

Der Sternenhimmel

von Dr. Andreas Müller

April 2004

1 Vorwort

Die Astronomie - sagt man - sei die älteste aller Naturwissenschaften. Der Anblick des bestirnten Nachthimmels muss den ersten vernunftbegabten Menschen wahrlich verblüfft haben. Eine Fülle von hellen, meist punktförmigen Objekten, die in unregelmäßiger Anordnung in tiefes Schwarz gebettet sind, so könnte es nüchtern ein unvoreingenommener Beobachter formulieren. Der Naturwissenschaftler würde aufgrund seines Wissens die unvorstellbaren Dimensionen betonen, die faszinierenden Gesetze, die dafür sorgen, dass diese kosmischen Lichtquellen leuchten und überhaupt existieren. Der Poet würde in dem Lichtermeer neue Welten, die verloren durch Zeit und Raum schwimmen sehen. Der Ästhet würde die Pracht der Farben, das Spiel von Licht und Dunkel bewundern und die wundersamen Strukturen am Himmel zu schätzen wissen.

Sterne können sehr viel in einem Menschen auslösen - selten lassen sie das menschliche Gemüt ungerührt.

2 Die lokale, galaktische Distanzleiter

Der uns nächste Stern, die **Sonne**, bestimmt unser Leben durch den urgeologischen Rhythmus von Tag und Nacht. Astronomisch handelt es sich um ein triviales Beschattungs- und Belichtungsphänomen, das jedoch durch seinen Einfluss die Evolution des Lebens nachhaltig beeinflusst. Die Tageslänge nimmt in großen Zeiträumen zu, wie geologische Daten belegen. Dieser Umstand ist Folge der *Gezeitenreibung*: die gravitative Wechselwirkung zwischen der Sonne, den Planeten und den Monden bewirkt durch die Umwälzung von Wasser- und Gesteinsmassen eine Abnahme des Drehimpulses (der Rotation) der Erde: die Tage werden immer länger.

Der neuzeitliche Mensch hat zwar durch die Erfindung elektrischen Lichts die Nachtseite beherrschbar und belebt gemacht, doch das archaische Relikt, der tägliche Biorhythmus, bleibt und lenkt unser Gefühl von Wachheit, Konzentrationsfähigkeit und Wohlgefühl.

Die Sonne beeinflusst uns viel mehr, als nur durch Licht und Wärme, die wir von ihr erhalten. Die Strahlung der Sonne hat das Leben auf der Erde erst ermöglicht, sie bestimmt das Klima, die Jahreszeiten und unseren Tagesablauf. Nicht zuletzt deshalb basieren unsere Kalender und Chronometer auf Zyklen, die hauptsächlich durch die Sonne bestimmt werden.

Doch ebenfalls unser Trabant, der **Mond**, hat seinen Anteil am irdischen Geschehen: sein Zyklus formte den Monat als Zeitmaß, wie die Etymologie lehrt, und er beeinflusst maßgeblich die irdischen Wassermassen durch Ebbe und Flut. Schließlich dominiert er hell strahlend die Nacht, wenn seine Phase es zulässt. Dieser Umstand machte ihn früh gleichermaßen zum Partner und Antagonisten der Sonne in der astronomischen Kultur.



Abbildung 1: Negativ und grauschattierte Digitalfotografie des Mondes (Andreas Müller, 13.04.2003).

Neben diesen beiden bestimmenden Himmelskörpern gibt es die **Planeten** (grch. *planos*, 'umherschweifen'). Die hellsten unter ihnen, Jupiter, Saturn, Venus und Mars, sind auch tatsächlich die nächsten und größten Planeten im Sonnensystem und erscheinen unter genauer Beobachtung flächenhaft. Das ist einer der Hauptunterschiede zu den Sternen, die aufgrund ihrer hohen Distanz immer punktförmig erscheinen (außer man beobachtet mit lichtstarken Teleskopen oder Satelliten). Ein weiterer Unterschied ist, dass die Planeten auffallend ihre Position am Himmel verändern, was ihnen den Namen gab. Der Grund liegt darin, dass sie der Erde besonders nahe sind und ihre Eigenbewegung, der alle Himmelskörper unterliegen, daher in wenigen Nächten Beobachtung nachvollzogen werden kann. Im Sonnensystem kennt man insgesamt neun Planeten: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto und deren Monde. Aber es existieren ebenso noch zahlreiche viel kleinere Objekte: Die **Planetoiden** (oder weniger treffend auch *Asteroiden* genannt), sind planetenartige Objekte, die sich vor allem zwischen der Mars- und Jupiterbahn befinden, doch auch der Sonne besonders nahe kommen können. So nähert sich der Planetoid *Icarus* bis auf etwa 28 Millionen Kilometer im Perihel (sonnennächsten Punkt) an die Sonne an und kommt ihr damit näher als der innerste Planet Merkur. Eine den Planetoiden morphologisch ähnliche Ansammlung von Himmelsobjekten befindet sich jenseits der Bahn des sonnenfernsten Planeten Pluto, die man **Kuiper-Ring-Objekte** nennt (*Kuiper Belt Objects*, KBOs). Sie bilden in einer Entfernung von etwa 40 Astronomischen Einheiten von der Sonne (6 Mrd. Kilometer) auch ein Reservoir für kurzperiodische Kometen, die durch gravitative Störungen der anderen Objekte des Sonnensystems aus dem Ring herausgeschleudert werden und so in neue Umlaufbahnen bringen können, die sie auch ins Innere des Sonnensystems bringen könnten.

Kometen oder auch Schweifsterne genannt, sind Vagabunden des Sonnensystems, die in der Regel auf stark exzentrischen Bahnen um die Sonne laufen. Sie bestehen zum größten Teil aus Wasser-, Kohlendioxid- und Methaneis sowie Staub ('schmutzige Schneebälle', *F. Whipple*, 1950). An sich sind es recht unauffällige Objekte, die aufgrund ihrer Kleinheit meist übersehen werden, nähern sie sich allerdings signifikant der Sonne, so geht das Eis direkt in den gasförmigen Zustand über (Sublimation) und formt den charakteristischen Schweif der Kometen. Tatsächlich gibt es mindestens drei Schweifarten: den diffusen Staubschweif, den Ionenschweif geladener Teilchen und den Schweif neutralen Natriums. Ein zweites Reservoir für Kometen neben dem Kuiper-Ring ist die *Oortsche Wolke* in etwa 7.5 Billionen Kilometern (50 000 AU, 0.8 Lj) Entfernung. Diese kugelsymmetrische Wolke berandet unser Sonnensystem (*zirkumsolar*) und besteht vermutlich aus vielen Milliarden Kometenkernen.

Erst auf noch größeren Raumskalen existieren weitere **Sterne** neben der Sonne. Der **nächste Stern** nach der Sonne heißt *Proxima Centauri* oder *Alpha Centauri C*. Er ist die dritte Komponente (daher C) eines Mehrfachsternsystems um den Hauptstern *Alpha Centauri* und nur 4.3 Lj (1.3 pc) entfernt. Das Sternbild *Centaurus* findet man am Südhimmel, daher ist *Proxima Centauri* nicht von Mitteleuropa aus beobachtbar. Seine absolute Helligkeit beträgt nur 15.49^{mag} und die scheinbare Helligkeit 11.05^{mag} , deshalb ist er mit bloßem Auge nicht zu sehen.

Der **drittnächste Stern** ist *Barnards Pfeilstern* in etwa 6 Lj (1.8 pc) Entfernung. Er steht im Sternbild *Ophiuchus* (dt. *Schlangenträger*) und wurde 1916 von *E.E. Barnard* entdeckt. Es handelt sich um einen roten Zwergstern, der mit bloßem Auge unsichtbar ist und nahe Beta Ophiuchi steht. Das eigentlich Besondere an ihm ist nicht seine Nähe, sondern seine hohe Eigenbewegung, die ihm den zweiten Teil des Namens *Pfeilstern* einbrachte. Hohe Eigenbewegung und Nähe hängen natürlich miteinander zusammen. Diese Pekuliarbewegung beträgt 10.3 Bogensekunden pro Jahr! (zum Vergleich: der Durchmesser des Vollmonds im Perigäum ist gerade 2000 Bogensekunden, etwas mehr als ein halbes Grad)

Der **drittnächste Stern** heißt *Wolf 359*. Er befindet sich im Tierkreiszeichen *Löwe* in einer Entfernung von 7.8 Lj (2.4 pc). Es ist auch ein schwach leuchtender, roter Zwergstern.

Der **hellste Stern am Nachthimmel** ist *Sirius* im Sternbild *Canis Major* (dt. *Großer Hund*). *Sirius* ist ein Mehrfachsternsystem und dessen zweite Komponente, *Sirius B* ist der fünftnächste Stern in einer Entfernung von 8.6 Lj (2.6 pc). Dieses Objekt ist ein **Weißer Zwerg**, also ein kompaktes Objekt, das sich am Ende der Entwicklung eines sonnenartigen Sterns ausbildet. Weiße Zwerge haben nur eine Größe, die mit der Erde vergleichbar ist, aber darin vereinigen sie etwa eine ganze Sonnenmasse (maximal Chandrasekhar-Masse von 1.44 Sonnenmassen)!

Nach diesen nächsten Sternen folgen weitere Sterne in 'unmittelbarer' Nähe. Man könnte die Liste lange fortsetzen. Sie formen zusammen mit anderen Sternen der Milchstraße Ansammlungen an der Himmelsphäre, die manchmal nur scheinbar und manchmal tatsächlich physisch nahe sind. Ihr Verbund formt Assoziationen, Sternhaufen und die Sternbilder. Die **Kugelsternhaufen**, eine kugelförmige Ansammlung von etwa 100 000 Sternen mit einem Durchmesser zwischen 15 und 150 pc. Sie bilden die ältesten Gebilde einer Spiralgalaxie, wie der Milchstraße. Sie sind vom Zentrum der Milchstraße etwa 50 000 Lichtjahre entfernt und bilden den **galaktischen Halo**. Dieses Halo ist eine kugelige Sphäre um die galaktische Scheibe. In den Kugelsternhaufen befinden sich aufgrund ihres hohen Alters von etwa 10 Milliarden Jahren bereits sehr alte Sterne: viele sonnenartige Sterne haben sich bereits zu *Weißten Zwergen* entwickelt, in denen keine thermonuklearen Fusionsprozesse mehr ablaufen: sie kühlen langsam aus. Daneben bieten die Kugelsternhaufen einen Typus veränderlicher Sterne, die *RR Lyrae Sterne* (*Haufenveränderliche*), die verwandt sind mit den bekannten *Cepheiden* (benannt nach dem Prototypen im Sternbild *Cepheus*). Sie sind gute *Standardkerzen* und dienen der Entfernungsbestimmung des Haufens.

Diese kleine Synopsis zeigt bereits, dass die unmittelbare Umgebung der Erde von einer Vielzahl astronomischer Objekte bevölkert ist. Das Wechselspiel der Himmelskörper, wie es an Tag- und Nachthimmel beobachtbar ist, bewirkt eine besondere Faszination. Dies ist der Motor, der die Astronomie bis heute antreibt.

3 Die Wahrnehmung des Himmels

Die moderne Astronomie belegt, dass es viel mehr zu beobachten gibt, als das schmale, optische Band der elektromagnetischen Wellen. Heute sind im Prinzip alle Bereiche des elektromagnetischen Spektrums der Astronomie zugänglich. Darüber hinaus können Teilchen aus verschiedenen Bereichen des Himmels registriert werden, dazu zählen Elektronen, Protonen, aber auch Neutrinos und andere exotische Elementarteilchen. Man erhofft sogar, Gravitationswellen zu beobachten, also Verzerrungen in der Raumzeit, die sich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen. Die 'Fenster' der Astronomie sind also sehr vielfältig.

Der Sternenhimmel ist wunderschön anzusehen: helle Lichtpunkte, die bei genauem Hinsehen ein besonders Farbenspiel zeigen; Verdichtung und Verdünnung der Anzahl von Sternen; das Funkeln der Sterne in klaren Winternächten, verursacht durch Turbulenzen in der Atmosphäre - all das macht den besonderen, optischen Reiz des Nachthimmels aus. Das Wissen um die Geschehnisse am Nachthimmel steigert die Faszination noch: das Gefühl, den Nachthimmel zu betrachten und im gleichen Moment zu *wissen*, dass die Objekte mindestens einige Lichtjahre entfernt ist, entlockt ein fast ungläubiges Staunen. In diesem Augenblick nimmt sich der Betrachter als Teil des Ganzen wahr, das wir Universum nennen. Wir sind verloren in Raum und Zeit, weil wir erkennen, dass jeder Blick an den Himmel ein Blick in die Vergangenheit ist: so wie wir die Objekte sehen, *waren* sie: der Mond war so vor einer knappen Sekunde, die Sonne war so vor acht Minuten, die Planeten waren so vor einigen Stunden, die Sterne der Milchstraße waren so vor einigen Jahren, benachbarte Galaxien waren so vor Tausenden und Millionen von Jahren, die Quasare waren so vor Milliarden von Jahren. Unser schweifender Blick in die Tiefen des Alls wird zur **Zeitmaschine**.

Mein Eindruck ist, dass man sich für diesen Blick kaum noch Zeit nimmt. Eine bewusste Wahrnehmung des Sternenhimmels und eine Auseinandersetzung mit kosmischen Geschehnissen sind in einem **modernen irdischen Zentralismus** Ausnahmeerscheinungen. An sich verwundert das nicht, denn die irdischen Probleme und Fragestellungen sind dringlicher, die Beschäftigung mit der Astronomie wird häufig als Luxus abgetan, den sich nur eine moderne, aufgeklärte Zivilisation leisten kann.

Oft wird die Ästhetik des Himmels heruntergespielt oder schlicht nicht wahrgenommen. Als Beispiel möge die Darstellung des Sternenhimmels in Hollywoodfilmen dienen: das entlockt dem Kenner ein Grinsen, dem Liebhaber eine Träne, werden sie dort doch oftmals als gleich helle Lichtpunkte dargestellt, die homogen verteilt den Himmel bedecken. Keine Spur eines bekannten Sternbildes! Auch fällt auf, dass trotz gleißend heller Vordergrundbeleuchtung, in der sich die Akteure bewegen, erstaunlicherweise Sterne sichtbar sind. Offenbar hat der Regisseur nie bewusst einen Nachthimmel betrachtet! Das ist sehr bedauerlich, weil der reale Sternenhimmel eine ganz besondere Schönheit besitzt.

Leider gerät der bestirnte Himmel durch schwerwiegende irdische Probleme zunehmend ins Abseits. Für Gedanken über den Sternenhimmel - sei es privat, als Hobby oder beruflich, als Astronom - bleibt wenig Zeit oder finanzielle Mittel. Die Astronomie und Astrophysik sind sicherlich eher Disziplinen der Grundlagenforschung, und man findet selten eine industrielle Anwendung astronomischen Wissens. Das gilt allerdings nicht für die mathematischen und numerischen Methoden, denen sich ein Astrophysiker bedient! Ganz allgemein gesprochen ist die **Information** nicht nur im dritten Jahrtausend die bestimmende Größe - wir leben im *Informationszeitalter* - sie ist auch das wertvolle Gut, das jede Grundlagenforschung akquiriert: komplexe Zusammenhänge verstehen, belebte und unbelebte Vorgänge in der Natur nachvollziehen, Mechanismen und Selbstähnlichkeiten erkennen sowie essentielle

Gesetze und Algorithmen entschlüsseln - das ist es, was die Grundlagenforschung ausmacht. *Interdisziplinarität* ist daher ein probates Mittel, um das methodische Wissen in verschiedenen Bereichen zu etablieren.

Die Raumfahrt ist im Wesentlichen auf die unmittelbare Umgebung der Erde beschränkt, und technischen Nutzen bieten hier Telekommunikationssatelliten und Erdvermessungs- und Überwachungssysteme. In solchen Diskussionen, die Anwendungsorientierung und Pragmatismus als Ziel menschlichen Handelns sehen - demnach auf materielle Werte fixiert sind - wird jedoch ein wichtiger Aspekt vergessen: die **ideellen Werte**. Die Beobachtung des Himmels ist mehr als nüchterne Rezeption, es ist **Perzeption** und in diesem Sinne eine Vorstufe der Erkenntnis, eine Wahrnehmung, die uns uns selbst näher bringt. Astronomisches Wissen birgt neben dem offensichtlichen naturwissenschaftlichen Aspekt eine Chance, die menschliche Existenz selbst zu hinterfragen. In der Astronomie berühren sich Naturwissenschaft, Philosophie und Religion.

4 Die Urfragen

Macht man sich also diese Gedanken beim Betrachten des klaren Nachthimmels, so ereilt den vorgebildeten Beobachter schnell das Gefühl von Winzigkeit und Bedeutungslosigkeit, so dass manch irdisches Problem relativiert werden kann. Eine globale, distanzierte Sicht auf astronomischen Skalen kann die kleinen und großen Probleme auf der Erde schmälern und die Bedeutungswertigkeit verkehren. Manchmal spenden diese Momente sogar Trost, weil der Beobachter erkennt, dass die Dinge ihren kosmischen Lauf auch ohne Einfluss des Menschen nehmen. Es ist ein sehr emotionales Erlebnis zwischen Faszination und Melancholie. Der Betrachter der Sterne gerät schnell ins Träumen, ins Phantasieren, ins Philosophieren. Plötzlich findet man sich in einem philosophischen Diskurs, wo gleichsam die Urfragen der Menschheit gestellt werden:

Woher kommen wir? Wohin gehen wir? Sind wir allein im Universum?

Der romantische Blick auf die Sterne weicht einer ernsten, existentiellen Frage, in der sich naturwissenschaftliches und philosophisches Wissen vermischen, voneinander profitieren und sich gegenseitig beflügeln. Die moderne Astrophysik mit ihren Teilgebieten Kosmogonie, Kosmologie, Exobiologie und Planetologie kann die drei obigen Urfragen nach wie vor nicht präzise beantworten, doch sind wir dank dieser *Grundlagenforschung* ihrer Beantwortung ein gutes Stück näher gekommen: Die **Kosmogonie** und **Kosmologie** liefern eine Vorstellung, wie das Universum (oder gleich mehrere davon, ein *Multiversum*) entstanden sein könnte und wie es sich in Abhängigkeit einiger physikalischer Parameter entwickelt haben könnte. Aktuelle Infrarot-Beobachtungen (WMAP) legen ein Weltalter von 13.7 Milliarden Jahre nahe und prognostizieren ein flaches Universum, das ewig expandieren wird und langsam auskühlt. Darüber hinaus wird in diesen Disziplinen die Entstehung und Dynamik von Galaxien untersucht. Damit lässt sich u. a. die Vergangenheit und Zukunft der Milchstraße skizzieren. Die menschliche Leistung, dieses kosmologische Wissen zu erbringen, obwohl wir doch auf der kleinen Welteninsel Erde im gigantischen Universum treiben, ist in der Tat erstaunlich.

Die **Exobiologie** beschäftigt sich mit der Frage unter welchen Voraussetzungen sich (im Speziellen intelligentes) Leben entwickeln kann und wie sich Leben eigentlich definiert. Die **Planetologie** beschäftigt sich mit der Entstehung und Entwicklung von Planetensystemen,

die um Sonnen kreisen und besonders welche Planeten Leben hervorbringen können. 1995 wurde der **erste extrasolare Planet**, also ein Planet außerhalb unseres Sonnensystems, von den beiden Schweizer Astronomen *M. Mayor* und *D. Queloz* entdeckt. Der 42 Lichtjahre entfernte Hauptreihenstern *51 Pegasi* ist der Sonne mit einem Spektraltyp G2 recht ähnlich. Aber auf dem Planeten *51 Pegasi b* ist es mit 1000 Grad Oberflächentemperatur leider zu heiß, als das dort Leben existieren könnte, das dem irdischen vergleichbar wäre.

Seit 1995 wurden beständig mehr extrasolare Planeten gefunden, so dass es nur noch eine Frage der Zeit ist, bis wir einen Planeten entdecken, der der Erde sehr ähnlich ist. Damit wächst auch die Wahrscheinlichkeit, *extraterrestrisches Leben* zu entdecken. Wenn es dann noch intelligent wäre, hätte die Menschheit kosmische Brüder gefunden.

Die Bestrebungen in diesen Wissenschaftsdisziplinen (und natürlich vielen anderen) haben die Natur in den letzten Jahrhunderten sukzessiv entmystifiziert, jedoch tauchen mit jeder Lösung von Fragestellungen erfahrungsgemäß neue Probleme auf. Trotzdem nimmt das menschliche Wissen vor allem seit der Epoche der Aufklärung rapide zu, und die Wissensfragmente bilden nach und nach ein einheitliches Ganzes, das wir **naturwissenschaftliches Weltbild** oder **belebtes Universum** nennen. Mit dieser Wissensakkumulation kommen wir einer adäquaten Beantwortung der menschlichen Urfragen immer näher.

5 Systematisierung des Himmels

Die ersten Schritte den bestirnten Nachthimmel zu verstehen, stellt eine ganz einfache Form der Katalogisierung dar: die hellen Lichtpunkte wurden zu Figuren verbunden und mit Sagengestalten und bekannten Geschichten in Verbindung gebracht. So entstanden die **Sternbilder**. Der historische Mensch, der diesen Schritt unternahm war Babylonier. In der Zeit zwischen 2000 und 1000 v.Chr., in der Blütezeit Babylons, bildeten astronomisches, astrologisches und religiöses Wissen eine Einheit. Priesterastronomen nutzten ihre astronomischen Kenntnisse für Rituale. So galten beispielsweise Mondfinsternisse als göttliches Zeichen im polytheistischen Weltbild Babylons, und bestimmte rituelle Handlungen sollten den bösen Pestgott *Erra* besänftigen, der den Mond verhüllte. Die Herrscher Babylons waren abhängig von ihren Priesterastronomen. In groß angelegten Prozessionsmärschen feierten und bestätigten die babylonischen Könige ihre Macht. Das babylonische Alltagsleben hatte demnach die Himmelskunde als wesentlichen Bestandteil, so dass eine Kenntnis und Katalogisierung des Himmels vitale Voraussetzung war.

In der Folgezeit nahmen die Griechen babylonisches Wissen an und bauten es aus. So kam es, dass wir an der nördlichen Hemisphäre des Himmels Sternbilder der **griechischen Mythologie** finden. Historisch erklärt sich die Sonderrolle des Griechentums durch seine Weltherrschaftsstellung, dem Zeitalter des Hellenismus, in dem *Alexander der Große* in seinen Eroberungszügen (seit 334 v. Chr.) dem griechischen Kulturgut Weltruhm bescherte.

Diese geniale, figurative Umsetzung vereinfachte es, sich die Positionen und Konstellationen einiger heller (auch farbiger oder variabler) Objekte zu merken. Denn die Figuren bildeten ein Sternbild, während viele Sternbilder durch Geschichten verknüpft wurden. Der Himmel wurde zur Bühne antiker Schauspiele! Die Nomenklatur hat in vielen Fällen bis heute überdauert. Manche griechische Namen wurden im Laufe der Geschichte von neuen Herrschergeschlechtern wie den Römern übernommen, assimiliert und transkribiert. Als Folge davon haben wir Doppelbezeichnungen verschiedener Objekte, nämlich in griechischer und lateinischer Sprache:

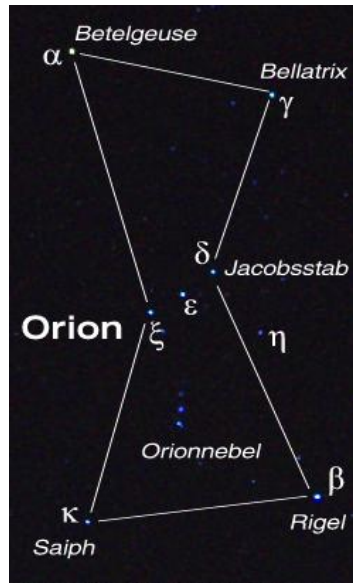


Abbildung 2: Orion aufgenommen mit nackter Digitalkamera, 8s Belichtungszeit (Andreas Müller, 08.01.2003).

der höchste Gott im Polytheismus der Griechen, Zeus, wurde zum Jupiter der Römer; die Schaumgeborene, *Aphrodite*, wurde zur Venus (natürlich existieren daneben eine Vielzahl von Namen anderer Kulturkreise).

Einen wesentlichen Beitrag zur Überlieferung dieses Wissens leistete **Ovid** bzw. *Publius Ovidius Naso* (43 v.Chr.- 18 n.Chr.), ein römischer Dichter. Er ist Verfasser von *Ovid's Metamorphosen*: 250 Verwandlungssagen von der Weltschöpfung bis hin zu Caesars Verwandlung in einen Stern. In den Metamorphosen stehen Dichtungen in vielfältiger und vieldeutiger Weise, die uns erklären, wie die Sternbilder an den Himmel gelangt sein sollen. Häufiger Protagonist der Geschichten ist der höchste Gott, Zeus, der sich in vielerlei Gestalten verwandelt und sein Unwesen treibt. Der Inhalt der Metamorphosen zeugt nicht nur vom polytheistischen Weltbild der Griechen und Römer, sondern gibt auch mit den dargestellten Verwicklungen und Intrigen einen tiefen Blick in die menschliche Psyche preis.

Das Liniengerüst der Sternbilder wird tatsächlich ausschließlich aus Sternen gebildet, es handelt sich um keine 'exotischen', kosmischen Objekte, wie Kugelsternhaufen oder Quasare. All das befindet sich 'in den Sternbildern'. Nun muss man sich vergegenwärtigen, wie die dreidimensionale Anordnung von Erde, Sonne und Sterne, deren Relativbewegungen (in Betrag der Geschwindigkeit und Richtung) zueinander aussehen: Wenn wir an den klaren, mondlosen Nachthimmel schauen, sehen wir auf einen Blick etwa 6000 Sterne. Das Besondere ist nun, dass es sich dabei *ausnahmslos* um Sterne der Milchstraße, also unserer Heimatgalaxie handelt. Das Objekt, das am weitesten entfernt ist und das wir gerade noch mit bloßem Auge als diffus, verwaschenes Objekt erkennen können, ist die Andromedagalaxie, ein Sternsystem aus einigen hundert Milliarden Sternen. Diese Galaxie im nördlichen Sternbild *Andromeda* befindet sich in der lokalen Gruppe (dem Galaxienhaufen, in dem sich die Milchstraße befindet) in einer Entfernung von 2.2 Millionen Lichtjahren (667 kpc) und ist unserer Milchstraße morphologisch sehr ähnlich.

Es ist bei einer genaueren Überlegung erstaunlich, dass die Sternbilder über Jahrtausende

ihre Form nicht zu ändern scheinen. Wir wissen, dass alle kosmischen Objekte sich bewegen. Messen kann man dies beispielsweise spektroskopisch über den Dopplereffekt. Die Relativbewegungen zwischen verschiedenen kosmischen Objekten, z. B. Erde und ein Stern der Milchstraße, sind außerordentlich komplex: die Erde rotiert in etwa 24 Stunden um ihre eigene Achse; innerhalb eines Jahres umrundet sie die Sonne auf einer fast kreisförmigen Bahn; die Sonne hat jedoch auch eine Eigenbewegung und bewegt sich mit rund 20 km/s in Richtung des Sternbildes *Herkules* (*Apex*); alle Sterne der Milchstraße führen eine Art **Gruppenbewegung** aus, weil sie in einer Scheibe um das Galaktische Zentrum, was im Sternbild des *Schützen* (*Sagittarius*) liegt, kreisen, denn die Milchstraße ist eine Spiralgalaxie. Diese Rotation ist differenziell, d. h. nach innen rotieren die Körper mit größerer Bahngeschwindigkeit. Um dieses kosmische Karussell bis zu seinem Ende zu treiben: die Milchstraße ist eine Galaxie der **lokalen Gruppe**, eines kleinen Galaxienhaufens, der sich auf den viel größeren Galaxienhaufen im Sternbild *Virgo* (Jungfrau), kurz den Virgo-Haufen genannt, zu bewegt. Die Galaxienhaufen, von denen einige hundert Milliarden existieren sollen, sind im Universum nicht homogen verteilt, wie Luft in einem Behälter, sondern bilden filamentartige Gebilde, die in Knoten, den **Supergalaxienhaufen** zusammenlaufen. Auch hier treibt die gravitative Wechselwirkung die Galaxien und Galaxienhaufen zusammen (*gravitative Instabilität*). Insgesamt erscheint das von außen betrachtet wie eine wabenartige Struktur, deren Inneres leer ist. Diese **Leerräume** (engl. *Voids*) sind riesig und haben eine Ausdehnung von etwa 50 Mpc, also rund 150 Millionen Lichtjahren! Im Vergleich zur aktuell erachteten Gesamtgröße des Universums von 13.7 Milliarden Lichtjahren sind das riesige leere Blasen. Die Bewegung der Galaxien und Anhäufungen ist zudem vor dem Hintergrund eines **expandierenden Universums mit kosmologischer Konstante** zu sehen: die Galaxien 'schwimmen' mit einer expandierenden Raumzeit (der *Robertson-Walker Metrik*) mit und entfernen sich voneinander, wie die Punkte auf einem Luftballon, der beständig aufgeblasen wird. Eine Hauptrolle in der Kosmologie kommt der wohl rätselhaftesten Form von Materie zu, der **Dunklen Energie**. Aktuelle Messungen bestätigen, dass sie zu 73% im gegenwärtigen Universum existiert und dessen Dynamik nachhaltig beeinflusst. Die Dunkle Energie ist identisch mit der kosmologischen Konstante, die Einstein in seinen Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie einführte, um ein statisches Universum theoretisch erklären zu können. Mit *Edwin Hubbles* Entdeckung eines dynamischen Universums, das eine Expansionsbewegung ausführt, verwarf Einstein den kosmologischen Term. Moderne Modelle der Kosmologie ziehen ihn jedoch wieder in Betracht, und aktuelle Messungen zeigen sogar, dass man nicht ohne ihn auskommt. Die Dunkle Energie macht sich in ihrer Wirkung als eine **Antigravitation** bemerkbar, weil sie der gravitativen Attraktion entgegenwirkt: sie treibt also das Universum auseinander und unterstützt die Expansionsbewegung. Eine moderne quantentheoretische Interpretation erfährt die Dunkle Energie dadurch, dass man das Quantenvakuum heranzieht. Das Quantenvakuum ist nicht leer, sondern erfüllt von virtuellen Paaren aus Teilchen und Antiteilchen. Diese Paare könnten gerade die Dunkle Energie speisen. Die bestehenden Quantenfeldtheorien vermögen dies jedoch leider noch nicht quantitativ zu erklären.

Gehen wir wieder einen Schritt zurück auf die galaktische Längenskala: die resultierende Bewegung der Erde zu einem Stern der Milchstraße ist zwar nicht chaotisch, weil sie wohldefiniert ist, jedoch sehr komplex. Wie gesagt, vollführen jedoch die Sterne der Milchstraße eine geordnete Bewegung: alle kreisen um das **supermassereiche Schwarze Loch** mit etwa 3.7 Millionen Sonnenmassen, das das gravitative Zentrum unserer Heimatgalaxie ist. Es stimmt radioastronomisch mit der Quelle *Sagittarius A** überein und

'hungert'. Die Ansammlung von Materie, die man **Akkretion** nennt, ist in Ermangelung von viel Material in der direkten Umgebung des Schwarzen Loches schwach ausgeprägt.

Die Sterne, die also die uns bekannten Sternbilder konstituieren sind alle derselben Gruppenbewegung unterworfen. Die kleine Abweichung davon nennt man geringe **Eigenbewegung** (*Pekuliarbewegung*) der Sterne. Sie ist Voraussetzung dafür, dass sich der visuelle Eindruck der Figuren in den Sternbildern nicht merklich ändert und erst in 'suprahistorischen Zeiträumen', auf der Zeitskala von wenigstens 100 000 Jahren, deutlich von der vertrauten Form abweicht. Die höchste Eigenbewegung in der Milchstraße hat *Barnards Pfeilstern* mit -108 km/s. Dieser Stern ist der Sonne recht nahe (1.81 pc). Seine Geschwindigkeit entspricht bei gegebenem Abstand einer Eigenbewegung an der Himmelsphäre von -0.05 Sekunden in Rektaszension pro Jahr und 10.28 Bogensekunden in Deklination pro Jahr (Rektaszension und Deklination sind zwei Winkelangaben, die einen Ort an der zweidimensionalen Himmelskugel eindeutig festlegen).

Die bisherigen Ausführungen galten der **Stabilität der Sternbilder**; kommen wir nun zu deren realen, physischen Ort. Alle Sternbilder, die wir kennen sind einzigartig im Universum, weil sie von einem besonderen Punkt, der Erde, betrachtet werden. Nur wirklich weit entfernte Sterne eines Sternbildes würden auch einem extraterrestrischen Beobachter erscheinen wie auf der Erde. Die Sternbilder sind jedoch **Projektionen auf die Himmelsphäre**, einer gedachten Kugelschale, die das gleiche Zentrum hat wie die Erde und direkt außerhalb der Erdoberfläche beginnt. Im allgemeinen werden die Sterne der Sternbilder sehr unterschiedliche Abstände zur Erde haben, aber - weil sie sämtlich zur Milchstraße gehören - einen maximalen Abstand von etwa 100 000 Lichtjahren haben, was 'auf der anderen Seite der Milchstraße wäre'. Unser Sonnensystem befindet sich nämlich eher im Randbereich der Milchstraße (Abstand vom Galaktischen Zentrum 8.3 kpc, also rund 25 000 Lichtjahre). Bei Sternen gilt als grobe Regel, dass sie um so näher sind, je heller sie uns erscheinen. *Sirius*, der Hundstern, befindet sich im *Großen Hund* (*Canis Major*) und ist der (scheinbar) hellste Stern am gesamten Nachthimmel mit einer scheinbaren Helligkeit von -1.46^{mag}, aber nur einer absoluten Helligkeit von 1.42^{mag}. Dabei steht *mag* für Magnitude und ist ein logarithmisches Maß für die Helligkeit eines astronomischen Objekts. Historisch gab es zunächst nur sechs Größenklassen/Magnituden, die sich an der Fähigkeit des Auges orientierten Helligkeiten zu unterscheiden. Die uns erscheinende Helligkeit von Sirius am Himmel ist auf seine physische Nähe (2.65 pc Entfernung) zurückzuführen, nicht darauf, dass er absolut (also intrinsisch) besonders hell wäre. Viel beeindruckender, was die absolute Helligkeit angeht, sind da massereiche, junge Sterne vom Spektraltyp O oder B. Der blauweiße Überriesenstern *Rigel* im Orion (rechter Fußstern) zählt beispielsweise dazu.

Eine professionelle Form der Katalogisierung wurde von dem französischen Astronom *Charles Messier* (1730 - 1817) unternommen, der Nebel, offene Sternhaufen, Kugelsternhaufen und Galaxien im **Messier-Katalog** (1771) aufführte. Es waren 104 auffällige Objekte des Nordhimmels, die mit den damaligen Mitteln (aus heutiger Sicht kleine, optische Fernrohre) beobachtbar wurden. Manche erschienen mangels Auflösungsvermögen nebulös und wurden auch als Nebel klassifiziert, obwohl es sich tatsächlich um ganze Sternsysteme, also Galaxien, handelte. So kam z. B. zur verwirrenden Wortschöpfung des *Andromedanebels* (M32). Dabei handelt es sich eigentlich um eine Galaxie und nicht um einen Nebel, wie die Reflexions-, Emissionsnebel oder Planetarischen Nebel. Letztere sind viel kleiner sind als typische Galaxien und Ansammlungen von wenigen Sternen und interstellarem Staub, der beleuchtet wird oder selbst leuchtet.

Der Messier-Katalog ist der Archetypus eines Katalogs, wie sie auch heute (beispielsweise

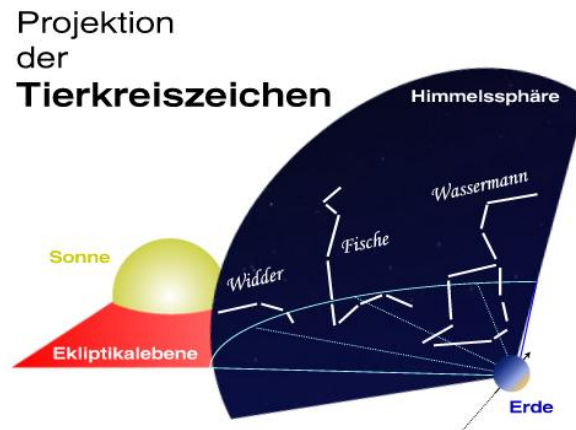


Abbildung 3: Ausschnitt des Tierkreises von der Erde aus betrachtet.

in der Astrometrie) erstellt werden: in **Durchmusterungen** (engl. *surveys*) wird eine große Anzahl kosmischer Objekte, meist Sterne, sehr genau (typische Skala ist die Bogensekunde, also der 3600ste Teil eines Grads) lokalisiert, deren scheinbare Helligkeit bestimmt und andere Parameter (Spektraltyp, Entfernung, wenn möglich) ermittelt. Oft laufen diese Prozeduren automatisch mithilfe einer geeigneten Software in einem Satelliten ab (HIPPARCHOS, geplant: DIVA, GAIA). Die großen Datenmengen werden elektromagnetisch auf die Erde gesendet und auf Band oder CD-ROM gespeichert.

6 Tierkreis, Ekliptik und Jahreszeiten

Es gibt eine Reihe ausgezeichneter Sternbilder, die man **Tierkreiszeichen** oder **Zodiakalsternbilder** (*Zodiak* bezeichnet den Tierkreis) nennt. Dabei handelt es sich um zwölf Sternbilder, die eine ganz besondere Ausrichtung relativ zur Erde haben. Bereits die Babylonische Astronomie um 2000 v.Chr. kannte diese Einteilung und auch schon die Sternbilder Schütze, Stier, Wassermann und Zwillinge. Der Sternenhimmel hatte eine tiefe religiöse Bedeutung, und die Sterne und Sternbilder waren mit babylonischen Gottheiten verbunden: Astronomie, Astrologie und Religion waren eng verschmolzen. Die Griechen - geographisch gerade mal 1500 km vom kulturellen Zentrum Mesopotamiens (heutiger Irak) entfernt - haben viel babylonisches Wissen in der Antike übernommen. Schließlich haben sich die Römer viel später griechisches Wissen und Kultur angeeignet und mythologische Gestalten transkribiert. Aus diesem Grund tragen die Planeten römische Namen. In der griechischen Form müssten sie folgendermaßen heißen (angefangen im Innern des Sonnensystems): Hermes, Aphrodite, (Erde, Gaia?), Ares, Zeus, Saturnus, Uranos, Poseidon, Hades.

Alle Planeten (bis auf den äußersten Planeten Pluto) liegen im Wesentlichen in einer Ebene, die man **Ekliptik** nennt. Die Erklärung für diesen seltsamen Sachverhalt ist in der Entstehungsgeschichte des Planetensystems zu finden: bevor die Planeten entstanden, sammelte sich um die Sonne die Materie (Gas und Staub) in einer Scheibe an, weil sie Drehimpuls besitzt. Diese **protoplanetaren Scheiben** (kurz oft Proplyds genannt, für engl. *protoplanetary disks*) bildeten durch gravitative Instabilitäten Klumpen aus, die Vorläufer der Planeten, die mit der Zeit wuchsen und so immer mehr Materie ansammeln konnten.

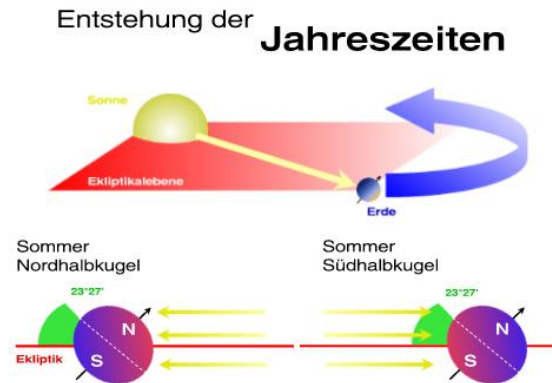


Abbildung 4: Entstehung der Jahreszeiten durch den Lauf der schief stehenden Erde um die Sonne.

Schließlich bildete sich das einzigartige Planetensystem, wie wir es kennen, bestehend aus der Sonne und im Abstand zunehmend Merkur, Venus, Erde, Mars, Planetoidengürtel, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun, Pluto, Kuiper-Ring. Die Ekliptik ist also als Relikt des Protoplanetaren Nabelrings anzusehen, und die Rotationsachse der Erde ist gerade um 23 Grad und 27 Minuten zu dieser Ebene geneigt. Diese Neigung kann eine Folge einer heftigen Kollision mit einem Kometen sein, aus der der Mond hervorging, wie Simulationen nahe legen. Die Rotationsachse der Erde vollführt eine Kreiselbewegung (Präzession und Nutation), so dass der Polarstern eine Ellipse an der Himmelsphäre beschreibt.

Der Begriff *Ekliptik* (grch. *ekleipsis*, 'Ausbleiben') geht auf die **Eklipsen** zurück, den Sonnen- und Mondfinsternissen. Sie sind nämlich nur möglich, wenn alle drei beteiligten Himmelskörper, Sonne, Mond und Erde, in exakt einer Ebene, der Ekliptikalebene oder Ekliptik, liegen. Bei einer **Sonnenfinsternis** schiebt sich der Mond genau zwischen Sonne und Erde, so dass der etwa 200 Kilometer durchmessende Kernschatten des Mondes, die Erde trifft. Nur in Gebieten auf der Erde, über die der Kernschatten wandert, kann eine totale Sonnenfinsternis beobachtet werden. Dieses spektakuläre Ereignis war in Deutschland zuletzt im August 1999 zu bestaunen. Bei einer **Mondfinsternis** hingegen wandert der Erdtrabant durch den Kernschatten der Erde. Er verfinstert sich dabei nicht vollständig, weil ihn immer noch Sonnenlicht, das an der Erde gestreut wird erreicht. Dadurch erscheint er als roter Vollmond.

Die Eklipsen sind nicht jeden Monat beobachtbar, wie man nun erwarten könnte, sondern entstehen nur unter besonderen Voraussetzungen: Ursache ist die Neigung der Rotationsachse der Erde und der Umlaufbahnebene des Mondes gegenüber der Ekliptikalebene. Nur wenn sich der Mond in seinem auf- oder absteigenden Knoten befindet und dabei sein Schatten die Erde (Sonnenfinsternis) bzw. der Schatten der Erde den Mond (Mondfinsternis) trifft, können Eklipsen entstehen.

Der **Schiefe der Ekliptik** verdanken wir auch die Jahreszeiten und vermutlich sogar unser Leben. Denn innerhalb eines Jahres ändert sich die Einfallrichtung der Sonnenstrahlung auf die Erdoberfläche von schräg (im Winter) zu senkrecht (im Sommer) auf den Hemisphären der Erdkugel. Kommen wir endlich zu den Tierkreiszeichen: Schaut man nun als irdischer Beobachter, der sich in der Ekliptik befindet entlang der Ebene der Ekliptik auf den

Nachthimmel, so befinden sich hier gerade zwölf (wie es sich historisch ergeben hat) Sternzeichen, die Tierkreiszeichen, die jeder aus dem Horoskop kennt: Widder (*Aries*), Fische (*Pisces*), Wassermann (*Aquarius*), Steinbock (*Capricornus*), Schütze (*Sagittarius*), Skorpion (*Scorpius*), Waage (*Libra*), Jungfrau (*Virgo*), Löwe (*Leo*), Krebs (*Cancer*), Zwillinge (*Gemini*) und Stier (*Taurus*). Es sei hier angemerkt, dass die Astrologie, die sich mit der Sternedeutung beschäftigt, auf reiner Empirie beruht. Sie hat mit der Astronomie nur die Terminologie einiger Objekte (Tierkreiszeichen, Planeten, Sonne, Mond) gemein. Die Astronomie/Astrophysik ist eine Naturwissenschaft. Sicher waren Astronomie und Astrologie einst (und sind es bei einigen Naturvölkern noch) eng miteinander verwoben, wie die Beispiele der Priesterastronomen in den Hochkulturen der Babylonier und der Maya zeigen; hier wurde astronomisches Wissen politisch und religiös ausgenutzt. Im Zuge der Aufklärung fand jedoch eine Entkopplung statt, die die strenge naturwissenschaftliche Methodik bewirkte.

Aus obigen Beschreibungen wird sofort klar, weshalb alle Planeten nur im **Band der Ekliptik** (etwa 20° breit), das die Projektion der ekliptikalen Ebene an die Himmelsphäre ist, zu finden sind. Jupiter wird also nie im Sternbild *Großer Bär* (*Ursa Major*) zu sehen sein. Falls doch, rufen Sie mich bitte an!

Bei der Betrachtung der Ekliptik wird noch etwas anderes klar: der scheinbare Lauf der Sonne und Planeten durch die Tierkreiszeichen. Dadurch, dass die Sonne in der Ekliptik liegt, sehen wir durch den jährlichen Lauf der Erde um die Sonne, in jedem der zwölf Monate ein anderes der zwölf Zodiakalsternbilder hinter der Sonne. So erklärt sich die astrologische Zuordnung der Tierkreiszeichen zum jeweiligen Monat.

Analog verhält es sich mit den Planeten, nur haben sie andere Umlaufzeiten um die Sonne, so dass sie unregelmäßig in den Tierkreiszeichen stehen ('Häuser'). Eine Besonderheit zeigt hier der größte Planet Jupiter, der gerade mit dem höchsten Gott vieler Religionen assoziiert ist: er besitzt eine Umlaufzeit von 12 Jahren, also exakt der Zahl 12 der Zodiakalsternbilder entsprechend. Daher steht er in jedem Jahr genau in einem neuen Tierkreiszeichen und wandert besonders majestätisch durch das Band der Ekliptik.

7 Der Südhimmel

Ein Blick auf den Globus zeigt, dass die **südliche Hemisphäre** der Erde eine größere Wasseroberfläche aufweist als die nördliche. Etwa 70% der Erdoberfläche besteht aus dem Wasser der Ozeane Pazifik, Atlantik und Indischem Ozean. So verwundert es kaum, dass nach der Benennung und prosaischen Verdichtung des Nordhimmels durch die zivilisierte Welt seit der Antike schließlich die südliche Himmelshemisphäre von den Seefahrern in der **Neuzeit** erobert wurde. Dies kann man an den Namen der Sternbilder des Südhimmels heute noch ablesen: dort tummeln sich beispielsweise die *Magellanischen Wolken* ('Kapwolken'), benannt nach dem portugiesischen Seefahrer *Fernao de Magalhaes* (1480 - 1521). Sie sind allerdings kein Sternbild, sondern Namen von irregulären Galaxien, die sich mit der Milchstraße, dem Andromedanebel und vielen Zwerggalaxien in der lokalen Gruppe befinden. Darüber hinaus findet man einen *Sextant* (Gerät zur Messung von Winkelabständen, wie in der Navigation gebräuchlich), ein *Teleskop*, ein *Mikroskop*, einen *Schiffskompass* aber auch Tiere.

Eines der wenigen mythologischen Sternbilder ist das *Schiff* (international *Carina*), das Bezug nimmt auf das Schiff *Argo* mit dem *Iason* mit seinen Mannen, den Argonauten, auszog, um das Goldene Vlies zu finden. Mithilfe der zauberkundigen Königstochter *Medeas* gelang ihm das auch, weil sie den Drachen, der das Vlies bewachte, einschläferte. Die enge Bindung



Abbildung 5: Sonnenuntergang am 15.03.2003 in Hessen.

zwischen Seefahrt und Sternenhimmel ist nahe liegend: Die Seefahrer waren abhängig von den Sternen, nutzten sie sie doch nachts zur Navigation auf den Ozeanen.

Das Pendant zum *Kleinen Bären (Ursa Minor)* am Nordhimmel, das zirkumstellare Sternbild, das von der verlängerten Erdachse nahe dem Polarstern *Polaris* (oder *Stella Polaris*) durchstoßen wird und daher den nördlichen Himmelspol fixiert, heißt am Südhimmel *Kreuz des Südens (Cruce)*. Während *Polaris* nur 55 Bogenminuten (fast ein Grad) vom Himmelsnordpol entfernt ist und damit dem nördlichen Beobachter ziemlich genau den Fixpunkt des rotierenden Nordhimmels anzeigt, gibt es am Südhimmel keinen Stern im *Kreuz des Südens*, der diese Funktion ausfüllen könnte. Infolge der **Präzession** der Erde variiert der Polarstern in historischen Zeiträumen: ab dem Jahr 2100 wird sich der Himmelsnordpol von *Polaris* entfernen und im Jahr 5300 n.Chr. beim Stern *Alderamin* (Sternbild *Cepheus*) und 12 000 n.Chr. beim Stern *Wega* in der *Leier (Lyra)* liegen. Übrigens: entgegen der weit verbreiteten Vorstellung ist *Polaris* **nicht** der hellste Stern am Himmel, im Gegenteil: er ist mit einer visuellen Helligkeit von 2.2^{mag} eher unauffällig. Das einzig besondere an ihm ist seine aktuelle Nähe zum Himmelspol. Bei den Azteken hieß *Polaris* *Mixcoatl*, benannt nach dem aztekischen Gott, der das erste Feuer mit einer Art schnell rotierenden Bohrer machte. Dieser Vorgang wurde mit dem rotierenden Firmament assoziiert, nur *Polaris* blieb ein Fixpunkt und wurde daher mit diesem Gott identifiziert.

In der türkischen Astronomie hieß der Polarstern *Yilduz* und wurde im Stern *Delta Ursa Minoris* gesehen. Dessen heutiger Eigenname lautet daher Yildun, und er war dem tatsächlichen Polarstern sehr nahe.

8 Prolog zur Sternenschau

Bevor wir einige Sternbilder näher unter dem Aspekt ihrer Mythologie betrachten wollen, möchte ich die Spannung halten, indem wir einen Blick auf die Ereignisse werfen, bevor es dunkel wird.

Der Taghimmel zeigt bei klarer Sicht das wohlvertraute **Himmelsblau**. Aber warum ist der Himmel eigentlich blau? Diese scheinbar simple Frage ist gar nicht so trivial und erfordert ein bisschen Kenntnisse der Physik, um sie adäquat zu beantworten: die Atmosphäre ist gar kein so ruhiger Ort, wie es erscheint. In Wahrheit geht es dort recht turbulent zu. Neben den wohlvertrauten Turbulenzen in der Troposphäre, die Wetter und Klima hervorrufen, gibt es in den darüber liegenden Schichten ebenfalls Aktivität: Strahlung und Teilchen verschiedenster Gattung, Masse, Ladung und Energie dringen ständig ein und wechselwirken miteinander. Die Strahlung wird an den Luftteilchen und Aerosolpartikeln (Staub, Ruß etc.) gestreut. Eine besondere Form ist die *Rayleigh-Streuung*. Hierbei ist der Radius der streuenden Teilchen viel kleiner als die Wellenlänge des gestreuten Lichts. Beim Rayleigh-Streuvorgang fällt die Intensität gestreuten Lichts mit der vierten Potenz in der Wellenlänge ab, so dass höhere Wellenlängen (das rote Ende des Spektrums) geringere und kleinere Wellenlängen (blaues Licht) höhere Intensität haben, nachdem gestreut wurde. Dieser



Abbildung 6: Landessternwarte Heidelberg: Blick vom Nordinstitut (Theorie) nach Nord-Westen (Andreas Müller, 31.03.2003 um 20:30 Uhr).

Streuvorgang geschieht bei den enorm großen Zahlen an Materie- und Lichtteilchen in der Atmosphäre sehr häufig. Außerdem ändert sich die Einfallrichtung des Lichts durch Streuung: gestreute, blaue Strahlung wird in mehr oder weniger alle Richtungen (isotrop) gleich gestreut, während rote Strahlung kaum gestreut/abgelenkt wird. Einerseits entstehen auf diese Art und Weise **Morgen- und Abendrot**, weil das rote Licht bei tiefstehender Sonne leichter ins Auge des Beobachter gelangt: es wird kaum abgelenkt. Andererseits wird aber auch, bei hoch stehender Sonne der Rotanteil der Strahlung durch Rayleigh-Streuung unterdrückt bzw. 'heraus gestreut', und der Blauanteil bleibt schließlich übrig. Außerdem wird blaues Licht in alle mögliche Richtungen gestreut, rotes nicht. Daher erscheint uns der Himmel gleichmäßig blau.

Die Aerosolpartikel sind viel größer als die Luftteilchen, so dass hier eine andere Domäne, die *Mie-Streuung* Anwendung findet. Hier ist die Potenz im Abfallgesetz der Intensität nicht -4 , sondern größer. Außerdem wird die Streuung in Vorwärtsrichtung bevorzugt (anisotrop). Der weniger starke Abfall bei der Mie-Streuung hat eine weniger starke Unterdrückung des Rotanteils des Himmelslichts zur Folge. Bei vielen Aerosolpartikeln in der Atmosphäre, wie nach einem Vulkanausbruch, erscheint der Himmel daher fast weiß, weil alle Farben relativ gleiche Intensitäten nach der Mie-Streuung haben. Die Sonnenauf- und -untergänge erscheinen hingegen besonders purpurrot.

Schön anzusehen ist das Farbspiel der **Dämmerung**, wenn die Rayleigh-Streuung einen Farbverlauf von blau über gelb zu rot am Horizont zeigt. Als Dämmerung bezeichnet man die Zeit zwischen Taghelligkeit und Nachtdunkelheit, wo noch keine Sonnenscheibe am Horizont zu sehen ist. Ihre Länge hängt von der Neigung der Sonnenbahn zur Horizontlinie ab, eine Größe, die auf der geographischen Breite variiert. Man kennt zwei Extreme: am Äquator (kleine geographische Breite, nämlich null) ist diese Neigung ein rechter Winkel, so dass hier die Dämmerung extrem kurz ist. Verschwindet die Sonne am Horizont, wird es auch sehr schnell dunkel. An den Polen (hohe geographische Breite, 90°) wiederum ist die Neigung sehr flach, und die Dämmerung kann sehr lange dauern. In hohen geographischen Breiten, genauer gesagt zwischen Polarkreis und Pol, gibt es zudem das Phänomen der **Mitternachtssonne** und **Polarnacht**. Die Neigung der Ekliptik ist dafür verantwortlich, dass in diesen Zonen tagelang die Sonne nicht untergehen bzw. aufgehen kann. Im Extremfall kann am Pol die Nacht daher 179 Tage und der 'Tag' 186 Tage dauern!

Die Dämmerung selbst hat ebenfalls physikalische Ursachen, die mit Streuprozessen zusammenhängen: obwohl die Sonnenscheibe nicht direkt sichtbar ist, gelangt Strahlung

von ihr zum irdischen Beobachter der Nachtseite, weil sie in der Atmosphäre durch diffuse Streuung abgelenkt wird. Man unterscheidet je nach Tiefe der Sonne unterhalb des Horizonts verschiedene Dämmerungen: bürgerliche Dämmerung (bis 6.5°), nautische Dämmerung (bis 12°) und astronomische Dämmerung (bis 18°), die eine 'maximale Dunkelheit' festlegt.

Es gibt aber noch andere Belege für die turbulente Atmosphäre: Ein besonders aufregendes und farbenfrohes Ereignis sind die **Polarlichter**. Hier treffen Teilchen aus dem Sonnenwind auf Teilchen in der Atmosphäre und regen diese zum Leuchten an (Elektronenübergänge in den Atomschalen). Warum geschieht dies nur an den Polen? Das hängt mit der Magnetosphäre der Erde zusammen: das Magnetfeld der Erde gleicht einem riesigen Dipol mit trichterförmigen Äquipotentialflächen an (magnetischem, nicht geographischem!) Nord- und Südpol. Somit werden die geladenen Teilchen, die von der Sonne kommen, vornehmlich schnelle Elektronen und Protonen, am Magnetfeld in geringen geographischen Breiten geblockt, aber auch an die Pole geleitet. Hier können sie in die Atmosphäre eindringen und mit der Luft wechselwirken. Je nach Element bzw. Molekül (Stickstoff, Sauerstoff etc.) resultiert eine charakteristische Farbe des Polarlichts.

9 Streifzug durch die Mythologie

Die Mythologie als eine Fundgrube für Erzählungen, Sagen und Fabeln verschiedener Völker ist in vielerlei Hinsicht eine studienwürdige Disziplin. Sie verrät uns heute noch sehr viel über Gesellschaftsbild, Wertvorstellungen, Rituale und Wunschvorstellungen längst vergangener Kulturen. Modern gesprochen ist die Mythologie ein Abbild der Psyche, Soziologie, Ethnologie und Ethologie von menschlichen Gesellschaften.

Der direkte Bezug zur Astronomie liegt auf der Hand: die Bezeichnungen vieler Himmelsobjekte tragen die Namen bekannter Sagengestalten und Sagenobjekten vieler Mythologien. Der Mensch hat uralte Geschichten an den Himmel projiziert. Dafür mag es verschiedene Motivationen geben: einerseits hat es einen pragmatischen Aspekt, weil man sich die Stellung von Himmelsobjekten besser merken kann (um sie später wiederaufzufinden), wenn man die ungeordneten Lichtpunkte in einer Gesamtschau wahrnimmt und mit Bildern assoziiert. Andererseits kann in einem psychologischen Aspekt in dieser Projektion auch eine Projektion von Wünschen und Träumen an die Himmelsphäre gesehen werden. Ein auf jeden Fall nachgewiesener Aspekt ist religiöser Natur: der Himmel wurde in vielen polytheistischen Kulturen als der Sitz ihrer Götter angesehen. Es liegt deshalb nahe den Anblick des Himmels mit göttlichen Szenarien zu verknüpfen.

Diese frühgeschichtliche Prägung hat bis in unsere heutige, moderne und aufgeklärte Zivilisation überdauert. Zwar ist der romantisch verklärte Blick ein wenig verblasst, weil die Naturwissenschaften erstaunlich viele Aussagen über die physikalische Natur des Himmels, dessen Entwicklung und sogar Entstehung machen können. Doch die Faszination bleibt, auch - vielleicht erst recht - beim Astronomen.

Nach dieser kleinen Motivation werden wir daher eine kleine Reise durch ausgewählte Sternbilder unter astronomischen und mythologischen Gesichtspunkten unternehmen.

9.1 Die Plejaden

Beginnen wir mit einem recht bekannten Himmelsobjekt, den Plejaden. Der Volksmund kennt sie als *Siebengestirn* oder *Gluckhenne*, im Messier-Katalog haben sie die Bezeichnung M45. Die Plejaden sind in der modernen Astronomie **kein eigenes Sternbild**, sondern



Abbildung 7: Plejaden aufgenommen mit nackter Digitalkamera, 8s Belichtungszeit (Andreas Müller 08.01.2003).

Bestandteil des Tierkreiszeichens *Stier* (*Taurus*). Astronomisch gesehen, handelt sich um einen offenen Sternhaufen, also einen lockeren Verbund einiger Sterne, die einen gemeinsamen Konvergenzpunkt haben. Sie bewegen sich demnach alle in eine bestimmte Richtung und bilden tatsächlich auch physisch eine Gruppe. Morphologisch unterscheiden sich offene Sternhaufen sehr deutlich von den *Kugelsternhaufen*. Letztere haben eine kugelige Gestalt, wo zum Zentrum hin die Zahl der Sterne zunimmt. Außerdem bestehen Kugelsternhaufen aus deutlich mehr Sternen, etwa 100 000. Während die Verteilung der offenen Sternhaufen in der Milchstraße zufällig ist, sitzen die Kugelsternhaufen im galaktischen Halo. So bezeichnet man die sphäroide Randregion der galaktischen Scheibe. Kugelsternhaufen gehören zu den ältesten Objekten einer Galaxie! Offene Sternhaufen sind viel jünger. In länger belichteten, optischen Aufnahmen kann man sogar das interstellare Medium (ISM) erkennen, in das die Sterne des offenen Haufens eingebettet sind und aus dem sie entstanden sind. Die Strahlung der jungen Sterne wird häufig an diesem Material reflektiert und bildet Reflexionsnebel, die man auch in den Plejaden beobachtet.

Mit bloßem Auge kann man etwa sieben Sterne erkennen, meist mehr. Daher rührt die weitläufige Bezeichnung Siebengestirn. In der griechischen Mythologie, dargestellt in *Ovid's Metamorphosen*, sind sieben Sterne der Plejaden (oder Pleiaden) die Töchter des Titanen Atlas und der Meernymphe Pleione. Sie tragen die Namen Alkyone, Elektra, Kelaino, Maia, Merope, Sterope und Taygete. Zeus soll die Töchter an den Himmel versetzt haben, weil *Orion* (assoziiert mit einem bekannten Wintersternbild des Nordhimmels) ihnen nachstellte und Zeus sie damit schützen wollte. Allerdings verband sich Zeus selbst (wie so häufig in den Mythen) mit einer der Töchter, der Bergnymphe Maia. Aus dieser Verbindung ging der Götterbote Hermes (von den Römern transkribiert zu Merkur) hervor.

Die Plejaden werden auch häufig als die *Sieben Jungfrauen* oder *Jungfrauensterne* bezeichnet (Hesiod). Das Bild der Gluckhenne, das häufig in der Konfiguration der Plejadensterne gesehen wird, stammt aus der Bibel (Hiob) und existiert auch im russischen Raum (*Nasedha*). In der **babylonischen Astrologie** nannte man die Plejaden *Sebettu*. Dieses Wort aus der akkadischen Sprache Babyloniens bzw. Assyriens (Akkad, Stadt in Mesopotamien) bedeutet 'Die Sieben' und bezieht sich auf die sieben bösen und die sieben guten Dämonen. Gut und Böse ist ein ganz altes Schema der Babylonier und hat gewissermassen seine Wurzeln in Mesopotamien, dem Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris, dem heutigen Irak.

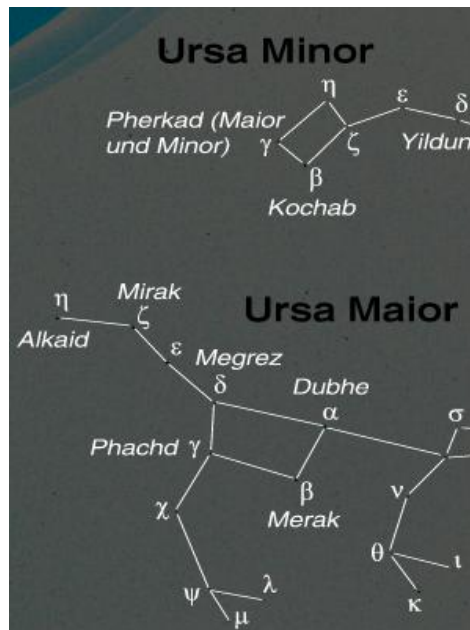


Abbildung 8: Ursa Maior und Ursa Minor digital fotografiert (8 sec Belichtung, Negativ, Andreas Müller, 31.03.2003 gegen 3 Uhr).

Geschichtlich ist diese frühe Weltkultur in die Zeit zwischen 4000 und 300 v.Chr. anzusiedeln. In den Plejaden sah man nun die sieben bösen Dämonen, die den Mond verhüllten und damit Mondfinsternisse verursachten und Menschenblut tranken wie Vampire. Sie unterstützten den babylonischen Pestgott *Erra*. Die sieben guten Dämonen hingegen sollen die Antagonisten darstellen und waren die Söhne des sumerischen Gottes *Enmescharra*, dem Herrn göttlicher Gesetze und Kräfte.

9.2 Ursa Major - Die Große Bärin!

Der *Große Bär* bzw. ein Bestandteil dieses riesigen Sternbildes des Nordhimmels, der *Große Wagen* ist wohl das bekannteste Sternbild überhaupt! Zusammen mit seinem kleinen Bruder, dem *Kleinen Bären* bzw. *Kleinen Wagen*, bildet er eine Konfiguration, die dem nördlichen Himmelspol besonders nahe ist. Der Kleine Wagen enthält den Polarstern *Polaris*, um den alle nördlichen Sternbilder rotieren. Aufgrund der Nähe zum Pol gehen diese beiden Sternbilder nie unter, d. h. kommen nie unter den Horizont für Beobachter der nördlichen Breiten. Diese Eigenschaft nennt man **zirkumpolar**.

Die griechische Mythologie dieses Sternbildes, wiederum dargestellt in *Ovids Metamorphosen* ist sehr lehrreich. Dem Lateinkundigen wird zunächst die weibliche Form des Bären im internationalen Namen auffallen: *Ursa Maior*, also eigentlich '**Große Bärin**'. Diese - im Deutschen verloren gegangene - Bezeichnung hat ihre Wurzeln in der Griechischen Mythologie: *Kallisto* (heute gebräuchlich für einen der Galileischen Monde des Planeten Jupiter) war die Tochter des Königs *Lykaon* von Arkadien. Sie hatte sich der Jagdgöttin *Artemis* (römisches Pendant *Diana*) angeschlossen, die den *Hamadryaden* (Baumnymphen) vorstand. Diese Nymphen hatten ewige Jungfräulichkeit geschworen. Doch *Kallisto* ('die Schönste') war besonders hübsch und dieser Schönheit erlag Zeus, der sie

verführte. Als die Schwangerschaft nicht mehr zu verbergen war, wurde *Kallisto* von den Baumnympfen verstoßen. *Hera* (bei den Römern *Juno* genannt), gleichsam Schwester und Gattin von Zeus, verfolgte schon immer argwöhnisch die zahllosen Liebschaften ihres Gatten. Der Treuebruch mit *Kallisto* erzürnte sie so sehr, dass sie die Nebenbuhlerin in eine *Bärin* verwandelte. Jahre später hätte Kallistos Sohn *Arkas* sie (in Bärengestalt) fast mit einem Speer durchbohrt. Um dies zu verhindern, versetzte Zeus die Protagonisten an den Himmel: der Sohn jagt der Bärin immer noch als *Bärenhüter* (nördliches Sternbild *Bootes*) mit seinen Jagdhunden *Chara* und *Asterion* (Sternbild *Canes Venatici*, die *Jagdhunde*) hinterher. Dieses Schauspiel können wir als nördliche Antipoden heute noch mit den Griechen verfolgen: die genannten Sternbilder sind zirkumpolar und gehen nie unter! Sie erfüllen den Fluch Heras und rasen ewig um den Himmelspol.

Zeta Ursa Majoris oder auch *Mirak* bzw. *Mizar* genannt ist ein Stern zweiter Größe und bildet zusammen mit dem bekannten Stern *Alkor* einen **visuellen Doppelstern**. Man findet beide am Knick der Deichsel des Wagens. *Alkor* heißt auch 'Reiterlein' oder 'Augenprüfer' und ist nur vierter Größe. Er kann bei gutem Sehvermögen leicht mit bloßem Auge von *Mizar* getrennt werden.

Das Sternbild *Ursa Major* hat auch eine kosmologische Bedeutung erfahren: im Jahre 1995 wurde eine besonders dunkle Himmelsregion mit wenig hellen Vordergrundsternen im Großen Bären ausgewählt, um mit dem Weltraumteleskop Hubble eine sehr lang belichtete, optische Aufnahme zu machen. An zehn aufeinanderfolgenden Tagen (von 18. bis 28. Dezember) wurden 342 Einzelaufnahmen gemacht. Solche langbelichteten Aufnahmen nennt man *Deep Fields*, weil man dabei besonders tief ins Universum schaut und schwache Quellen auftauchen, die in der Regel auch viel weiter entfernt sind. Mit bloßem Auge erschien diese Region ziemlich leer und unscheinbar. Doch die resultierende Aufnahme, die man seither **Hubble Deep Field North (HDF-N)** nennt zeigt eine Fülle von Details: der visuell scheinbar leere Raum ist voll von Galaxien aller möglichen Formen! Die Aufnahme zeigt wenig schwache Sterne, dafür eine große Menge ganzer Sternsysteme, jedes mit einer Anzahl von Sternen in der Größenordnung um 100 Milliarden! Mit solchen Fotografien kann man in der Kosmographie Statistik betreiben und die Galaxien nach Entfernung bzw. Alter, Morphologie und Helligkeit klassifizieren. Diese Statistiken haben in der Kosmologie eine große Bedeutung, zeigen sie doch, wie das Universum zu früheren Zeiten aussah, weil man mit jeder weit entfernten Galaxie auch in eine frühere Epoche des Universums schaut. Seitdem wurde viele solcher Tiefenfeldbeobachtungen (engl. *deep fields*) gemacht und weitere werden sicher folgen, um eine bessere Statistik zu haben. Unter anderem gibt es nun ein Hubble Deep Field South (HDF-S) und ein **Fors Deep Field (FDF)**, wobei letzteres mithilfe des Spektrographen FORS (*Focal Optical Reducer Spectrograph*) am Very Large Telescope (VLT) in den Chilenischen Anden gemacht wurden. An diesem Großprojekt ist die Landessternwarte Heidelberg maßgeblich beteiligt. Das FDF zeigt eine Region nahe am galaktischen Südpol und ist die tiefste Aufnahme des Himmels, die bisher bodengebunden gemacht wurde!

9.3 Virgo - Die Jungfrau

Virgo, die Jungfrau, ist ein Tierkreiszeichen und in vielerlei Hinsicht ein interessantes Sternbild. Einerseits ist die Mythologie reich an uralten Metaphern und Schemata menschlicher Kultur, andererseits tummeln sich in diesem Sternbild unzählige Galaxien, wie an keinem anderen Ort des Sternenhimmels. Nicht zuletzt deshalb ist die Live-Betrachtung dieses Sternbildes ein Faszinosum.

Der vielzitierte *Hades*, die griechische Unterwelt und der Totengott selbst (im Römischen *Pluto* genannt), war selbst Sohn der Titanen *Kronos* und *Rhea* und damit ein Bruder Zeus', Heras, Demeters und Poseidons. Die Geschwister teilten die Reiche gewissermaßen unter sich auf: Zeus herrschte mit Hera im Olymp, Poseidon beherrschte die Meere und Hades blieb die Unterwelt.

Hades raubte *Demeter* (römisch *Ceres*), der Göttin der Fruchtbarkeit und der Erde, die Tochter namens *Persephone* (lat. *Proserpina*). Sie wurde damit zur Göttin der Unterwelt. *Ceres* suchte sie verzweifelt und fand sie auch, doch *Hades* verweigerte es, sie gehen zu lassen. Schließlich befahl Zeus, dass *Persephone* einen Teil des Jahres in der Unterwelt und den anderen Teil bei ihrer Mutter zu verbringen habe. In dieser Allegorie schließt sich auf wunderbare Weise die Analogie zur babylonischen Astronomie: sie sahen im Sternbild der Jungfrau eine Kornähre, die ebenfalls einen Teil des Jahres unter der Erde und einen Teil darüber verbringt.

Alpha Virginis ist der Hauptstern des Sternbildes und heißt *Spica*, die Kornähre. Oft trägt die Jungfrau *Persephone* diese Kornähren als Zeichen der Fruchtbarkeit in den Händen, wie Kupferstiche zeigen.

Die Jungfrau wird aber auch mit der Göttin der Gerechtigkeit, **Iustitia** genannt, in Verbindung gebracht. Wie allgemein bekannt, wird diese mit verbundenen Augen ('blinde Gerechtigkeit') einer Waage ('abwägen') und einem Schwert ('richten') dargestellt. Im 'Eisernen Zeitalter', als die Gerechtigkeit missachtet wurde, soll die Jungfrau in Gestalt der *Dike*, der Personifikation der Gerechtigkeit, an den Himmel geflohen sein. Der Anblick der Jungfrau soll dann den friedfertigen Bauern Trost gesendet haben.

Vom astronomischen Standpunkt birgt die Jungfrau eine Besonderheit, den **Virgo-Haufen**. Dies bezeichnet einen Supergalaxienhaufen, dessen Zentrum 23 Mpc (75 Millionen Lichtjahre) entfernt ist. Das Licht, das uns heute von dort erreicht wurde also zu einem Zeitpunkt ausgestrahlt, als auf der Erde die Dinosaurier lebten! Diese enorme Ansammlung vieler Galaxien wechselwirkt gravitativ außerordentlich stark mit anderen Haufen, wie der lokalen Gruppe, also dem viel kleineren Galaxienhaufen, in dem sich auch die Milchstraße befindet. Als Folge davon bewegt sich die lokale Gruppe auf den Virgo-Haufen zu. Das Zentrum des Virgo-Haufens bildet eine riesige, elliptische Radiogalaxie mit der Messier-Bezeichnung M87. Diese birgt wiederum in ihrem Zentrum das **größte supermassereiche Schwarze Loch**, das man bisher kennt: es hat drei Milliarden Sonnenmassen angesammelt (zum Vergleich: für das Zentrum der Milchstraße vermutet man eines mit etwa drei Millionen Sonnenmassen, assoziiert mit der hellen Radioquelle Sgr A*)!

9.4 Leo - Der Löwe

Dieses Sternbild steht in Verbindung mit dem Nemeischen Löwen, der auf der griechischen Halbinsel Peloponnes sein Unwesen getrieben haben soll. *Eurystheus*, König Argos, verlangte von dem römischen Helden *Herkules* (ebenfalls ein Sternbild des Nordens, s. u.) bzw. dem griechischen Pendant *Herakles* diese Bestie zu töten. Es war eine der zwölf großen Aufgaben Herakles', die eigentlich unlösbar waren und die von *Eurystheus* aufgetragen wurden. Das Fell des Ungetüms glich eher einer Rüstung aus Metall und Stein. Da seine Pfeile am nahezu unverwundbaren Löwen abprallten, erwürgte Herakles den Löwen mit bloßen Händen. Dann zog er dem Löwen mit dessen eignen, scharfen Krallen das Fell ab. Häufig sieht man daher Herkules in Darstellungen mit diesem Fell und einer Löwentatze am Körper tragend.

Alpha Leonis ist der Stern *Regulus*, der 'kleine König', vermutlich mit einem Bezug zum

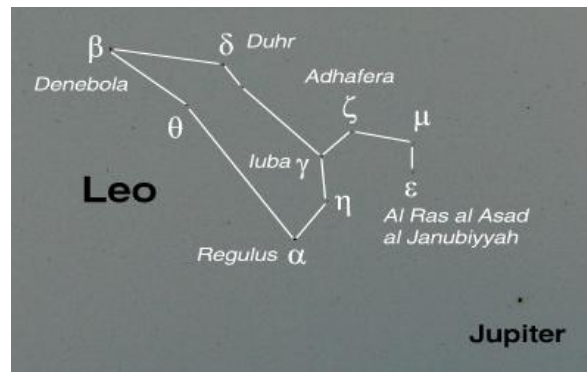


Abbildung 9: Leo und Planet Jupiter im Krebs digital fotografiert (8 sec Belichtung, Negativ, Andreas Müller, 31.03.2003 gegen 3 Uhr).

König *Eurystheus*. *Denebola* oder *Beta Leonis* bezeichnet den Schwanz des Löwen und *Gamma Leonis* oder *Iuba* dessen Mähne. Letzterer ist ein visueller Doppelstern. *Duhr* oder *Delta Leonis* kennzeichnet den Rücken des Löwen.

Das Sternbild Löwe war in sehr vielen Kulturkreisen verbreitet. Der babylonische Name des Löwen ist *Aru*, der türkische Name *Artan*, der jüdische *Arye*, der persische *Ser* und der syrische *Aryo*. Alle diese Kulturkreise liegen in oder nahe Mesopotamien, dem Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris. Der Löwe ist ein Symbol für die Sonne, Feuer und Hitze. In der ägyptischen Kultur trat das Uferüberbetreten des Nils und die lebenswichtige Versorgung mit Wasser in der Region gerade dann ein, wenn die Sonne im Sternbild des Löwen stand. Die griechische und römische Kultur übernahm diese Assoziation von Wasser und Löwe, so dass man in Thermen und Brunnen dieser Kulturen häufig Löwenkulpturen antrifft, z. B. Löwenmäuler, aus denen Wasser rinnt.

9.5 Herkules - Der heldenhafte Halbgott

Diese Gestalt, in der griechischen Mythologie *Herakles* genannt, ist vermutlich die bekannteste griechische Sagengestalt, weil man sie aus zahlreichen Verfilmungen kennt. Herakles ist eine Heldenfigur und ging aus einer Verbindung Zeus mit *Alkmene* hervor. Alkmene war die Enkelin eines anderen griechischen Helden, *Perseus*, der die Medusa erlegte und ebenfalls als nördliches Sternbild den Himmel ziert.

In einer der häufigen Verwandlungen des Zeus (daher die *Metamorphosen*) trat er diesmal in der Gestalt des Gatten von Alkmene auf, *Amphitryon*. So wurde der Halbgott Herakles geboren, der mit besonderer körperlicher Kraft ausgestattet war. Zeus gelang es wohl seiner eigentlichen Gattin *Hera* Herakles an die Brust zu legen. Er sog die Milch mit solcher Kraft, dass ihn Hera abstieß und die Milch an die Himmelskugel spritzte. So soll der Sage nach die **Milchstraße** entstanden sein. Daraus erklärt sich auch etymologisch der Begriff *Galaxie* (grch. *galaktos*: Milch).

Natürlich wissen wir heute, dass uns das Band der Milchstraße nur deshalb so am Himmel erscheint, weil besonders viele Sterne in der galaktischen Ebene unserer heimatlichen Spiralgalaxie liegen. Wir sind selber Teil der galaktischen Ebene und blicken aus ihr heraus an die gesamte Himmelskugel, so dass wir ein Band dieser Ebene am Himmel projiziert sehen. Der milchige, visuelle Eindruck kommt daher, weil besonders viele Sterne dicht beieinander

stehen, die wir nicht mehr einzeln mit bloßem Auge auflösen können.

Aufgrund des Betrugs, stand erwartungsgemäß Herakles *Hera* (römisch *Juno*) nicht besonders nahe. Daher erhielt durch ihr geschicktes Lenken auch *Eurystheus*, den wir schon beim Sternbild des Löwen kennen lernten die Königswürde. Die zwölf Heldentaten des Herakles waren gerade die zwölf an sich nicht zu bewältigenden Aufgaben, die ihm von *Eurystheus* aufgetragen wurden. Diese ruhmreichen Geschichten sind großteils am Sternenhimmel dokumentiert: so finden wir nicht nur den Nemeischen Löwen als Tierkreiszeichen (*Leo*), sondern auch den riesigen Krebs (*Cancer*), den Herakles in den Sümpfen bekämpfte; die Wasserschlange *Hydra* (die Lernäische Schlange), die er ebenfalls tötete. Den *Adler* (*Aquila*), der dem an einen Felsen geketteten *Prometheus* die ständig nachwachsende Leber fraß, erlegte Herakles durch einen Pfeil (Sternbild *Sagitta*). Damit erlöste Herakles ihn von seinem Fluch. Auch der rasende Stier (*Taurus*), der die Insel Kreta heimsuchte und von Herkules bezwungen wurde, ist vertreten. Eine Aufgabe bestand auch darin, die Äpfel der Hesperiden zu beschaffen, deren Genuss ewige Jugend versprach. Die Hesperiden waren die Töchter des Riesen Atlas, dem Träger des Himmelsgewölbes, der zusammen mit einem furchterregenden, hundertköpfigen Drachen *Ladon* (Sternbild *Draco* zwischen Großem und Kleinem Wagen) den kostbaren Baum tief im Westen der Welt bewachte. In der Antike waren übrigens die Sterne des Kleinen Wagens die Flügel des Drachen. Der zuvor von Herakles gerettete Prometheus riet ihm, nicht selbst die goldenen Früchte zu pflücken. Herakles gelang es den Riesen Atlas zu überzeugen, dies für ihn zu übernehmen. Aber dafür musste er für Atlas einspringen und das ganze Himmelsgewölbe tragen! Atlas tötete den Drachen, pflückte die Äpfel seiner Töchter und brachte die Früchte Herakles. Aber das angenehm freie Gefühl ohne die Last des Himmels auf den Schultern gefiel Atlas, und er wollte das Gewölbe nicht mehr tragen. Nur durch eine List gelang Herakles, dass er den Himmel doch wieder trug, und so war auch diese Aufgabe erledigt.

Sicherlich sind die Geschichten um die anderen, hier nicht dargestellten Sternbilder mindestens ebenso interessant. *Ovids Metamorphosen* bilden diesbezüglich eine angemessene Informationsquelle. Aber auch gerade die Mythen anderer, beispielsweise indianischer Kulturkreise sind noch weit weniger bekannt, als die griechische Mythologie. Deren Behandlung würde jedoch den Rahmen dieses Essays sprengen. Ich verweise auf Literatur, die ich unten erwähne. Die hier beschriebenen Sternbilder sollen nur einen Ausschnitt der Möglichkeiten bieten, die ein tieferes Studium eröffnet.

10 Epilog zur Sternenschau

Dieses Essay soll einige Grundlagen der Astronomie vergegenwärtigen und das Bild nachskizzieren, das sich der zunehmend aufgeklärte Mensch vom Himmel machte. Über Mystifizierung, Erzählung, Katalogisierung, Entmystifizierung und Aufklärung folgte der Mensch einem Urinstinkt: seine Umgebung zu hinterfragen.

Die Mythologie der Sterne ist - wie schon dieser kurze Kompilation zeigt - sehr vieldeutig. Viele unterschiedliche Geschichten koexistieren schon innerhalb eines Kulturkreises, wie die griechische Mythologie zeigt und erst recht wenn man die Bilder und Geschichten verschiedener Kulturkreise heranzieht. Nichtsdestoweniger gibt es in dieser Diversität eine Gemeinsamkeit: der Mensch *macht* sich Bilder, bettet sie in Geschichten ein und überliefert sie als Legenden und Mythen von Generation zu Generation. Auch wenn sie selbst eher einen märchen- oder sagenhaften Charakter haben und von Phantasiewesen und phantastischen

Heldentaten berichten, so sind sie doch Abbild menschlicher Psyche und Kultur. Damit ist auch der Sternenhimmel ein Spiegel der Gesellschaft und besonders interessant für Historiker und Soziologen.

Weiterhin soll dieses Essay den ästhetischen und erkenntnisbefruchtenden Sinn für den Nachthimmel wecken, sofern er nicht schon vorhanden ist. Die Auseinandersetzung mit der Himmelsphäre ist viel mehr, als dass sie 'nur' naturwissenschaftlich auf dem Terrain der Kosmologie und Astrophysik geführt werden könnte. Dieser Aspekt ist sicherlich ungemein interessant, führt jedoch in eine globalere Perspektive, die das Menschsein per se hinterfragt. Der Sternenhimmel führt uns über die Astronomie zur Religion, zu Gott und zu uns selbst.

Anmerkung: Viele hier erwähnte Begriffe der Astrophysik können in meinem Online-Lexikon nachgeschlagen werden.

11 Literatur

- ◇ Gerhard Fasching: **Sternbilder und ihre Mythen**, Springer-Verlag (1994)
- ◇ Max Camenzind: Vorlesungsskript **Einführung in die Astronomie und Astrophysik** (1998)
- ◇ Schülerduden, **Die Astronomie**, Meyers-Lexikonverlag (1989)
- ◇ diverse Lexika der Bertelsmann-Reihe

Kontakt

Dr. Andreas Müller

Technische Universität München (TUM)
Exzellenzcluster Universe
Boltzmannstraße 2
D-85748 Garching
Germany

<http://www.universe-cluster.de>

andreas.mueller@universe-cluster.de

+49 (0)89 - 35831 - 71 - 04