

Immer dem Licht nach: Die Kunst und Wissenschaft der Astronomie



In diesem Kapitel

- ▶ Astronomie: Eine Wissenschaft der reinen Beobachtung
- ▶ Was das Licht uns zu erzählen hat
- ▶ Die Gesetze der Schwerkraft leicht gemacht
- ▶ Woran man sieht, wo sich was bewegt – und wie schnell

Gehen Sie in einer klaren Nacht hinaus und blicken Sie zum Himmel. Falls Sie in einer Großstadt oder einem überfüllten Vorort leben, werden Sie Dutzende, ja vielleicht Hunderte von Sternen blinken sehen. Je nach Monatszeit entdecken Sie vielleicht auch den Vollmond und bis zu fünf der acht Planeten, die um die Sonne kreisen.

Und da – eine Sternschnuppe (ein »Meteor«) flitzt vorbei! Was Sie da sehen, ist im Grunde nur das Aufleuchten eines winzigen Körnchens Kometenstaub, das in den oberen Atmosphärenschichten verglüht.

Danach sehen Sie ein weiteres Lichtobjekt, das langsam und stetig über den Himmel wandert. Ist es ein Weltraumsatellit, wie das Hubble-Raumteleskop? Oder nur ein Flugzeug, das weit oben fliegt? Falls Sie einen Feldstecher zur Hand haben, können Sie den Unterschied leicht feststellen. Die meisten Flieger haben Blinklichter, außerdem kann man oft ihre Umrisse erkennen.

Falls Sie auf dem Land leben – irgendwo an der Küste, weit entfernt von der nächsten Ortschaft, inmitten von Feldern oder in den Bergen, jenseits von in Flutlicht getauchten Skipisten –, können Sie sogar Tausende von Sternen sehen. Die Milchstraße erscheint als prächtiges, wie mit Perlen übersätes Band am Himmelszelt. Was Sie da sehen, ist das vereinigte Leuchten von Millionen lichtschwacher Sterne, die mit dem bloßen Auge nicht als Einzelobjekte erkannt werden können. An großen Beobachtungsstätten, wie etwa Cerro Tololo in den chilenischen Anden, sieht man sogar noch mehr Sterne. Sie hängen wie strahlende Laternen an einem pechschwarzen Himmel, und häufig funkeln sie nicht einmal wie in van Goghs Gemälden *Sternennacht*.

Wenn Sie zum Himmel blicken, betreiben Sie bereits Astronomie. Sie beobachten das Universum, das Sie umgibt, und versuchen, in dem, was Sie sehen, einen Sinn zu erkennen. Jahrtausendlang gründete alles, was Menschen über den Himmel wussten, nur auf Beobachtungen. Nahezu alles, womit die Astronomie sich beschäftigt,

- ✓ ist nur aus weiter Ferne zu sehen;
- ✓ wird nur sichtbar durch das Licht, das die Objekte des Raums zu uns senden;

✓ bewegt sich unter dem Einfluss von Schwerkraft durch den Raum.

Über all jene Dinge (und noch mehr) versucht dieses Kapitel, Sie aufzuklären.

Astronomie: Die Wissenschaft der Beobachtungen

Astronomie ist das Studium des Himmels, die Wissenschaft der kosmischen Objekte und Himmelserscheinungen sowie die Erforschung der Natur des Universums, in dem wir leben. Professionelle Astronomen betreiben Astronomie, indem sie mithilfe von Teleskopen das sichtbare Licht von Sternen einfangen oder Radiowellen empfangen, die aus dem All kommen. Sie haben Teleskope hinterm Haus stehen, besitzen gewaltige Beobachtungsinstrumente und Satelliten, die um die Erde kreisen und verschiedene Formen des Lichts einfangen (wie etwa UV-Strahlung), das von der Atmosphäre daran gehindert wird, den Erdboden zu erreichen. Sie schicken Teleskope in Raketensonden zum Himmel, bestückt mit Instrumenten, die wissenschaftliche Beobachtungen in solchen Höhen erst ermöglichen, aber auch an Bord von unbemannten Ballons. Und sie schicken Instrumente in unser Sonnensystem, die Gesteins- und Erdproben aus den Tiefen des Alls mit an Bord nehmen.

Profiastronomen beschäftigen sich mit der Sonne und dem Sonnensystem, der Milchstraße und noch weiter entfernten Regionen des Universums. Sie verwenden dazu die größten Teleskope der Welt – etwa das Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile oder das Hubble-Teleskop im Weltall – und arbeiten an Universitäten und anderen Forschungsinstituten.

Neben den etwa 20.000 Profiastronomen weltweit genießen auch mehrere Hunderttausend Amateurastronomen den Blick in den Himmel. Sie kennen die bekanntesten Konstellationen (von denen 88 offiziell benannt und katalogisiert sind) und benutzen sie als Wegweiser, wenn sie den Himmel mit bloßem Auge, einem Feldstecher oder einem Teleskop absuchen.

Nicht alle Sterngruppen, die Sie vielleicht kennen, gehören zu den 88 international bekannten Sternbildern (die Begriffe »Sternbild« und »Konstellation« meinen dasselbe). Eine *Sterngruppe* (auch *Asterismus* genannt) kann identisch sein mit einem bestimmten Sternbild, sie kann aber auch Sterne aus mehr als nur einer einzigen Konstellation enthalten. Von den Ecksternen des großen Vierecks im Pegasus zum Beispiel entstammen drei der Pegasus-Konstellation selbst, einer davon jedoch gehört zu Andromeda. Und sicher kennen Sie alle den *Großen Wagen*. Falls nicht, können Sie ihn sich in Abbildung 1.1 einmal genau ansehen.

Zahlreiche Amateure liefern sogar wertvolle wissenschaftliche Beiträge. Sie verfolgen die wechselnde Helligkeit der sogenannten veränderlichen Sterne; sie entdecken Asteroiden, Kometen und explodierende Sterne; sie reisen durch die ganze Welt, um die Schatten einzufangen, die Asteroiden werfen, wenn sie an hellen Sterne vorbeiziehen (und helfen somit den Profis beim Aufzeichnen der jeweiligen Form der Asteroiden). Sie nehmen sogar über den heimischen PC oder das Smartphone an professionellen Citizen-Science-Forschungsprojekten teil, wie ich sie in Kapitel 2 und an anderer Stelle in diesem Buch erläutere.

Im restlichen ersten Teil des Buches versorge ich Sie mit Informationen, die Ihre Himmelsbeobachtungen zu einem lohnenden und amüsanten Unterfangen machen werden.



© iStock.com/shaunt

Abbildung 1.1: Der Große Wagen (im Sternbild Ursa Major) ist eine Sterngruppe.

Was wir sehen können: Die Sprache des Lichts

Das Licht liefert uns Informationen über die Planeten, Monde und Kometen in unserem Sonnensystem, über die Sterne, Sternhaufen und Nebel in unserer Galaxie sowie über noch weiter entfernte Objekte.

In früherer Zeit machten die Menschen sich keine Gedanken über die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Sterne; sie übernahmen die alten Volkssagen und Mythen und gaben sie weiter: vom Großen Bären, vom Teufelsstern, vom Drachen, der die Sonne bei einer Finsternis verschlang, und so weiter. Diese Geschichten unterschieden sich von Kultur zu Kultur; die Sternmuster jedoch wurden von vielen Menschen entdeckt. In Polynesien ruderten erfahrene Seeleute Hunderte von Meilen weit über das offene Meer, ohne Orientierungspunkt und ohne Kompass. Nur die Sterne wiesen ihnen den Weg, die Sonne und ihr Wissen über den Einfluss der Winde und Strömungen.



Wenn sie einen leuchtenden Stern erblickten, notierten sich unsere Ahnen seine Helligkeit, seine Position am Himmel und seine Farbe. Diese Informationen helfen uns dabei, ein Himmelsobjekt vom anderen zu unterscheiden, und unseren Vorfahren (wie auch vielen Menschen heute) waren sie vertraut wie alte Freunde. Hier ein paar Dinge, die Sie beherrschen sollten, um zu erkennen und zu beschreiben, was Sie am Himmel sehen:

- ✓ Sie sollten Sterne von Planeten unterscheiden können,
- ✓ die Namen von Konstellationen, Einzelsternen und weiterer Himmelsobjekte kennen,
- ✓ die Helligkeit bestimmen können (die sogenannte *Größe*, die sich astronomisch bestimmen lässt),
- ✓ verstehen, was mit einem »Lichtjahr« gemeint ist,
- ✓ die Himmelsposition festhalten können (angegeben in RA (Rektaszension) und Dec (Deklination)).

Wandersterne oder Wundersterne?

Der Begriff *Planet* kommt von dem griechischen Wort *planetes* (»Wanderer«). Den Griechen (und anderen antiken Völkern) war aufgefallen, dass sich fünf Lichtflecke durch das Sternmuster am Himmel bewegten. Manche davon bewegten sich stetig vorwärts; andere kehrten auf ihrer Bahn gelegentlich um – warum, wusste keiner. Außerdem funkelten diese Lichtflecke im Gegensatz zu den Sternen nicht, doch auch dafür kannte niemand den Grund. Jede Kultur hatte für diese fünf Lichtflecke, die wir heute als Planeten bezeichnen, ihre eigenen Namen. Ihre deutschen Bezeichnungen sind Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Diese Himmelskörper wandern keineswegs zwischen den anderen Sternen herum; sie kreisen um die Sonne, dem Zentralgestirn unseres Sonnensystems.



Moderne Astronomen wissen, dass Planeten sowohl kleiner als auch größer als die Erde sein können. Alle jedoch sind sie weitaus kleiner als die Sonne. Die Planeten in unserem Sonnensystem sind der Erde so nahe, dass man sie als kleine Scheiben wahrnehmen kann – zumindest, wenn man sie durch ein Teleskop betrachtet –, sodass sich ihre Form und Größe feststellen lässt. Die Sterne hingegen sind so weit von der Erde entfernt, dass sie selbst durch das leistungsstärkste Teleskop nur als kleine Lichtpunkte erscheinen. (Mehr über die Planeten in unserem Sonnensystem erfahren Sie in Teil II.)

Vorsicht, Großer Bär: Die Namen der Sterne und Sternbilder

Zu den Planetariumsbesuchern sagte ich immer, wenn sie ihre Blicke starr auf den Himmel richteten: »Falls Ihnen nirgendwo ein Bär auffällt, ist alles in Ordnung. Sollten Sie jedoch einen sehen, ist Vorsicht geboten.«

Die alten Astronomen bevölkerten den Himmel mit lauter Fantasiegestalten – wie etwa Ursa Major (lateinisch für »Großer Bär«), Cygnus (der Schwan), Andromeda (die Frau in Ketten) und Perseus (der Held). Jede dieser Gestalten setzten unsere Vorfahren mit einem Sternmuster gleich. Die meisten Leute jedoch sehen keinerlei Ähnlichkeit zwischen dem Sternbild Andromeda und einer Frau in Ketten. Sogar abstrakte Künstler müssen da vermutlich passen (siehe Abbildung 1.2).

Heute teilen die Astronomen den Himmel in 88 Sternbilder auf, in denen alle sichtbaren Sterne enthalten sind. Die Internationale Astronomische Union (IAU), von der die Wissenschaft vertreten wird, hat hier klare Grenzen gesetzt; es geht bei Sternen also vor allem darum, zu

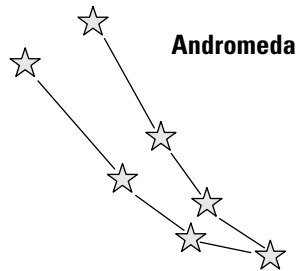


Abbildung 1.2: Der Name Andromeda stammt von einer alten griechischen Prinzessin, die an einen Felsen geschmiedet wurde; daher die Bezeichnung »Frau in Ketten«.

welchem Sternbild sie gehören. Zuvor konnten sich Astronomen, die Sternkarten erstellten, oftmals nicht einigen. Wenn Sie heute lesen, dass der Tarantelnebel sich im Sternbild des Schwertfischs (Dorado) befindet, wissen Sie: Um den Tarantelnebel zu finden, muss ich am südlichen Sternenhimmel suchen, im Sternbild Dorado (auch wenn das eigentlich Goldfisch bedeutet).

Die größte Sternenkonstellation ist Hydra, die Wasserschlange. Die kleinste ist Crux, das Kreuz, von den meisten als Kreuz des Südens bezeichnet. Es gibt übrigens auch so etwas wie ein Kreuz des Nordens, das man jedoch in keiner Liste mit Sternbildern finden wird; es ist eine sogenannte Sterngruppe (den Begriff habe ich schon definiert), der zu Cygnus gehört, dem Sternbild des Schwans. Obwohl die meisten Astronomen sich über die Namen der Sternbilder einig sind, so streiten sie sich doch manchmal darüber, was diese Namen bedeuten. Ich habe bereits erwähnt, dass Dorado so viel bedeutet wie »Goldfisch«; dennoch hat sich für die Konstellation der Name »Schwertfisch« eingebürgert. Dann gibt es ein Sternbild mit dem Namen Serpens (die Schlange), das aus zwei Abschnitten besteht, die eigentlich gar nicht zusammengehören. Diese Abschnitte, die sich zu beiden Seiten von Ophiuchus befinden, dem Schlangenträger, heißen Serpens Caput (Kopf der Schlange) und Serpens Cauda (Schwanz der Schlange).

Die einzelnen Sterne einer Konstellation haben oft gar nichts miteinander zu tun, außer dass sie sich, von der Erde aus gesehen, ziemlich nahe sind. Im Weltraum selbst können die Sterne, die zusammen eine Konstellation bilden, völlig unabhängig voneinander sein, sodass zum Beispiel einer von ihnen relativ erdnah ist, der andere sich jedoch weit draußen im All befindet. Rein optisch jedoch bilden sie vielleicht ein Muster, das uns die Sternbeobachtung auf unserem Planeten erleichtert.

Normalerweise werden die helleren Sterne einer Konstellation mit einem griechischen Buchstaben gekennzeichnet, der entweder von den alten Griechen selbst oder von Astronomen späterer Zivilisationen stammt. Der hellste Stern eines Sternbilds trägt den Beinamen Alpha (erster Buchstabe des griechischen Alphabets), der zweithellste Beta (zweiter Buchstabe) und so weiter, bis zum 24. und letzten Buchstaben, dem Omega. In der Regel werden sie als Kleinbuchstaben geschrieben, also α , β ... ω .

Somit heißt Sirius, der hellste Stern am Nachthimmel, im Sternbild Canis Major (Großer Hund) gelegen, eigentlich Alpha Canis Majoris. (Die Endung -is kennzeichnet den Genitiv;

Wissenschaftler haben nun mal eine Schwäche für Latein.) In Tabelle 1.1 finden Sie eine Liste der griechischen Buchstabensymbole und ihrer deutschen Bezeichnungen.

Buchstabe	Name
α	Alpha
β	Beta
γ	Gamma
δ	Delta
ϵ	Epsilon
ζ	Zeta
η	Eta
θ	Theta
ι	Iota
κ	Kappa
λ	Lambda
μ	My
ν	Ny
ξ	Xi
$\omicron$	Omikron
π	Pi
ρ	Rho
σ	Sigma
τ	Tau
υ	Ypsilon
ϕ	Phi
χ	Chi
ψ	Psi
ω	Omega

Tabelle 1.1: Die griechischen Buchstaben



Wenn Sie in einen Sternatlas schauen, fällt Ihnen auf, dass die Einzelsterne einer Konstellation nicht die Bezeichnungen α Canis Majoris, β Canis Majoris und so weiter tragen. Normalerweise machen es die Herausgeber solcher Atlanten so: Sie markieren die gesamte Fläche der Konstellation als Canis Major, dann versehen sie die einzelnen Sterne nur noch mit griechischen Buchstaben, also α , β und so weiter. Wenn zum Beispiel in einer astronomischen Fachzeitschrift (siehe Kapitel 2) ein zu beobachtender Stern in einer Liste auftaucht, steht da normalerweise nicht Alpha Canis Majoris oder α Canis Majoris. Stattdessen ist aus Platzgründen meist von α CMa die Rede. CMa ist die Abkürzung für Canis Major(is). Die Abkürzungen für sämtliche Sternbilder finden Sie in Tabelle 1.2.

Die griechischen Buchstaben rühren daher, dass die Astronomen sich nicht die Mühe machten, sich für jeden Einzelstern in Canis Major einen eigenen Namen wie etwa Sirius auszudenken. Es gibt sogar Konstellationen, in denen kein einziger Stern einen Namen hat. (Fallen Sie nicht auf diese Anzeigen herein, in denen Sie gegen eine Gebühr einen Stern »taufen« können. Solche gekauften Namen erkennt die Internationale Astronomische Union nicht an.) Und dann gibt es noch Konstellationen, die zwar auf griechische Buchstaben zurückgreifen, aber mehr als 24 Sterne (Zahl der Buchstaben im griechischen Alphabet) aufweisen. Aus diesem Grund haben manche Sterne auch arabische Zahlen oder lateinische Buchstaben, wie etwa 61 Cygni, b Vulpeculae, HR 1516 und so weiter. Sogar den Namen RU Lupi und YY Sex können Sie begegnen (kein Witz!). Doch wie alle Sterne erkennt man sie nicht nur an ihrem Namen, sondern auch an ihrer Himmelsposition (in Sternenlisten verzeichnet), ihrer Helligkeit, ihrer Farbe und anderen Eigenschaften.

Wenn Sie heute einen Blick auf die verschiedenen Konstellationen werfen, werden Sie bemerken, dass es viele Ausnahmen von der Regel gibt, nach der die griechischen Buchstaben mit der relativen Helligkeit eines Sterns in einer Konstellation zu tun haben. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- ✓ Die Bezeichnungen gründeten auf ungenauen Helligkeitsbeobachtungen mit bloßem Auge.
- ✓ Im Laufe der Jahre verschoben die Herausgeber von Sternatlanten die Grenzen einzelner Konstellationen. So »rutschte« manchmal ein Stern von einer Konstellation in eine andere, deren Bezeichnungen aber schon vorher festlagen.
- ✓ Manche kleinere Sternbilder sowie Konstellationen des südlichen Sternenhimmels wurden von den Astronomen erst nach der Zeit der Griechen in Atlanten katalogisiert, wobei nicht immer der Buchstabenpraxis gefolgt wurde.
- ✓ Die Helligkeit mancher Sterne hat sich seit ihrer Katalogisierung durch die Griechen im Laufe der Jahrhunderte verändert.

Ein gutes (oder weniger gutes) Beispiel ist das Sternbild Vulpecula, der Fuchs, in dem nur ein einziger Stern einen griechischen Buchstaben hat (Alpha).

Da der Alphastern nun nicht immer der hellste Stern einer Konstellation war, brauchten die Astronomen eine neue Bezeichnung, um auf diesen ranghohen Status hinzuweisen – und wählten dazu das Wort *lucida* (vom lateinischen *lucidus*, das »hell« oder »leuchtend« bedeutet). Die Lucida in Canis Major ist der Alphastern Sirius, doch die Lucida von Orion, dem Jäger, ist Rigel, und der heißt auch Beta Orionis. Die Lucida von Leo Minor, dem Kleinen Löwen (einer extrem unscheinbaren Konstellation), ist 46 Leo Minoris.

In Tabelle 1.2 finden Sie alle 88 Konstellationen, zusammen mit ihrem jeweils hellsten Stern und der Helligkeit dieses Sterns. Bei einem Stern nennt man das seine *Größe*, und um alle Klarheiten zu beseitigen: Je kleiner diese Zahl ist, umso heller der Stern (mehr hierzu weiter hinten in diesem Kapitel im Abschnitt »Je kleiner, umso heller: Was Sterngröße wirklich bedeutet«). Wenn die Lucida einer Konstellation deren Alphastern ist und einen Namen hat, beschränke ich mich auf diesen Namen. Ein Beispiel: Der hellste Stern in Auriga (also Alpha Aurigae), dem Sternbild des Fuhrmanns, ist Capella. Ist die Lucida jedoch kein Alphastern, füge ich ihren griechischen Buchstaben oder eine andere Bezeichnung in Klammern hinzu. Die

Lucida von Cancer (dem Sternbild Krebs) zum Beispiel ist Al Tarf – das ist aber der Betastern, Beta Cancrī.

Name	Abkürzung	Bedeutung	Stern	Größe
Andromeda	And	<i>Frau in Ketten</i>	Alpheratz	2,1
Antlia	Ant	Luftpumpe	Alpha Antliae	4,3
Apus	Aps	Paradiesvogel	Alpha Apodis	3,8
Aquarius	Aqr	Wassermann (eigentlich Wasserträger)	Sadalmelik	3,0
Aquila	Aql	Adler	Altair	0,8
Ara	Ara	Altar	Beta Arae	2,9
Aries	Ari	Widder	Hamal	2,0
Auriga	Aur	Fuhrmann	Capella	0,1
Bootes	Boo	Bärenhüter	Arcturus	-0,04
Caelum	Cae	Grabstichel	Alpha Caeli	4,5
Camelopardalis	Cam	Giraffe	Beta Camelopardalis	4,0
Cancer	Cnc	Krebs	Al Tarf (Beta Cancrī)	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	<i>Königin</i>	Schedar	2,2
Centaurus	Cen	Zentaur	Rigil Kentaurus	-0,3
Cepheus	Cep	<i>König</i>	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

Name	Abkürzung	Bedeutung	Stern	Größe
Dorado	Dor	Schwertfisch	Alpha Doradus	3,3
Draco	Dra	Drache	Thuban	3,7
Equuleus	Equ	Füllen	Kitalpha	3,9
Eridanus	Eri	<i>Fluss</i>	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	Kleine Wasserschlange	Beta Hydri	2,8
Indus	Ind	Indianer	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	Zubeneshemali (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
Monocerus	Mon	Einhorn	Beta Monocerotis	3,7
Musca	Mus	Fliege	Alpha Muscae	2,7
Norma	Nor	Winkelmaß	Gamma Normae	4,0
Octans	Oct	Oktant	Nu Octantis	3,8
Ophiuchus	Oph	Schlangenträger	Rasalhague	2,1
Orion	Ori	<i>Jäger</i>	Rigel (Beta Orionis)	0,1
Pavo	Pav	Pfau	Alpha Pavonis	1,9
Pegasus	Peg	<i>Geflügeltes Pferd</i>	Enif (Epsilon Pegasi)	2,4
Perseus	Per	<i>Held</i>	Mirphak	1,8
Phoenix	Phe	Phoenix	Ankaa	2,4
Pictor	Pic	Maler	Alpha Pictoris	3,2
Pisces	Psc	Fische	Eta Piscium	3,6

Name	Abkürzung	Bedeutung	Stern	Größe
Pisces Austrinus	PsA	Südlicher Fisch	Fomalhaut	1,2
Puppis	Pup	Achterdeck des Schiffs	Zeta Puppis	2,3
Pyxis	Pyx	Schiffskompass	Alpha Pyxidis	3,7
Reticulum	Ret	Netz	Alpha Reticuli	3,4
Sagitta	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	Ser	Schlange	Unukalhai	2,7
Sextans	Sex	Sextant	Alpha Sextantis	4,5
Taurus	Tau	Stier	Aldebaran	0,9
Telescopium	Tel	Teleskop	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 Major)	1,8
Ursa Minor	UMi	Kleiner Bär	Polaris	2,0
Vela	Vel	Segel des Schiffs	Suhail al Muhilf (Gamma Velorum)	1,8
Virgo	Vir	Jungfrau	Spica	1,0
Volans	Vol	Fliegender Fisch	Gamma Volantis	3,6
Vulpecula	Vul	Fuchs	Anser	4,4

Tabelle 1.2: Die Konstellationen und ihre hellsten Sterne (Kursiv gesetzte Begriffe stehen für deutsche Entsprechungen, die aber unter Astronomen unüblich sind. In solchen Fällen ist die lateinische Bezeichnung in der ersten Spalte die gängigere.)

Das Identifizieren von Sternen wäre viel einfacher, wenn an ihnen kleine Zettelchen mit ihren Namen befestigt wären, die man durchs Teleskop sehen könnte – aber okay, zumindest haben sie keine Geheimnummern wie Hollywoodpromis. Falls Sie ein Smartphone haben, können Sie sich eine App herunterladen, die für Sie die Sterne identifiziert. Dazu laden Sie einfach eine Himmelskarte oder eine Planetariums-App (wie zum Beispiel das Programm *Stellarium* oder Google Sky Map) herunter und halten das Handy gen Himmel. Die App generiert daraufhin eine Karte mit den Konstellationen, die sich dort befinden, wohin Ihr Handy zeigt. Es gibt auch Apps, bei denen Sie nur das Bild eines Sterns mit dem Finger berühren müssen, und schon erscheint sein Name. (Weitere Apps für Astronomen stelle ich Ihnen in Kapitel 2 vor; wie Sie eine richtige Reise durchs All machen können, steht in Kapitel 11.)

Den Messier-Katalog erkunden – und noch einiges mehr

Den Sternen Namen zu geben, fiel den Astronomen nicht schwer. Doch was sollten sie mit all den anderen Himmelsobjekten machen – all den Galaxien, Nebeln, Sternhaufen und so weiter (über die wir in Teil III sprechen werden)? In diesem Punkt kam ihnen der französische Astronom Charles Messier (1730–1817) zu Hilfe: Er erstellte eine durchnummerierte Liste mit 110 Himmelsobjekten. Diese Liste ist als der *Messier-Katalog* bekannt, und wer heute die wissenschaftliche Bezeichnung für die Andromeda-Galaxie hört – sie lautet M31 –, der weiß sofort: Das ist die Nummer 31 im Messier-Katalog.



Bilder sowie eine vollständige Liste der Messier-Objekte finden Sie auf der Website www.seds.org/messier, die speziell für Studenten der Astronomie gedacht ist. Auf der Website www.astroleague.org/al/obsclubs/messier/mess.html erfahren Sie außerdem, wie man ein Zertifikat zur Beobachtung von Messier-Objekten des Messier-Klubs der Astronomical League erwerben kann.

Manche Amateurastronomen unternehmen schon mal Messier-Marathons, bei denen jeder Teilnehmer versucht, im Laufe einer einzigen Nacht sämtliche Objekte des Messier-Katalogs zu sichten. Doch wie gesagt, es handelt sich um einen Marathon – viel Zeit, um den Anblick eines speziellen Nebels, eines Sternhaufens oder einer Galaxie auszukosten, bleibt dabei nicht. Ich empfehle Ihnen, lieber den langsamen Weg zu beschreiten, um den oft überwältigenden Anblick solcher Objekte auch richtig genießen zu können. Ein faszinierendes Buch über die Messier-Objekte, das auch zahlreiche Tipps zur Beobachtung dieser Himmelserscheinungen bietet, ist J. O'Mearas *Deep-Sky Companions: The Messier Objects* (Cambridge University Press, 2000).

Auch nach Messiers Zeit gelang es Astronomen, die Existenz Tausender weiterer, außerhalb unseres Sonnensystems gelegener Himmelsobjekte nachzuweisen. Unter Amateurastronomen hat sich für all diese Objekte (Sternhaufen, Nebel und Galaxien) der Begriff *Deep-Sky-Objekte* eingebürgert, wodurch sie von den Sternen und Planeten unterschieden werden. Astronomen benennen sie mit Nummern, unter denen sie in verschiedenen Katalogen aufgelistet sind. In Büchern zur Sternbeobachtung und auf Himmelskarten werden Sie viele dieser Objekte mit den Nummern vorfinden, unter denen sie im NGC (New General Catalogue) und im IC (Index Catalogue) verzeichnet sind. Der helle Doppelsternhaufen im Perseus zum Beispiel besteht aus den beiden Sternhaufen NGC 869 und NGC 884.



Wenn Sie sich mit einigen Messier-Objekten vertraut gemacht haben, können Sie sich mit Ihrem Teleskop und Ihrem Beobachtungsgeschick als Nächstes den Caldwell-Objekten zuwenden. Studieren Sie die Objektliste des Caldwell-Programms, die online auf der Website der Astronomical League unter www.astroleague.org/al/obsclubs/caldwell/cldwlist.html eingesehen werden kann. Dort finden Sie grundlegende Informationen zu 109 Sternhaufen, Nebeln und Galaxien, ausgewählt von dem britischen Astronomen Sir Patrick Moore. Als Begleitlektüre zu Ihren Beobachtungen empfehle ich Ihnen das Buch *The Caldwell Objects and How to Observe Them* von Martin Mobberley (Springer, 2009).

Je kleiner, umso heller: Was Sterngröße wirklich bedeutet

Auf jeder Sternkarte, jeder Zeichnung mit Sternbildern, jeder Liste ist auch die sogenannte *Sterngröße* angegeben. Sie bezeichnet die Helligkeit – oder eigentlich die *scheinbare Helligkeit* – eines Sterns. Einer der großen griechischen Gelehrten – sein Name war Hipparch – teilte sämtliche Sterne, die er sehen konnte, in sechs Größenklassen ein. Die hellsten Sterne bezeichnete er als Sterne der ersten Größe, die zweithellsten als Sterne der zweiten Größe – und so weiter, bis hin zu den Sternen der sechsten Größe (das sind die ganz dunklen).



Sind Sterne denn nur Nummern? Die Mathematik der Sterngröße

Sterne der ersten Größe sind etwa 100-mal heller als Sterne der sechsten Größe, und etwa 2,512-mal heller als Sterne der zweiten Größe. Sterne der zweiten Größe sind wiederum ebenfalls 2,512 heller als Sterne der dritten Größe und so weiter. Das nennt man eine *mathematische Progression*. 2,512 ist die fünfte Wurzel aus 100, das heißt, wenn man 2,512 fünf Mal mit sich selbst multipliziert ($2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512 \times 2,512$), kommt man genau auf 100. Rechnen Sie ruhig nach! Wie bitte, Sie kommen nicht genau auf 100? Das liegt sicher daran, dass ich einige Dezimalstellen weggelassen habe.

Mit dieser Formel kann man die Helligkeit von Sternen auch mühelos miteinander vergleichen. Wenn wir zum Beispiel einen Stern A der ersten Größe und einen Stern B der sechsten Größe haben, so beträgt der Unterschied zwischen ihnen fünf Sterngrößen ($6 - 1 = 5$). Wir müssen also ausrechnen, wie viel $2,512^5$ ist. Jeder gute Taschenrechner liefert den Beweis: Stern A ist 100-mal heller als Stern B. Hätte der Unterschied nicht fünf, sondern sechs Sterngrößen betragen, so wäre Stern A sogar etwa 250-mal heller ($100 \times 2,512$) als Stern B. Würden wir beispielsweise einen Stern erster Größe mit einem Stern elfter Größe vergleichen, betrüge der Unterschied zehn Sterngrößen – wir müssten also die Zahl 2,512 zehn Mal (!) mit sich selbst multiplizieren ($2,512^{10}$) und kämen auf einen Faktor von 100^2 , also 10.000.

Das lichtschwächste, mit dem Hubble-Weltraumteleskop sichtbare Objekt ist etwa 25 Sterngrößen dunkler als der lichtschwächste Stern, den wir mit bloßem Auge sehen können (sofern man über eine normale Sehkraft verfügt – einige Experten und Angeber behaupten, sie könnten sogar Sterne der siebten Größe sehen). 25 Sterngrößen – das sind 5×5 Sterngrößen, was einem Helligkeitsunterschied mit dem Faktor 100^5 entspricht. Das Hubble-Teleskop sieht also Objekte, die $100 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100$ Mal lichtschwächer sind als das lichtschwächste, mit dem Auge wahrnehmbare Objekt – und 100^5 sind immerhin zehn Milliarden. Aber von einem Teleskop, das eine Milliarde Dollar kostet, kann man das auch erwarten.

Nur ruhig Blut! Sie brauchen für Ihre Sternbeobachtungen nicht ganz so viel Geld auszugeben – ein gutes Teleskop bekommen Sie schon für weit weniger als 1.000 Euro. Die Milliarden-Dollar-Fotos von Hubble können Sie sich schließlich auch im Internet ansehen – völlig kostenlos sogar, auf der Website www.hubblesite.org.

Vorsicht! Anders als bei den meisten Mess- und Gradskalen gilt: Je heller der Stern, umso geringer die Sterngröße. Und auch die alten Griechen waren nicht immer perfekt, selbst Hipparch hatte eine Achillessehne: Sein System bot keinen Platz für die Größe der hellsten Sterne, vorausgesetzt, man misst sie ganz genau.

Aus diesem Grund gibt es heute leider einige Sterne, deren Sterngröße = 0 beträgt oder gar einen negativen Wert aufweist. Sirius zum Beispiel hat die Größe -1,5. Und unser hellster Planet, die Venus, hat manchmal sogar die Größe -4 (der exakte Wert variiert je nach Erddistanz der Venus und dem Winkel, den sie von uns aus gesehen zur Sonne einnimmt).

Hipparchs System hat noch weitere Mängel: Zum Beispiel gibt es bei ihm keine Größenklasse für Sterne, die zu dunkel sind, um mit bloßem Auge gesehen zu werden. Damals galt das aber nicht als Manko, da diese Sterne vor Erfindung des Teleskops ja niemand kannte. Heute wissen Astronomen, dass es Milliarden von Sternen gibt, die wir mit bloßem Auge nicht wahrnehmen können. Ihre Sterngröße entspricht größeren Werten: 7 oder 8 für Sterne, die man mühelos mit einem Feldstecher sieht, 10 oder 11 für Sterne, die man bereits mit einem kleinen, aber guten Teleskop erkennen kann. Es gibt so hohe Werte wie 21 für die lichtschwächsten Sterne im amerikanischen Palomar-Observatorium oder 31 für die dunkelsten Objekte, die das Hubble-Weltraumteleskop »einfangen« kann.

»Das dauert ja Lichtjahre ...«

... hört man ungeduldige Zeitgenossen oft sagen, doch die Wahrheit lautet: Ein Lichtjahr *dauert* überhaupt nicht – da es keinen Zeitraum bezeichnet (wie man aufgrund der Bezeichnung »Jahr« leicht denken könnte), sondern eine Wegstrecke. Die Entfernung von Sternen und anderen Objekten jenseits der Planeten unseres Sonnensystems wird in solchen *Lichtjahren* gemessen. Ein Lichtjahr entspricht etwa 9,461 Billionen Kilometer. Es orientiert sich an der Strecke, die das Licht innerhalb eines Jahres im Raum zurücklegt (die Lichtgeschwindigkeit beträgt knapp 300.000 Kilometer/Sekunde).

Wenn wir ein Objekt im Raum sehen, sehen wir es so, wie es aussah, als das Licht von dort zu uns losgeschickt wurde. Das bedeutet:

- ✓ Wenn Astronomen eine Explosion auf der Sonne beobachten, sehen sie sie nicht in Echtzeit; das Licht von dort braucht acht Minuten, um zur Erde zu gelangen.
- ✓ Der Stern, der unserer Sonne am nächsten ist – nämlich Proxima Centauri –, ist etwa vier Lichtjahre entfernt. Wie Proxima jetzt aussieht, können Astronomen nicht sehen – nur, wie er vor vier Jahren aussah.
- ✓ Blicken Sie in einer klaren Herbstnacht hinauf zur Andromeda-Galaxie, dem fernsten Objekt, das wir mit bloßem Auge sehen können. Das Licht, das dabei auf Ihr Auge trifft, hat diese Galaxie vor 2,6 Millionen Jahren verlassen. Würde sich in Andromeda heute eine gewaltige Veränderung ereignen, würden wir das erst in über 2 Millionen Jahren erfahren. (In Kapitel 12 finden Sie Tipps zur Beobachtung von Andromeda und weiterer bekannter Galaxien.)



Was ... äh ... ist eigentlich AE?

Die Erde ist etwa 150 Millionen Kilometer von der Sonne entfernt – exakt sind es 149.600.000 Kilometer. Diese Entfernung entspricht einer *Astronomischen Einheit* (AE). Die Entfernung zwischen Objekten im Sonnensystem wird normalerweise in AE angegeben. (Bitte als zwei Buchstaben aussprechen, nicht wie »Äh«!)

In öffentlichen Bekanntmachungen, Presseartikeln und populärwissenschaftlichen Büchern beziehen sich Astronomen bei Sternen und Galaxien oft auf ihre Entfernung »zur Erde«. In Fachkreisen und wissenschaftlichen Magazinen jedoch gehen sie von der Sonne aus, unserem Zentralgestirn. Diese Abweichung spielt in der Regel keine große Rolle, da Astronomen die Entfernung von Sternen nicht auf eine AE genau messen können, sie tun es aber der Einheitlichkeit halber.

Bringen wir es auf den Punkt:

- ✓ Wenn Sie hinauf ins All blicken, blicken Sie in die Vergangenheit.
- ✓ Astronomen haben keine Möglichkeit festzustellen, wie ein Objekt im Raum jetzt und heute aussieht.

Schlimmer noch: Wenn Sie einige große, leuchtende Sterne in einer weit entfernten Galaxie betrachten, sollten Sie immer daran denken, dass es diese Sterne vielleicht gar nicht mehr gibt. Gewisse massereiche Sterne werden nur 10 bis 20 Millionen Jahre alt. Wenn die Galaxie, in der Sie sie erblicken, nun aber 50 Millionen Lichtjahre entfernt ist, ist es lediglich ihr Abglanz, den Sie sehen. Ihr Licht strahlt längst nicht mehr in jener Galaxie; sie sind seit Langem tot.

Würden Astronomen einen Lichtstrahl zu einer der entferntesten Galaxien aussenden, die von Hubble und anderen großen Teleskopen entdeckt wurden, würde es Milliarden von Jahren dauern, bis dieser Lichtstrahl dort ankommt. Die Astronomen gehen jedoch davon aus, dass unsere Sonne immer mehr anschwillt und in nur etwa einer Milliarde Jahre alles irdische Leben vernichtet wird. Das Licht wäre also ein flüchtiges Zeugnis von der Existenz unserer Zivilisation, ein im Weltall aufflackerndes Strohfeuer.

Wo laufen sie denn? Oder stehen sie etwa doch?

Um sie von den »Wanderern«, den Planeten, zu unterscheiden, bezeichneten die Astronomen die Sterne als »Fixsterne« (»stellae fixae« = an einem festen Ort stehende Sterne). In Wirklichkeit jedoch sind auch die Sterne in ständiger Bewegung – nicht nur zum Schein, sondern auch ganz real. Der ganze Himmel über uns scheint zu rotieren, nur weil die Erde sich dreht. Die Sterne gehen auf und unter, genauso wie die Sonne und der Mond, doch ihr Abstand zueinander bleibt gleich. Es kommt nicht vor, dass ein Stern, der zum Großen Bären gehört, auf einmal im Kleinen Hund oder im Wassermann auftaucht. Unterschiedliche Konstellationen gehen an unterschiedlichen Orten der Welt zu unterschiedlichen Tageszeiten auf, aber auch zu unterschiedlichen Zeiten im Jahr. In Wirklichkeit bewegen sich die Sterne im Großen Bären (und jedem anderen Sternbild) auch in Bezug aufeinander – sogar mit atemberauben-

der Geschwindigkeit, mit mehreren Hundert Kilometern in der Sekunde. Doch diese Sterne sind so weit von uns entfernt, dass Wissenschaftler über längere Zeit hinweg Präzisionsmessungen anstellen müssen, um ihre Bewegung am Himmel feststellen zu können. In 20.000 Jahren zum Beispiel werden die Sterne im Großen Bären ein völlig anderes Muster bilden. (Wer weiß, vielleicht sehen sie dann ja endlich aus wie ein Bär.)

Mittlerweile haben Astronomen die Position von Millionen von Sternen gemessen, und viele davon sind in Katalogen verzeichnet und auf Sternkarten vermerkt. Ihre Position ist in Form folgender zwei Koordinaten angegeben: *Rektaszension* und *Deklination*. Die Abkürzungen dafür – das wissen sowohl Profis als auch Amateure – lauten *RA* und *DEC*.

- ✓ Die *Rektaszension (RA)* gibt die Position eines Sterns am Himmel in Ost-West-Richtung an (vergleichbar also mit dem Längengrad eines Orts auf der Erde, der sich nach seiner Entfernung vom Nullmeridian in Greenwich/England richtet).
- ✓ Die *Deklination (DEC)* gibt die Position eines Sterns am Himmel in Nord-Süd-Richtung an (vergleichbar also mit dem Breitengrad eines Orts auf der Erde, der sich nach seiner Entfernung vom Äquator richtet).



Mehr über Rektaszension (RA) und Deklination (DEC)

Ein Stern mit einer RA von 2h00m00s befindet sich zwei Stunden weiter östlich als ein Stern mit einer RA von 00h00m00s, unabhängig von der Deklination beider Sterne. Der Wert für die RA wird von Westen nach Osten immer höher. Er beginnt bei 00h00m00s auf einer gedachten Himmelslinie (eigentlich einem Halbkreis, wobei das Kreiszentrum dem Erdmittelpunkt entspricht), die vom Himmelsnordpol zum Himmelssüdpol verläuft. Es kann sein, dass ein Stern A den Deklinationswert $DEC = 30^\circ$ Nord hat, ein Stern B den Wert $DEC = 15^\circ 25'12''$ Süd, und trotzdem sind die beiden in Ost-West-Richtung zwei Stunden voneinander entfernt (in Nord-Süd-Richtung sind es $45^\circ 25'12''$). Der Himmelsnordpol und der Himmelssüdpol sind die beiden *exakt* in nördlicher und südlicher Richtung am Himmel gelegenen Punkte, um die sich der gesamte Himmel zu drehen scheint, wodurch es zum Auf- und Untergehen der Sterne kommt.

Beachten Sie Folgendes über die Einheiten, in denen RA und DEC gemessen werden:

- ✓ Ein RA-Wert von einer Stunde entspricht 15 Bogengraden am Himmelsäquator. Ein RA von 24 Stunden schließt den gesamten Himmel ein, und $24 \times 15 = 360$ Grad, das heißt ein vollständiger Kreis am Himmel. Ein RA von einer Minute, auch als *Zeitminute* bekannt, ist ein Winkelmaß am Himmel, der einem Sechzigstel eines RA von einer Stunde entspricht. Man rechnet also $15 \text{ Grad} : 60 = \frac{1}{4} \text{ Grad}$. Ein RA von einer Sekunde, also eine *Zeitsekunde*, ist der sechzigste Teil einer Zeitminute.
- ✓ Die Deklination (DEC) misst man wie eine Kreislinie in Graden, die sich wiederum in *Bogenminuten* und *Bogensekunden* unterteilen. Der Durchmesser des Vollmonds nimmt am Himmel etwa die Hälfte eines Bogengrads ein, das heißt, zwei Monde nebeneinander entsprächen einem Grad. Ein Bogengrad besteht aus 60 Bogenminuten. Für unsere Augen ist sowohl die Sonne als auch der Vollmond am Himmel etwa 32

Bogenminuten breit, obwohl die Sonne in Wirklichkeit viel größer ist als der Mond. Jede Bogenminute entspricht 60 Bogensekunden (60"). Wenn Sie durch ein Teleskop mit starker Vergrößerung blicken, lassen Luftunruhen das Bild eines Sterns unscharf erscheinen. Unter guten Bedingungen (wenig Unruhen), sollte das Bild etwa 1" oder 2" im Durchmesser betragen.

Die RA wird von Astronomen normalerweise in (Zeit-)Stunden, (Zeit-)Minuten und (Zeit-)Sekunden angegeben, die DEC in (Bogen-)Graden, (Bogen-)Minuten und (Bogen-)Sekunden. 90 Grad bilden einen rechten Winkel, 60 Bogenminuten entsprechen einem Grad, und 60 Bogensekunden einer Bogenminute.



Mit ein paar einfachen Regeln können Sie sich gut merken, wie RA und DEC funktionieren und wie man eine Sternkarte liest (siehe Abbildung 1.3):

- ✓ Der Himmelsnordpol (HNP) befindet sich dort, wo die Erdachse in nördliche Richtung zeigt. Wenn Sie am geografischen Nordpol stehen, befindet sich der Himmelsnordpol direkt über Ihnen (wobei das mit dem Stehen nicht einfach werden dürfte, es gibt dort nämlich keinen festen Grund; falls Sie es trotzdem irgendwie schaffen, grüßen Sie den Weihnachtsmann von mir).
- ✓ Der Himmelssüdpol (HSP) befindet sich dort, wo die Erdachse in südliche Richtung zeigt. Wenn Sie am geografischen Südpol stehen, befindet sich der Himmelssüdpol direkt über Ihnen (dort gibt es festen Grund, allerdings ist es noch kälter als am Nordpol; packen Sie sich also für Ihre Antarktisreise lieber eine Daunenjacke ein).
- ✓ Am HNP und HSP laufen alle Rektaszensionslinien zusammen. Es handelt sich um die Linien eines Halbkreises, dessen Kreiszentrum sich im Erdmittelpunkt befindet. Diese Linien sind zwar imaginär, also nur gedacht, sind jedoch in den meisten Himmelskarten eingezeichnet, um den Lesern auf der Suche nach Sternen mit einer bestimmten RA zu helfen.
- ✓ Die imaginären Deklinationslinien laufen nirgendwo zusammen; sie verlaufen einfach oberhalb der entsprechenden geografischen Breitengrade. Das heißt: Wenn Sie in New York sind (41 Grad nördlicher Breitengrad), trägt auch die Deklination über Ihnen 41 Grad Nord, während die Rektaszension sich aufgrund der Erdrotation ständig ändert. Auch diese Deklinationslinien sind auf den Sternkarten eingezeichnet.



Angenommen, Sie wollen von Ihrem Grundstück aus den Himmelsnordpol suchen. Dazu müssen Sie Richtung Norden schauen und den Blick um x Grad über den Horizont richten – x steht dabei für den geografischen Breitengrad Ihres Wohnorts. Das gilt aber nur, wenn Sie in Nordamerika, Europa oder sonst irgendwo auf der Nordhalbkugel leben – als Bewohner der Südhalbkugel können Sie den HNP nicht sehen. Dafür können Sie dort aber nach dem Himmelssüdpol suchen. Richten Sie den Blick nach Süden, und Sie finden den HSP über dem Horizont auf Höhe des Breitengrads Ihres Wohnorts.

Und jetzt noch eine gute Nachricht: Wenn es Ihnen nur um die reine Beobachtung von Sternbildern und Planeten geht, brauchen Sie sich mit RA und DEC nicht weiter zu befassen. Alles, was Sie brauchen, ist eine Sternkarte mit den Konstellationen der aktuellen Woche oder des Monats. (Sie finden sie zum Beispiel auf der Website der Zeitschrift *Sterne und Weltraum* oder einem der anderen Magazine, die ich Ihnen in Kapitel 2 vorstelle, sowie in den Zeitschriften selbst. Vielleicht haben Sie ja auch ein Astronomieprogramm auf Ihrem PC oder eine Planetariums-App auf Ihrem Smartphone oder Tablet; auch dazu gebe ich in Kapitel 2 einige Empfehlungen ab.) Falls Sie jedoch wissen wollen, wie Sternkataloge und Himmelskarten aufgebaut sind und wie man ferne, schwer zu sichtende Galaxien ins Visier nimmt, ist es hilfreich, das System zu verstehen.

Sollten Sie sich übrigens zum Kauf eines dieser todschicken, neuen und erstaunlich preiswerten Teleskope mit Computersteuerung (siehe Kapitel 3) entschließen, reicht es, die RA und DEC eines gerade erst entdeckten Kometen einzutippen, damit das Auge des Teleskops sich automatisch auf ihn richtet. (Immer wenn ein neuer Komet angekündigt wird, werden in Astronomiezeitschriften oder im Internet Tabellen mit der Bezeichnung *Ephemeride* veröffentlicht, in denen die vorhergesagte RA und DEC des Kometen in mehreren aufeinanderfolgenden Nächten angegeben sind.)

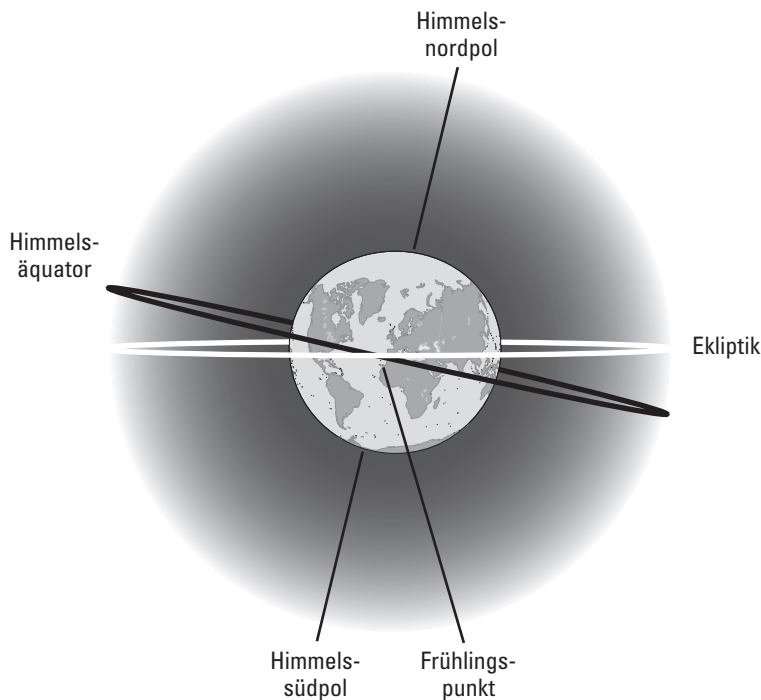


Abbildung 1.3: Die Entschlüsselung der Himmelskugel zur Richtungsbestimmung im All

Auf der Schwerkraft liegt der Schwerpunkt

Seit den Untersuchungen des englischen Wissenschaftlers Sir Isaac Newton (1642–1727) liegt der Schwerpunkt der Astronomie eindeutig auf der Schwerkraft. Newton definierte die Schwerkraft (oder Gravitation) als eine Kraft, die zwischen zwei Objekten jeglicher Art besteht. Sie hängt von der Masse und der Entfernung dieser beiden Objekte ab. Je mehr Masse ein Gegenstand hat, umso größer ist seine Anziehungskraft (bei Menschen ist das irgendwie anders, oder?). Je weiter zwei Gegenstände voneinander entfernt sind, umso weniger ziehen sie sich gegenseitig an. War ein kluges Köpfchen, dieser Newton.

Albert Einstein lieferte eine verbesserte Theorie der Schwerkraft ab, die auch experimentellen Überprüfungen standhielt, bei denen Newtons Theorie versagte. Für die Schwerkraftverhältnisse des Alltags – wie bei dem Apfel, der ihm angeblich auf die Birne gefallen sein soll – und auch bei den meisten Objekten des Sonnensystems und darüber hinaus reichte Newtons Ansatz aus. In extremen Fällen aber lieferte seine Theorie ungenaue und sogar falsche Ergebnisse. Einsteins Theorie ist besser, da sie zwar alles enthält, womit Newton richtig lag, darüber hinaus aber auch Wirkungen beschreibt, die sich in der Nähe von festen Objekten abspielen, wo die Anziehungskraft besonders stark ist. Einstein betrachtete die Schwerkraft nicht als Kraft; er interpretierte sie als die Krümmung von Raum und Zeit aufgrund der bloßen Gegenwart massereicher Objekte wie etwa eines Sterns. Wenn man so etwas hört, krümmt sich doch das Gehirn gleich mit.

Newtons Theorie gibt Antwort auf folgende Fragen:

- ✓ Warum der Mond sich um die Erde dreht, warum die Erde sich um die Sonne dreht, warum die Sonne sich um das Zentrum der Milchstraße dreht, und warum viele andere Objekte im All sich ebenfalls um andere Objekte drehen.
- ✓ Warum Sterne und Planeten rund sind.
- ✓ Warum Gas und Staub im All sich zusammenballen, um neue Sterne zu bilden.

Einsteins Theorie der Schwerkraft, die Allgemeine Relativitätstheorie, gibt Antwort auf folgende Fragen:

- ✓ Warum Sterne, die während einer totalen Sonnenfinsternis in Sonnennähe sichtbar sind, sich scheinbar etwas außerhalb ihrer Position befinden.
- ✓ Warum wir bei Beobachtungen des weiter entfernten Weltraums auf den Gravitationslinseneffekt stoßen.
- ✓ Warum Schwarze Löcher existieren.
- ✓ Warum die Erde bei ihren Drehungen Raum- und Zeitverzerrungen mit sich herumschleppt – ein Effekt, den Wissenschaftler mithilfe von Satelliten, die um die Erde kreisen, bestätigen konnten.

Über Schwarze Löcher können Sie sich in den Kapiteln 11 und 13 informieren, über den Gravitationslinseneffekt in den Kapiteln 11, 14 und 15. Die Allgemeine Relativitätstheorie brauchen Sie dazu nicht aus dem Effeff zu beherrschen.

Wenn Sie jedes einzelne Kapitel in diesem Buch lesen, werden Sie bestimmt ein schlauer Kopf – aber noch lange kein Einstein! Einstein dürfen Sie sich erst nennen, wenn Sie sich die Haare lang wachsen lassen, in einem vergammelten alten Pulli herumstolzieren und die Zunge herausstrecken, wenn Sie fotografiert werden.

Der Weltraum ist kein Schlafzimmer

Alles im Weltraum bewegt sich und dreht sich. Himmelsobjekte haben kein Stehvermögen. Außerdem wirken sie aufgrund der Schwerkraft auf irgendeinen anderen Stern, einen Planeten, eine Galaxie, ein Raumschiff stets »anziehend«. Menschen sind oft sehr selbstzentriert, das Universum aber kennt kein Zentrum.

Die Erde zum Beispiel

- ✓ dreht sich um ihre eigene Achse – die Astronomen nennen das *Rotation*. Für eine vollständige Umdrehung braucht sie einen Tag.
- ✓ dreht sich um die Sonne – die Astronomen nennen das *Umlauf*. Um die Sonne einmal ganz zu umkreisen, braucht sie ein Jahr.
- ✓ bewegt sich zusammen mit der Sonne in einer riesigen Umlaufbahn um das Zentrum der Milchstraße. Um diese Strecke nur ein Mal zurückzulegen, brauchen sie 226 Millionen Jahre – das nennt man ein *galaktisches Jahr*.
- ✓ bewegt sich zusammen mit der Milchstraße auf einer Bahn um das Zentrum der *Galaxien der Lokalen Gruppe*, einigen Dutzend Galaxien in unserer Ecke des Universums.
- ✓ bewegt sich zusammen mit der Lokalen Gruppe als Teil des *Hubble Flow* voran, der allgemeinen, durch den Urknall verursachten Ausdehnung des Universums.

Der *Urknall* ist das Ereignis, das zur Entstehung des Universums führte und bewirkte, dass es sich in einem rasanten Tempo ausdehnt. Detaillierte Theorien über den Urknall können als Erklärung für zahlreiche beobachtete Phänomene herangezogen werden; durch sie gelang es auch, Dinge zu berechnen, die vor der Verbreitung dieser Theorien nicht beobachtet worden waren. (Mehr über den Urknall und weitere Aspekte des Universums finden Sie in Teil IV.)

Ginger Rogers kennen Sie doch, oder? Sie machte alles nach, was Fred Astaire machte, wenn sie zusammen mit ihm in einem Film tanzte – allerdings rückwärts. Der Mond und die Erde sind ein bisschen wie Ginger und Fred: Der Mond ahmt gewissermaßen sämtliche Bewegungen der Erde nach (er tut es aber nicht rückwärts!), nur eins macht er völlig anders: Er rotiert viel gemächlicher, braucht für eine Umdrehung rund einen Monat. Gleichzeitig umkreist er dabei auch noch die Erde – und braucht auch dafür einen Monat.

Und Sie – als Bewohner der Erde – machen natürlich ebenfalls alles mit, was Ihr Heimatplanet so tut – von der Rotation über die Umkreisung der Sonne bis hin zum Rundlauf durch die galaktische Ebene. Sogar wenn Sie mit dem Auto zur Arbeit fahren, führen Sie gleichzeitig alle diese Bewegungen aus. Erzählen Sie das Ihrem Chef – dann regt er sich bestimmt nicht mehr auf, wenn Sie mal eine Minute zu spät kommen.

