zum nächsten, doch viele Menschen lernten, die Sternmuster wiederzuerkennen. In Polynesien ruderten geschickte Navigatoren über Hunderte von Kilometern auf offenem Ozean ohne Seezeichen

und Kompass. Sie navigierten nach den Sternen, der Sonne und ihrem Wissen über die vorherrschenden Winde und Strömungen.

Nur durch die Beobachtung des Lichts der Sterne haben die Alten schon deren Helligkeit, Farbe und Lage am Himmel festgestellt. Anhand dieser Information können Objekte voneinander unterschieden und wiedererkannt werden. Grundlegend für die Erkennung und Beschreibung dessen, was Sie am Himmel sehen, ist Folgendes:

- ✓ die Sterne von den Planeten zu unterscheiden
- ✓ die Sternbilder und Sterne anhand ihres Namens zu identifizieren
- ✓ die als Größenklasse angegebene Helligkeit zu beobachten
- ✓ die Position von Objekten in Sternkarten einzutragen
- ✓ Meteore und Kometen zu erkennen
- ✓ den Begriff »Lichtjahr« zu verstehen

## ***Planeten – Wanderer unter den Sternen***

Die Bezeichnung »Planet« geht auf die alten Griechen zurück und stammt von *planetes*, d. h. Wanderer. Neben vielem anderen bemerkten Griechen und andere antike Völker, dass es fünf Lichtpunkte am Himmel gibt, die vor dem Sternenhintergrund wandern. Einige wanderten beständig vorwärts, andere wiederum beschrieben Schleifen. Niemand wusste warum. Im Gegensatz zu den Sternen funkelten sie nicht. Niemand hatte dafür eine geeignete Erklärung. In jedem Kulturkreis besaßen diese fünf Lichtpunkte oder Planeten Namen. Wir nennen sie Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, und nahezu jedem ist bekannt, dass sie nicht zwischen den Sternen herumwandern, sondern um die Sonne, unseren Zentralstern, kreisen.

Heutzutage wissen wir, dass Planeten kleiner oder größer als die Erde sein können, aber dass sie allesamt deutlich kleiner als die Sonne sind. Ihre Entfernung zu uns ist wesentlich geringer als zu fernen Sternen. Damit erscheinen sie, zumindest durch ein Teleskop gesehen, als wohl definierte runde Scheiben mit erkennbarer Größe. Die Sterne sind dagegen von der Erde derart weit entfernt, dass sie selbst durch große Teleskope lediglich als Lichtpunkte erscheinen.

## ***Seien Sie auf der Hut vor dem Großen Bären: Die Namen der Sterne und Sternbilder***

Besucher eines Planetariums, die sich den Hals nach den über ihnen projizierten Sternen verrenken, pflege ich zu warnen: »Seien Sie unbesorgt, wenn Sie den Großen Bären dort oben nicht sehen. Diejenigen, die ihn sehen, sollten sich schon eher Gedanken machen.«

Unsere Urahnen teilten den Himmel in frei erfundene Fantasiefiguren auf: Ursa Major (lateinisch für Großer Bär); Cygnus, der Schwan; Andromeda, die festgekettete Dame; und Perseus, der Held. Jedes dieser Bilder wurde mit einem Sternmuster identifiziert. Kaum jemand erkennt

jedoch, dass Andromeda wie eine gefesselte Prinzessin oder etwas Ähnliches aussieht (siehe Abbildung 1.2).

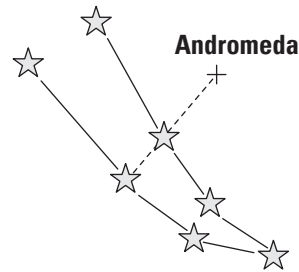


Abbildung 1.2: Ist Andromeda wirklich gefesselt?

### *Von der Mythologie zur Wissenschaft*

Nach dem Mittelalter begann man, die Mythen durch wissenschaftliche Erklärungen zu ersetzen. Anstelle des alten ägyptischen Mythos, nach dem Sonne und Mond auf dem Rücken der Göttin Nut rund um den Himmel getragen wurden, stellten Astronomen fest, dass sich die Erde sowohl um sich selbst dreht, als auch um die Sonne kreist und dass der Mond um die Erde kreist.

Isaac Newton formulierte die Theorie der Gravitation und die Menschen fingen an zu begreifen, wodurch die Objekte auf ihren Bahnen gehalten werden und warum die weiter von der Sonne entfernten Planeten länger brauchen, um eine vollständige Bahnbewegung abzuschließen, als die näher liegenden.

Es wurden Spektrographen und andere Instrumente gebaut und auf die Teleskope montiert. Diese Geräte verraten den Astronomen, wie heiß die Sterne sind, aus welchen Substanzen sie bestehen, wie schnell sie sich von der Erde weg oder auf sie zu bewegen und andere physikalischen Informationen. Wenn sie Magnetfelder besitzen, können wir diese aus der Ferne messen und wir sind in der Lage, die Gravitationskraft an der Oberfläche eines Sterns, seine Gasdichte und vieles mehr zu messen. Das Wort Gas bedeutet in diesem Zusammenhang einen bestimmten physikalischen Zustand der Materie – im Gegensatz zu einer Flüssigkeit – und nicht etwa ein bestimmtes Gas. In einem Stern ist auch das Eisen ein Gas.

Eine der am schwierigsten zu ermittelnden physikalischen Informationen ist die Entfernung der Sterne und anderer Objekte jenseits der Planeten unseres Sonnensystems. Manche Feld-Wald-und-Wiesen-Sterne sehen hell aus, weil sie uns näher sind. Näher bedeutet in diesem Fall um die vier Lichtjahre anstatt hundert Lichtjahre. Das Lichtjahr ist ein Entfernungsmaß und wird im später folgenden Abschnitt dieses Kapitels »Das Lichtjahr bei Licht betrachtet« beschrieben. Andere Sterne sind derart lichtschwach, dass Sie ein modernes Großteleskop benötigen, um sie zu sehen, obwohl sie sich gerade mal ein paar Blocks weiter (soll heißen, ein oder zwei Dutzend Lichtjahre entfernt) befinden.

Derzeit ist der Himmel in 88 Sternbilder aufgeteilt, die alle sichtbaren Sterne enthalten. Die Grenzen zwischen den Sternbildern wurden von der Internationalen Astronomischen Union festgelegt, sodass Astronomen sich darüber einig sind, zu welchem Sternbild ein bestimmter Stern gehört. Früher stimmten die von verschiedenen Astronomen gezeichneten Sternkarten nicht überein. Wenn Sie vom im Dorado (siehe Kapitel 12) liegenden Tarantelnebel lesen, dann wissen Sie, dass Sie, um diesen Nebel zu sehen, auf der Südhalbkugel im Sternbild Dorado, dem Schwertfisch, suchen müssen.

Das größte Sternbild ist Hydra, die Wasserschlange, und das kleinste ist Crux, das Kreuz, allgemein »Kreuz des Südens« genannt. Es gibt auch ein Kreuz des Nordens, nur werden Sie dieses in keinem Verzeichnis der Sternbilder finden; es handelt sich dabei um einen Asterismus in Cygnus, dem Schwan. Obwohl bezüglich der Namen der Sternbilder allgemeine Übereinstimmung herrscht, gibt es keine Einigkeit über die Bedeutung eines jeden Bildes. Manche Astronomen bezeichnen Dorado als den »Schwertfisch«, ich dagegen kann mich mit dieser Bezeichnung nicht anfreunden. Das Sternbild Serpens, die Schlange, besteht aus zwei unzusammenhängenden Teilen. Die zwei Teile liegen zu beiden Seiten von Ophiuchus, dem Schlangenträger, und werden als Serpens Caput (Kopf der Schlange) und Serpens Cauda (Schwanz der Schlange) bezeichnet.

Die einzelnen Sternbilder haben nichts weiter gemeinsam als ihre – von der Erde aus betrachtet – scheinbare Nähe zueinander am Himmel, wobei sie im Raum dagegen sehr weit auseinander liegen können. Für Himmelsbeobachtungen stellen sie jedoch einfach zu erkennende Muster dar.

Jedem helleren Stern eines Sternbildes wurde, entweder von den alten Griechen oder von Astronomen späterer Zeiten, ein griechischer Buchstabe zugeordnet. Der hellste Stern wurde mit Alpha, dem ersten Buchstaben des griechischen Alphabets, gekennzeichnet. Der zweithellste Stern ist Beta (zweiter griechischer Buchstabe) usw. bis hin zu Omega, dem vierundzwanzigsten und letzten griechischen Buchstaben. Diese sind allesamt Kleinbuchstaben und werden also als  $\alpha$ ,  $\beta$ , ...,  $\omega$  bezeichnet.

Damit erhielt der hellste Stern am Nachthimmel, Sirius in Canis Major (Großer Hund), die Bezeichnung Alpha Canis Majoris. Astronomen fügen, um Sternnamen den lateinischen Genitiv zu verleihen, hier und da eine Nachsilbe an – Wissenschaftler haben Latein stets gemocht. In Tabelle 1.1 wird das griechische Alphabet mit den Bezeichnungen der Buchstaben und der entsprechenden Symbole aufgelistet.

Buchstabe	Bezeichnung
$\alpha$	Alpha
$\beta$	Beta
$\gamma$	Gamma
$\delta$	Delta
$\epsilon$	Epsilon
$\zeta$	Zeta
$\eta$	Eta
$\theta$	Theta

---

Buchstabe	Bezeichnung
ι	Iota
κ	Kappa
λ	Lambda
μ	Mue
ν	Nue
ξ	Xi
ο	Omicron
π	Pi
ρ	Rho
σ	Sigma
τ	Tau
υ	Ypsilon
φ	Phi
χ	Chi
Ψ	Psi
ω	Omega

*Tabelle 1.1: Das griechische Alphabet*



Wenn Sie sich die Sternbilder heutzutage ansehen, dann werden Sie viele Ausnahmen zu der Regel finden, die Reihenfolge der Helligkeiten der Sterne entspräche der Buchstabenreihenfolge im griechischen Alphabet, nach denen sie auf der Sternkarte verzeichnet wurden. Die Ausnahmen existieren, weil

- ✓ die Buchstaben mittels Helligkeitsbeobachtungen mit bloßem Auge zugeordnet wurden. Eine nicht besonders genaue Methode.
- ✓ Sternbildgrenzen über die Jahre von Atlasautoren geändert wurden, sodass manche Sterne einem anderen Sternbild zugeordnet wurden, nachdem die Sterne in diesem Bild bereits mit Buchstaben versehen worden waren.
- ✓ viele kleine Sternbilder des Südhimmels lange nach der griechischen Periode verzeichnet und diese Praxis nicht stets befolgt wurde.
- ✓ sich die Helligkeit einiger Sterne über die Jahrhunderte seit der Zeit der Griechen geändert hat.

Ein gutes (oder schlechtes) Beispiel dafür ist das Sternbild Vulpecula, das Füchschen: Hier ist nur ein Stern (Alpha) mit einem griechischen Buchstaben versehen.



Wenn Sie in einen Sternatlas schauen, so werden Sie feststellen, dass die einzelnen Sterne in einem Sternbild nicht als  $\alpha$  Canis Majoris,  $\beta$  Canis Majoris usw. verzeichnet sind. In der Regel wird der Bereich des gesamten Sternbilds als »Canis Major« und die einzelnen Sterne mit  $\alpha$ ,  $\beta$  usw. bezeichnet. In astronomischen Ar-

tikeln werden diese Sterne wahrscheinlich nicht in der Form Alpha Canis Majoris aufgeführt sein, auch nicht  $\alpha$  Canis Majoris, sondern aus platzsparenden Gründen als  $\alpha$  CMa gedruckt sein; »CMa« ist das Drei-Buchstaben-Kürzel für Canis Majoris (und auch für Canis Major). Die Kürzel für die einzelnen Sternbilder werden in Tabelle 1.2 angegeben.

Astronomen haben sich nicht für jeden Stern in Canis Major einen Namen einfallen lassen. Außer Sirius haben alle übrigen griechische Buchstaben oder andere Symbole erhalten. Schließlich gibt es auch Sternbilder, deren Sterne allesamt unbenannt sind. Fallen Sie bitte nicht auf den Werbetrick rein, Sie könnten gegen Bezahlung einen Stern kaufen. Die Internationale Astronomische Union erkennt keine käuflich erworbenen Sternnamen an. Viele Sternbilder wiederum enthalten mehr als 24 sichtbare Sterne, sodass die griechischen Buchstaben für deren Kennzeichnung nicht ausreichten. So musste man auf arabische Ziffern und lateinische Buchstaben zurückgreifen. Beispiele solcher Sterne sind 236 Cygni, b Vulpeculae, HR 1516 und noch umständlichere. Es gibt sogar Bezeichnungen wie RU Lupi und SX Sex. (Ich habe mir das jetzt wirklich nicht ausgedacht!) Aber auch diese können Sie wie jeden anderen Stern anhand ihrer (tabulierten) Positionen am Himmel, ihrer Helligkeit, Farbe oder anderer Eigenschaften erkennen, wenn schon nicht anhand ihrer Namen.

Weil Alpha nicht immer der hellste Stern eines Sternbildes ist, wurde ein weiterer Begriff, *Lucida*, erfunden, um diesen besonderen Status zu bezeichnen. Die *Lucida* in Canis Major ist der Alpha-Stern Sirius, doch Orions *Lucida* ist der Beta Orionis-Stern Rigel und die *Lucida* des Leo Minor, des Kleinen Löwen, einem unscheinbaren Sternbild, ist 46 Leo Minoris.



Fragen Sie aber in Deutschland, Österreich oder der Schweiz in einem Planetarium oder einer Volkssternwarte niemanden nach der »*Lucida*« eines Sternbildes! Sie werden nur verständnislose Blicke ernten! »*Lucida*« ist im deutschsprachigen Raum eine Schriftart.

In Tabelle 1.2 werden die 88 Sternbilder zusammen mit der Helligkeit und *Größenklasse* ihres hellsten Sterns aufgeführt. (Die Größenklasse werde ich im Abschnitt »Je kleiner, desto heller: Wie Sie der Größenklasse auf die Spur kommen« später in diesem Kapitel ausführlicher beschreiben.) Wenn die *Lucida* eines Sternbildes gleichzeitig deren Alpha-Stern ist, dann gebe ich nur diesen Namen an. In Auriga, dem Fuhrmann, ist der hellste Stern z. B. Alpha Aurigae, auch Capella genannt. Wenn jedoch der hellste Stern nicht Alpha ist, dann gebe ich seinen entsprechenden griechischen Buchstaben oder seine andere Bezeichnung in Klammern an. Der hellste Stern in Cancer, dem Krebs, ist der Stern Beta Cancri Al Tarf.

Name	Kürzel	Bedeutung	Stern	Größenklasse
Andromeda	And	Andromeda	Alpheratz	2,1
Antlia	Ant	Luftpumpe	Alpha Antliae	4,3
Apus	Aps	Paradiesvogel	Alpha Apodis	3,8
Aquarius	Aqr	Wassermann	Sadalmelik	3,0
Aquila	Aql	Adler	Altair	0,8
Ara	Ara	Altar	Beta Arae	2,9
Aries	Ari	Widder	Hamal	2,0



Name	Kürzel	Bedeutung	Stern	Größenklasse
Auriga	Aur	Fuhrmann	Capella	0,1
Bootes	Boo	Bärenhüter oder Ochsentreiber	Arcturus	-0,04
Caelum	Cae	Grabstichel	Alpha Caeli	4,5
Camelopardalis	Cam	Giraffe	Beta Camelopardalis	4,0
Cancer	Cnc	Krebs	Al Tarf (Beta Cancri)	3,5
Canes Venatici	CVn	Jagdhunde	Cor Caroli	2,8
Canis Major	Cma	Großer Hund	Sirius	-1,5
Canis Minor	Cmi	Kleiner Hund	Procyon	0,4
Capricornus	Cap	Steinbock	Deneb Algedi (Delta Capricorni)	2,9
Carina	Car	Schiffskiel	Canopus	-0,7
Cassiopeia	Cas	Kassiopeia	Schedar	2,2
Centaurus	Cen	Zentaur	Rigil Kentaurus	-0,3
Cepheus	Cep	Kepheus	Alderamin	2,4
Cetus	Cet	Walfisch	Deneb Kaitos (Beta Ceti)	2,0
Chamaeleon	Cha	Chamäleon	Alpha Chamaeleontis	4,1
Circinus	Cir	Zirkel	Alpha Circini	3,2
Columba	Col	Taube	Phakt	2,6
Coma Berenices	Com	Haar der Berenike	Beta Comae Berenices	4,3
Corona Australis	CrA	Südliche Krone	Alpha Coronae Australis	4,1
Corona Borealis	CrB	Nördliche Krone	Alphekka	2,2
Corvus	Crv	Rabe	Gienah (Gamma Corvi)	2,6
Crater	Crt	Becher	Delta Crateris	3,6
Crux	Cru	Kreuz (des Südens)	Acrux	0,7
Cygnus	Cyg	Schwan	Deneb	1,3
Delphinus	Del	Delphin	Rotanev (Beta Delphini)	3,6
Dorado	Dor	Schwertfisch (Goldfisch)	Alpha Doradus	3,3
Draco	Dra	Drache	Thuban	3,7
Equuleus	Equ	Füllen	Kitalpha	3,9
Eridanus	Eri	Eridanus (Fluss)	Achernar	0,5
Fornax	For	Chemischer Ofen	Alpha Fornacis	3,9
Gemini	Gem	Zwillinge	Pollux (Beta Geminorum)	1,1
Grus	Gru	Kranich	Alnair	1,7
Hercules	Her	Herkules	Ras Algethi	2,6
Horologium	Hor	Pendeluhr	Alpha Horologii	3,9
Hydra	Hya	Wasserschlange	Alphard	2,0
Hydrus	Hyi	Südliche Wasserschlange	Beta Hydri	2,8

Name	Kürzel	Bedeutung	Stern	Größenklasse
Indus	Ind	Inder	Alpha Indi	3,1
Lacerta	Lac	Eidechse	Alpha Lacertae	3,8
Leo	Leo	Löwe	Regulus	1,4
Leo Minor	LMi	Kleiner Löwe	Praecipua (46 Leo minoris)	3,8
Lepus	Lep	Hase	Arneb	2,6
Libra	Lib	Waage	Zubeneschemali (Beta Librae)	2,6
Lupus	Lup	Wolf	Alpha Lupus	2,3
Lynx	Lyn	Luchs	Alpha Lyncis	3,1
Lyra	Lyr	Leier	Vega	0,0
Mensa	Men	Tafelberg	Alpha Mensae	5,1
Microscopium	Mic	Mikroskop	Gamma Microscopii	4,7
Monoceros	Mon	Einhorn	Beta Monocerotis	3,7
Musca	Mus	Fliege	Alpha Muscae	2,7
Norma	Nor	Winkelmaß	Gamma Normae	4,0
Octans	Oct	Oktant	Nue Octantis	3,8
Ophiucus	Oph	Schlangenträger	Rasalhague	2,1
Orion	Ori	Orion (Jäger)	Rigel (Beta Orionis)	0,1
Pavo	Pav	Pfau	Alpha Pavonis	1,9
Pegasus	Peg	Pegasus	Enif (Epsilon Pegasi)	2,4
Perseus	Per	Perseus	Mirphak	1,8
Phoenix	Phe	Phönix	Ankaa	2,4
Pictor	Pic	Maler	Alpha Pictoris	3,2
Pisces	Psc	Fische	Eta Piscium	3,6
Pisces Austrinus	PsA	Südlicher Fisch	Fomalhaut	1,2
Puppis	Pup	Achterdeck	Zeta Puppis	2,3
Pyxis	Pyx	Kompass	Alpha Pyxidis	3,7
Reticulum	Ret	Netz	Alpha Reticuli	3,4
Sagita	Sge	Pfeil	Gamma Sagittae	3,5
Sagittarius	Sgr	Schütze	Kaus Australis (Epsilon Sagittarii)	1,9
Scorpius	Sco	Skorpion	Antares	1,0
Sculptor	Scl	Bildhauer	Alpha Sculptoris	4,3
Scutum	Sct	Schild	Alpha Scuti	3,9
Serpens (Caput) (Cauda)	Ser	Schlange (Kopf) (Schwanz)	Unukalhai	2,7
Sextans	Sex	Sextant	Alpha Sextantis	4,5
Taurus	Tau	Stier	Aldebaran	0,9

Name	Kürzel	Bedeutung	Stern	Größenklasse
Telescopium	Tel	Fernrohr	Alpha Telescopium	3,5
Triangulum	Tri	Dreieck	Beta Trianguli	3,0
Triangulum Australe	TrA	Südliches Dreieck	Alpha Trianguli Australis	1,9
Tucana	Tuc	Tukan	Alpha Tucanae	2,9
Ursa Major	UMa	Großer Bär	Alioth (Epsilon Ursae Majoris)	1,8
Ursa Minor	UMi	Kleiner Bär	Polaris	2,0
Vela	Vel	Segel	Suhail al Muhlif (Gamma Velorum)	1,7
Virgo	Vir	Jungfrau	Spica	1,0
Volans	Vol	Fliegender Fisch	Gamma Volantis	3,6
Vulpecula	Vul	Füchsen	Anser	4,4

Tabelle 1.2: Die Sternbilder und ihre hellsten Sterne

Es wäre deutlich leichter die Sterne zu identifizieren, wenn sie, wie Teilnehmer einer Tagung, kleine Namensschilder trügen, die Sie durch Ihr Teleskop sehen könnten.

## Messier und andere Himmelsobjekte

Den Sternen Namen zu geben, war eine leichte Aufgabe. Aber was ist mit all den anderen Objekten am Himmel, den Galaxien, Nebeln, Sternhaufen und Ähnlichem (worüber ich in Teil III erzähle)? Der im 18. Jahrhundert lebende französische Astronom Charles Messier erstellte eine Liste von etwa hundert nebligen Himmelsobjekten, indem er diese mit Zahlen versah. Seine Liste wurde zum *Messier-Katalog*. Wenn Sie die Andromeda-Galaxie unter ihrer Fachbezeichnung M31 (= »Messier 31«) finden, so wissen Sie, was das bedeutet. Heutzutage gibt es in dem Standardkatalog 110 Objekte.



Bilder der Messier-Objekte und deren vollständige Liste können Sie auf vielen Websites im Internet abrufen (z. B. unter [www.maa.agleia.de/Messier/dt\\_objects.html](http://www.maa.agleia.de/Messier/dt_objects.html)). Auf der Messier-Website der »Astronomical League« (Astronomische Vereinigung) unter [www.astroleague.org/all/obsclubs/messier/mess.html](http://www.astroleague.org/all/obsclubs/messier/mess.html) können Sie auch herausfinden, wie Sie sich eine Urkunde für die Beobachtung von Messier-Objekten verdienen (»Messier-Marathon«).

Oftmals engagieren sich erfahrene Amateure in solchen Messier-Marathons, bei denen es darum geht, alle im Messier-Katalog verzeichneten Objekte in einer langen Nacht zu beobachten. Während eines Marathons haben Sie jedoch keine Zeit, jeden einzelnen Nebel, Sternhaufen oder jede Galaxie zu genießen. Dazu sage ich nur: »Immer mit der Ruhe«. Nehmen Sie sich lieber für jedes einzelne Objekt genügend Zeit. Ein besonders empfehlenswertes Buch über die Messier-Objekte, in dem Sie auch Ratschläge zur Beobachtung finden, ist *The Messier Objects*

von Stephen J. O'Meara (Cambridge University Press and Sky Publishing Corporation, 1998) oder *Atlas der Messier-Objekte* von Ronald Stoyan u. a. (Oculum-Verlag, 2006).

Es gibt Tausende anderer sogenannter *Deep-Sky-Objekte* (das ist der Sammelbegriff für Sternhaufen, Nebel und Galaxien, um diese von Sternen und Planeten zu unterscheiden). Viele von ihnen werden Sie in Beobachtungsratgebern und Sternkarten mit ihren entsprechenden NGC- und IC-Zahlen (NGC steht für *New General Catalogue*, IC für *Index Catalogue*) aufgeführt finden. Der helle offene Doppelhaufen »h und chi« im Perseus beispielsweise besteht aus NGC 869 und NGC 884.



### Die Mathematik der Helligkeit

Die Sterne der Größenklasse 1 sind etwa hundertmal heller als Sterne der sechsten Größenklasse. Insbesondere sind die Sterne der ersten Größenklasse 2,512-mal heller als die der zweiten usw. Die Mathematiker unter Ihnen werden dies als eine Reihe erkannt haben. Jede Größenklassendifferenz zwischen zwei benachbarten Größenklassen entspricht also der 5. Wurzel aus 100 (d. h. wenn Sie eine Zahl fünfmal mit sich selbst multiplizieren – z. B.  $2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512$  – ist das Ergebnis 100). Wenn Sie an meinen Worten zweifeln und diese Rechnung lieber selbst durchführen wollen, so werden Sie, da ich einige Nachkommastellen weggelassen habe, ein leicht abweichendes Resultat erhalten.

Damit können Sie anhand der Größenklasse berechnen, wie schwach ein Stern im Vergleich zu einem anderen ist. Liegen zwei Sterne um fünf Größenklassen auseinander (wie in dem Beispiel mit den Sternen der ersten und sechsten Größenklasse), so unterscheiden sie sich um einen Faktor 2,5125 (2,512 hoch fünf) und die Antwort eines guten Taschenrechners lautet in diesem Falle 100. Befinden sich die Sterne sechs Größenklassen auseinander, dann ist der eine 250-mal heller als der andere, und wenn Sie einen Stern der ersten mit einem der elften Größenklasse vergleichen, dann unterscheiden sie sich in der Helligkeit um 2,51210, d. h. um einen Faktor 100 zum Quadrat, also um 10 000.

Die schwächsten mit dem Hubble-Weltraumteleskop sichtbaren Objekte sind etwa 25 Größenklassen schwächer als die schwächsten mit dem bloßen Auge sichtbaren Sterne (ein normales Sehvermögen und gute Sichtbedingungen vorausgesetzt – manche Experten und eine gewisse Anzahl von Spinnern und Angebern behaupten, sie könnten Sterne der 7. Größenklasse sehen). 25 sind fünf mal fünf Größenklassen, was bedeutet, dass das Objekt um einen Faktor 1005 schwächer ist. Hubble kann also  $100 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100$  oder 10 Milliarden Mal schwächere Objekte sehen als das menschliche Auge. Das kann man wohl von einem 10 Milliarden Dollar teuren Teleskop auch erwarten.

Ein gutes Teleskop können Sie bereits für weniger als 1000 Euro erstehen. Die Milliarden Dollar wertvollen besten Hubble-Bilder können Sie kostenfrei im Internet downloaden ([www.stsci.edu](http://www.stsci.edu) oder [www.esa.int](http://www.esa.int)).

## ***Je kleiner, desto heller: Größenklassen***

In Sternkarten, Zeichnungen der Sternbilder oder Sternlisten wird stets die Größenklasse eines jeden Sterns mit aufgeführt. Die *Größenklassen* stellen einfach eine Helligkeitsskala dar. Hipparch, einer der alten Griechen, ordnete sämtliche Sterne, die er sehen konnte, in sechs Helligkeitsklassen ein. Die hellsten wurden Sterne *1. Größe* (auch *magnitudo*) genannt, die nächst schwächeren *2. Größe* usw., bis hin zu den schwächsten, gerade noch mit bloßem Auge erkennbaren Sternen der *6. Größe*.

Es sei jedoch betont, dass im Gegensatz zu anderen Messskalen und Einheiten gilt: Je heller der Stern ist, desto kleiner seine Größenklasse. Die Griechen waren halt auch nicht perfekt. Selbst Hipparch hatte eine Achillesferse: Er ließ den allerhellsten Sternen in seinem System keinen Platz übrig.

So erkennen wir heutzutage Sterne, deren Größenklasse 0 ist oder sogar negativ. Sirius beispielsweise hat die Größenklasse -1,5 und der hellste Planet, Venus, hat manchmal Größenklasse -4 (der genaue Wert variiert je nach Entfernung zur Erde und der Stellung zur Sonne zum gegebenen Zeitpunkt).

Ein weiteres Versäumnis: Die Griechen hatten für Sterne, die sie nicht sehen konnten, keine Größenklasse. Heutzutage wissen wir jedoch, dass jenseits der mit dem bloßen Auge sichtbaren Sterne, Abermillionen weiterer Sterne existieren, deren Helligkeit auch durch Größenklassen beschrieben wird. Das sind sehr große Zahlen: 7 und 8 für Sterne, die mit dem Feldstecher leicht sichtbar sind und 10 oder 11 für Sterne, die mit einem kleinen, aber guten Teleskop gesehen werden können. Die Größenklassen reichen bis hinauf zu 21 für die schwächsten Sterne der am Palomar-Observatorium durchgeführten Himmelsdurchmusterung und 30 oder 31 im Falle der schwächsten mit dem Hubble-Weltraumteleskop aufgenommenen Objekte.

## ***Das Lichtjahr bei Licht betrachtet***

Die Entfernungen zu den Sternen und anderen Objekten außerhalb unseres Sonnensystems werden in *Lichtjahren* gemessen. Als Längenmaß beträgt ein Lichtjahr 9,5 Billionen Kilometer.

Weil es das Wort »Jahr« enthält, wird ein Lichtjahr häufig mit einer Zeiteinheit verwechselt. Ein Lichtjahr stellt jedoch eine Längeneinheit dar – es ist die Strecke, die das Licht bei seiner Reise durch den Weltraum mit einer Geschwindigkeit von 300 000 Kilometern pro Sekunde in einem Jahr zurücklegt.

Wann immer Sie ein Objekt im Weltraum beobachten, sehen Sie dieses so, wie es aussah, als das Licht es verließ. Betrachten Sie dazu folgende Beispiele:

- ✓ Wenn Astronomen eine Explosion auf der Sonne entdecken, sehen sie diese nicht im Augenblick des Geschehens, denn das Licht benötigt rund 8½ Minuten, um von der Sonne zur Erde zu gelangen.

- ✓ Der nächstgelegene Stern jenseits der Sonne, Proxima Centauri, befindet sich etwa vier Lichtjahre von uns entfernt. Wir können Proxima daher nie so sehen, wie er im Augenblick ist, sondern nur so, wie er vor vier Jahren aussah.
- ✓ Schauen Sie in einer klaren, dunklen Herbstnacht zur Andromeda-Galaxie hinauf. Es ist das entfernteste Objekt, das wir ohne jegliche optische Hilfsmittel sehen können. Das Licht, das Ihr Auge empfängt, hat die Galaxie vor über 2 Millionen Jahren verlassen. Verschwände die Galaxie aus irgendeinem unerfindlichen Grunde, so würden wir Menschen auf der Erde das erst in 2 Millionen Jahren mitbekommen.

Folgendes trifft den Nagel auf den Kopf:

- ✓ Jeder Blick in den Weltraum ist immer ein Blick in die Vergangenheit.
- ✓ Es gibt *keine Möglichkeit* zu erfahren, wie ein beliebiges Objekt im Weltraum in diesem Augenblick tatsächlich aussieht.

Wenn wir uns große, helle Sterne einer weit entfernten Galaxie anschauen, ist es gut möglich, dass diese Sterne gar nicht mehr existieren. Manche massereichen Sterne leben nur 10 oder 20 Millionen Jahre. Beobachten wir die Sterne einer 50 Millionen Lichtjahre entfernten Galaxie, so sehen wir im Grunde in einen Sternfriedhof, denn viele der Sterne sind bereits gestorben.

Würden wir einen Lichtblitz auf eine der fernsten Galaxien zuschießen, so würde das Licht 10 bis 14 Milliarden Jahre bis dorthin reisen, da diese Galaxien 10 bis 14 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt sind. In nur 5 bis 6 Milliarden Jahren aber wird sich die Sonne aufblähen und sämtliches Leben auf der Erde vernichten. Somit wird das Licht ein eher sinnloser Hinweis auf die Existenz unserer Zivilisation sein, ein kurzes Aufblitzen in der Evolution des Kosmos.



### A.E. ade!

Die Erde ist etwa 150 Millionen Kilometer oder eine »Astronomische Einheit« (A.E. oder auch A.U. von »Astronomical Unit«) von der Sonne entfernt. Die Entfernungen zwischen Objekten innerhalb des Sonnensystems werden häufig in A.E. angegeben. Dessen Plural ist ebenfalls A.E.

In öffentlichen Ankündigungen, Pressekonferenzen und populärwissenschaftlichen Büchern legen die Astronomen dar, wie weit die Sterne und Galaxien, die sie untersuchen, »von der Erde« entfernt sind. Im Wissenschaftsalltag und in Fachzeitschriften hingegen werden diese Abstände immer auf die Sonne, dem Zentrum unseres Sonnensystems, bezogen. Da die Entfernungen der Sterne nicht so genau gemessen werden können (und diese auch gleichzeitig viel weiter von uns entfernt sind als der Abstand Sonne-Erde), ist es im Grunde egal, welchen Bezugspunkt man wählt. Eine A.E. mehr oder weniger spielt hierbei keine gewichtige Rolle, doch um der Konsistenz willen ist es wünschenswert, sich auf einen Bezugspunkt zu einigen.

## **Fixsterne sind Zugvögel**

In der Vergangenheit wurden die Sterne als »Fixsterne« bezeichnet, um sie von den wandernden Planeten zu unterscheiden. In Wirklichkeit befinden sich die Sterne jedoch in ständiger Bewegung, Real- und Scheinbewegung. Wegen der Erdrotation sieht es so aus, als ob der Himmel über uns hinwegzöge. Die Sterne gehen auf und unter, ebenso wie die Sonne und der Mond, doch sie bleiben in Formation. Das bedeutet beispielsweise, dass die Sterne des Großen Bären nicht etwa zu dem Kleinen Hund oder zu Aquarius, dem Wassermann, umziehen. Unterschiedliche Sternbilder gehen aber zu unterschiedlichen Daten und von verschiedenen Orten auf der Erde aus gesehen auch zu unterschiedlichen Zeiten auf und unter.

Tatsächlich bewegen sich die Sterne von Ursa Major (und auch die anderer Sternbilder) zueinander mit atemberaubenden Geschwindigkeiten von Hunderten von Kilometern pro Sekunde. Doch sie sind so weit weg, dass Wissenschaftler genaue Messungen über beträchtliche Zeitintervalle vornehmen müssen, um ihre Bewegung am Himmel wahrnehmen zu können. Das heißt, dass die Sterne von Ursa Major in 20 000 Jahren ein anderes Muster am Himmel bilden werden. Vielleicht wird es dann auch wirklich wie ein großer Bär aussehen.

Inzwischen sind die Positionen vieler Millionen Sterne gemessen, in Kataloge eingetragen und auf Sternkarten eingezeichnet worden. Sie werden in Einheiten aufgeführt, die als Rektaszension und Deklination bezeichnet werden und allen Astronomen, Amateuren und Profis als RA und Dekl (oder  $\alpha$  und  $\delta$ ) bekannt sind.

- ✓ Die RA ist die Lage eines Sterns gemessen in Ost-/Westrichtung (ähnlich der geografischen Länge, der Lage eines Ortes auf der Erde östlich oder westlich des Nullmeridians in Greenwich, England).
- ✓ Die Dekl ist die Lage eines Sterns gemessen in Nord-/Südrichtung, ähnlich der geografischen Breite einer Stadt, die nördlich oder südlich des Äquators gemessen wird.

Die RA wird wie die Zeit in Einheiten von Stunden, Minuten und Sekunden angegeben.

Einige einfache Regeln können hilfreiche Erinnerungstützen für die Funktionsweise von RA und Dekl sein und dabei helfen, eine Sternkarte zu lesen (siehe Abbildung 1.3):

- ✓ Der Himmelsnordpol (NHP von Nördlicher Himmelspol) ist der Ort am Himmel, auf den die Erdachse in Nordrichtung zeigt. Wenn man am geografischen Nordpol steht, befindet sich der NHP senkrecht darüber.
- ✓ Der Himmelssüdpol (SHP von Südlicher Himmelspol) ist der Ort am Himmel, auf den die Erdachse in Südrichtung zeigt. Steht man am geografischen Südpol, so befindet sich der SHP genau senkrecht über Ihnen. Ich hoffe, Sie sind warm angezogen. Sie befinden sich nämlich in der Antarktis!
- ✓ Die gedachten Linien gleicher RA laufen durch NHP und den SHP und sind in Wirklichkeit im Erdmittelpunkt zentrierte Halbkreise. Sie sind in alle Himmelskarten eingezeichnet, um Menschen zu helfen, Sterne bei bestimmten RA zu finden.
- ✓ Die gedachten Linien gleicher Dekl, wie z. B. die Linie am Himmel, die Dekl  $30^\circ$  nördlich markiert, verlaufen genau über den entsprechenden geografischen Breiten. Steht man bei-

spielsweise in New York,  $41^\circ$  nördlicher Breite, so entspricht der darüber liegende Punkt der Dekl  $41^\circ$  Nord, während sich die RA wegen der Erdrotation stets ändert. Diese erdachten Linien befinden sich ebenfalls in den Sternkarten und werden *Deklination* genannt.

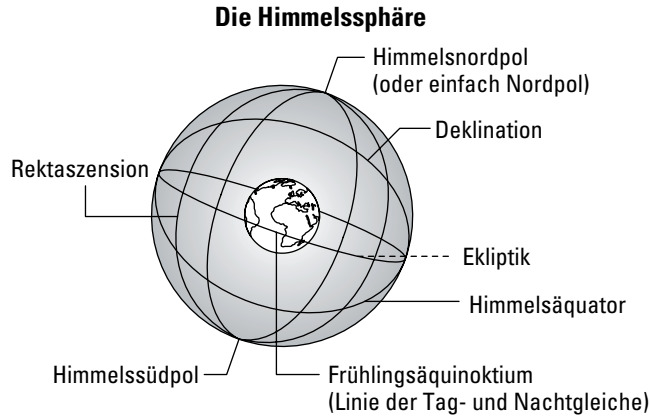


Abbildung 1.3: Die Himmelsphäre entziffern



### Für RA- und Dekl-Anwender

Ein Stern mit der RA von 2h 00m 00s befindet sich östlich eines Sterns mit der RA 0h 00m 00s, unabhängig von seiner Deklination. Die RA nimmt von Westen nach Osten zu, angefangen mit der RA 0h 00m 00s. Das entspricht einer Linie am Himmel (eigentlich einem im Erdmittelpunkt zentrierten Halbkreis) zwischen dem Himmelsnordpol und dem Himmels-südpol. Der erste Stern kann sich bei Dekl  $30^\circ$  Nord und der zweite bei Dekl  $15^\circ 25' 12''$  Süd befinden, und sie sind dennoch in Ost-Westrichtung 2 Stunden voneinander entfernt (und  $45^\circ 25' 12''$  in Nord-Südrichtung).

Folgendes gilt für die Einheiten von RA und Dekl:

- ✓ Eine RA von einer Stunde entspricht einem Bogen von  $15^\circ$  Länge am Himmelsäquator. Ein vollständiger Kreis am Himmel wird in einer Erdumdrehung (24 Stunden) vollführt und entspricht damit  $24 \times 15^\circ = 360^\circ$ . Eine RA von einer Minute, auch *Zeitminute* genannt, beträgt  $1/60$  einer Stunde und entspricht einem Bogen am Himmel von der Länge  $15^\circ/60$ , oder  $1/4^\circ$ . Eine RA von einer Sekunde, oder eine *Zeitsekunde*, ist ein Sechzigstel einer Zeitminute.
- ✓ Die Dekl wird in Grad gemessen, analog zu den Graden eines Kreises, sowie in Bogenminuten und -sekunden. Ein halbes Grad entspricht in etwa dem scheinbaren Durchmesser des Vollmondes. Jedes Grad wird in 60 Bogenminuten unterteilt ( $60'$ ). Wenn Sie durch ein kleines Amateurteleskop bei starker Vergrößerung auf einen Stern schauen, dann erscheint dessen Bild durch die Turbulenzen in der Luft verschwommen. Unter guten Sichtbedingungen (geringe Luftunruhe) misst das Bild etwa  $1''$  oder  $2''$  im Durchmesser.



### ***Astronomie von zu Hause aus***

Haben Sie einen kleinen Garten mit Blick auf den Himmel – mit wenigen Bäumen und nicht zu vielen benachbarten Häusern, die den Horizont einengen – so haben Sie bereits gewonnen. Dann können Sie in einer klaren Nacht ein Teleskop aufstellen oder sich ein Fernglas greifen und damit anfangen, den Himmel zu beobachten. Wer ausgerechnet in der Münchner Innenstadt lebt, wo der Himmel wegen des Streulichts der Stadt diffus ist, kann sich einem astronomischen Verein oder einer Volkssternwarte anschließen, dessen Mitglieder oft zu einem dunkleren Beobachtungsort pilgern. Amateurastronomen suchen bekanntlich des Öfteren das Weite.

Wer vorwiegend an der Wissenschaft interessiert ist, den astronomischen Entdeckungen, der kann sich auch in den eigens auf Amateurastronomen zugeschnittenen regelmäßig erscheinenden Zeitschriften kundig machen. Besser noch, Sie können viele freie Websites aufsuchen, die Ihnen alles verraten, was Sie immer schon über das himmlische Geschehen wissen wollten. Und darüber hinaus noch alles, worüber Sie noch nicht einmal so viel wussten, um überhaupt fragen zu können.

Die Astronomie ist eine familienfreundliche Freizeitbeschäftigung: Man stellt das Teleskop auf, und jeder wird für einen flüchtigen Blick Schlange stehen. Sie haben keinen Babysitter? Dann bringen Sie die Kinder zur Sternparty einfach mit! Sie werden Ihnen bestimmt sogar beim Tragen der Teleskope helfen. Nehmen Sie Decken und Schlafsäcke mit. Wo finden Sie eine bessere Gelegenheit, über die Welt nachzudenken, als in einem paradiesischen Sterntheater, während Sie langsam in den Schlaf gleiten?

Angenommen Sie möchten, sofern aus Ihrem Garten sichtbar, den NHP finden: Schauen Sie in Richtung Norden und lassen Sie Ihren Blick vom Horizont bis auf eine Höhe von X Grad am Himmel wandern, wobei X die geografische Breite Ihres Ortes ist. Ich setze voraus, dass Sie in Nordamerika, Europa oder einem anderen Ort auf der nördlichen Halbkugel leben. Leben Sie dagegen in Südamerika, Südafrika, Australien oder einem beliebigen anderen Ort auf der südlichen Halbkugel, so können Sie den NHP natürlich nicht sehen. Stattdessen sollten Sie den SHP suchen. Das ist der Punkt, der sich in südlicher Richtung befindet und dessen Höhe auf dem Himmel gemessen in Grad über dem Horizont gleich der geografischen Breite am Beobachtungsort ist.

In fast jedem Astronomiebuch bedeutet das Symbol »''« Sekunden eines Bogens (keineswegs Inch oder Zoll).

Hier nun die erfreuliche Nachricht: Wollen Sie nur die Konstellationen und Planeten ausfindig machen, so benötigen Sie RA und Dekl nicht. In diesem Fall brauchen Sie nur eine für die gegebene Zeit im Jahr und in der Nacht eigens angefertigte Sternkarte, anhand derer Sie sich am Nachthimmel orientieren können. Wollen Sie jedoch Sternkataloge und Karten lesen können und z. B. Galaxien mit Ihrem Teleskop unter die Lupe nehmen, so ist es hilfreich, das Prinzip zu verstehen.

Wenn Sie über eines jener tollen neuen und dennoch erstaunlich erschwinglichen computergesteuerten Teleskope verfügen (siehe Kapitel 3), so können Sie die RA und Dekl eines Kometen, der gerade entdeckt und angekündigt worden ist, eingeben und schon wird es mit dem Finger darauf zeigen. Jede Ankündigung eines Kometen wird von kleinen Tabellen begleitet (den sogenannten *Ephemeriden*), woraus die vorausgesagte Position des Objekts am Himmel (die RA und Dekl) als Funktion des Datums abgelesen werden kann.

## ***Die Gravitation: Eine Kraft, mit der zu rechnen ist***

Seit Newton dreht sich alles in der Astronomie um die Gravitation. Er erklärte diese als eine Kraft zwischen zwei beliebigen Objekten, die von der Masse dieser Objekte und ihrem Abstand voneinander abhängt. Je größer die Masse, desto stärker ihre Anziehungskraft. Je größer der Abstand, desto schwächer die gravitative Anziehung.

Einstein hat die Gravitationstheorie nicht nur weiterentwickelt, sondern revolutioniert, sodass sie experimentelle Tests bestätigen konnte, bei denen die Newtonsche Theorie ins Schleudern geriet. Die Newtonsche Theorie war auf die alltäglichen Begegnungen mit der Gravitation zugeschnitten. Der Apfel, der ihm auf den Kopf gefallen sein soll, ist nur ein Beispiel dafür. Doch Einsteins Theorie sagt auch Effekte voraus, die in der Nähe massereicher Objekte stattfinden, wo die Gravitation ungeheuer stark ist. Für Einstein war die Gravitation im Grunde keine Kraft, sondern die Krümmung von Raum und Zeit durch ein massereiches Objekt wie beispielsweise einen Stern. Ich fühle mich schon total verbogen, wenn ich nur daran denke.

Newtons Gravitationslehre erklärt Folgendes:

- ✓ Warum der Mond die Erde, die Erde die Sonne, die Sonne das Zentrum der Milchstraße umkreist und andere Objekte sich gegenseitig umkreisen.
- ✓ Warum ein Stern oder Planet kugelförmig ist.
- ✓ Warum Gas und Staub im All zu verklumpen beginnen, um neue Sterne zu bilden.

Einsteins Gravitationstheorie, die Allgemeine Relativitätstheorie, erklärt Folgendes:

- ✓ Warum Sterne, die während einer Finsternis in Sonnennähe sichtbar werden, gegenüber ihren normalen Positionen leicht verschoben erscheinen.
- ✓ Warum Schwarze Löcher existieren können.
- ✓ Warum die Erde die gekrümmte Raumzeit bei ihrer Drehung mitzerrt. Einen Effekt, den die Wissenschaftler mithilfe von Satelliten gemessen haben.

Sie können einiges über Schwarze Löcher in Kapitel 13 erfahren, ohne jedoch die Allgemeine Relativitätstheorie kennen zu müssen. Sie werden vielleicht schlauer, wenn Sie jedes Kapitel lesen. Dennoch werden Ihre Freunde Sie so lange nicht für Einstein halten, bis Sie sich die Haare wachsen lassen, mit einem schmutzigen Pullover herumlaufen und genau dann die Zunge herausstrecken, wenn man Sie fotografiert.

Die Relativitätstheorie ist eine bedeutende Grundlage für das Studium des Universums. Denn im Universum ist alles relativ und manches sogar paradox. So kann Licht sowohl Welle als auch Teilchen sein.

## ***Der Weltraum: Alles in tumultartiger Bewegung***

Alles im Weltraum bewegt und dreht sich. Die Objekte können nicht still stehen. An allen Sternen, Planeten, Galaxien oder Raumschiffen zieht immer irgendein anderer Himmelskörper. Das Universum hat keinen Mittelpunkt.

Die Erde z. B.

- ✓ dreht sich um ihre eigene Achse, von Astronomen als *Rotation* bezeichnet. Sie benötigt einen Tag, um sich einmal um sich selbst zu drehen.
- ✓ kreist um die Sonne, von Astronomen als *Revolution* bezeichnet. Eine vollständige Umdrehung dauert ein Jahr.
- ✓ reist mit der Sonne auf einer riesigen Bahn um das Zentrum der Milchstraße, wobei eine volle Umdrehung etwa 226 Millionen Jahre dauert. Die Dauer dieser Reise wird als *galaktisches Jahr* bezeichnet.
- ✓ bewegt sich mit der Milchstraße auf einer Flugbahn um das Massenzentrum der *Lokalen Galaxiengruppe*, die mit ihren einigen Dutzend Galaxien aber nur ein galaktisches Provinznest im Universum ist.
- ✓ bewegt sich mit der Lokalen Galaxiengruppe durch das Universum als Teil des *Hubble-Stroms*, der durch den Urknall verursachten Expansion der Raumzeit.

Sie als Erdbewohner nehmen an all diesen Bewegungen teil – an der Rotation, der Revolution, der galaktischen Rotation, der Kreuzfahrt der Lokalen Gruppe und der kosmischen Expansion. All das findet statt, während Sie zur Arbeit fahren und Sie waren sich dessen wahrscheinlich noch nie bewusst. Bitten Sie doch um etwas Rücksichtnahme, wenn Sie sich das nächste Mal ein kleines bisschen verspäten.

Erinnern Sie sich an Ginger Rogers? Sie folgte Fred Astaires Bewegungen beim Tanz, doch tat sie dies rückwärts. Wie Ginger und Fred folgt der Mond den Bewegungen der Erde, jedoch nicht rückwärts und auch nicht der Erdrotation. Der Mond dreht sich viel langsamer, und zwar vollführt er eine vollständige Umdrehung etwa einmal im Monat. Gleichzeitig kreist er ebenfalls in etwa einem Monat einmal vollständig um die Erde.

Der Urknall ist das theoretische Ereignis, in dem das Universum entstand und die gewaltige Expansion der Raumzeit begann. Damit lassen sich viele der beobachteten Phänomene erklären, manche sogar vorhersagen, die vor der Verbreitung dieser Theorie nie beobachtet wurden. Sie ist derzeit die beste aller Theorien über den Anfang des Universums, über die wir verfügen.

