

LOTHAR HITZIGER



Dem Mann

im Monde auf der Spur



BAND 6

LOTHAR HITZIGER

DEM MANN IM MONDE AUF DER SPUR



DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN

INHALTSVERZEICHNIS

<i>DIE NAHEN VERWANDTEN</i>	10
Die Mutter Sonne	10
Was wir der Sonne verdanken	10
Die Sonne wird ständig überwacht	13
5300mal heller als geschmolzener Stahl	14
Womit wird die Sonne geheizt?	16
Wie lange scheint die Sonne noch?	18
Die „Schönheitsfehler“ der Sonne	20
Das Sonnenkind Erde	23
Die Geschichte der Erde	23
Wir leben auf einer Kugel	26
Eine „geheimnisvolle“ Kraft	29
Die Erde wird gewogen	30
Der Aufbau der Erdkugel	33
Ein entscheidender Versuch	35
Wie wird Zeit gemacht?	36
110 000 Stundenkilometer	38
Weshalb ist es im Winter kälter als im Sommer?	40
Der Mond	42
Der Mann im Mond	43
Das „Meer der Heiterkeit“ und die „Mondalpen“	45
Wir kennen nur das „Gesicht“	47
„Geborgtes Sonnenlicht“	48
Der Mond als Schwerarbeiter	50
Sonnen- und Mondfinsternisse	51

Weshalb der Polarstern Polarstern ist	103
Wie wir uns am Himmel zurechtfinden	106
Weißt du, wieviel Sternlein stehen?	108
Das Reich der Fixsterne	111
Eine Streichholzschachtel wiegt 20 000 Tonnen	113
Der Zollstock der Astronomen — das Lichtjahr	115
Unsere „nächsten“ Nachbarn	117
Sternzwillinge und Sternfamilien	119
Veränderliche Sterne	122
Die „fest stehenden“ Sterne bewegen sich	124
Die Milchstraße	126
Die „Geleise des Sonnenwagens“	126
Unsere Heimat im Weltraum	128
100 Milliarden Sonnen	130
Welten in ständiger Bewegung	132
Der Mensch erobert das Weltall	133
Von Kopernikus bis Hubble	133
„Kleinkram“ oder riesige Welteninseln?	136
100 Millionen ferne Milchstraßen	137
Welten in Windeln und greise Sonnen	139
Gab es einen Anfang der Welt?	139
Sterne werden geboren	140
Junge Riesen und alte Zwerge	142
Interessante Objekte am Himmel	145

Die Geschwister der Erde	54
Immer rundherum	56
Merkur — der Zwerg in Sonnennähe	57
Venus — die Strahlende	59
Mars — der rote Planet	62
Gibt es Marsmenschen?	68
Jupiter — der Riese	69
Saturn — der Ringgeschmückte	72
Uranus — eine ungemütliche Welt	74
Neptun — der am Schreibtisch entdeckt wurde	75
Pluto — der Grenzstein des Sonnensystems	77
Andere Planeten — andere Monde	79
Das Sonnensystem im Weltraum	83
<i>DIE FLÜCHTIGEN BEKANNTSCHAFTEN</i>	86
Die Himmelsbummler	86
Die „Zuchtrute Gottes“	86
Mister Halley macht eine Entdeckung	89
Eine Sonnenumwanderung in 300 000 Jahren	90
Woraus besteht ein Kometenschweif?	92
Steine, die vom Himmel fallen	93
In 24 Stunden 20 Millionen Sternschnuppen	93
Sind Meteore gefährlich?	94
Was uns die Himmelssteine verraten	97
<i>DIE ENTFERNTEN VERWANDTEN</i>	99
Aus dem Märchenbuch des Himmels	99
Die Sterne als Märchendichter	100
Wie der kühne Jäger Orion an den Himmel kam	101

Diese Zeiten liegen weit zurück. Die Sternkunde ist längst zu einer Wissenschaft geworden. Nacht für Nacht beobachten Astronomen den gestirnten Himmel. Mit empfindlichen, sinnvollen Instrumenten fangen sie die Lichtstrahlen der Sterne ein und stellen ihnen Hunderte Fragen: Wie lange seid ihr unterwegs gewesen? Wie groß ist der Stern, von dem ihr kommt? Wie heiß ist es dort, und leben auf ihm auch Pflanzen und Tiere? Die Lichtstrahlen beantworten alle diese Fragen und auch noch viele andere. Bitten wir heute einen Sternkundigen, uns etwas über die strahlenden Himmelslichter zu berichten, dann kann er uns von jedem einzelnen Gestirn eine lange Geschichte erzählen, die mindestens ebenso spannend ist wie die Märchen, die man sich in den Spinnstuben erzählte. Und vor allem: Sie sind nicht erfunden, sondern reine Wahrheit.

Einige der „Himmelsgeschichten“ sind in diesem Buch niedergeschrieben. Sie berichten vom glühenden Sonnenball und vom kalten Mond. Wir werden hören, daß die Erde ein Himmelskörper ist wie viele andere, und machen Bekanntschaft mit den acht Geschwistern unserer Erde — den Wandelsternen oder Planeten. Wir erfahren, daß alle Himmelskörper des Sonnensystems eng miteinander verwandt sind.

Aber wir wollen uns auch weiter in den Weltraum hinauswagen, den Fixsternen einen Besuch abstatten. Dabei werden wir feststellen, daß unsere Erde auch mit diesen unendlich fernen Sonnen verwandt ist.

Es ist Nacht. Über uns dehnt sich der dunkle wolkenlose Himmel mit seinen vielen hundert Sternen. Da gibt es größere und hellere, kleinere und dunklere, manche funkeln in rötlichem Glanze, andere scheinen bläulich. Je länger wir den Himmel betrachten, desto mehr Neues entdecken wir. Und dann tauchen plötzlich Fragen auf: Was sind das eigentlich für Lichtpünktchen, die zu uns herableuchten? Wie weit sind sie von uns entfernt? Wieviel Sterne gibt es überhaupt? Aber auf keine dieser Fragen wissen wir zunächst eine Antwort.

Genauso erging es unseren Vorfahren noch vor einigen hundert Jahren. Auch für sie war der Sternhimmel voller Rätsel.

Mutige Kapitäne steuerten ihre gebrechlichen hölzernen Segelkaravellen über die endlosen Wasserwüsten der Ozeane. Die Sterne dienten ihnen als Wegweiser. Aber hätten wir den Kapitän oder einen der bärtigen Steuerleute darüber befragt, was sie von den Sternen wissen, dann hätten sie uns höchstens einige Namen nennen können und die Stellen am Himmel gezeigt, an denen sie zu finden sind.

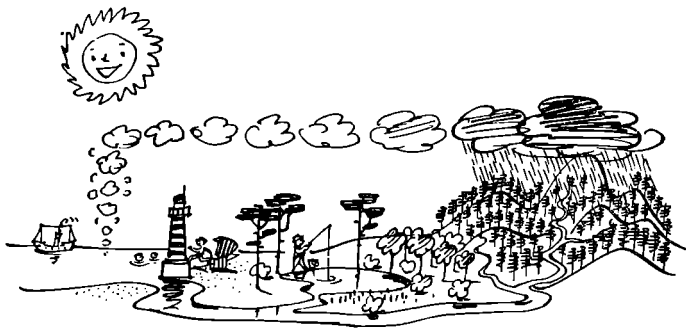
In den Dörfern saßen am Abend die Jungen und die Alten in den Spinnstuben beisammen und erzählten sich Märchen von den Wundern am Himmel. In den Städten und an den Fürstenhöfen lebten Sterndeuter, die aus den Sternen die Zukunft der Menschen ablesen wollten. Sie wußten nicht, daß das Schicksal eines jeden Menschen nicht im Lauf der Sterne begründet ist.

Auch unsere Autos, Flugzeuge und Schiffe verbrauchen Sonnenenergie; denn die Treibstoffe Öl und das aus Erdöl, Erdgas oder Kohle gewonnene Benzin sind aus unzähligen kleinsten pflanzlichen und tierischen Lebewesen entstanden, die Jahrmillionen hindurch auf den Boden von Meeren und Seen niedersanken.

Damit ist die wunderbare Kraft der Sonne noch nicht erschöpft. Sie läßt das Wasser der Meere und Seen verdunsten, hebt es in Wolkenhöhe, und es fällt als Schnee und Regen wieder zur Erde herab. In Bächen und Flüssen strömt dieses Wasser dann wieder den Seen und Meeren zu, wo der gleiche Kreislauf von neuem beginnt.

Wir sehen, wie ein Orkan starke Bäume umwirft, als wären es Streichhölzer. Wer würde vermuten, daß auch hierbei die Sonne mitwirkt? Und doch ist es so. Auch die Gewitter und viele andere Wettererscheinungen sind von der Sonne abhängig.

Die Industriewerke verbrauchen täglich große Mengen von elektrischem Strom. Er wird durch „konservierte



DIE NAHEN VERWANDTEN

Die Mutter Sonne

Was wir der Sonne verdanken

Ohne Sonnenlicht und -wärme würden auf dem Erdball ewige Nacht und furchtbare Kälte herrschen. Unsere Erde wäre ein unbewohnter Himmelskörper, auf dem weder die einfache Alge noch der hochentwickelte Mensch leben könnten. Jede Pflanze braucht Licht und Wärme, wenn sie gedeihen soll. Ohne Sonne wächst kein Baum, gedeiht kein Korn, duftet keine Blume. Von den Pflanzen aber leben die Tiere: der riesige Elefant ebenso wie die winzige Blattlaus. Und die fleischfressenden Raubtiere? Die Antilope, die der Löwe im afrikanischen Busch jagt, oder der Schneehase, den ein hungriger Wolf am Polarkreis reißt, sind selbst auch Pflanzenfresser.

Das gleiche gilt für uns Menschen — auch wir brauchen zum Leben pflanzliche und tierische Kost.

Aber wir verdanken der Sonne weit mehr als nur das tägliche Brot. Denken wir an die Kohle, mit der wir die Zimmer und die Kessel der Lokomotiven und Elektrizitätswerke heizen. Sie ist aus dem Pflanzenmaterial riesiger Urwälder entstanden, die vor Millionen Jahren einmal die Erde bedeckten.

Die Sonne wird ständig überwacht

Überall auf der Erde wird die Sonne täglich von Astronomen und Wetterforschern beobachtet. Allein in den Schneewüsten Nordsibiriens und auf den Inseln des Nördlichen Eismeres gibt es mehr als 150 Wetterstationen. Da steht auf einer trostlosen Insel des Franz-Josef-Landes eine kleine Hütte. Der eisige Sturm reißt an ihren Wänden und schüttelt den Funkmast. Vier Männer, sowjetische Forscher, versehen in diesem harten Polar Klima ihren Dienst. Eingehüllt in dicke Pelze bedienen sie mit klammen Fingern ihre empfindlichen Instrumente. Zu ihren Aufgaben gehört auch die Überwachung der Sonne.

Mehr als 3000 Kilometer südlich von dieser einsamen Polarstation ragt ein eigenartiger Betonturm in den Himmel empor: Das Turmteleskop der Potsdamer Sternwarte. Mit großen Spiegeln wird hier das Licht der Sonne aufgefangen und in den Keller des Gebäudes geleitet. In diesem Gewölbe herrscht immer die gleiche Temperatur. Hier stehen die Geräte, mit denen man den Lichtstrahlen ihre Geheimnisse entreißen kann. Da entdecken wir zum Beispiel ein Stück Glas, an dem äußerlich nichts Besonderes zu erkennen ist. Legen wir es aber unter ein Mikroskop, dann sehen wir Tausende feine Linien, einem Gitter gleich, die mit einem Diamanten in diese Glasplatte eingeritzt wurden. Wird ein Sonnenstrahl oder das Licht anderer Sterne durch dieses feine Gitter

Sonnenenergie“ erzeugt. Entweder verbrennen wir — in Elektrizitätswerken — Kohle, oder wir nutzen die gewaltigen Kräfte des fließenden Wassers — in Wasserkraftwerken — aus. Aber das sind Umwege. Könnte man nicht die Sonne zwingen, elektrischen Strom unmittelbar zu erzeugen? Eine Möglichkeit dafür gibt es. Man braucht nur zwei Drähte aus verschiedenen Metallen, zum Beispiel Nickel und Eisen, aneinanderzulöten, und man hat das einfachste Sonnenkraftwerk, das sich denken läßt. Erwärmt man die Lötstelle eines solchen „Thermo-Elements“, dann entsteht ein elektrischer Strom. Für ein Kraftwerk, das ein ganzes Land mit Elektrizität versorgen soll, brauchte man aber Tausende von solchen Thermo-Elementen. Außerdem müßten diese Werke in Gegenden aufgebaut werden, wo die Sonne möglichst das ganze Jahr hindurch scheint.

Das alles ist nicht schwierig. Thermo-Elemente sind verhältnismäßig billig herzustellen, und Sonnenparadiese gibt es genügend auf der Erde. Im südafrikanischen Diamantengebiet zum Beispiel sind im ganzen Jahr nur fünf Tage ohne Sonnenschein. Versuchsstationen, in denen Thermo-Elemente erzeugt werden, sind bereits fertiggestellt, und Wissenschaftler und Techniker arbeiten an Plänen für geradezu riesige Sonnenkraftwerke. Im Süden der Sowjetunion entsteht ebenfalls ein gewaltiges Sonnenkraftwerk, in dem mit Hilfe der Sonnenenergie Dampf als Antriebskraft erzeugt wird.

Trotz dieser enormen Entfernung wissen wir heute, daß die Sonne einen Durchmesser von 1 391 000 Kilometern hat. Wir müßten also — wenn uns das möglich wäre — 1 300 000 Erdbälle zusammenpacken, um einen Körper zu erhalten, der der Sonne an Größe gleichkäme.

Um das Gewicht der Sonne zu erhalten, brauchten wir aber nur 332 000 Erdbälle zusammenzunehmen; denn die Sonne hat eine weit geringere Dichte als die Erde. Ein Kubikzentimeter Erde wiegt durchschnittlich 5,5 Gramm, die gleiche Menge Sonne dagegen nur 1,4 Gramm. Die Sonne besteht aus den gleichen chemischen Elementen wie die Erde. Das zeigt uns die Spektralanalyse. Wie soll man den Gewichtsunterschied zwischen Erde und Sonne verstehen?

Hierfür gibt es nur eine Erklärung: Während die Erde einen festen Körper darstellt, ist die Sonne ein riesiger glühender Gasball.

Die Entfernung der Sonne, ihre Größe und ihre Masse mußten in komplizierten Untersuchungen festgestellt werden. Eine weitere Eigenschaft unserer großen Tagleuchte dagegen „springt uns förmlich ins Gesicht“. Das ist ihre Helligkeit. Wehe dem, der es wagen sollte, die Sonne mit ungeschützten Augen zu beobachten. Ihr Licht übertrifft alles, was wir auf der Erde kennen, um ein Vielfaches. Selbst das blendendhelle, grellweiße Licht von geschmolzenem Stahl ist 5300mal dunkler als das der Sonne. Wollten wir diese Helligkeit mit den üblichen Stearinkerzen erzeugen, so müßten wir wenigstens 3000 Millionen mal Millionen mal Millionen mal

geleitet, dann „stolpert das Licht“ über das Hindernis, und es zeigt sich etwas Eigenartiges: Das Licht, das uns sonst einfarbig erscheint, wird in einzelne verschiedenfarbige Strahlen zerlegt. Wir erhalten eine Farbskala, Spektrum genannt, auf der alle Regenbogenfarben vom Rot bis zum Violett vertreten sind.

Die Untersuchung des Spektrums nennt man Spektralanalyse, eine der empfindlichsten astronomischen Untersuchungsmethoden. Sie zeigt dem Wissenschaftler an, welche Grundstoffe auf dem fernen Himmelskörper vorhanden sind, welche Temperaturen auf seiner Oberfläche herrschen, und sie verrät uns auch etwas über die Bewegung des Sterns.

Hier alle astronomischen Forschungsmethoden besprechen zu wollen, würde zu weit führen. Es soll uns genügen, wenn wir hören, daß oft jahrelange mühselige Kleinarbeit notwendig ist, ehe es den Astronomen gelingt, auch nur eine Teilfrage zu lösen.

5300mal heller als geschmolzener Stahl

Die Entfernung von der Erde zur Sonne beträgt rund 150 Millionen Kilometer. Wollten wir diese Strecke zu Fuß zurücklegen, so brauchten wir dazu nicht weniger als 8561 Jahre, 7 Monate, 3 Wochen und einen Tag — vorausgesetzt, daß wir jeden Tag wenigstens acht Stunden marschierten.

messer augenblicklich zu schmelzen und zu verdampfen. Woher nimmt die Sonne diese gewaltige Energie?

Noch vor hundert Jahren glaubten sogar die Astronomen, die Sonne brenne wie ein Kohlenfeuer. Aber selbst wenn sie ganz und gar aus Steinkohle bestünde, würde eine solche Kugel nur etwa 4000 Jahre lang brennen. Heute weiß man, daß sich die Sonnenstrahlung seit Milliarden Jahren nicht wesentlich verändert hat, und außerdem besteht die Sonne aus den gleichen Elementen wie unsere Erde.

Jahrzehntelang hat man versucht, das Rätsel der Sonnenstrahlung zu lösen. Immer neue Theorien wurden aufgestellt, aber alle erwiesen sich als haltlos.

Den Weg zur Lösung zeigte Marie Sklodowska-Curie, die 1890 ihre Arbeiten über die Radioaktivität veröffentlichte. Seit dieser Zeit weiß man, daß in den kleinsten Bausteinen der Materie, in den Atomen, riesige Energievorräte stecken, die auch den hellsten Sternen als „Brennstoff“ dienen können.

Aber es vergingen noch einmal fast fünfzig Jahre, ehe man sich erklären konnte, wie auf der Sonne diese Atomenergie freigesetzt wird.

Heute wissen die Forscher, daß sich unter bestimmten Voraussetzungen vier Wasserstoffatome vereinigen können. Dabei entsteht ein neuer Stoff — das Edelgas Helium.

Bei dieser sogenannten „Atomsynthese“ werden gewaltige Energien erzeugt. Schon bei der Umwandlung von nur drei Kilogramm Wasserstoff in Helium wird die

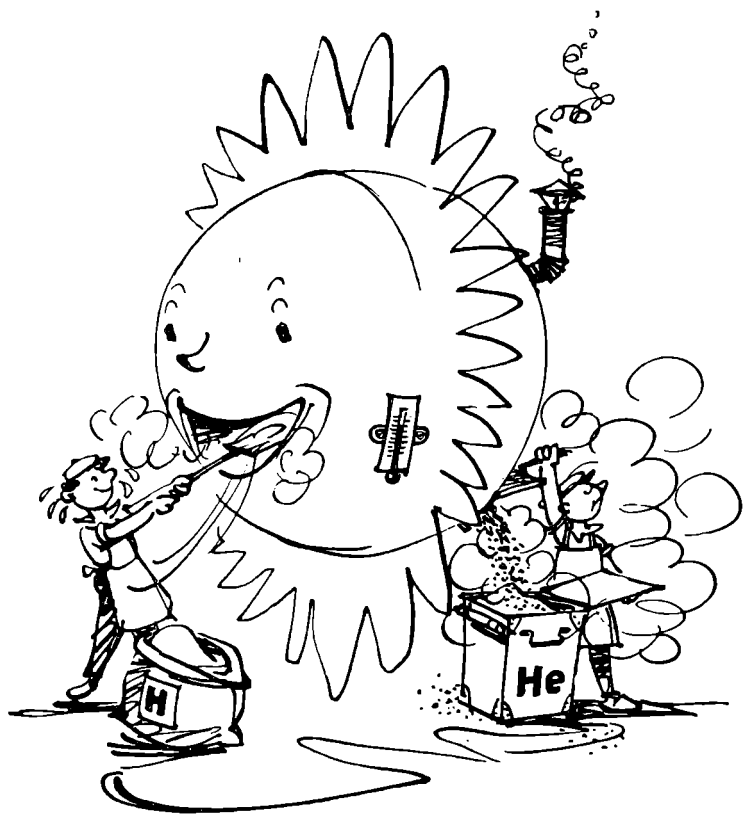
Millionen (das sind 3000 Quadrillionen) Kerzen entzünden. Eine unvorstellbare Anzahl!

Wie heiß aber muß ein Körper sein, der tagaus, tagein, Jahr für Jahr, ohne Pause eine solche Lichtfülle in den Weltraum strahlen kann? Auch auf diese Frage können uns heute die Astronomen schon eine genaue Antwort geben: Auf der Sonnenoberfläche herrscht eine Temperatur von etwa 6000 Grad Celsius. Was das bedeutet, wird uns klar, wenn wir hören, daß schon bei 3000 Grad festes Eisen in Dampf verwandelt wird.

Geradezu unvorstellbar aber ist die Hitze im Sonneninnern. Die Wissenschaftler nehmen an, daß hier etwa 20 Millionen Grad herrschen.

Womit wird die Sonne geheizt?

Ununterbrochen strömt von der Sonne eine ungeheure Energiemenge in den Weltraum. Nur ein halbes Milliardstel der Gesamtstrahlung der Sonne, die sich aus Lichtwellen, Wärmestrahlen und kleinsten Stoffteilen (in Form von Atomen und Elektronen) zusammensetzt, gelangt auf unsere Erde. Aber wir sehen, welche großartigen Leistungen dieser verschwindende Bruchteil auf unserem Planeten vollbringt. Allein die Wärmemenge, die die Sonne in nur einer Minute ausstrahlt, würde dazu ausreichen, eine Eiskugel von 2000 Kilometer Durch-



Vergleichen wir das bisherige Alter der Erde mit einem Jahr, dann lebt der Mensch auf diesem Himmelskörper erst seit 88 Minuten! Die menschliche Wissenschaft aber ist drei Sekunden alt! Gegenüber den vielen „Jahren“,

gleiche Wärmemenge frei wie bei der Verbrennung von 1000 Millionen Kilogramm Kohle.

In Wirklichkeit verläuft dieser Vorgang komplizierter, als er hier dargestellt ist. Aber alle Beobachtungsergebnisse bestätigen, daß die Sonnenenergie auf diese Weise erzeugt werden kann.

Die Sonne wird also mit Wasserstoff „geheizt“, während das Helium gewissermaßen die „Asche“ darstellt.

Wie lange scheint die Sonne noch?

Die Gesamtstrahlung der Sonne macht in jeder Minute 500 000 000 000 000 000 000 000 (500 000 Trillionen) Pferdestärken aus. Um diese riesige Energie-Ausstrahlung zu erzeugen und unverändert zu erhalten, müssen in jeder Sekunde 4,2 Millionen Tonnen Wasserstoff verbrannt werden.

Wie lange reichen dann noch die Brennstoffreserven? Wird die Sonne nicht bald erlöschen? Die Sonne besteht zu 50 Prozent aus Wasserstoff. Das ist ein ungeheuer großer Vorrat an Brennmaterial. Und die Wissenschaftler versichern, daß die Masse und die Leuchtkraft der Sonne in den „nächsten“ 10 Milliarden Jahren unverändert bleiben wird. Zehn Milliarden Jahre! Das ist eine fast unvorstellbar lange Zeit. Wir wollen uns an einem Beispiel klarmachen, was das bedeutet.

glühenden Gasmeeer der Sonne toben. Oft erreichen sie Ausmaße, die die Größe unserer Erde um ein Vielfaches übertreffen. Das ganze Unwettergebiet gleicht einem riesigen wirbelnden Trichter. Eine Vorstellung von einem solchen Wirbel können wir uns machen, wenn wir ein Glas mit Wasser füllen und mit dem Löffel schnell darin herumdrehen. Deutlich sehen wir, wie das Wasser am Rand des Glases emporsteigt.

Wenn wir die Sonnenunwetter von der Erde aus beobachten, schauen wir mit unserem Fernrohr genau in diese Wirbeltrichter hinein. Hier werden riesige Gebiete der heißen Sonnenoberfläche mit unwiderstehlicher Gewalt umhergewirbelt und große Gasmassen emporgerissen. Sie steigen in die Höhe und kühlen sich ab. Diese kälteren Gebiete erscheinen uns dunkler als die helle Umgebung. Das sind die dunklen Kerne der Sonnenflecke. Meist haben sich die Sonnenunwetter schon nach einigen Tagen oder Wochen ausgetobt. Die Flecke zerfallen dann, ohne eine Spur zu hinterlassen.

Bereits seit hundert Jahren weiß man, daß sich die Häufigkeit der Sonnenflecke in regelmäßigen Zeiträumen verändert. Alle elf Jahre haben wir einen Höhepunkt der Sonnenflecketätigkeit zu erwarten. Die Jahre dazwischen sind verhältnismäßig „sonnenfleckearm“. Für diese regelmäßigen Schwankungen gibt es bisher noch keine stichhaltige Erklärung.

Im Innern der Sonnenfleckewirbel entstehen gewaltige elektrische und magnetische Kräfte. Ungeheure Ströme von elektrischen Teilchen werden in den Weltraum

die noch vor uns liegen, ist das ein winziger Bruchteil. Selbst wenn eines fernen, fernen Tages die Strahlung der Sonne nachläßt, wird der Mensch diesem Ereignis nicht machtlos gegenüberstehen, denn immer besser wird er es ohne Zweifel lernen, alle Naturkräfte nach seinem Willen zu lenken. Weshalb sollte er nicht in Zukunft einmal ganz auf die Sonnenkraft verzichten können? Vielleicht, weil er seine Maschinen dann mit der Kraft anderer Gestirne betreibt.

Die „Schönheitsfehler“ der Sonne

Betrachten wir unsere Himmelsleuchte mit einem guten Fernrohr, so sehen wir auf der hellen Sonnenscheibe fast immer einen oder mehrere dunkle Flecke. Bei derartigen Beobachtungen werden wir unbedingt äußerst vorsichtig sein! Durch dunkle Schutzgläser müssen wir die Helligkeit und Wärme der Sonnenstrahlung so vermindern, daß sie den Augen nicht schaden können! Aber auch eine einfache Glasscheibe, die wir über einer Kerzenflamme berußen, kann uns gute Dienste erweisen. Wenn wir Glück haben, erkennen wir schon mit diesem einfachen Hilfsmittel die „Schönheitsfehler“ der Sonne. Fragen wir einen Astronomen, wie diese Flecke zustande kommen, so werden wir etwa folgende Antwort erhalten: Die Sonnenflecke sind gewaltige Unwetter, die im

Nordlicht einem leuchtenden Band, das in allen Farben des Regenbogens spielt, ein andermal sehen wir leuchtende Säulen, die den Himmel zu stützen scheinen. Ein großartiges Schauspiel, das uns die Natur bietet!

Das Sonnenkind Erde

Die Geschichte der Erde

Seit Milliarden Jahren umkreist die Erde ihren Mutterstern — die Sonne. Wir wissen, daß dieser Sonnentrajan in seiner Jugendzeit selbst ein glühendflüssiger Himmelskörper war. Erst nach und nach erkaltete die Erde, und in fast unvorstellbar langen Zeiträumen bildete sich ihr heutiges Antlitz, bildeten sich Kontinente und Meere.

Die Wissenschaftler unterscheiden heute mehr als 30 große erdgeschichtliche Epochen. Jeder einzelne dieser Zeitabschnitte währte mehrere Millionen Jahre, und in jedem veränderte sich unser Planet.

Schließlich — vor mehr als 700 Millionen Jahren — begann auf der Erde auch die Entwicklung des pflanzlichen und tierischen Lebens. Zunächst bevölkerten Algen und primitive Einzeller die Erde. Aber in der Natur gibt es keinen Stillstand. Immer neue, immer vollkommene Pflanzen und Tiere entwickeln sich.

geschleudert. Diese Sonnenunwetter bewirken sogar Störungen auf unserer Erde.

Da stampft ein Schiff, von brüllenden Stürmen begleitet, durch die Weiten des Nordmeers. Es ist, als hätte sich die Natur verschworen. Nicht genug damit, daß die Besatzung vor gefährlichen Eisbergen und verhängnisvollen Nebeln auf der Hut sein muß, auch das Funkgerät wird plötzlich unbrauchbar, es funktioniert einfach nicht. Da hilft kein gutes Zureden, jeder Reparaturversuch ist vergeblich. Über dem weiten Meer und dem kleinen Schiff zucken die kaltgrünen Lichtvorhänge eines Nordlichtes. Die Seeleute wissen, daß sie in ein „magnetisches Unwetter“ geraten sind. Es ist bekannt, daß solche magnetischen Störungen durch große Sonnenflecke hervorgerufen werden. Komplizierter ist es schon, die „geheimnisvollen“ Nordlichter zu erklären, die ebenfalls von der Sonnenflecketätigkeit abhängig sind.

Die magnetischen Pole der Erde liegen in der Arktis beziehungsweise in der Antarktis. Treffen nun die elektrischen Teilchen von der Sonne die Erde, so werden sie nach den magnetischen Polen hin abgelenkt. Das erfolgt bereits 2000 bis 100 Kilometer über der Erde. In diesen Höhen stößt der Elektronenstrom der Sonne mit den letzten Resten der Erdatmosphäre zusammen. Dabei werden die Luftteilchen zum Leuchten angeregt: Es bilden sich Polarlichter. Über den weiten arktischen Eisfeldern hängen dann herrliche vielfarbige Lichtvorhänge; ständig ändern sie ihre Form, und immer neue Lichtfarben flammen auf. Manchmal ähnelt das



sind zahllose Sonnen, um die sich ihrerseits für uns unsichtbare Erden drehen. Hieraus können wir die Folgerung ziehen, daß es unter den zahllosen Sternen eine Vielzahl anderer Monde, eine Vielzahl anderer Welten gibt, die unserer Welt ähnlich sind. Diese Körper sind da, sie bewegen sich, sie leben, sie entwickeln sich, sie bringen ihre Bewohner und Tiere hervor, ernähren sie und erhalten sie am Leben.“

Die moderne Wissenschaft hat den Beweis erbracht, daß diese Lehre richtig ist. Vor fast 400 Jahren aber wurde Giordano Bruno als Ketzer angesehen. Acht Jahre lang hat man ihn in den schrecklichen Dunkelkammern des Vatikans gefangengehalten. Acht Jahre lang haben ihn Folterknechte in Mönchskutten gequält. Immer wieder wurde er aufgefordert, seine Lehre zu widerrufen.

Der Mensch belebt erst seit ungefähr 600 000 Jahren die Erde. Er ist das höchstentwickelte Lebewesen; denn er kann denken. Sein Verstand befähigt ihn nicht nur dazu, die Gesetze der Natur zu erkennen, sondern die Natur nach seinen Plänen und Wünschen zu verändern. Unser heutiges Wissen von der Erde ist verhältnismäßig jung. Noch vor einigen hundert Jahren hielt man die Erde für eine große flache Scheibe, die mitten auf einem riesigen „Urozean“ schwimmt. Darüber sollte sich — wie eine große Käseglocke — der Himmel wölben. Die Innenseite dieses Gewölbes dachte man sich mit goldenen „Sternnägeln“ verziert.

Bedeutende Gelehrte, wie zum Beispiel Nikolaus Kopernikus, Giordano Bruno, Galileo Galilei und viele andere, haben die Haltlosigkeit solcher mittelalterlichen Phantasien bewiesen. Aber die Kirche beharrte starrsinnig auf den überholten Vorstellungen. Die Kirchenfürsten befürchteten, daß ein der Wirklichkeit entsprechendes Weltbild ihre Herrschaftsansprüche erschüttern könnte. Sie erklärten: Die Erde ist der unbewegliche Mittelpunkt des Weltalls, und alles hatte sich um sie zu drehen.

Jeder, der auf Grund von genauen Beobachtungen diese Irrlehre anzugreifen wagte, wurde verfolgt und nicht selten als Ketzer auf dem Scheiterhaufen verbrannt.

Denken wir nur einmal an den Italiener Giordano Bruno. 1584 brachte dieser geniale Gelehrte ein Buch heraus, in dem er seine Ideen entwickelte. Hier lesen wir: „Die Sterne, die wir außerhalb des Sonnensystems erblicken,

Die Fahrt über den Stillen Ozean dauerte drei Monate und zwanzig Tage. Während dieser Zeit konnten wir keine frische Nahrung zu uns nehmen. Es waren schlimme Tage. Der Zwieback, den wir essen mußten, war kein Brot mehr, sondern nur noch Staub, der sich mit Würmern, die den Zwieback durchfressen hatten, vermischt hatte und der durch den Urin von Mäusen einen unerträglichen Geruch angenommen hatte. Das Wasser, das wir zu trinken gezwungen waren, war faulig und stinkend. Um nicht Hungers zu sterben, mußten wir Stücke Rindsleder essen, mit denen die große Rahe überzogen war, um die Taue vor dem Zerreißen zu schützen. Diese Lederstücke, die jahrelang dem Regen, der Sonne und dem Wind ausgesetzt gewesen waren, hatten solche Härte, daß wir sie vier bis fünf Tage ins Meer hängen mußten, um sie ein wenig aufzuweichen. Dann brieten wir sie auf Kohlen, um sie zu essen. Gar oft nahmen wir auch aus bitterster Not Sägespäne zu uns. Selbst Mäuse, so widrig sie dem Menschen sind, waren für uns eine begehrte Speise. Wir bezahlten einen Dukaten für das Stück.

Infolge dieser schlechten Ernährung kam eine eigenartige Krankheit über uns (Skorbut, eine Vitaminmangelkrankheit, d. Verf.). Das Zahnfleisch des Ober- und Unterkiefers schwoll so an, daß es die Zähne bedeckte, daß der Kranke keine Nahrung zu sich nehmen konnte. 19 Mann von uns starben an diesem Leiden. Zu alledem kam noch, daß etwa 25 bis 30 Mann an Schmerzen in den Armen, Beinen und anderen Teilen des Körpers krank

Aber Giordano Bruno glaubte an die Richtigkeit seiner Idee. Er blieb fest und unbeugsam. Deshalb wurde er am 17. Februar 1600 im Beisein des Papstes vor einer großen Volksmenge bei lebendigem Leibe verbrannt.

Auf die Dauer konnte man die Mehrheit der Anhänger dieser Lehre nicht in finstere Kerker sperren. Viele Beobachtungen haben die Richtigkeit der Behauptungen Giordano Brunos bestätigt, und heute weiß jeder Mensch, daß die Erde ein Himmelskörper ist wie viele andere.

Wir leben auf einer Kugel

„Am Mittwoch, dem 28. November 1520, fuhren wir aus der Magalhãesstraße hinaus und liefen in das große Meer ein, das wir später das ‚Stille Meer‘ benannten, da wir während der langen Zeit, in der wir es durchfuhren, nicht einen einzigen Sturm erlebten.

Wir nahmen nördlichen Kurs, bei dem Magalhães feststellte, daß sich die Westküste Südamerikas nach Norden zu hinzog. Hätten wir beim Auslaufen aus der Magalhãesstraße unsere Fahrt unter demselben Breitengrad westwärts fortgesetzt, dann hätten wir das ‚Kap der elftausend Jungfrauen‘ am Ostausgang der Magalhãesstraße wieder erreicht und wären um die Erde gesegelt, ohne die Gewürzinsel erreicht zu haben.

Schließlich hat man in unseren Tagen sogar versucht, die Erdkugel zu fotografieren. Bringt man mit modernen Raketen eine Filmkamera in eine Höhe von mehreren hundert Kilometern, so muß sich die Kugelgestalt offenbaren; denn aus dieser gewaltigen Höhe muß das Auge der Kamera wenigstens ein Viertel unseres Planeten überblicken können. Der Versuch ist gelungen. Mit einem Fallschirm gelangte die Kamera nach ihrem erfolgreichen Höhenflug wieder wohlbehalten zur Erde zurück. An Hand solcher Aufnahmen können wir uns davon überzeugen, daß unsere Erde wirklich eine Kugel ist.

Eine „geheimnisvolle“ Kraft

Wenn die Erde also Kugelgestalt hat, weshalb fallen wir von ihr nicht hinunter? In Europa stehen wir ja fest mit den Beinen auf der Erde, aber die Menschen, die uns auf der anderen Erdseite (also in Australien) „gegenüberstehen“, müßten eigentlich mit dem Kopf nach unten hängen. Diese Vorstellung mag zwar lustig sein, aber sie ist nicht richtig; denn Begriffe wie „oben“ und „unten“ gibt es in der Astronomie nicht. Über Australien dehnt sich der Himmel ebenso wie über Europa, und wir wissen, daß die Australier wie wir mit den Füßen auf der Erde stehen.

Diese Tatsache beruht auf der Anziehungskraft der Erde. Löst sich zum Beispiel vom Apfelbaum eine Frucht,

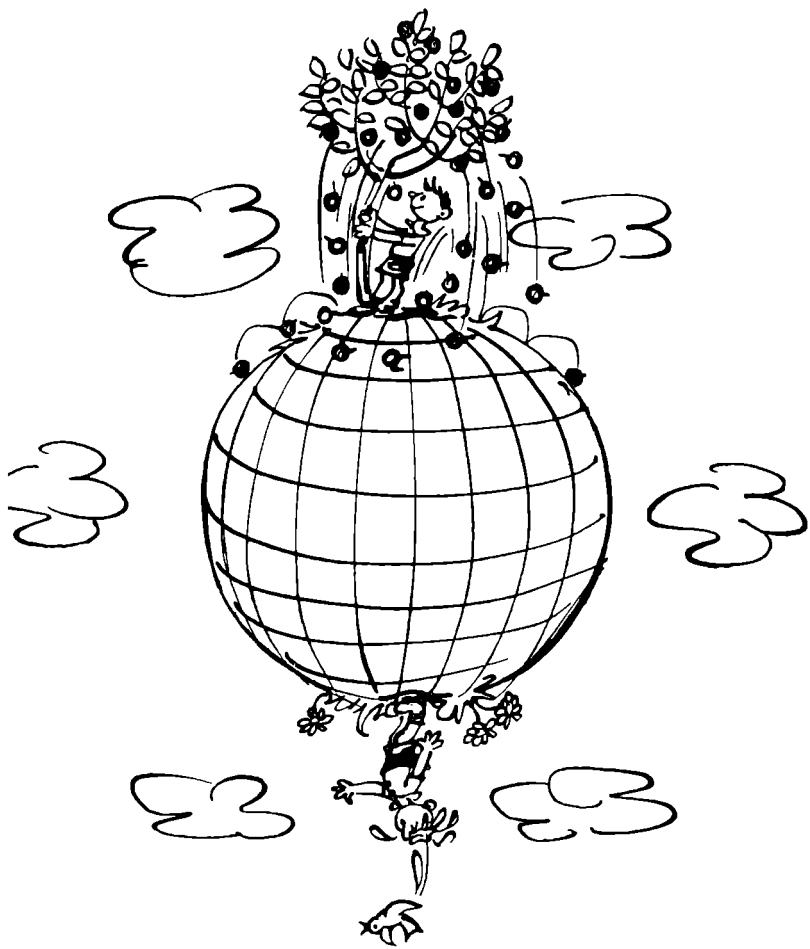
lagen. Diese aber wurden wieder gesund. Ich selbst blieb von allen Krankheiten verschont.

In einem Zeitraum von drei Monaten und zwanzig Tagen durchsegelten wir beinahe 4000 Leguas (das sind etwa 22000 Kilometer, d. Verf.). Des Nachts standen am westlichen Himmel fünf glänzende Sterne, die genau in Gestalt eines Kreuzes angeordnet waren (das ist das Sternbild des südlichen Kreuzes, d. Verf.).

Auf dieser Fahrt sahen wir nirgends Land, ausgenommen zwei kleine Inseln, auf denen wir nur Bäume und Vögel antrafen. An ihren Küsten gab es keinen Ankergrund, dafür aber tummelten sich Haifische. Wir gaben ihnen daher den Namen ‚Unglückliche Inseln‘.

Das ist ein Ausschnitt aus dem Bericht des italienischen Ritters Antonio Pigafetta, der den portugiesischen Seefahrer Fernao de Magalhães auf der ersten Weltumsegelung begleitet hat.

Von fünf Schiffen kehrte nur eines wieder in die Heimat zurück. Von 265 Mann waren 235 unterwegs geblieben, und nur 30 sahen ihre Heimat wieder. Aber diese mutige Fahrt hat den unantastbaren Beweis dafür erbracht, daß die Erde kein flacher Körper, sondern kugelähnlich ist, frei im Weltraum schwebt und nicht etwa auf irgendwelchen Stützen ruht. Später hat man mehrfach die genaue Form der Erde berechnet. Immer kam es zu dem gleichen Ergebnis: Sie ist fast eine Kugel, deren Durchmesser am Äquator 12 756 520 Meter beträgt. Danach hat sie einen Rauminhalt von 1 Billion 83 Milliarden Kubikkilometern.



dann fällt sie notgedrungen zur Erde. Der Apfel folgt damit ihrer Anziehungskraft.

Diese Kraft ist aber durchaus keine geheimnisvolle Eigenschaft, die etwa nur die Erde besitzt. Auch die Sonne, der Mond und selbst viel, viel kleinere Körper wie etwa ein Berg, ein Haus oder ein Apfelbaum haben eine eigene Anziehungskraft.

Stände unser Apfelbaum frei im Weltraum — weit weg von jedem größeren Körper —, dann müßte alles, was leichter ist als er, der „Apfelbaum-Anziehung“ folgen und auf den Obstbaum fallen.

Je reicher ein Körper an Masse ist (oder grob gesagt: je mehr er wiegt), um so größer ist auch die Anziehungskraft, die er ausübt. Das heißt: Die Erde, die wesentlich massiger als ein Apfelbaum ist, besitzt auch eine wesentlich größere Anziehungskraft. Steht unser Baum also wieder auf der Erde, dann fällt der Apfel nicht auf den winzigen Baum, sondern auf die riesige Erde — so, wie wir es schon viele Male gesehen haben.

Die Erde wird gewogen

Über den Aufbau der Erde ist wesentlich mehr bekannt als über alle anderen Himmelskörper; denn im Gegensatz zur Sonne oder zum Mond ist sie für unsere Untersuchungen frei zugänglich. Wir können sie vermessen, anbohren, ihr Bodenproben entnehmen und vieles

Daraus läßt sich leicht berechnen, daß die Erde 5 974 000 000 000 000 000 000 000 (das sind fünf Quadrillionen 974 000 Trillionen) Kilogramm wiegt.

Was nützen uns aber diese Zahlen? Es gibt keinen Menschen, der sich ein solches Gewicht vorstellen kann. Und dennoch verdanken wir gerade dem genauen Wissen vom Erdgewicht und von der Erddichte eine sehr wertvolle Erkenntnis.

Der Aufbau der Erdkugel

Ein Kubikzentimeter Erde wiegt also durchschnittlich 5,5 Gramm. In einem Geologie-Buch finden wir aber ganz andere Zahlen. Da steht zum Beispiel: Die Gesteine der Erdoberfläche wiegen etwa 2,7 Gramm je Kubikzentimeter. Wo bleiben die übrigen 2,8 Gramm? Hierfür gibt es nur eine Erklärung: Die Erde muß ihr Gewicht in sich haben. Oder mit anderen Worten: Die Erde muß in ihrem tiefsten Innern einen mächtigen Kern aus sehr schweren Stoffen (zum Beispiel Eisen) besitzen. Diese Annahme wird durch eine ganze Reihe von geophysikalischen Untersuchungen bestätigt. Unsere Erdkugel ist demnach folgendermaßen aufgebaut:

Im Innern befindet sich ein gewaltiger Metallkern mit einem Durchmesser von mehr als 6000 Kilometern. Er ist zehnmal dichter als Wasser und so elastisch wie Stahl. Die Temperatur beträgt mehrere tausend Grad.

andere mehr. Man hat die Erde sogar gewogen. Selbstverständlich konnte man sie dazu nicht einfach auf eine riesige Waagschale legen.

Auf den vorhergehenden Seiten haben wir erfahren, daß die Anziehungskraft eines Körpers von seiner Masse abhängig ist. Will man die Erde also wiegen, so braucht man nur einen Körper von bekannter Masse zu nehmen und seine Anziehungskraft festzustellen. Ist diese beispielsweise tausendmal kleiner als die Anziehungskraft der Erde — dann muß die Erde tausendmal mehr wiegen als der gewählte Körper.

Solche Untersuchungen sind ungemein schwierig durchzuführen; denn erstens braucht man dafür hochempfindliche Meßvorrichtungen, zweitens ist es sehr schwierig, einen Körper zu finden, der eine genügend große Anziehungskraft hat. Selbst das höchste und mächtigste Gebirge ist im Verhältnis zur Erdkugel sehr klein.

Eine der genauesten Untersuchungen wurde 1896 bei Berlin durchgeführt. Dabei benutzte man einen gewaltigen Bleiklotz von 2000 Zentner Gewicht und untersuchte die Wirkung seiner Anziehungskraft auf einer äußerst feinfühligem Waage.

Es stellte sich heraus, daß die Erde eine Dichte von 5,5 Gramm je Kubikzentimeter hat. Das heißt, die Erde wiegt 5,5mal mehr als eine gleich große Wasserkugel.

Nun wissen wir aber:

1. Ein Kubikmeter Wasser wiegt tausend Kilogramm.
2. Die Erde hat einen Rauminhalt von 1 Billion 83 Milliarden Kubikkilometern.

Ein entscheidender Versuch

Es war an einem Tag im Jahre 1851 in Paris. Festlich gekleidete Menschen strömten zum Panthéon. Ein gewisser Monsieur Foucault wollte hier einen interessanten Versuch durchführen und beweisen, daß sich die Erde um ihre eigene Achse dreht. Der Physiker Foucault war von folgender Überlegung ausgegangen: Ein Pendel, das man in regelmäßige Schwingungen versetzt, schwingt immer in einer Richtung. Dreht sich die Erde wirklich, dann muß sich der Erdboden sozusagen unter dem Pendel hinwegdrehen.

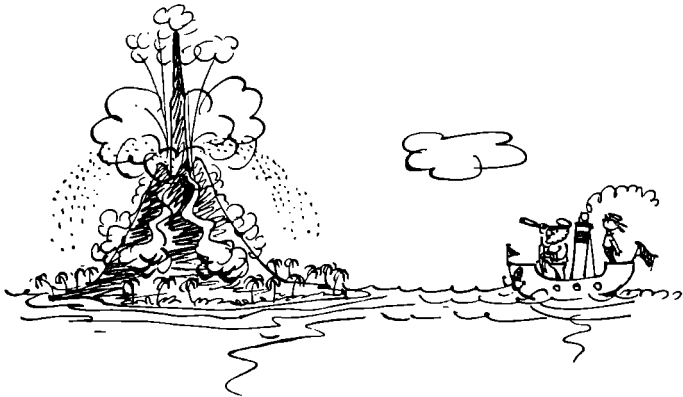
Für seinen Versuch befestigte Foucault in der Kuppel des Panthéons einen sehr langen dünnen Metalldraht, der an seinem unteren Ende ein schweres Bleigewicht trug.

Alle Vorbereitungen waren beendet. Das Pendel machte seine ersten Schwingungen. Gebannt schauten die Wissenschaftler und zahlreiche Schaulustige auf die am Fußboden angebrachte Scheibe, auf der die Richtung der ersten Ausschläge markiert wurde. Stimmt Foucaults Überlegungen, dann mußte schon nach kurzer Zeit eine Veränderung zu erkennen sein; denn mit der Erdrotation würde sich auch die auf dem Boden befestigte Scheibe unter dem Pendel drehen. Bei jeder neuen Schwingung müßte sich das Pendel über einem anderen Teil der Scheibe bewegen.

Der Versuch gelang bereits beim ersten Male und wurde seitdem schon oft wiederholt. Er beweist eindeutig, daß

Die feste Erdrinde, auf der wir leben, besteht zur Hauptsache aus einem etwa hundert Kilometer dicken Steinmantel. Zwischen Steinmantel und Metallkern liegt eine zähflüssige glühende Zwischenschicht, die wir als Magma bezeichnen. Sie setzt sich aus verschiedenen Materialien zusammen und erreicht eine Dicke von etwa 3000 Kilometern.

Daß im Innern der Erde tatsächlich sehr hohe Temperaturen herrschen, beweisen uns unter anderem Vulkanausbrüche, die oft mit verheerender Gewalt erfolgen. Dabei werden Gase, Asche, riesige Gesteinsbrocken und oft auch schmelzflüssiges Gestein (Lava) ausgeschleudert. Bei einem Vulkanausbruch auf der Insel Martinique wuchs sogar eine Felsnadel aus sehr zähflüssigem Magma bis 400 Meter über den Kraterrand empor.



oder dergleichen). Wenn unsere Erde eine Umdrehung vollendet hat, dann muß der Stern, den wir beobachten wollten, wieder an der gleichen Stelle stehen.

Den Zeitraum, den die Erde für eine Umdrehung braucht, bezeichnen wir als einen Tag. Zur genauen Zeitangabe wird der Tag in 24 Stunden eingeteilt. Bekanntlich hat jede Stunde 60 Minuten, und jede Minute ist wiederum in 60 Sekunden unterteilt.

Der Versuch hat uns gezeigt, wie Zeit gemacht wird; denn tatsächlich bedient man sich auf den Sternwarten, die ja unsere „Lieferanten für genaue Zeit“ sind, der gleichen Methode. Allerdings benutzen die Astronomen für die Beobachtung der einzelnen Sterndurchgänge sehr genaue Instrumente.

Durch die Erddrehung kommt auch der ständige Wechsel von Tag und Nacht zustande. Nehmen wir an, das Versuchszimmer hat nur ein Fenster. Steht ihr nun mit dem Gesicht zum Fenster (das wir der Sonne gleichsetzen wollen), dann ist für das Gesicht Mittagszeit — für den Rücken aber herrscht finstere Nacht. Ihr dreht euch weiter. Und bald zeigt der Rücken zum Fenster — damit ist für die Rückseite Tag, und das Gesicht blickt jetzt nach Mitternacht.

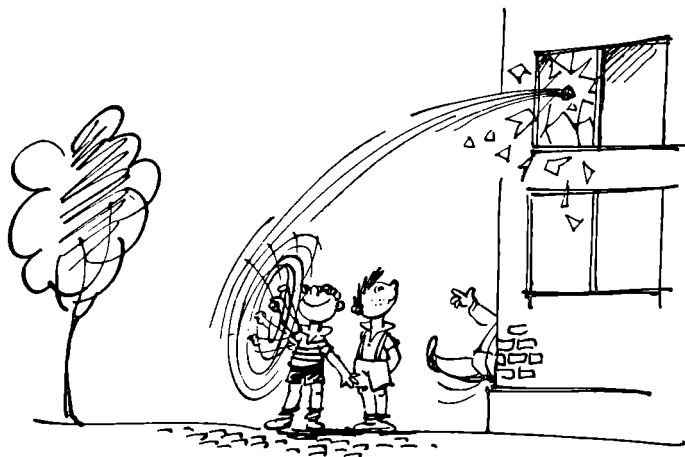
sich die Erde von West nach Ost um ihre eigene Achse dreht.

Zu dem gleichen Ergebnis kommen wir auch auf einem anderen Weg. Blicken wir frühmorgens zum Fenster hinaus, dann sehen wir die Sonne im Osten aufgehen. Zur Mittagszeit erreicht sie im Süden ihren höchsten Stand, und schließlich geht sie am Abend im Westen wieder unter. Genauso verhalten sich die anderen Himmelskörper: Der Mond und die Sterne scheinen die Erde zu umkreisen.

Aber auch diese scheinbare Drehung des Sternhimmels um die Erde und das Auf- und Untergehen der Sonne sind auf die Erddrehung zurückzuführen. Stellt euch in die Mitte des Zimmers und dreht euch um die eigene Achse, dann seht ihr, wie nacheinander der Ofen, der Schrank, die Tür, das Fenster und andere Gegenstände in euer Blickfeld gelangen und daraus wieder verschwinden. Auf die gleiche Weise kommt die scheinbare Drehung des Sternhimmels um die Erde zustande.

Wie wird Zeit gemacht?

Verweilen wir noch ein wenig bei unserem Beobachtungsplatz am Fenster und führen einen weiteren Versuch durch. Wir merken uns genau, wann irgendein heller Stern über einem auffälligen Punkt der Umgebung steht (zum Beispiel über einem Baum, einem Schornstein



Blättern wir einige Seiten zurück. Dort lasen wir, daß alle Körper eine Anziehungskraft ausüben und daß die Anziehungskraft des riesigen Sonnenballs sehr groß ist. Stände die Erde still, so würde sie augenblicklich auf die Sonne fallen. Nur die rasende Geschwindigkeit der Erde bewahrt uns davor, nicht schon längst im Glutmeer der Sonne verbrannt zu sein.

Durch die kreisende Vorwärtsbewegung der Erde wird eine Kraft erzeugt, die der Anziehungskraft der Sonne entgegenwirkt. Diese nennen wir Zentrifugalkraft.

Ihre Wirkung können wir sehr leicht kennenlernen, wenn wir einen Stein an einer Schnur befestigen und diese Schleuder kreisen lassen. Je schneller wir sie

110 000 Stundenkilometer

Die modernsten Flugzeugtypen erreichen eine Stunden-geschwindigkeit von etwa 3000 Kilometern. Das heißt, von Berlin aus könnte ein solches Flugzeug innerhalb einer Stunde Nordafrika, Island, Nordfinnland oder die Türkei erreichen. Eine enorme Leistung der Technik!

Jetzt aber sollen wir uns eine Geschwindigkeit von 110 000 Stundenkilometern vorstellen. Sofort drängt sich die Frage auf: Gibt es überhaupt einen Menschen, der diese Geschwindigkeit aushalten kann? Die Antwort ist überraschend: Wir alle „ertragen“ dieses Tempo während unseres ganzen Lebens, und selbst das kleinste und zarteste Kind nimmt keinen Schaden daran. Mit 110 000 Stundenkilometern jagt unsere Erde um die Sonne. Auf diese Weise legt sie — und mit ihr alles, was auf ihr lebt — in jedem Jahr eine Strecke von 940 000 000 Kilometern zurück. Und wir merken nichts von dieser enormen Geschwindigkeit, mit der sich die Erde mit uns durch den Raum bewegt? Woran sollten wir sie auch erkennen? Im Weltall gibt es weder Bäume am Straßenrand, die an uns „vorbeihuschen“, noch sonst ein Merkmal, an dem wir unsere schnelle Bewegung feststellen könnten.

Alles, was zur Erde gehört: Zweieinhalb Milliarden Menschen, Tiere und Pflanzen, die Lufthülle, die die Erde umgibt, und selbst der Mond begleiten unseren Heimatplaneten auf seiner Reise um den riesigen Glutball Sonne.

Ein Ball soll die Erdkugel darstellen. Mit einem Bleistiftstrich zeichnen wir den Äquator ein. Genau senkrecht zum Äquator durchbohren wir den Ball mit einer Stricknadel. Diese Nadel vertritt bei unserem Erdmodell die Erdachse. Schließlich soll ein Apfel, den wir auf den Tisch legen, die Sonne verkörpern. Nun brauchen wir nur noch die Erde in die richtige Stellung zur Sonne zu bringen. Und das ist der springende Punkt bei der ganzen Geschichte. Die Nadel darf nicht senkrecht nach oben zeigen, sondern wenn wir die Erde links von der Sonne aufstellen, müssen wir die obere Nadelspitze nach rechts neigen. Wissenschaftlich ausgedrückt: Die Erdachse bildet mit der Ebene der Erdbahn um die Sonne einen Winkel.

Ohne weiteres sehen wir ein, daß in dieser Stellung die Nordhalbkugel der Erde wesentlich mehr Sonnenlicht und -wärme erhält als die Südhalbkugel. Auf der Nordhalbkugel herrscht also Sommer, auf der Südhalbkugel Winter.

Jetzt wollen wir sehen, was ein halbes Jahr später geschieht. Dazu stellen wir unser Erdmodell rechts von unserem Sonnenapfel auf. Auch jetzt muß das obere Ende der Stricknadel nach rechts geneigt sein. Sofort erkennen wir, daß nun die Verhältnisse anders liegen. Jetzt ist im Süden Sommer und im Norden Winter.

Das ist das ganze Geheimnis der Jahreszeiten. Stände die Erdachse senkrecht auf der Ebene der Erdbahn (das heißt also, zeigte unsere Nadelspitze genau nach oben), dann träfen die Sonnenstrahlen die Erdoberfläche immer

bewegen, um so mehr zerrt die Zentrifugalkraft an unserer Hand, mit der wir die Schnur festhalten.

Übertragen auf Sonne und Erde wäre die Schnur die Anziehungskraft der Sonne, die die Erde daran hindert, in den Weltraum hinauszufiegen. Die Zentrifugalkraft dagegen behütet uns davor, auf die glühende Sonne zu fallen.

Wie eine Drehung der Erde um sich selbst als Zeitmaß für einen Tag gilt, so gibt uns auch die Bewegung der Erde um die Sonne einen bequemen Zeitmaßstab in die Hand. Für eine Sonnumwanderung braucht die Erde 365 Tage und rund 6 Stunden. Den Zeitraum von 365 Tagen bezeichnen wir als ein Jahr.

Und wo bleiben die restlichen 6 Stunden? Um diesen überzähligen Vierteltag unterzubringen, hat man sich geeinigt, alle 4 Jahre dem Februar einen Schalttag anzuhängen.

Alle 4 Jahre hat der Monat Februar also 29 Tage, und damit dauert das Schaltjahr 366 Tage.

Weshalb ist es im Winter kälter als im Sommer?

Es gibt viele Menschen, die sich nicht vorstellen können, wie der Wechsel der Jahreszeiten zustande kommt. Besser als viele Worte kann uns ein Beispiel zeigen, wodurch die verschiedenen Jahreszeiten, Frühling, Sommer, Herbst und Winter, entstehen.

Der Mann im Mond

Bereits in alten Zeiten diente der Mond dem Menschen. Denken wir nur einmal daran, wie es noch vor hundert Jahren in unseren Städten aussah. Der Mensch kannte weder die elektrische Glühlampe noch das Gaslicht. Getreulich versah der Mond seinen Posten als Nachtlaterne!

In den weiter zurückliegenden Jahrhunderten bedeutete er der Menschheit noch mehr: Den Mohammedanern diente er als Kalender, für die Südseeinsulaner war er eine Gottheit. Die afrikanischen Buschmänner besprachen die wichtigsten Angelegenheiten ihres Stammes nur in Vollmondnächten, und in Südamerika richteten sich die Indianer bei der Feldbestellung genau nach ihm. In fast allen Ländern aber gibt es Märchen im Zusammenhang mit dem Mond, und zwar besonders eins — die Geschichte vom Mann im Mond. Den Eskimos im hohen Norden ist sie ebenso bekannt wie den Negern an der afrikanischen Elfenbeinküste. Und auch ihr habt sie sicher schon gehört.

Gehen wir in einer schönen Mondnacht hinaus und sehen uns den alten Mond einmal an. So fleißig wir auch suchen — mit bloßem Auge erkennen wir auf der hellen Mondscheibe nicht mehr als einige dunkle Flecke, die wir mit etwas Phantasie für eine Gestalt oder ein Gesicht halten könnten. Die Leistungsfähigkeit unserer Augen läßt uns leider im Stich, und nur ein Fernrohr hilft uns

im gleichen Winkel, die Sonne stände zur Mittagszeit immer in gleicher Höhe über dem Horizont, und auch die Dauer des hellen Tages wäre immer gleich. Es gäbe weder Winter noch Sommer.

Der Mond

Das winterliche Land liegt im Schlaf. Hinter dem Wald schwebt der Mond herauf und überflutet die schneebedeckte Landschaft mit seinem Silberlicht. Mit diesem „guten alten Mond“ wollen wir uns jetzt näher bekannt machen.

Seit Jahrmillionen umkreist der Mond unsere Erde. Als der Erdball noch glühendflüssig im Weltraum schwebte, zog er bereits seine Kreise um diese Feuerkugel. Er stand am Himmel, als sich auf der Erde Festland und Ozeane bildeten. Sein Licht sandte er aus, als sich unsere Vorfahren gegen den furchtbaren Säbeltiger verteidigen mußten und den Höhlenbären überlisteten. Er schien auf die ersten Häuser der Menschen und wandert auch heute um unsere Erde, während sie der Mensch zu beherrschen lernt und darangeht, sie nach seinen Plänen zu gestalten.

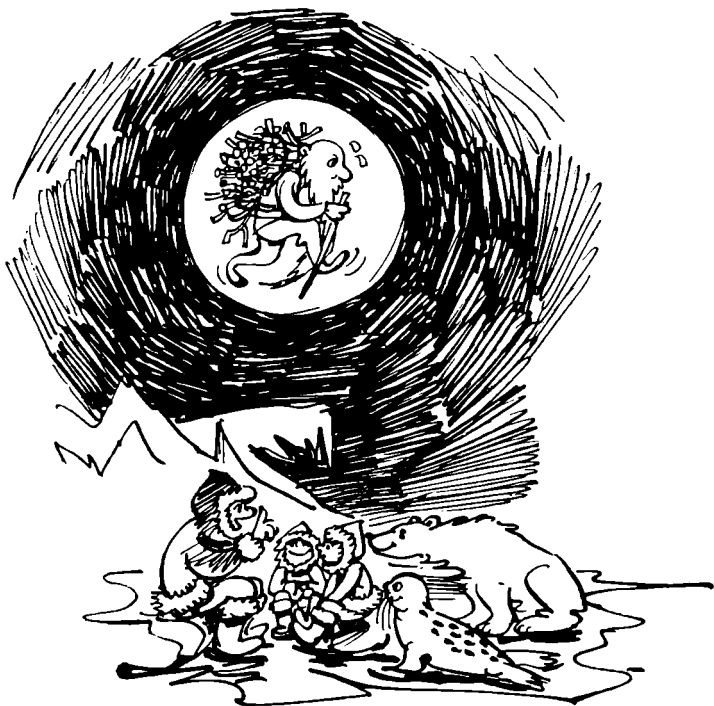
Opernglas betrachten, eröffnet sich uns eine eigenartige Welt: Deutlich sind auf der hellen Scheibe dunkle Ebenen, schattenwerfende Gebirge und weite ringförmige Krater zu erkennen. Vom Mann im Mond kann keine Rede sein.

Das „Meer der Heiterkeit“ und die „Mondalpen“

Zu den auffälligsten Erscheinungen auf der Mondoberfläche gehören die dunklen Flecke, die wir auch mit bloßem Auge wahrnehmen. Im bekannten „Mondgesicht“ bilden diese die Augen und den Mund. Im Fernglas mögen sie uns wie große Meere erscheinen, und tatsächlich werden diese Gebiete von den Astronomen auch so benannt. Da gibt es ein Regenmeer, ein Meer der Heiterkeit und ein Meer der Ruhe, ein Wolkenmeer und noch verschiedene andere.

Aber die Bezeichnung „Meer“ darf uns nicht irreführen; denn auf dem Mond gibt es kein Wasser und auch keine Lufthülle wie auf unserer Erde. Der Mond kennt weder Regen und Schnee noch Wind.

Wir müssen die Meere vielmehr als riesige Ebenen ansehen, die durch den Ausbruch großer Lavamassen entstanden sind. Wahrscheinlich haben diese glühendflüssigen Lavaströme mehrmals die dünne Rindenschicht des erkalteten Mondes durchbrochen und weite Gebiete überschwemmt. Wir können uns vorstellen, daß diese



weiter. Wir fragen also einen Astronomen: Gibt es tatsächlich einen Mann im Mond? Wenn ja, wie ist er dort hingelangt und wie sieht er aus?

Der Astronom erklärt: „Einen Mann im Mond gibt es nicht!“ Aber überzeugen wir uns selbst. Schon wenn wir den Mond mit einem Feldstecher oder einem scharfen

Wir kennen nur das „Gesicht“

Der Mond ist unser nächster Nachbar im Weltraum. Von der Erde bis zum Mond sind es nur 384 000 Kilometer. Um diese Strecke zurückzulegen, brauchte ein Verkehrsflugzeug etwa 400 Stunden. Viele bedeutende Wissenschaftler sind heute davon überzeugt, daß es den Menschen schon bald gelingen wird, unserem Nachbar Mond die ersten Besuche abzustatten. In vielen Ländern und besonders in der Sowjetunion arbeiten bereits Astronomen, Mathematiker, Physiker, Chemiker und Raketenforscher an der Lösung der technischen Probleme des Weltraumfluges.

Der erfolgreiche Start der künstlichen Satelliten in der Sowjetunion zeigt, wie leistungsfähig die sowjetische Wissenschaft und die Industrie sind — die ersten von Menschenhand geschaffenen „Monde“ umkreisen die Erde. Die „Sputniks“ sind der erste Abschnitt der Eroberung des Weltraumes. Nach Ansicht des sowjetischen Wissenschaftlers Professor Chlebzewitsch wird es schon in absehbarer Zeit möglich sein, zum Mond zu starten. Die ersten Mondbesucher — ob Menschen oder zunächst Film- und Fernsehkameras — werden dann auch eine Frage beantworten können, die die Astronomen seit langem beschäftigt: Wie sieht es auf der Rückseite des Mondes aus? Er wendet der Erde immer die gleiche Seite zu. Wir kennen also nur das Gesicht des Mondes, die Kehrseite nicht.

Flut alles eingeschmolzen hat, was sich ihr in den Weg stellte. So ist es auch zu erklären, weshalb die weiten Flächen der Meere so arm an auffälligen Einzelheiten sind. Auch wenn wir flüssiges Wachs auf einen Teller gießen, bildet sich eine glatte Oberfläche.

An den Rändern der Überschwemmungsgebiete türmten sich die flüssigen Gesteinsmassen aus dem Mondinnern zu hohen Randgebirgen auf und erstarrten endlich. Diese Mondgebirge stehen an Höhe nur wenig hinter den mächtigen Gebirgsketten der Erde zurück.

Die auffälligsten Erscheinungen auf der Mondoberfläche sind ohne Zweifel ringförmige Krater, die wir schon mit einfachen Ferngläsern deutlich erkennen können. Über ihren Ursprung streiten sich heute noch die Gelehrten. Einige nehmen an, daß diese eigenartigen Ringgebirge durch wiederholte Vulkanausbrüche entstanden sind. Im Laufe der langen Mondgeschichte müssen sich solche Ausbrüche sehr oft ereignet haben; denn mit einem Fernrohr lassen sich mehrere hundert kleine und große Krater erkennen. Einige dieser Ringgebirge erreichen eine Höhe von mehreren tausend Metern. Die Durchmesser der Krater rings aber betragen vielfach mehr als 150 Kilometer.

Um die Vorgänge beim Mondwechsel zu erkennen, wollen wir wieder einen kleinen Versuch anstellen: Einen Tennisball oder ein ausgeblasenes Ei hängen wir an einem Faden mitten im Zimmer auf. Das ist unser Mond. Als Sonne nehmen wir eine Nachttischlampe, die wir mit einem Stück Pappe so verdecken, daß nur ein schmaler Lichtstreif auf unser Modell fällt. Alle anderen Lampen schalten wir aus. Da es für unseren Zweck gleichgültig ist, ob der Mond um die Erde oder die Erde um den Mond kreist, wollen wir der Einfachheit halber den Mond umwandern.

Stehen wir genau neben der Lampe, dann haben wir Vollmond. Seine uns zugewandte Halbkugel ist voll beleuchtet. Nun gehen wir ein Stück nach rechts und sehen, daß unser Mond immer mehr abnimmt, bis wir einen Halbmond haben. Das tritt dann ein, wenn wir genau rechts neben der Eierschale stehen. Befinden wir uns aber genau hinter unserem Modell, dann wird von ihm überhaupt kein Licht mehr in unsere Richtung zurückgeworfen. Es ist Neumond. Gehen wir dann noch weiter, also wieder zur Lampe hin, dann sehen wir, wie unser Mond wieder zunimmt.

Ein Blick auf den Kalender zeigt uns, daß sich dieser Vorgang am Himmel alle $29\frac{1}{2}$ Tage wiederholt. Wir merken uns also: Für die Wanderung um die Erde braucht der Mond $29\frac{1}{2}$ Tage.

„Geborgtes Sonnenlicht“

Ebenso wie unsere Erde hat auch der Mond Kugelform, aber er ist wesentlich kleiner als sie. Sein Durchmesser beträgt nur ein Viertel vom Erddurchmesser.

Auch der Mond ist ein erkalteter Weltkörper, das heißt, er strahlt kein eigenes Licht mehr aus. Dennoch ist er die hellste Erscheinung am Nachthimmel. Der Vollmond ist so hell, daß wir in seinem Licht mühelos die Überschriften einer Zeitung lesen können.

Und woher nimmt der kalte Mond diese Lichtfülle? Er hat sie von der Sonne „geborgt“. Wie ein riesiger Spiegel wirft die Mondoberfläche das Sonnenlicht wieder zurück in den Weltraum. Der Mond erscheint uns also nur deshalb als helle Scheibe, weil er von der Sonne beleuchtet wird.

Bekanntlich umkreist der Mond die Erde. Also muß sich seine Stellung zur Erde und auch zur Sonne ständig ändern. Einmal steht er zwischen Sonne und Erde, 14 Tage später wird es umgekehrt sein, dann befindet sich die Erde zwischen Sonne und Mond.

Dieser dauernde Wechsel bringt es mit sich, daß wir unseren Begleiter nicht immer als Vollmond sehen, sondern auch als zunehmenden oder abnehmenden Halbmond, als schmale Sichel oder überhaupt nicht. An diesem Tage sagen wir: „Es ist Neumond.“ Früher glaubten die Menschen, in dieser Nacht stürbe der alte Mond und ein neuer würde geboren.

zu den Flutgebieten und hilft dort die Wasserberge bilden.

Bei Neumond, wenn Sonne und Mond hintereinanderstehen, und bei Vollmond, wenn sie sich gegenüberstehen, wirken die Anziehungskräfte beider Himmelskörper in der gleichen Weise auf die Erde. Dann wird die Flut besonders groß: Es entsteht eine Springflut. Anders ist es, wenn wir einen zunehmenden oder abnehmenden Mond am Himmel sehen, wenn der Mond also seitlich von der Erde bei C oder D steht. Dann kommt es zu besonders kleinen, sogenannten Nippfluten.

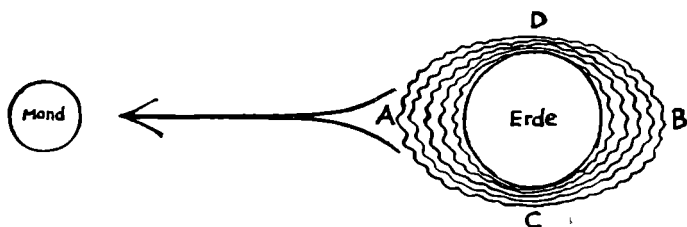
Auch die feste Erdkruste der Kontinente unterliegt den Einwirkungen der Mondschwerkraft. So wissen wir zum Beispiel auch, daß die Berliner Friedrichstraße eine tägliche Ebbe- und Flutbewegung von 25 Zentimetern ausführt.

Sonnen- und Mondfinsternisse

Lassen wir unsere Eierschale noch ein wenig hängen und beobachten wir, was geschieht, wenn wir uns zwischen die Sonnen-Lampe und den Modell-Mond stellen. Unser Schatten wird auf den Mond fallen, und er bleibt dunkel: Wir haben eine Mondfinsternis erzeugt. Etwas Ähnliches geschieht, wenn wir uns so hinter den Eierschalenmond stellen, daß er unsere Lichtquelle verdeckt. Dann gibt es eine Sonnenfinsternis.

Der Mond als Schwerarbeiter

Zweimal am Tage steigt und sinkt der Wasserspiegel aller Weltmeere um einige Meter. Dabei werden ständig gewaltige Wassermassen bewegt. Der Arbeiter, der diese enorme Leistung täglich vollbringt, ist unser Nachbar Mond.



Dort, wo er der Erde gegenübersteht, wirkt sich seine Anziehungskraft aus. Da die Wasseroberfläche dem Mond näher ist als die Erdoberfläche (also der Meeresboden), wird das Wasser auch stärker angezogen. Über der Erdoberfläche (A) bildet sich ein Wasserberg — es herrscht Flut. Anders verhält es sich an der „Rückseite“ der Erde (bei B). Hier überwiegt die Fliehkraft, da sich Erde und Mond um einen gemeinsamen Schwerpunkt herumbewegen. Dadurch entsteht am Punkt B der „Gegenflutberg“.

An den beiden „Seiten“ der Erde (bei C und D) herrscht zur gleichen Zeit Ebbe; denn von hier strömt das Wasser

Die Finsternisse gehören zu den eindrucksvollsten Schauspielen am Himmel. Und begreiflicherweise beschäftigten sich die Menschen schon vor einigen tausend Jahren eingehend mit ihnen.

Bereits im „Schu king“, einer uralten chinesischen Chronik, wird von einer Sonnenfinsternis berichtet, die etwa 2000 Jahre vor der Zeitrechnung stattgefunden haben soll. Damals glaubte man, bei einer Sonnenfinsternis wolle ein riesiger Drache unsere Himmelsleuchte verschlingen. Mit allerlei Lärm versucht man das gefräßige Untier zu verscheuchen. In diesem Jahre hatten es die Hofastronomen Hi und Ho versäumt, bekanntzugeben, daß eine Finsternis zu erwarten sei. Dafür ließ sie der Kaiser Tschung kangh hinrichten.

Soweit der Bericht aus dem „Schu king“. Es muß also schon vor 4000 Jahren möglich gewesen sein, eine Finsternis einigermaßen zuverlässig vorauszusagen. Das ist nicht verwunderlich; denn wir wissen, daß sich jeweils nach 18 Jahren die Reihenfolge der Finsternisse wiederholt. In diesem Zeitraum finden etwa 71 Finsternisse statt. Für unsere heutigen Ansprüche aber reicht diese verhältnismäßig ungenaue Erfahrungsregel nicht mehr aus. Heute werden die Bahnen der Himmelskörper genau berechnet, und daraus ergeben sich dann die genauen Zeitpunkte für die nächsten Finsternisse.

Eine solche Erscheinung kann man auf die Minute genau voraussagen und die Ereignisse am Himmel auch für zurückliegende Zeiten rechnerisch verfolgen. So wissen wir heute, daß die Sonnenfinsternis, die die Astronomen



einen kleinen Lichtpunkt wahr. Am Himmel scheinen diese Sonnen unverrückbar fest zu stehen. Auch wenn wir sie zehn oder hundert Jahre lang beobachten, verläßt keine ihren Platz. Deshalb nennt man sie fest stehende Sterne oder Fixsterne. (Das Wort „fix“ ist der lateinischen Sprache entnommen und heißt soviel wie fest, unbeweglich). Im dritten Teil dieses Buches werden wir uns mit diesen Fixsternen eingehend beschäftigen.

Jetzt aber wollen wir unsere Aufmerksamkeit den Planeten zuwenden. Ebenso wie unsere Erde sind diese Himmelskörper längst erloschen. Ihre Eigentemperatur ist so niedrig, daß sie selbst kein Licht mehr ausstrahlen. Und doch sehen wir die Planeten ebenfalls als Lichtpünktchen — also als Sterne. Einige von ihnen gehören sogar zu den hellsten Erscheinungen am nächtlichen Himmel. Erinnern wir uns an den Mond!

Auch er ist ein kalter Himmelskörper und erscheint uns nur deshalb als helle Scheibe, weil er wie ein riesiger Spiegel das Licht der Sonne zurückwirft. Genauso verhalten sich die Planeten. Auch sie leuchten nur im geborgten Sonnenlicht, umkreisen den flammenden Sonnenstern.

Die Kreisbewegung der Planeten um die Sonne können wir von der Erde aus deutlich wahrnehmen. So finden wir zum Beispiel denselben Planeten, den wir im Februar im Sternbild X gesehen haben, im Juni im südlichen Sternbild Y. Da sie sich fortbewegen, nennen wir sie auch Wandelsterne.

Hi und Ho das Leben kostete, in den Morgenstunden des 22. Oktober 2137 vor der Zeitrechnung stattgefunden haben muß.

Die Mondbahn bildet mit der Erdbahn einen Winkel. Dadurch kommt es nicht bei jeder Neumondzeit zu einer Sonnenfinsternis; denn meist verdeckt uns der Mond die Sonne nicht, sondern er zieht ein wenig oberhalb oder unterhalb an ihr vorbei. Verdeckt er sie nur teilweise, so kommt es zu einer teilweisen Sonnenfinsternis. Verdeckt bei einer totalen Finsternis der Mond die ganze Sonnenscheibe, dann wird der helle Tag plötzlich zur Nacht. Am Himmel erscheinen die Sterne, die Tiere suchen ihr Nachtlager auf, und die Blumen schließen ihre Blüten. Über der Erde lastet ein seltsames fahles Dämmerlicht. Aber der ganze Vorgang dauert höchstens acht Minuten.

Die Geschwister der Erde

Jetzt wollen wir uns etwas weiter in den Weltraum hinauswagen und unsere nächsten Nachbarn, die Planeten, kennenlernen.

Die meisten Sterne am nächtlichen Himmel sind riesige Feuerkugeln, ebenso wie unsere Sonne. Aber sie sind fast unvorstellbar weit von uns entfernt. Zwischen uns und der nächsten Nachbarsonne liegen mehr als 40 Billionen Kilometer. Daher nehmen wir von ihr auch nur

Heute wissen wir, daß die Sterne keine goldenen Nägel sind, sondern glutfüssige Himmelskörper, die mindestens einige tausendmal größer sind als unsere Erde.

Man beobachtete täglich, wie die Sonne, der Mond und die Sterne im Osten aufgingen — über den Himmel wanderten — und im Westen wieder versanken. Also glaubte man, daß sich alle Sterne, die Sonne und der Mond um die Erde, den „Mittelpunkt der Welt“, drehen.

Heute ist bekannt, daß der einzige Trabant der Erde der Mond ist. Erde und Mond kreisen gemeinsam mit den anderen Planeten um die Sonne. Das ganze Sonnensystem aber ist ein winziges Sandkorn in der Unendlichkeit des Weltraumes mit seinen Milliarden Sonnen.

Merkur — der Zwerg in Sonnennähe

Von allen Wandelsternen steht der Merkur der Sonne am nächsten. Durchschnittlich ist er von ihr nur 58 Millionen Kilometer entfernt. Das ist fast ein Drittel der Entfernung von der Sonne zur Erde. Der Merkur ist also der größten Anziehungskraft der Sonne ausgesetzt. Um nun nicht auf die Sonne zu stürzen und vom glühenden Sonnenball verschlungen zu werden, muß der Merkur eine sehr starke Zentrifugalkraft entwickeln. Er umkreist das Zentralgestirn mit einer Geschwindigkeit von fast 50 Kilometern in der Sekunde. Schon nach 88 Tagen

Immer rundherum

Alle Wandelsterne zusammen bilden ein festgefügt System, in dem jeder seinen bestimmten Platz innehat. Keiner kann diese gesetzmäßige Ordnung durchbrechen, sich selbständig machen und seiner Wege gehen; denn trotz der riesigen Entfernungen voneinander sind die Bahnen der Planeten genau aufeinander abgestimmt. Wie bei einer Taschenuhr greift auch in diesem himmlischen Uhrwerk „Sonnensystem“ ein Rädchen ins andere. Mit einer Genauigkeit, für die uns jeder Vergleich fehlt, läuft es seit Milliarden Jahren ohne die geringsten Störungen.

Im Mittelpunkt dieses Systems steht die Sonne. Um sie kreisen mit immer größerem Abstand voneinander die Planeten. Die innerste Bahn gehört dem Merkur, der von der Sonne nur 58 Millionen Kilometer entfernt ist. Dann folgen Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto, der von unserem Zentralgestirn fast 6000 Millionen Kilometer entfernt seine Bahn zieht.

Wir sehen, das Sonnensystem hat zwar eine riesige Ausdehnung, aber sein Aufbau ist doch ziemlich einfach. Dennoch hat es mehrere tausend Jahre gedauert, bis man das erkannte.

Die Menschen sahen am Himmel nur winzige Lichtpunkte. Also glaubten sie, über die Erde sei eine große Glocke gestülpt. In die Innenwand dieser Glocke sollten goldene „Sternnägel“ eingeschlagen sein.

fülle einfach überstrahlt. Nur wenn bei einer Sonnenfinsternis der Mond das strahlende Tagesgestirn verdeckt, kann man in scharfen Fernrohren Merkur als kleine Scheibe erkennen.

Sonst können wir diesen Himmelskörper nur als Halbmerkur sehen, und zwar kurz vor Sonnenaufgang im Osten oder kurz nach Sonnenuntergang im Westen; denn genau wie beim Mond, so gibt es auch bei diesem Wandelstern verschiedene Phasen. Bald steht er links von der Sonne, bald rechts, bald steht er vor ihr, bald hinter ihr.

So wird er immer verschieden beleuchtet, und es entstehen die Merkurphasen: Vollmerkur, abnehmender Merkur, Neumerkur und zunehmender Merkur.

Venus — die Strahlende

Zwischen Erde und Merkur zieht die strahlende Venus ihre Bahn. Nach dem Mond ist sie unser nächster Nachbar im Weltraum. Manchmal können Erde und Venus bis auf 40 Millionen Kilometer einander nähern. Dementsprechend ist dieser Planet der hellste und auffälligste Stern am Himmel. Zu bestimmten Zeiten können wir die Venus sogar am Tage mit bloßem Auge sehen. Sie steht dann als heller, weißer Punkt am blauen Himmel. Aber niemals werden wir die Venus während der Nachtzeit an unserem Himmel finden; denn sie umkreist

hat er die Sonne einmal umwandert. Damit dauert ein Merkurjahr nur 88 Erdentage.

Der schnellfüßige Merkur ist nur etwas größer als unser Mond. Wir müßten 19 Merkurkugeln zusammenpacken, bevor wir einen Körper erhielten, der der Erde an Größe gleichkäme. Der Merkur hat keine Lufthülle, dadurch erscheint sein Himmel immer pechschwarz. Von diesem schwarzen Himmel aber strahlt sengend heiß die Sonne, die, vom Merkur aus gesehen, siebenmal größer erscheint als von der Erde aus. Wahrscheinlich wird die Oberfläche dieses sonnennächsten Planeten von schroffen Gebirgszügen gebildet. Es gibt keine Wettererscheinungen wie Wind, Regen oder Schnee. Außerdem wendet der Merkur der Sonne immer nur eine Seite zu.

Auf diesem Planeten herrscht also ein äußerst ungemütliches Klima. Die Tagseite ist ununterbrochen der glühendheißen Sonnenstrahlung ausgesetzt. Hier herrscht eine Hitze von ungefähr 400 Grad.

Auf der Nachtseite dagegen ist es eisig kalt (minus 250 Grad) und ständig dunkel. Niemals dringt auch nur ein einziger Sonnenstrahl in diese erstarrte Welt. Von der Erde aus ist der Merkur nur sehr schwer zu sehen. Viele Menschen, sogar Astronomen, haben ihn niemals zu Gesicht bekommen. Nikolaus Kopernikus soll noch auf seinem Sterbebett bedauert haben, daß es ihm nie vergönnt war, den sonnennächsten Planeten mit eigenen Augen zu sehen.

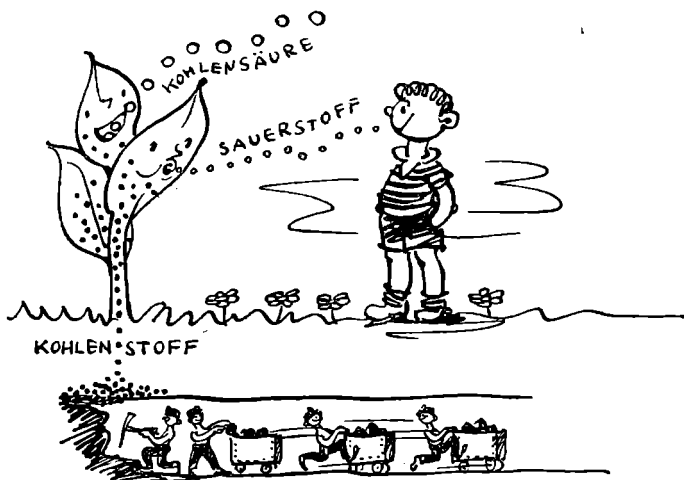
Von der Erde aus betrachtet, steht Merkur immer sehr nahe bei der Sonne. Dadurch wird er von ihrer Licht-

diesen Gestaltwechsel unseres Nachbarplaneten beobachtet. Mit seinem Fernrohr sah er eine kleine Kugel, deren eine Seite vom Sonnenlicht überflutet wurde. Dort war Tag. Auf der andern Hälfte jedoch herrschte Nacht. Galilei hat also die Sichel der zunehmenden oder abnehmenden Venus gesehen.

In vielem ist die Venus der Erde sehr ähnlich. Beide Himmelskörper haben ziemlich die gleiche Größe, Schwere und Bahngeschwindigkeit. Deshalb wird unser Nachbarplanet auch häufig als Zwillingschwester der Erde bezeichnet. Leider ist sie stets in einen dichten weißen Wolkenmantel gehüllt, den wir auch mit den besten Fernrohren nicht durchdringen können. Dieser Planet ist von einer mächtigen Lufthülle umgeben, und es muß auf ihm sehr heiß sein, da die Wirkungen des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme hier doppelt so stark wie auf der Erde sind. Einige Forscher haben daraus geschlossen, daß in diesem „Treibhausklima“ eine reiche, üppige Pflanzenwelt wuchern muß. Aber diese Schlußfolgerung ist zumindest voreilig.

Neuere Forschungen haben gezeigt, daß in der Atmosphäre der Venus riesige Kohlendioxidmengen enthalten sind. Von Sauerstoff hat man bisher noch keine Spur feststellen können. Nun nimmt jede Pflanze aus der Luft Kohlendioxid auf. In ihr wird die Kohlendioxid in Kohlenstoff und Sauerstoff gespalten. Der erstere wird verarbeitet und gespeichert, der letztere gelangt zurück in die Atmosphäre. Durch die Lebenstätigkeit der Pflanzen sind auf der Erde im Laufe von vielen Millionen Jahren

die Sonne in einer verhältnismäßig geringen Entfernung (durchschnittlich 108 Millionen Kilometer). Sie kann sich also nie sehr weit von unserem Tagesgestirn entfernen. Gewöhnlich sehen wir sie während der Dämmerung, und zwar je nach ihrer Stellung zur Sonne als strahlenden Morgenstern oder als hellen Abendstern. Früher glaubte man, daß es sich hierbei um zwei verschiedene Gestirne handeln müsse. Der Stern, der abends als erster am Himmel erschien, wurde von den Griechen „Hesper“ genannt, während der Stern der Morgendämmerung den Namen „Phosphor“ trug. Wie beim Merkur, so kennen wir auch bei der Venus verschiedene Phasen. Bereits 1610 hat Galileo Galilei



sei und wie etwaige „Marsbewohner“ aussehen könnten! Daneben gibt es bereits eine Reihe von utopischen Romanen, in denen phantastische „Marsmenschen“ eine wesentliche Rolle spielen.

Wir werden noch sehen, was wir nach den wissenschaftlichen Erkenntnissen der Gegenwart von diesen geheimnisvollen Wesen zu halten haben.

Der Mars umkreist die Sonne mit einem durchschnittlichen Abstand von 228 Millionen Kilometern. Von der Erde aus können wir seine Bewegung sehr gut feststellen. Schon wenn wir ihn nur eine Woche lang beobachten, stellen wir fest, daß er sich ständig weiterbewegt. Auffällig ist sein heller rötlicher Glanz. Die Völker des Altertums mögen bei diesem flammendroten Schein an blutige Schlachten und an verheerende Brände gedacht haben. Deshalb gaben sie unserm Nachbarplaneten, der außerhalb der Erdbahn seine Kreise zieht, den Namen ihres Kriegsgottes „Mars“.

Heute ist uns bekannt, daß die Erde siebenmal größer ist als der Mars. Damit ist auch seine Anziehungskraft geringer, und alle Gegenstände sind auf dem Mars leichter als auf der Erde. Für einen Sonnenumlauf braucht der Mars fast zwei Erdenjahre. Aber ein Marstag dauert nur wenige Minuten länger als ein Erdentag. In 24 Stunden 37 Minuten 23 Sekunden dreht sich dieser Erdbruder einmal um seine Achse. Für einen Marsbewohner hätte das Jahr 669 Marstage. Betrachten wir unseren Nachbarplaneten durch ein Fernrohr, dann sehen wir ihn als kleine Scheibe. Seine Oberfläche hat etwa

gewaltige Mengen Kohlensäure in dieser Weise aufgearbeitet worden. Den Pflanzen verdanken wir die umfangreichen Lagerstätten an Steinkohle, Braunkohle, Torf und anderem. In diesen Ablagerungen sind enorme Mengen Kohlenstoff enthalten. Den Pflanzen verdanken wir aber auch den Sauerstoff in der Atmosphäre, der die Grundlage für das Bestehen der Lebewesen auf der Erde bildet.

Gäbe es auf der Venus eine hochentwickelte Pflanzenwelt, dann müßte auch die Lufthülle dieses Planeten feststellbare Mengen Sauerstoff enthalten.

Und was geht unter der Wolkendecke vor? Wie sieht es auf der Venusoberfläche aus? Auf diese Fragen können wir beim heutigen Stand unserer Wissenschaft noch keine Antwort geben.

Möglicherweise hat die Venus gegenwärtig ein Entwicklungsstadium erreicht, das die Erde bereits vor einigen hundert Millionen Jahren durchgemacht hat. Möglicherweise bilden sich auf unserem Schwesterplaneten gegenwärtig die ersten Ursprungsformen des Lebens.

Mars — der rote Planet

Seit einigen Jahrzehnten stellt der Mars unter den Wandelsternen eine Berühmtheit dar. Von ihm hat jeder schon einmal etwas gehört. Zahllose Zeitungsartikel beschäftigen sich mit der Frage, ob dieser Planet bewohnt

melskörper entdeckt. Schiaparelli nannte sie: „die Kanäle des Mars“.

Wenn wir alles berücksichtigen, was wir vom Mars wissen, dann gewinnen wir von diesem Himmelskörper schon ein recht genaues Bild.

Endlose Gebiete sind von unbelebtem ockergelbem Sand bedeckt. Diese wüstenartigen Flächen werden niemals von einem belebenden Regen erfrischt; denn Wasser ist auf dem Mars sehr knapp. Die dünne Luft ist trocken, und nur selten taucht eine Wolke am dunklen Himmel auf. Seen oder gar Meere und Ozeane gibt es nicht! Nur an den beiden Polen liegen einige gefrorene Wasservorräte als Schnee und Eis. Das sind die weißen Polarkappen. Im Frühjahr tauen diese Eisfelder. Aber in der dünnen Luft verdunstet das Tauwasser schnell. Es verwandelt sich in Dampf und wird vom Wind zur Winterhalbkugel getragen. Dort gefriert es wieder.

Das Marsklima ist sehr streng. Es ist hier wesentlich dunkler und kälter als auf der Erde; denn der Mars ist ja von der wärmenden Sonne viel weiter entfernt als unser Planet. Selbst in den wärmsten Gebieten am Äquator steigt die Temperatur zur Mittagszeit kaum über zwanzig Grad. Gleich nach Sonnenuntergang treten starke Fröste auf, und beim Morgengrauen herrschen Fröste von minus 50 Grad.

Die Lufthülle ist dünner als die der Erde. Wollen wir uns vorstellen, was das bedeutet, überlegen wir folgendes: Die Lufthülle der Erde wird um so dünner, je höher wir steigen. Auf den höchsten Berggipfeln können

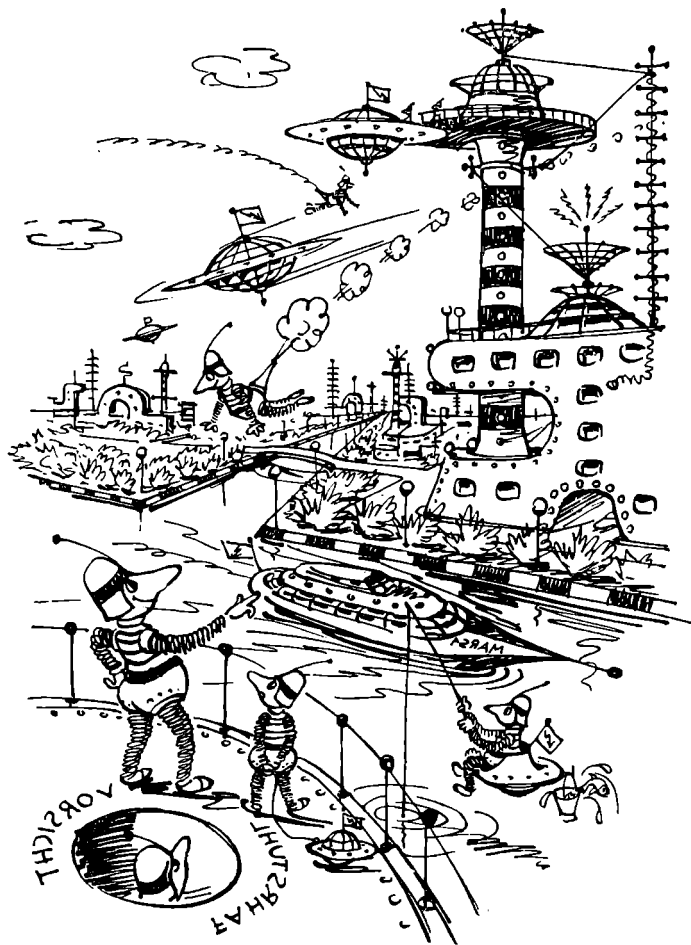
die gleiche Farbe, wie wir sie auf der Erde von einigen großen Wüstengebieten her kennen: rostiggelb bis orangerot. Daraus erklärt sich uns auch der rötliche Schein, der für diesen Himmelskörper so bezeichnend ist. An einigen Stellen erkennen wir ausgedehnte grünlich-blaue Flecke, die fälschlicherweise als „Meere“ bezeichnet werden. Auffälliger als diese dunklen Gebiete sind zwei weiße Flecke, von denen wir heute wissen, daß sie am Nordpol und am Südpol des Planeten liegen.

An diesen beiden „Polarkappen“ erkennen wir deutlich, daß auf dem Mars die Jahreszeiten wechseln. Während des Winters nehmen die Polarkappen einen großen Raum ein. Aber im Frühling taut die weiße Decke rasch weg, und im warmen Sommer ist nur noch am Pol eine kleine weiße Stelle zu erkennen.

Mit dem Fernrohr können wir diesen ständigen Wechsel gut verfolgen, und wir sehen auch, daß die Jahreszeiten auf beiden Halbkugeln entgegengesetzt sind. Wenn auf der einen Halbkugel der Sommer mit seinen langen Tagen und kurzen Nächten herrscht, dann ist auf der anderen Halbkugel Winterszeit.

Die rätselhafteste Erscheinung auf dem Mars sind jedoch seine „Kanäle“, die erstmals der italienische Gelehrte Schiaparelli beschrieben hat.

Schiaparelli hat viele Jahre der Marsbeobachtung gewidmet. Dabei entdeckte er auch die langen schnurgeraden Linien, die auf diesem Planeten oft Entfernungen von mehreren tausend Kilometern überbrücken. Ähnliche Gebilde hat man bisher auf keinem andern Him-



wir ohne zusätzliche Atemluft nicht leben. Auch die Bezwingung des Mount Everest wäre nicht möglich gewesen, hätten die Gipfelstürmer nicht zusätzlichen Sauerstoff mitgenommen. Der Mount Everest ist knapp neun Kilometer hoch. Auf dem Mars aber muß die Luft noch dünner sein als auf dem Bergriesen der Erde. Die Lebensbedingungen auf dem wasserarmen Planeten sind also sehr hart. Dennoch sind viele Astronomen davon überzeugt, daß auf diesem ungemütlichen Himmelskörper eine Pflanzenwelt besteht.

Mit leistungsfähigen Fernrohren ist zu beobachten, wie mit den Jahreszeiten auch die Farbe der „Marsmeere“ wechselt. Im Winter sind sie blaß und bräunlichgrau, im Frühjahr erscheinen diese Gebiete grün, und im Herbst bleichen sie wieder aus. Wir können annehmen, daß der beständige Farbwechsel von Pflanzen hervorgerufen wird: Im warmen Frühjahr entwickeln sie sich und bedecken den Boden der „Marsmeere“ wie ein grüner Teppich. Im kalten Herbst aber sterben sie ab und werden braun.

Diese noch umstrittene Annahme beruht auf den Arbeitsergebnissen des sowjetischen Marsforschers Professor Tichow, der sich bereits seit fünfzig Jahren mit diesen Fragen beschäftigt. Auf Grund seiner Forschungsergebnisse beschreibt Professor Tichow die Marspflanzen in der folgenden Weise:

„Es muß vor allem eine niedrigwachsende Pflanzenwelt sein, die auf dem Boden aufliegt. In der Hauptsache müssen es Gräser und sich dahinschlängelnde Sträucher

beiden Ufern der wassergefüllten Kanäle entwickelt sich eine spärliche Pflanzenwelt. Dieses Grünland links und rechts von den künstlichen Wasserläufen ist bis zu 300 Kilometer breit. Im Fernrohr können wir die Uferstreifen erkennen; es sind die Gebilde, die wir als Marskanäle bezeichnen.

Ohne Zweifel ist die Theorie Lowells sehr interessant. Aber sie ist zu phantastisch und zuwenig begründet. Wollten wir unsere beiden Nachbarplaneten mit der Erde vergleichen, dann könnten wir sagen, die Venus ist im Vergleich zur Erde noch recht jung, sie erlebt gegenwärtig eine Entwicklungsstufe, die die Erde längst hinter sich hat. Vergleichen wir die Erde dagegen mit dem Mars, dann ist unser Planet der jüngere, während der Mars bereits ein „gesetztes“ Alter aufweist.

Jupiter — der Riese

Jupiter ist das größte aller Sonnenkinder. Dieser Riese ist 1394mal größer als seine Schwester Erde. Er ist einer der hellsten Sterne am Nachthimmel und somit leicht aus der großen Fülle der Sternpünktchen herauszufinden. Allein die Venus und der Mars können heller sein als der Jupiter. Aber bekanntlich steht die Venus nur vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang am Himmel, und der Mars verrät sich durch seinen roten Schein. Das Licht Jupiters ist strahlend weiß. Es hat einen ruhigen,

sein von grüner oder blauer Farbe. Einige von ihnen trocknen in der Mitte des Jahres aus, andere behalten auch im Winter ihre grünblauen Blätter.

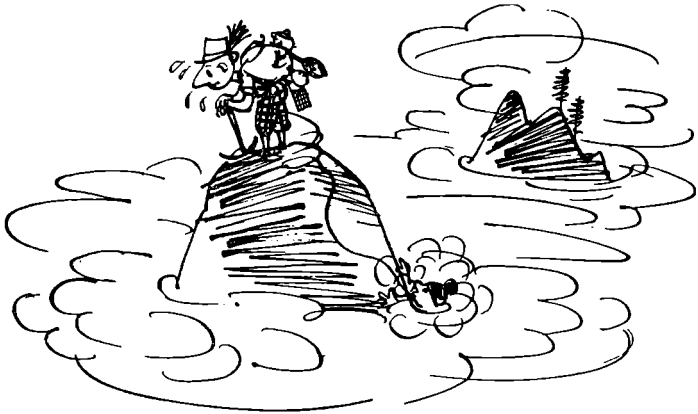
Unsere Gebirgs- und Polarwacholderbeere und Moosbeere, Preiselbeere, unser Moos und unsere Flechten sowie andere Polar- und Hochgebirgspflanzen können eine gewisse Ähnlichkeit mit diesen Marspflanzen haben.“

Gibt es Marsmenschen?

Möglicherweise beleben außer den Pflanzen auch irgendwelche Tiere den Mars. Aber gegenwärtig ist die Wissenschaft noch nicht in der Lage, diese Vermutung zu bestätigen.

Dennoch spielen in einer ganzen Reihe von Zukunftsromanen und Filmen „Marsmenschen“ eine Rolle. Sogar einige Astronomen glauben, der Mars sei von vernunftbegabten Wesen bevölkert. Einer von ihnen ist der Astronom Lowell, der sich sein ganzes Leben hindurch mit der Erforschung dieses Planeten beschäftigt hat. Seine Theorie wollen wir hier kurz darstellen:

Auf dem Mars gibt es wenig Wasser, und auch das Tauwasser der weißen Polarkappen verwandelt sich in der dünnen Luft schnell in Dampf. Nach Ansicht Lowells aber beherrschen die Marsbewohner die Technik. Sie sammeln das Tauwasser und leiten es durch gewaltige Kanäle von den Polen in die grünen Pflanzenmeere. An



Dennoch wissen wir über den fernen Riesen recht gut Bescheid. Auf seiner Oberfläche herrscht eisige Kälte. Mit Thermoelementen hat man Temperaturen von minus 130 Grad gemessen. Der feste Kern des Planeten ist wahrscheinlich von einer dicken Eisschicht umgeben. Über der Eisschicht liegt eine dichte Gashölle, die hauptsächlich aus Wasserstoff und seinen Verbindungen besteht. Darin schweben Wolken aus Ammoniak und aus Methan, das wir auf der Erde als Grubengas vorfinden. Vom lebensnotwendigen Sauerstoff aber fehlt jede Spur. Dies alles deutet darauf hin, daß auf dem Wandelstern Jupiter weder Pflanzen noch Tiere leben können. Die riesige Welt ist nicht bewohnbar, wenigstens heute noch nicht.

Bei seinem „Flug um die Sonne“ beeilt sich der Jupiter nicht allzusehr. In einer Sekunde legt er „nur“ 13 Kilo-

steten Glanz: Das unterscheidet ihn von den Fixsternen, deren Licht flimmert und flackert.

Schon durch mittlere Fernrohre sehen wir den großen Bruder der Erde etwa so, wie wir mit bloßem Auge den Mond betrachten können. Wir erkennen deutlich dunkle Wolkenstreifen, die den riesigen Himmelskörper umgeben, und haben wir Glück, sehen wir auch den großen roten Fleck. Dieser Fleck wurde zum erstenmal vor etwa 80 Jahren beobachtet; um ihn herum sind heftige Wolkenströmungen zu entdecken. Man glaubt heute, daß der glutrote Fleck mit einem riesigen Vulkanausbruch auf der Jupiteroberfläche zusammenhängt. Möglicherweise ist hier glühendflüssiges Material aus dem Planeteninnern ausgebrochen und hat ein Gebiet von einigen 10 000 Quadratkilometern überflutet.

Der Wandelstern Jupiter ist von der Sonne fünfmal weiter entfernt als die Erde. Dementsprechend erhält er 25mal weniger Licht und Wärme zugestrahlt als die Erde. Selbst zur Mittagszeit herrscht auf ihm nur ein trübes Dämmerlicht. Von der Oberfläche des Riesenplaneten sind weder die Sonne noch die Sterne zu sehen; denn die Wolkenschicht, die den Jupiter umhüllt, versperrt jeden Ausblick. Aber sie verhindert auch, daß wir von der Erde aus die Jupiteroberfläche betrachten können.

Selbst mit den größten und vollkommensten neuzeitlichen Fernrohren können wir diese Hülle nicht durchdringen. Wir sind etwa in der gleichen Lage wie ein Bergsteiger auf einem hohen Gipfel, dem dichte Nebelmassen den Ausblick auf die Dörfer im Tal versperren.

fach. Andere Beobachter glaubten, eine Kugel mit Henkeln zu sehen, und wieder anderen schien es, als sei eine Stange durch die Saturnkugel gespießt.

Das waren äußerst merkwürdige Erscheinungen, die man sich nicht erklären konnte. So etwas gibt es bei keinem anderen Himmelskörper. Erst als die Fernrohre immer leistungsfähiger wurden, erkannte man, daß der Saturn von einem frei schwebenden Ring umgeben ist.

Mit einem Ball und einem Stück Pappe können wir uns leicht einen kleinen Saturn basteln. Wir brauchen nur einen großen Pappiring auszuschneiden. Diesen Ring befestigen wir mit etwas Draht an unserem Ball. Wenn wir jetzt dieses Saturnmodell vor den Augen drehen, dann werden wir den ganzen Ring sehen. Blicken wir aber genau von der Seite auf die scharfe Kante des Ringes, dann erkennen wir nur einen feinen Strich.

Genauso wechselt auch der Saturnring sein Aussehen. Woraus besteht dieses merkwürdige Ringgebilde?

Die junge russische Mathematikerin, Professor Sonja Kowalewskaja, die um die Jahrhundertwende einen Lehrstuhl in Stockholm innehatte, und der Physiker Maxwell haben die Frage beantwortet. Sie wiesen nach, daß dieser Ring aus unzähligen feinsten Staubteilen bestehen muß, die den Saturn wie winzige Monde umkreisen.

Die Breite des Ringes beträgt 70 000 Kilometer, aber er ist höchstens 350 Kilometer dick. An manchen Stellen ist er so dünn, daß man sogar das Licht der Sterne durchscheinen sieht.

meter zurück. Für eine Sonnenumwanderung braucht der behäbige Riese fast 12 Erdenjahre. Dafür aber sind die Jupitertage sehr kurz. In knapp 10 Stunden dreht er sich einmal um seine Achse.

Saturn — der Ringgeschmückte

„Sauri sanais tschara“, so nennen die Inder den Planeten Saturn, der von der Sonne fast doppelt so weit entfernt ist wie der Jupiter. Zu deutsch heißt das: „der langsam wandernde Gott“. Und diese Bezeichnung trägt der ferne Erdenbruder durchaus zu Recht, denn für eine Sonnenumwanderung braucht Saturn fast 30 Erdenjahre. Von uns aus beobachtet, steht er also nur alle 30 Jahre einmal an der gleichen Stelle des Himmels.

Aus der Saturnkugel könnte man 850 Erdbälle machen, so groß ist dieser ferne Wandelstern. Aber er hat nur eine geringe Dichte; denn er ist leichter als eine gleich große Wasserkugel.

Im Aufbau gleicht der Saturn dem Jupiter. Auch der Saturnkern ist von einem dicken Eispanzer umgeben, und in der mächtigen Gashülle aus Wasserstoff schweben ebenfalls Methan- und Ammoniakwolken. Unsere Thermolemente zeigen uns, daß auf dem Saturn eine Kälte von 150 Grad herrscht.

Als Galilei den hellen gelblichen Stern zum ersten Male mit seinem Fernrohr betrachtete, sah er den Saturn drei-

Entfernung von fast 300 Millionen Kilometern umkreist ein weiterer Planet die Sonne.

Dieser neue Bruder der Erde erhielt den Namen Uranus. Er ist zwar bedeutend kleiner als Jupiter oder Saturn, aber er ist immerhin noch 59mal größer als die Erde. Für seinen Weg um die Sonne braucht der Wandelstern Uranus 84 Erdenjahre. Wir wissen heute auch, daß auf ihm eine Temperatur von etwa minus 200 Grad herrscht. Der Grund für diese Kälte wird klar, wenn wir überlegen, wie weit dieser Planet von der wärmenden Sonne entfernt ist. Er empfängt von unserem Zentralgestirn nur den 360. Teil Licht und Wärme, den die Erde erhält. Der Uranus stellt also eine äußerst ungemütliche Welt dar — eine Welt der Finsternis und Kälte.

Die Astronomen, die sich mit der genauen Erforschung des neuentdeckten Planeten beschäftigt haben, fanden noch manches Wissenswerte heraus. Am bemerkenswertesten aber war die Unregelmäßigkeit des Planeten Uranus.

Neptun — der am Schreibtisch entdeckt wurde

Gleich nach der Entdeckung des Planeten Uranus versuchte man, seine Bahn zu berechnen. Kennt man nämlich den gesetzmäßigen Weg eines Wandelsterns, so läßt sich bequem voraussagen, an welcher Stelle des Himmels man ihn an einem beliebigen Tage finden

Uranus — eine ungemütliche Welt

Wir haben nun fünf Geschwister der Erde kennengelernt: den Zwerg Merkur, die strahlende Venus, den roten Mars und die Riesen Jupiter und Saturn.

Damit sind uns ebenso viele Mitglieder der weitverstreuten Sonnenfamilie bekannt wie den berühmten Astronomen Kopernikus, Galilei oder Kepler. Viele Jahrhunderte hindurch bildete der ringgeschmückte Saturn den Grenzstein des Sonnensystems. Niemand dachte daran, nach weiteren Sonnenkindern zu suchen, die von der Mutter Sonne vielleicht noch weiter entfernt sind als der Saturn. Am 13. März 1781 sollte sich das ändern. Am Abend dieses Tages saß der Astronom Friedrich Wilhelm Herschel an seinem selbstgebauten Fernrohr und durchmusterte den Sternhimmel. Wie gewöhnlich suchte er nach unbekanntem Objekten, als plötzlich ein Sternchen seine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nahm. Ganz deutlich unterschied es sich durch sein ruhiges Licht vom Geflimmer der Fixsterne, die in seiner Nähe standen. Das geübte Auge des Astronomen sah noch mehr. Selbst in den größten Fernrohren erscheinen die unendlich weit entfernten Fixsterne nur als Punkte — der neue Stern jedoch war deutlich als Scheibchen zu erkennen.

Abend für Abend richteten sich nun die besten Fernrohre der Welt auf das winzige Licht im Weltraum, und bald wußten die Himmelsforscher mit Sicherheit: In einer

Er erhielt den Namen Neptun, und wir wissen heute, daß er etwa 71mal mächtiger ist als die Erde. Das Licht der Sonne braucht volle vier Stunden, ehe es das ferne Sonnenkind erreicht. Aber selbst über diese riesige Entfernung hinweg zwingt die Sonne dem Sprößling ihren Willen auf. Die Kreisbahn um das Zentralgestirn ist so mächtig, daß Neptun 164 Erdenjahre und 280 Tage braucht, um sie zu durchwandern. Aber ähnlich wie die Bahn des Uranus, zeigt auch die des Neptun gewisse Störungen.

Pluto — der Grenzstein des Sonnensystems

Erinnern wir uns: Uranus wurde durch einen Zufall entdeckt. Die Bahn des Planeten Neptun wurde berechnet. Und jetzt vermutete man, daß sogar noch außerhalb der Neptunbahn ein Stern seinen fernen Weg verfolgt.

Wie sollte man diesen winzigen Stern finden?

Selbst wenn man mit Sicherheit wußte, daß er vorhanden war, zeigte sich das Suchen nach ihm mindestens ebenso schwierig wie die Aufgabe, in einem Heuhaufen eine Stecknadel zu finden.

Bald lagen Berechnungen darüber vor, in welcher Himmelsgegend man den unbekanntem Planeten suchen müsse. Aber um ihn entdecken zu können, mußte man sich eines Tricks bedienen; denn es wäre ein hoffnungsloses Beginnen gewesen, das verlorene Lichtpüktchen

kann. Aber keine der Berechnungen stimmte. Uranus stand immer an einem anderen Ort, als man berechnet hatte. Welchen Grund konnte diese Unregelmäßigkeit haben?

Ein junger Mathematiker hat das Rätsel gelöst, und zwar der französische Gelehrte Urbain Leverrier, der noch wenige Jahre zuvor als Beamter in einer Handelsniederlassung beschäftigt gewesen war. Ein halbes Jahr saß der junge Forscher über seinen Berechnungen. Dann teilte er das Ergebnis mit: Die Störung der Uranus-Bahn läßt sich nur dadurch erklären, daß außerhalb dieser noch ein weiterer Wandelstern die Sonne umkreist.

Damit aber begnügte sich der tüchtige Leverrier noch nicht. Er berechnete auch gleich den Ort, an dem man diesen „Störenfried“ mit einem guten Fernrohr sehen müßte — wenn seine Berechnungen stimmten. Ein solches stand in Berlin. Also schrieb Leverrier einen Brief an den Berliner Astronomen Galle und bat darum, nach dem errechneten Planeten zu suchen. Noch nie hatte ein Mensch dieses ferne Sonnenkind gesehen. Leverrier aber gab sogar an, an welchem Ort des Himmelsgewölbes der unbekannte Bruder der Erde in den Septembertagen des Jahres 1846 zu finden sein mußte. Galle machte sich sofort an die Arbeit und — nur ein kleines Stück neben der errechneten Stelle fand er den neuen Planeten. Damit wurde die scharfsinnige Untersuchung des jungen französischen Mathematikers glänzend bestätigt. Und was können wir über diesen Planeten, der förmlich mit dem Rechenstift entdeckt worden ist, noch berichten?

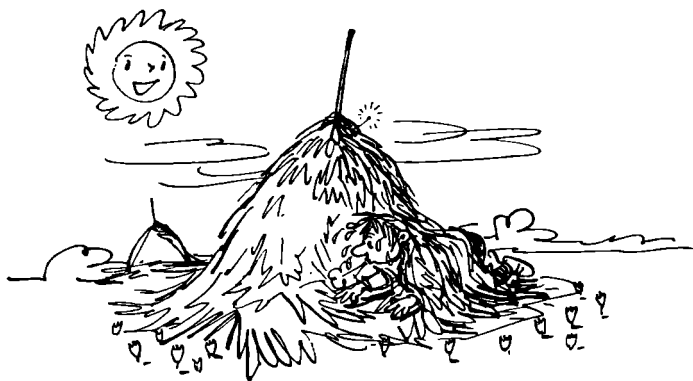
Arizona (USA), und seine erste Aufgabe war, mit einer Astro-Kamera eben jene Himmelsgebiete zu fotografieren, in denen man den fernsten Angehörigen des Sonnensystems vermutete. Und nun zeigte es sich, welche Leistungen durch Beharrlichkeit und Begeisterung für die Wissenschaft erreicht werden können.

In einer Gegend, die von den Astronomen längst fotografiert und durchmustert war, fand der Farmer Tombough ein Lichtpünktchen, das dort nicht hingehörte. Bald stellte es sich heraus, daß dieses Licht nur von einem weit entfernten Wandelstern ausgehen konnte.

So wurde Pluto entdeckt — der Grenzstein des Sonnensystems. Wenn wir hören, daß Pluto kleiner ist als die Erde und in einer Entfernung von fast 6000 Millionen Kilometern die Sonne umkreist, so wundern wir uns nicht, wenn seine Entdeckung so große Schwierigkeiten bereitet hat. Daß man diesen Planeten dennoch gefunden hat, ist ein Beweis für die großartige Leistungsfähigkeit der modernen Astronomie.

Andere Planeten — andere Monde

„Man schreibt den 7. Januar des Jahres 1610. Die Dunkelheit ist hereingebrochen, die Sterne flimmern über dem stillen Padua, der alten Universitätsstadt unweit Venedigs. Aus dem Dunst steigt ein Gestirn von klarem stillem Glanz empor, die anderen weit überstrahlend;



des fernsten Sonnenkindes durch direkte Fernrohrbeobachtungen finden zu wollen. Fotografiert man über die fragliche Himmelsgegend mit einer Astro-Kamera, so kann man später in aller Ruhe die Fotoplatten auswerten. So lassen sich die Aufnahmen der verschiedensten Himmelsgegenden mit älteren Aufnahmen vergleichen. An mehreren Orten der Erde ging man an diese Arbeit. Für uns ist es nun an der Zeit, mit Mister Tombough bekannt zu werden. Tombough war Farmer, und seine einzige Beziehung zur Astronomie war das leidenschaftliche Interesse, das er dieser Wissenschaft entgegenbrachte. Sein größter Wunsch war es, als Assistent bei einer Sternwarte zu arbeiten. 1929 erhielt Tombough wirklich eine Anstellung am Flagstaff-Observatorium in

wie der Mond die Erde umwandert; kein Zweifel schließlich: Der Planet Jupiter hat vier Monde!“

So beschreibt der Arbeiter-Astronom Bruno H. Bürgel die Entdeckung der Jupitermonde. Wir wissen, daß man sich jahrelang geweigert hat, diese Entdeckung Galileis anzuerkennen. Statt Ruhm erntete er nur Spott und Verfolgung. Einer der Professoren von der Universität Padua, ein Herr Cremonini, wollte einfach nicht glauben, daß der Jupiter von vier Trabanten umkreist wird. Galilei machte ihm den Vorschlag, er solle doch wenigstens einmal durch das Fernrohr schauen und sich selbst überzeugen. Cremonini aber antwortete: „Was soll ich ins Fernrohr sehen, wenn ich ohnehin weiß, daß der Jupiter keine Monde hat und keine haben kann?“

Heute wissen wir, daß Jupiter nicht nur vier, sondern zwölf Begleiter hat. Auch andere Wandelsterne werden von Monden umkreist.

Der Erdmond ist uns ein vertrauter alter Bekannter. Der rote Planet Mars, der den Namen des römischen Kriegsgottes trägt, wird von „Furcht“ und „Schrecken“ begleitet. So heißen die Marsmonde „Phobos“ und „Deimos“ auf deutsch. Aber diese beiden Marsbegleiter sind winzig klein. Selbst in den stärksten Fernrohren erscheinen sie nur als Punkte. „Phobos“, der größere von beiden, hat einen Durchmesser von 58 Kilometern und ist vom Mars nicht weiter entfernt als Amerika von Europa. Er bewegt sich so schnell um die Marskugel, daß er mehrmals am Tage auf- und untergeht. Der Durchmesser des „Deimos“ beträgt nur 16 Kilometer.

der Planet Jupiter ist es, den Alten Symbol der Macht und Herrlichkeit.

Galileo Galilei, eine Zierde der hohen Schule, ein Mathematiker und Physiker, dessen Ruhm schon weit gedungen ist, schickt sich an, jenes merkwürdige Instrument auf den Stern zu richten, von dem man seit einiger Zeit in der Welt spricht und mit dem man ‚ferne Dinge nahe sehen kann‘ . . .

Das Fernrohrchen, das er nun zum Himmel richtet, ist ein kleines kümmerliches Ding. Wir Heutigen würden darüber lächeln, und doch reicht es aus, eine Entdeckung zu machen, die von großer Tragweite ist, ja, die für Galilei selbst Ruhm und Tragik bringt und noch nach Jahrhunderten die Gemüter bewegen wird, wenn man vom Kampf der Weltanschauungen spricht!

Was sieht Galilei nun, da er sein winziges Instrumentchen auf Jupiter richtet, der mit starkem ruhigem Schein am Himmelsbogen steht? Er sieht etwa das, was wir heute noch alle sehen können, wenn wir mit einem kleinen Handfernrohr diesen Stern beobachten. Eine kleine Kugel oder Scheibe schwebt da im Glase, und nach und nach erkennt der gelehrte Mann von Padua, daß ein paar winzige Sternlein, im ganzen sind es vier, neben dieser Scheibe stehen. Wenige Tage später bemerkt Galilei, daß diese Sternchen keine Fixsterne sind, die etwa zufällig in der Nähe Jupiters flimmern. Er erkennt, daß sie immer der Kugel nahe bleiben, aber ihren Ort zu ihr, ihren Abstand von ihr ändern, es wird immer deutlicher, daß sie die Kugel des Jupiter umwandern,

Das Sonnensystem im Weltraum

Zur ganzen Sonnenfamilie gehören also: die Sonne, 9 Wandelsterne und 31 Monde. Diese Himmelskörper bilden zusammen unser Sonnensystem. Die Wandelsterne umkreisen die Sonne, und fast alle werden selbst wieder von ihren Monden umwandert. Dieses System hat eine riesige Ausdehnung. Das fernste Sonnenkind ist von unserer Himmelsleuchte fast 6000 Millionen Kilometer entfernt. Aber wer kann erfassen, was das bedeutet: 6000 Millionen Kilometer?

Unser Vorstellungsvermögen läßt uns hier schmächtig im Stich. Wir wollen uns deshalb ein verkleinertes Modell des riesigen Sonnensystems ausdenken, das einen Eindruck von diesen astronomischen Entfernungen vermitteln kann.

Nehmen wir einen sehr großen Kürbis und legen ihn vor uns auf die Erde. Das soll unsere Sonne sein. Haben wir das getan, dann müssen wir die Planeten im richtigen Abstand von unserer Modellsonne unterbringen. Wir nehmen also eine Stecknadelkuppe und legen sie 30 Meter von unserer Kürbissonne entfernt auf die Erde. In unserem Modellsonnensystem muß der Merkur in dieser Entfernung die Sonne umkreisen. Der Planet Venus ist größer als der Merkur, und sein Abstand von der Sonne ist fast doppelt so groß. Also legen wir in 54 Meter Entfernung von unserem Kürbis eine Erbse auf die Erde. Diese soll die Venus darstellen.

Der nächste Planet im Sonnensystem ist Jupiter, und wir haben schon gelesen, daß dieser Riese von zwölf Monden umkreist wird. Zwei von ihnen sind größer als der Planet Merkur. Die kleinsten Jupitermonde haben dagegen nur einen Durchmesser von wenigen Kilometern. Der schnellste umkreist den Planeten in 12 Stunden, die langsamsten brauchen mehr als zwei Jahre für eine Jupiterumwanderung. Zwischen Jupiter und seinen fernsten Begleitern liegt eine Entfernung von $23\frac{1}{2}$ Millionen Kilometern.

Saturn steht nur wenig hinter seinem Bruder Jupiter zurück. Er wird von neun Begleitern umwandert.

Der kleinere Uranus dagegen begnügt sich mit fünf Monden.

Neptun hat zwei Monde, von denen der eine erst vor wenigen Jahren entdeckt wurde.

Ob auch Pluto auf seiner einsamen sonnenfernen Bahn von einem Trabanten begleitet wird, können wir heute noch nicht sagen.



Erbsen, ein Weizenkorn und eine Stecknadelkuppe. Dazwischen befindet sich nur gähnendleerer Weltraum. Das ist das ganze Sonnensystem. Alle Himmelskörper innerhalb der Bahn des Planeten Pluto unterliegen der Anziehungskraft der Sonne. Auf dem Pluto sind wir also noch „zu Hause“. Außerhalb der Plutobahn aber beginnt das Reich der Fixsterne, in dem es unzählige Millionen Sonnen gibt. Und viele dieser fernen Glutbälle werden genau wie unsere Sonne von Planeten umkreist; denn unser Sonnensystem ist nur eines von vielen.

Aber die einzelnen Sonnen sind voneinander durch riesige Entfernungen getrennt. Selbst zwischen unserer Sonne und ihrem allernächsten Nachbarstern liegen 41 000 000 000 000 (das sind 41 Billionen) Kilometer. Wollten wir diese Nachbarsonne in unserem Modell-Sonnensystem unterbringen, dann müßten wir schon um die halbe Erde reisen. Erst im fernen Australien fände dann ein zweiter Kürbis seinen Platz. Zwischen beiden Kürbissen liegt wieder nur der leere Weltraum. Von hier aus können wir immer weiter und weiter wandern, wir würden immer neuen Sonnen und Sonnensystemen begegnen; denn der Weltraum ist unendlich und ewig!

Besser als wir es könnten, beschreibt ein Dichter diese Ewigkeit in einem Märchen: „Weit hinten im Morgenland liegt ein Diamantberg, eine Meile lang, eine Meile breit, eine Meile hoch, dahin kommt alle hundert Jahre ein Vögelchen und wetzt seinen Schnabel, und wenn der ganze Berg abgewetzt sein wird, dann ist eine Sekunde der Ewigkeit verflossen.“

Eine zweite, etwas größere Erbse findet 75 Meter vom Kürbis entfernt ihren Platz. In unserem Modellsonnensystem vertritt diese zweite Erbse die Stelle unserer Erdkugel. Bevor wir aber losgehen, um diese Erbse an ihren Platz zu schaffen, stecken wir uns noch ein Weizenkorn und zwei Äpfel in die Tasche. Das Weizenkorn, das den Mars darstellen soll, findet seinen Platz 114 Meter vom Kürbis entfernt. Hier zieht der Mars seine Bahn.

Nun werdet ihr bereits erraten, daß die beiden Äpfel die Riesenplaneten Jupiter und Saturn darstellen sollen. Den größeren müssen wir in 389 Meter Entfernung von der Kürbis-Sonne auf die Erde legen. Und dann laufen wir noch 324 Meter weiter, erst dann können wir den Saturn-Apfel ablegen.

Damit hätten wir glücklich fünf Planeten untergebracht. Aber ich glaube, wir verzichten darauf, auch noch die restlichen drei Modell-Planeten an ihren Platz zu bringen, den sie in unserem Modell-Sonnensystem einnehmen müssen. Dazu müßten wir 1434 und 2247 Meter vom Kürbis entfernt je eine Kirsche ablegen. Das wären dann Uranus und Neptun. Von hier aus hätten wir noch einmal einen Kilometer zu laufen, dann erst wäre die Grenze unseres Sonnensystems erreicht. Fast drei Kilometer von unserem Kürbis entfernt könnten wir eine Stecknadelkuppe zur Erde legen. Dieses winzige Pünktchen stellte dann den sonnenfernsten Planeten Pluto dar.

Zwischen unserem Stecknadelkuppen-Pluto und der Kürbis-Sonne liegen also zwei Äpfel, zwei Kirschen, zwei

groß Hitz, dürre Zeit, Unfruchtbarkeit,
Krieg, Raub, Mord, Aufruhr, Neid und Streit,
Frost, Kälte, Sturmwetter, Wassersnoth,
viel hoher Leute Abgang und Todt,
groß Wind, Erdbeben an manchem End,
viel Änderung der Regiment.
Solch Unglück insgesamt entsteht,
wenn ein Komet am Himmel geht.“

Die gewichtigen Ratsherren, die Wundärzte und Apotheker, die gelehrten Magister und die Stadtbibliothekare setzten sich zusammen und berieten, was sie tun könnten, um ihre Stadt vor dem Zorn Gottes oder des Teufels zu schützen.

Oft wurden „Kometen-Flugblätter“ gedruckt, auf denen Beschwörungsformeln zu lesen waren; denn man glaubte, mit Beschwörungen den Kometen vertreiben zu können. Eines dieser Flugblätter hatte folgenden Wortlaut: „Du Teufel, Satan, Beelzebub der Hölle! Versuche nicht, dich als Himmelsstern auszugeben. Du wirst die Rechtgläubigen nicht betrügen, deinen ketzerischen Schweif wirst du nicht verstecken können; denn keiner der Himmelssterne hat einen Schweif. Du rasender Komet, du böser Drachen, du ketzerischer Schweif... Tauche deinen Schweif in einen feurigen Strom, auf daß er schwarz werde und verbrenne. Kein Stern bist du, sondern ein verfluchter Komet.“

Nur wenige aufgeklärte Menschen wußten, daß die Kometen Himmelskörper sind, die fern von der Erde ihre

Die Himmelsbummler

Die „Zuchtrute Gottes“

Ein strahlenschöner Tag geht zu Ende. Die Sonne ist untergegangen, und am dunklen Himmel leuchten die Sterne auf. Plötzlich erscheint am Horizont ein heller Lichtstreif, der immer höher und höher steigt, bis er wie „ein leuchtendes Schwert“ am Himmel steht. Ein Komet ist aufgetaucht.

Wir können uns vorstellen, daß sich die Menschen des Mittelalters, die nichts über die Natur der Himmelskörper wußten, bei einer solchen Erscheinung zu Tode erschreckt haben. Voller Grauen sahen sie hinauf zu dem „Lichtschwert“, von dem sie glaubten, daß es entweder die „Zuchtrute Gottes“ oder „Teufelswerk“ sei. Auf alle Fälle traute man dem Kometen nur furchtbare Schlechtigkeiten zu. So schrieb zum Beispiel 1690 der Chronist Wolfgang Hildebrand folgendes Mahngedicht:

„Achterlei Unglück insgemein entsteht,
wenn in der Luft erscheint ein Komet:
viel Fieber, Krankheit, Pest und Todt,
schwere Zeit, Mangel und Hungersnoth,

Bahn ziehen. Aber ihren Worten schenkte man keinen Glauben. Ihre Ansicht setzte sich erst viele Jahrzehnte später durch. Auch als man wußte, daß die Kometen Himmelskörper sind, war man nicht etwa beruhigt und erfreute sich an dem schönen Schauspiel, das eine Kometenerscheinung bietet. Nun lebten die Menschen in neuer Furcht. Sie zitterten davor, daß die Erde mit einem solchen Himmelskörper zusammenstoßen könnte. Man betrachtete die eigenartigen Schweifträger als umherirrende Sterne, als Vagabunden des Weltraums, die von irgendwoher kommen und die irgendwohin ins Unbekannte fliegen.

Mister Halley macht eine Entdeckung

1705 gelang dem englischen Astronomen Halley eine wichtige Entdeckung. In alten Chroniken studierte er die Beschreibungen der rätselhaften Schweifsterne.

Dabei erkannte er, daß die Kometen der Jahre 1531, 1607 und 1682 fast dieselbe Bahn beschrieben hatten. Sollte das nicht ein und derselbe Himmelskörper sein, der die Sonne in 76 Jahren einmal umwandert? So fragte sich Halley. Dann berechnete er die Wiederkehr dieses Kometen und verkündete der Welt, daß im Herbst 1758 wieder ein Schweifstern erscheinen würde.

Das Jahr 1758 rückte heran, und überall suchte man am Himmel nach dem Halleyschen Kometen. Würde sich



melswanderer. Sie begeben sich wieder auf den sonnenfernen Teil ihrer Reise.

Daher zählen wir auch diese Schweifsterne zu unseren flüchtigen Bekanntschaften. Und so manches Rätsel, das sie uns aufgeben, haben wir bis heute noch nicht lösen können.

Steht der Komet der Sonne noch fern, dann ist er nur ein unscheinbares nebliges Sternchen. Erst wenn er sich ihr nähert, umgibt er sich mit einer Lichthülle, und schließlich bildet sich der charakteristische Schweif. Zu dieser Zeit erreicht der Komet seine größte Helligkeit. Man hat berechnet, daß der Schweif von besonders großen Kometen über 100 Millionen Kilometer lang sein kann. Nach dieser Glanzzeit verlieren sich die ruhelosen Himmelsbummler wieder als Nebelwölkchen in den Tiefen des Weltraums.

Die Bahnen der Kometen sind sehr verschieden. Einige kleinere entfernen sich nie weit von der Sonne. Der kleine Schweifstern Encke zum Beispiel braucht nur 469 Tage für eine Sonnenumwanderung.

Vom Kometen Halley haben wir bereits vorher gehört, daß er alle 76 Jahre wiederkehrt. In seiner sonnenfernten Stellung ist dieser Himmelsbummler von der Sonne fast ebensoweit entfernt wie der Grenzstein des Sonnensystems, der Wandelstern Pluto.

Aber wir kennen auch Schweifsterne, die sich von der Sonne noch einige hundertmal weiter entfernen als der Komet Halley. Diese Giganten brauchen 300 000 Jahre, ehe sie einmal die Sonne umkreisen.

dieser vagabundierende Himmelskörper nach den Berechnungen eines Astronomen richten und am Himmel auftauchen?

Er ist aufgetaucht! Und ein Bauer aus Prohlis bei Dresden hat ihn als erster entdeckt. Im Dezember 1758 fand der Bauer Palitzsch, der sich viel mit Astronomie beschäftigte, den Kometen, wie Halley vorausgesagt hatte. Und wir können berichten, daß uns der seltene Gast aus dem Weltraum auch 1835 und 1910 wieder pünktlich seinen Besuch abgestattet hat. Sein nächstes Erscheinen erwarten wir 1986.

Damit war der Beweis erbracht, daß die Kometen nicht ziellos im Weltraum umherfliegen, sondern zu unserem Sonnensystem gehören.

Eine Sonnenumwanderung in 300 000 Jahren

Wir sind heute über die Bahnen der Schweifsterne gut informiert. Sie bewegen sich genau wie die Wandelsterne um unsere Sonne. Betrachten wir eine Zeichnung von den Bahnen einiger Kometen, dann sehen wir sofort, daß sie nicht kreisähnlich verlaufen wie die der Wandelsterne. Sie bilden vielmehr langgestreckte Ellipsen. Die Kometen können der Sonne sehr nahe kommen, ja, manche berühren fast die Sonnenoberfläche, wenn sie mit rasender Geschwindigkeit an ihr vorbeifliegen. Aber schon nach kurzer Zeit verlassen uns die unstillen Him-

ständige Kometen. Aber der Zerfall dieser beiden Teilkometen ging weiter; der Himmelskörper verwandelte sich in einen Schwarm kleiner und kleinster Trümmer. 1872 ist die Erde diesen Resten begegnet. Sie flog mitten durch die Wolke der Kometentrümmer. Viele Trümmerstücke sind in die Lufthülle unseres Planeten eingedrungen. Aber bevor sie auf die Erdoberfläche fallen konnten, verbrannten sie in der Luft. Von der Erde aus sah man nur einen herrlichen Sternschnuppenregen. Viele Stunden lang leuchteten Millionen Sternschnuppen am Himmel auf.

Steine, die vom Himmel fallen

In 24 Stunden 20 Millionen Sternschnuppen

Gehen wir einmal abends nach Sonnenuntergang hinaus in den Garten und betrachten den Himmel. Diesmal interessieren uns nicht die beständigen Sterne, sondern die vergänglichen Sternschnuppen, die nur für ganz kurze Zeit aufleuchten und dann wieder verlöschen. Bei klarem Nachthimmel können wir in jeder Stunde etwa zehn Sternschnuppen beobachten. Aber wir haben schon gehört, daß zu manchen Zeiten ein ganzer „Sternschnuppenregen“ niedergehen kann, dann nämlich, wenn die Erde einen Meteorschwarm kreuzt. So etwas

Die Familie der Kometen ist zahlreich. Der deutsche Astronom Johannes Kepler sagte einmal: „Im Sonnensystem gibt es mehr Kometen als Fische im Ozean.“ Bisher hat man von der Erde aus etwa tausendmal Kometen beobachtet.

Woraus besteht ein Kometenschweif?

Die Kometen bestehen aus einem Kopf und aus einem Schweif. Der Kopf wird von kleinen Gesteins- und Metallbrocken und großen Gasmassen gebildet. Nähert sich der Komet der Sonne, dann strömt aus dem Kopf immer mehr Gas aus. Es bildet den Schweif des Kometen, der wie ein riesiger Scheinwerferstrahl am Himmel zu sehen ist. Aber diese Gasmassen sind so dünn und fein verteilt, daß man sogar ganz kleine Sterne durch den Kometenschweif hindurchscheinen sieht. Unsere Erde ist schon mehrmals durch einen Kometenschweif hindurchgewandert. Aber niemals ist dabei etwas passiert. Dieses Ereignis wurde nur von den Wissenschaftlern bemerkt.

In großer Entfernung von der Sonne wird der Schweif immer kleiner, und schließlich nimmt der Komet die Form einer runden oder ovalen Wolke an.

Manchmal kommt es vor, daß Kometen zerfallen. So etwas hat man 1845 beim Kometen Biela beobachtet. Vor den Augen der Astronomen teilte er sich in zwei Teile. Sieben Jahre später erschienen dann zwei selb-



passiert in jedem Jahr vom 8. bis 13. August, vom 10. bis 14. November und noch an einigen anderen Tagen. An den übrigen leuchten in 24 Stunden etwa 20 Millionen Sternschnuppen auf, die aber nicht alle mit bloßem Auge zu beobachten sind.

Früher glaubte man, diese Sternschnuppen seien abstürzende verlöschende Sterne. Aber wir haben ja schon gehört, daß es kleine Trümmerstücke aus dem Weltraum sind, die in die Lufthülle der Erde eindringen und hier für kurze Zeit aufleuchten. In der Wissenschaft nennt man die Sternschnuppen Meteore.

Sind Meteore gefährlich?

Die meisten Meteore sind nicht größer als winzige Sandkörner. Aber diese „Stäubchen aus dem Weltraum“ haben sehr große Geschwindigkeiten. Wenn sie mit den Luftteilchen der Erde zusammenstoßen, dann gibt es eine kleine Katastrophe; denn der Luftwiderstand ist für diese winzigen Meteore ein undurchdringliches Hindernis. Sie erhitzen sich bis auf einige tausend Grad und verdampfen. Dabei strahlen sie ein grelles Licht aus. Die Lufthülle ist also ein sehr wirksamer Schutz gegen Meteore. Die meisten werden schon 70 Kilometer über dem Erdboden unschädlich.

Manchmal durchdringen größere Meteore die Lufthülle und stürzen wie eine Bombe auf die Erdoberfläche.

Was uns die Himmelssteine verraten

Schon im Jahre 1794 hat der deutsche Physiker Chladni erkannt, daß Meteore Gebilde sind, die aus dem Welt-raum stammen. Er erklärte, daß es dort außer den großen Körpern, den Sonnen und Planeten, unzählige kleinere gibt, die ihn entweder einzeln oder in kleinen Gruppen in allen Richtungen durchwandern. Kommen diese Körper in den Anziehungsbereich der Erde, dann stürzen sie auf den großen Ball zu. Diese Ansicht hat sich bestätigt.

Viele Meteore stammen von zerfallenden Kometen. Aber das ist nicht allgemein so. Der Astronom Cuno Hoffmeister von der Bergsternwarte Sonneberg hat nachgewiesen, daß viele Meteore auch aus dem weiten Fixsternraum zu uns kommen.

Dadurch werden die Himmelssteine für die Astronomen äußerst wertvoll. Es sind die einzigen Stoffe, die unmittelbar aus dem Weltall zu uns gelangen. In unseren Laboratorien können wir sie untersuchen, ihre Zusammensetzung feststellen und ihre Eigenschaften erforschen.

Auf der ganzen Erde hat man bisher etwa 1500 Meteorite gesammelt. Alle diese Himmelssteine bestehen aus den gleichen Stoffen wie unsere Erde: Entweder sind sie aus Gesteinen aufgebaut, die wir auch auf unserer Erde kennen, oder sie enthalten Eisen und Nickel.

„Das zeigt uns“, sagt Bruno H. Bürgel, „daß überall im weiten Weltall nach demselben Rezept gekocht wird wie

Das geschah am 12. Februar 1947 in der östlichen Sowjetunion. Am wolkenlosen Himmel erschien plötzlich in großer Höhe ein strahlender Feuerball, der fast so hell war wie die Sonne. Glücklicherweise ging diese Granate aus dem Weltraum weit entfernt von jeder Ortschaft nieder. Sie explodierte mit Donnergetöse in der einsamen Taiga. Aber dort richtete sie große Verwüstungen an. Ringsum waren Bäume entwurzelt, und im weißen Schnee sah man viele dunkle Trichter. Die ganze Gegend sah aus, als wäre sie von Artillerie beschossen worden. In der Umgebung fand man Tausende kleinere und größere Eisensplitter. Solche Himmelssteine, die bis auf die Erdoberfläche gelangen, bezeichnet man als Meteorite. Aber solche riesigen Meteore sind sehr selten. Die meisten Himmelssteine werden von der Luft abgebremst, fallen verhältnismäßig harmlos auf die Erde und richten hier keine Zerstörungen an. Von 100 000 Meteoriten behält etwa nur einer seine zerstörende Kraft. Überlegen wir nun noch, daß der größte Teil des Erdballs entweder vom Meer bedeckt oder noch unbewohnt ist, dann sehen wir sofort, daß jede Meteorfurcht unbegründet ist. Im Laufe der letzten fünf Jahrhunderte ist es nur ganz selten geschehen, daß kleinere Meteore auf Gebäude gefallen sind. Einmal stürzte ein Himmelsstein einer Waschfrau genau in den Zuber, ein anderer landete auf einem Schlitten. 1939 durchschlug ein Meteor in Nordamerika ein Garagendach, das Dach eines Kraftwagens, den Fahrersitz und den Motor.

Aus dem Märchenbuch des Himmels

Es mag sein, daß ihr einmal spätabends noch unterwegs seid. Die Sonne ist längst untergegangen, und vom dunklen Himmelszelt leuchten bereits Tausende Sterne zu euch herab. Angesichts dieser Pracht erinnert ihr euch vielleicht an einen Satz in diesem Buch: Jedes einzelne der Lichtpünktchen ist eine ferne Sonne.

Heute weiß jeder Mensch, der sich nur ein wenig mit der Sternkunde befaßt, daß es tatsächlich so ist.

Aber wieviel Opfer mußten gebracht werden, wieviel tausend Jahre mußten vergehen, ehe man diese Wahrheit erkannte.

Astronomen, wie zum Beispiel Tycho de Brahe, beobachteten ihr ganzes Leben hindurch den gestirnten Himmel. Gelehrte wie Nikolaus Kopernikus und Johannes Kepler stellten langwierige Berechnungen an, Naturwissenschaftler wie Galileo Galilei und Giordano Bruno nahmen die Verfolgung der Kirche auf sich, und schließlich erfand man das Fernrohr, mit dem man „ferne Dinge nahe sehen kann“.

Das alles ist in den letzten fünf Jahrhunderten geschehen. Aber was mögen die Menschen vor einigen tausend Jahren über diese Lichtpünktchen gedacht haben?

hier bei uns, und daß auch die Naturgesetze überall gültig sind. So muß überall im Weltraum das gleiche entstehen, sich bilden und entwickeln können.“

Und da beobachteten sie vielleicht, wie sich einmal der Mond vor die kleine Sterngruppe schob, die wir heute als „Siebengestirn“ bezeichnen.

In den Menschen, die das bemerkten, mag dieses Erlebnis weitergelebt haben, sie schmückten es aus und erfanden einiges dazu. Eines Tages erzählten sie dann die Geschichte vom bösen Wolf, der sieben Geißlein verschlungen hat.

So kann das Märchen von den sieben Geißlein entstanden sein, das in Australien ebenso bekannt ist wie in Mittelamerika und in Europa.

Wie der kühne Jäger Orion an den Himmel kam

Aber der Sternhimmel hat uns nicht nur schöne Märchen geschenkt, die Sterne haben die menschliche Phantasie noch in mancherlei Weise angeregt. Schon in ältester Zeit brachten die Menschen verschiedene auffällige Sterne willkürlich miteinander in Zusammenhang. Sie bildeten aus ihnen Sternbilder. Betrachten wir einmal eine Skizze von den sieben Sternen des „Großen Wagens“. Wenn wir diese Sterne durch einige Striche miteinander verbinden, dann entsteht tatsächlich ein Bild, das uns an einen Wagen mit einer Deichsel erinnert. Ebenso ist es beim „Kleinen Wagen“, der uns allen bekannt sein wird.

Die Sterne als Märchendichter

Vor einigen tausend Jahren befaßten sich unsere Vorfahren mit Jagd und Fischfang, mit Ackerbau und Viehzucht. Ständig mußten sie auf der Hut sein vor drohenden Gefahren, vor wilden Tieren oder Naturkatastrophen, um den täglichen Lebenskampf bestehen zu können. Im Laufe der Zeit sammelten sie einen reichen Erfahrungsschatz über Vorgänge in der Natur. Aber dieses Wissen ist in keinem Buch aufgeschrieben, denn unsere Vorfahren hatten ja noch nicht gelernt, ihre Gedanken, ihren Glauben und ihre Abenteuer schriftlich niederzulegen. Das gesammelte Wissen wurde vielmehr durch Erzählungen von einer Generation auf die andere übertragen. In den nächtlichen Zusammenkünften am Lagerfeuer mögen viele unserer Märchen entstanden sein. In diesen alten Überlieferungen wird kein Unterschied gemacht zwischen Menschen und Dingen aus der Umgebung. Die Tiere, die Pflanzen und die Himmelskörper handeln, denken und reden immer so, wie es in dem Stamm üblich war, in dem diese Erzählungen entstanden sind.

Sicherlich haben unsere Vorfahren auch die Vorgänge am Himmel sehr genau beobachtet; denn die Handlungen vieler Märchen können wir gut mit Vorgängen am Himmel vergleichen.

In den Nächten schauten die Alten zum Himmel hinauf, an dem sie die Sterne sahen, die auch wir heute kennen.

arabischen Ursprung; denn lange Zeit hindurch war das Morgenland die reichste Quelle astronomischen Wissens. Viele dieser Namen sind im Laufe der Jahre arg verstümmelt worden. So nennen wir heute zum Beispiel einen Stern im „Großen Löwen“ Denebola. Eigentlich heißt dieser Stern „dhéneb ul ássad“, das bedeutet: Löwenschwanz.

Weshalb der Polarstern Polarstern ist

Einer der bekanntesten Sterne ist der Polarstern. Äußerlich ist an diesem berühmten Lichtpünktchen nichts Besonderes zu erkennen. Aber er hat eine Eigenschaft, die schon den ältesten Völkern bekannt war. Die nordischen Völker zum Beispiel nannten ihn „Nordhurstjarna“ oder „Leidharstjarna“, also Leitstern nach Norden. Wenn die Wikinger in ihren winzigen offenen Booten von Skandinavien nach Island, Grönland oder gar bis Nordamerika fuhren, dann war ihnen dieser Stern ein verlässlicher Wegweiser in der weiten Wasserwüste des Atlantischen Ozeans.

Um dieses Sternchen scheinen sich alle anderen zu drehen. Wenn wir den Himmel von abends bis morgens beobachten, dann sehen wir, wie die Sterne im Laufe der Nacht über den ganzen Himmel wandern. Nur einer bewegt sich nicht von der Stelle, das ist der Polarstern.

Aber nicht alle Sternbilder sind so deutlich ausgeprägt. Oft müssen wir schon sehr viel Phantasie entwickeln, bevor wir zum Beispiel einen „Walfisch“, einen „Raben“ oder einen „Hund“ erkennen. Vor allem haben die Menschen ihren Sagengestalten, ihren Göttern und ihren großen Helden am Himmel bleibende Denkmäler errichtet. Da war zum Beispiel der kühne Orion, der nach der Sage die Menschheit von den wilden Tieren befreit haben soll. Aus Dankbarkeit für diese Tat hat man eine der schönsten Sterngruppen nach dem tapferen Jäger benannt. Betrachten wir das Sternbild Orion auf einer Sternkarte oder am Himmel, dann haben wir wirklich den Eindruck eines Mannes, der sich einem angreifenden Stier entgegenstemmt.

Wir sagten schon, es ist oft nicht leicht, die verschiedenen Sternfiguren zu erkennen. Das mag wohl daran liegen, daß es früher hauptsächlich darauf ankam, die verwirrende Vielzahl der Sterne in einzelne Gruppen zusammenzufassen. Und diesen Zweck erfüllen die alten Sternbilder auch heute noch.

Ohne Zweifel hatten früher alle Völker eigene Sternbezeichnungen. Aber vieles davon ist im Laufe der Zeit verlorengegangen. Die heute gebräuchlichen Benennungen für die Sternbilder stammen hauptsächlich aus Griechenland.

Deshalb tragen auch viele von ihnen so fremdklingende Namen wie Kepheus, Kassiopeia, Andromeda oder Orion. Daneben erhielten besonders helle Sterne oft auch eigene Namen. Viele dieser Sterneigennamen haben

gewaltiger Entfernung von der Erde den Polarstern berühren.

Am Nordpol ist die Erdachse genau senkrecht nach oben gerichtet, und der Polarstern steht dort genau über uns, in der Mitte des Himmels. Alle Sterne, die ihn „umkreisen“, sind die ganze Nacht hindurch zu sehen. In unserer Gegend ist das nicht so. Bei uns steht der Polarstern in einem Winkel von etwa 50 Grad über dem nördlichen Horizont, und viele Sterne entziehen sich nachts unserer Beobachtung.

Ein kleiner Versuch wird uns dieses Verhältnis deutlich zeigen:

Wir nehmen eine runde Pappscheibe oder einen Bierdeckel und bohren genau in die Scheibenmitte ein kleines Loch. Dann malen wir einige Punkte auf die Scheibe: einen genau neben das Loch, einige an den Rand und schließlich noch einige zwischen Rand und Mitte. Diese Punkte sollen Sterne darstellen. Sind wir damit fertig, dann stecken wir als Achse einen spitzen Bleistift in das Loch der Scheibe. Den Bleistift neigen wir auf einer Tischplatte so, daß ein Teil der Scheibe von der Tischkante verdeckt wird.

Sofort bemerken wir, daß einige Sterne auf dem künstlichen Sternhimmel nicht zu sehen sind, weil sie unter der Tischkante versteckt sind. Erst wenn wir die Scheibe langsam drehen, dann steigen diese Punkte über den Horizont der Tischkante: Sie gehen auf. Dafür verschwinden aber einige Punkte auf der anderen Scheibenseite wieder hinter der Tischkante: Diese gehen unter.



Nehmen wir ein Kinderwagenrad und bringen darauf zwei Punkte an: einen genau in der Mitte, den anderen am Rand des Rades. Versetzen wir jetzt dieses Rad in langsame Drehung, dann sehen wir, wie sich der Punkt am Rand mit dem Rad bewegt, er beschreibt einen Kreis. Der Punkt in der Mitte des Rades dagegen steht still, an ihm können wir keine Bewegung erkennen. Genau das gleiche geschieht am Himmel. Wir wissen, daß die Drehung des Sternhimmels um die Erde dadurch zustande kommt, daß sich die Erde um ihre eigene Achse dreht. Diese aber zeigt im Norden genau auf den Polarstern. Würden wir eine riesige Stange so durch den Erdball spießen, daß sie im Süden genau durch den Südpol und im Norden genau durch den Nordpol geht, und wäre diese Stange so lang, daß sie viele Millionen Kilometer in den Weltraum hinausragte, dann müßte sie in

Bei einiger Übung werdet ihr bald einen guten Überblick haben. Allerdings müßt ihr daran denken, daß sich mit den Jahreszeiten auch der Anblick des Himmels ändert. Am 1. Januar steht abends um 22 Uhr das Sternbild Orion genau im Süden über dem Horizont, aber am 1. Juli findet ihr an dieser Stelle das Sternbild Skorpion. Am Rand der Sternkarte sind deshalb auch die zwölf Monate angegeben. Wollt ihr an einem Februartag um 22 Uhr den Sternhimmel betrachten, so braucht ihr nur den Februrteil der Karte genau nach Süden zu richten. Dann stimmen Karte und Sternhimmel genau überein.

Aber noch etwas anderes ist zu beachten: Im Winter sehen wir Sternbilder, die wir im Sommer nicht zu Gesicht bekommen und umgekehrt. Ist das schon wieder ein neues Geheimnis? Keineswegs.

Die Erde umwandert bekanntlich in einem Jahr einmal die Sonne. Dadurch „verdeckt“ uns die Sonne jeden Monat ein anderes Sternbild. Ein Beispiel wird uns das wieder erklären. Wir stellen eine Blumenvase oder irgend etwas anderes in die Mitte des Zimmers. Das soll unsere Sonne sein, um die wir dann herumwandern. Dabei stellen wir folgendes fest: Stehen wir an der Tür, dann sehen wir hinter der Blumenvase das Fenster. Stehen wir aber am Fenster, dann sehen wir hinter der Blumenvase die Tür.

Das gleiche geschieht am Himmel. Im Sommer steht hinter der Sonne das Sternbild Orion, beide befinden sich zur gleichen Zeit am Tageshimmel. Da die Sonne wesentlich heller ist als die Sterne, werden die kleinen Licht-

Das gleiche können wir auch am wirklichen Himmel beobachten: Auch hier gibt es „Sternaufgänge“ und „Sternuntergänge“. Nur Sterne sehr nahe am Polarstern sind auch in unserer Gegend die ganze Nacht hindurch zu sehen. Wir nennen sie „Zirkumpolarsterne“, Sterne, die sich um den Polarstern drehen.

Zu ihnen gehören die des Kleinen und des Großen Wagens und noch verschiedene andere.

Wie wir uns am Himmel zurechtfinden

Wie kann man sich überhaupt im Gewimmel der vielen Sterne zurechtfinden?

Das ist durchaus nicht so schwer, wie es auf den ersten Blick erscheint. Auf einer Sternkarte sind die Hauptsterne aller Sternbilder durch Linien miteinander verbunden. Dadurch entstehen einfache Figuren, die ihr euch leicht einprägen könnt. Ohne Schwierigkeiten werdet ihr auf der Karte das bekannte Bild des Großen Wagens finden. Ihr seht die drei Deichselsterne und die vier Sterne, die den eigentlichen Wagen bilden. Verlängert ihr die Linie, die die beiden hintersten Sterne miteinander verbindet, etwa fünfmal nach oben, dann trifft sie genau auf den Polarstern. Dieser ist aber schon der erste Deichselstern des Kleinen Wagens. Von hier aus könnt ihr leicht das ganze Sternbild finden. Genauso einfach ist es auch mit allen anderen Bildern.

hoffte, ihm würde der Bauer die Antwort schuldig bleiben müssen. Dann aber hätte er, der reiche Kaufherr, einen Grund gehabt, dem Bauern Dummheit vorzuwerfen und ihm die Stellung zu kündigen.

Aber statt verlegen zu schweigen oder sich herauszureden, gab ihm der Bauer Antwort: „Gütiger Herr, wenn Ihr erlaubt, es sind genauso viele, wie es Wassertropfen im Mittelmeer gibt.“

„Und wieviel Wassertropfen gibt es im Mittelmeer?“

„Genauso viele, wenn Ihr gestattet, wie hundert ausgewachsene Hunde Haare haben.“



punkte von der Sonne überstrahlt und bleiben unsichtbar. Am Nachthimmel sehen wir zur Sommerszeit das Sternbild Leier. Im Winter dagegen ist es umgekehrt, dann überstrahlt die Sonne das Sternbild der Leier. Nachts sehen wir dafür den schönen Orion.

Weißt du, wieviel Sternlein stehen?

In einem alten italienischen Buch habe ich einmal folgende Geschichte gelesen: Der vermögende florentinische Kaufherr Leonardo Vittelecci, der bei allen Bürgern der Stadt wegen seines Reichtums hochgeachtet war, besaß außerhalb der Stadt ein schönes Landgut. Dieses Gut wurde von Fausto Peccio, einem braven biederem Bauern, bewirtschaftet. Aber Leonardo Vittelecci war mit seinem Gutsverwalter nicht zufrieden. Ständig suchte er nach einem passenden Grund, diesen Fausto Peccio mit einigem Anstand loszuwerden, bis er eines Tages plötzlich einen guten Einfall hatte. Leonardo Vittelecci ließ sich auf das Gut hinausfahren, wo er auch den Fausto Peccio bei der Arbeit antraf. Nach mancherlei Gesprächen stellte der Kaufmann dem Bauern plötzlich eine Frage: „Sagt einmal, mein lieber Gvatter Peccio, wieviel Sterne stehen eigentlich des Nachts an unserem Himmelszelt?“

Nach dieser Frage leuchtete das Gesicht Vitteleccis vor lauter freudiger Erwartung wie eitel Sonnenschein. Er

Das Reich der Fixsterne

Leise streicht der Abendwind über die Savanne im Hinterland der afrikanischen Elfenbeinküste. In den Dörfern der Neger ruht nun die Tagesarbeit. Eben wird der dampfende Kloß, aus der Yamsknolle zubereitet, aufgetragen. Auf der offenen Veranda eines Hauses sitzen die Vornehmen des Stammes in ihren reichverzierten blauweißen Gewändern. Die Mädchen zerzupfen Baumwolle und lassen die Spindel auf dem Boden tanzen. Alle sind mäuschenstill und lauschen der Geschichte von Niamye, dem obersten Gott, und seinem Reich:

„Die Sterne sind Lampen, aber sie sind kleiner als der Mond. Niamye hängt sie jeden Abend am Himmel auf und zündet sie an, wenige, wenn er müde ist, aber wenn er vergnügt ist und zufrieden mit den Menschen, dann sind es unzählig viele. Wenn es dann Morgen werden will, werden die großen ausgelöscht, die braucht man dann nicht mehr, aber die kleinen leuchten noch viel länger.

Niamye hängt die Sterne immer an der gleichen Stelle auf. Manche aber wandern auch wie die Sonne und der Mond und haben ihren Weg, aber am Tage leuchten sie nur für Niamye.“

Wir wissen es schon besser. Die Sterne sind nicht kleiner als der Mond, sondern Himmelskörper wie unsere Sonne, mindestens ebensogroß, so heiß und so hell wie sie. Aber dieses Wissen ist noch recht jung. Wir denken

An diese Geschichte und vor allem an den findigen Bauern muß ich immer denken, wenn ich nach der Zahl der Sterne gefragt werde, die wir am Himmel sehen. Allerdings kann ich dann keine Geschichten von Wassertropfen und Hundefellen erzählen. Ich muß schon eine vernünftige Antwort geben. Aber diese wird euch wahrscheinlich enttäuschen: Es sind nicht Millionen oder gar „unzählige Sterne“. Mit bloßem Auge können wir in einer sehr klaren Neumondnacht am nördlichen Himmel etwa 3000 erkennen. Am südlichen Himmel sind es etwa genausoviel. Also am nördlichen und am südlichen Himmel sieht man mit bloßem Auge im ganzen etwa 6000 Sterne. Alle sind gezählt, in Sternkarten eingetragen, und alle haben Namen erhalten. Aber schon wenn wir den Himmel mit einem Feldstecher betrachten, können wir wesentlich mehr als „nur“ 6000 Sterne erkennen. Je größer der „Himmelsgucker“ ist, um so mehr Sterne zeigt er uns. Mit den Riesenfernrohren der großen Sternwarten sieht man tatsächlich mehrere hundert Millionen von solchen Lichtpünktchen. Aber das sind längst nicht alle Sterne, die es im unendlich weiten Weltraum gibt. Auch hinter dem fernsten Stern, den wir mit den Riesenaugen der Fernrohre gerade noch sehen können, gibt es immer neue Sonnen und Sonnensysteme. Das Weltall hat keine Grenze.

daran, daß man sich vor einigen hundert Jahren noch nicht klar darüber war, was diese Lichtpünktchen darstellen. Und wir erinnern uns, daß vor knapp 400 Jahren Giordano Bruno verbrannt wurde, weil er behauptet hatte, die Sterne, die wir hinter dem Bereich des Sonnensystems erblicken, wären zahllose Sonnen oder Feuer, um die sich ihrerseits für uns unsichtbare Erden drehen. Seit dieser Zeit hat die Sternkunde eine stürmische Entwicklung erlebt.

Eine Streichholzschachtel wiegt 20 000 Tonnen

Am nächtlichen Himmel sehen wir kleinere und größere Sterne. Aber das bedeutet durchaus nicht, daß die größeren auch wirklich größer sind. Ein besonders heller Stern kann viel kleiner sein als irgendein winziger Stern, den wir kaum beachten. Ein einfaches Beispiel wird uns davon leicht überzeugen. Stehen wir unmittelbar unter einer Straßenlaterne, erscheint sie uns groß und hell. Aber je weiter wir uns von ihr entfernen, desto schwächer leuchtet sie, und desto kleiner mutet sie uns an. Genauso ist es auch bei den Sternen; auch hier bestimmt die Entfernung, wie groß und wie hell uns die Sterne erscheinen.

Von der Erde aus gesehen, ist die Sonne ein mächtiger blendendheller Glutball. Befänden wir uns aber auf dem Polarstern, dann wäre sie mit bloßem Auge gar

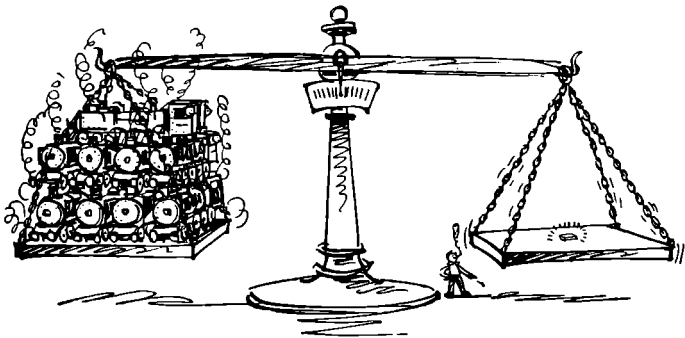


Neben den Giganten gibt es auch ausgesprochene Zwerge. Diese Sterne sind sehr heiß und haben eine ungewöhnlich große Dichte. Manche von ihnen sind nicht größer als unsere Erde, aber sie bestehen aus sehr schwerem Stoff. Der kleine Stern Wolf 457 im Sternbild Jungfrau ist sogar wesentlich kleiner als unsere Erde. Aber könnten wir eine Streichholzschachtel mit dem Stoff füllen, aus dem dieser Zwerg aufgebaut ist, dann würde diese Schachtel auf der Erde 20 000 Tonnen wiegen. So vielgestaltig ist die Sternwelt.

Der Zollstock der Astronomen — das Lichtjahr

Dem Wandelstern Jupiter und seinen Monden verdanken wir eine sehr wesentliche Erkenntnis. Schon mit einem einfachen Fernrohr können wir von der Erde aus den Lauf der Jupitermonde gut verfolgen. Wir sehen, wie die kleinen Monde bald links und bald rechts von ihrem großen Mutterplaneten stehen. Geraten sie in den Schatten des Planeten, dann verfinstern sie sich. Die Verfinsterungen kann man sogar voraussagen. Das hat 1675 schon der Astronom Olaf Römer getan. Aber er erlebte dabei eine verwirrende Überraschung: Anfangs erfolgte die Verfinsterung der Jupitermonde pünktlich zur vorausgerechneten Zeit. Aber nach einem halben Jahr hatten sie eine Verspätung von fast 17 Minuten. Woran konnte das liegen?

nicht zu finden. Diese Tatsache erlaubt uns eine sehr wichtige Schlußfolgerung: Vom Polarstern aus gesehen, würden wir die Sonne nur mit einem großen Fernrohr erkennen. Von uns aus gesehen, ist der Polarstern einer der hellsten Lichtpunkte, also muß er wesentlich größer sein als die Sonne. Und so ist es auch. Der Durchmesser des Polarsterns ist fast fünfzigmal größer als der Sonnendurchmesser. Aber er gehört immer noch zu den kleinen Sternen. Der Stern Antares im Sternbild Skorpion zum Beispiel übertrifft ihn an Größe um ein Vielfaches. Wenn dieser Riese an der Stelle unserer Sonne stände, dann würden die Bahnen der Wandelsterne Merkur, Venus, Erde und Mars noch innerhalb dieses Sternes liegen, und die Sonne wäre ein winziger Punkt in seiner Mitte. Die Riesensonne VV Kephei hat sogar einen Rauminhalt, der den unserer Himmelsleuchte fast 14 milliardenmal übertrifft. Dafür ist die Materie dieses Sterns noch wesentlich dünner als die Lufthülle unserer Erde.



Diese Riesenzahlen wären viel zu unübersichtlich. Viel einfacher ist es, zu sagen, das Licht vom Polarstern erreicht uns nach 360 Jahren, oder dieser Stern ist 360 Lichtjahre von uns entfernt.

Unsere „nächsten“ Nachbarn

Im Herbst 1838 war es endlich geschafft. Über ein Jahr lang, seit dem Sommer 1837, hatte der Astronom Friedrich Wilhelm Bessel Nacht für Nacht hinter seinen Instrumenten gesessen. Während der langen Zeit beschäftigte ihn ein kleiner Stern im Sternbild Schwan. Der Astronom wollte feststellen, wie weit dieses Sternchen von uns entfernt ist. Und nach einem Jahr mühseligster Arbeit gelang ihm das auch. Er konnte verkünden, daß der Stern „61 Cygni“, wie ihn die Astronomen nennen, von der Erde 10,5 Lichtjahre entfernt ist.

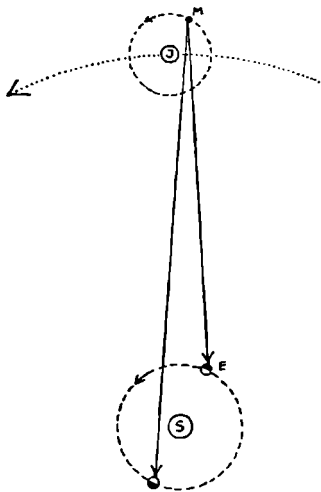
Das war der erste gelungene Versuch, den Abstand einer fernen Sonne zu bestimmen. Später überprüfte man die Messungen Bessels mehrmals, aber immer stellte man das gleiche fest: Die Arbeit, die Friedrich Wilhelm Bessel vor mehr als 100 Jahren mit einfachen Mitteln durchgeführt hat, gilt auch heute noch als zuverlässig. Ähnliche Entfernungsmessungen sind etwa zur gleichen Zeit auch von den Astronomen W. I. Struve in Rußland und T. Henderson in Südafrika durchgeführt worden.

Olaf Römer hat den Grund dafür bald gefunden: Während dieses halben Jahres hat die Erde ja die Hälfte ihres jährlichen Weges um die Sonne zurückgelegt und sich dabei auch von ihrem Bruderplaneten Jupiter immer mehr entfernt. Nach diesem halben Jahr war sie von ihm 300 Millionen Kilometer weiter entfernt als vorher.

Die Lichtstrahlen vom Jupiter mußten jetzt also 300 Millionen Kilometer

mehr zurücklegen, ehe sie uns berichten konnten, daß ein Mond vom Jupiterschatten verdeckt wird. Und dadurch konnte diese „Verspätung“ von fast 17 Minuten zustande kommen. Daraus läßt sich leicht berechnen, daß die Lichtstrahlen in einer Sekunde 300 000 Kilometer zurücklegen.

In einem ganzen Jahr durchheilt das Licht also die gewaltige Strecke von 9,5 Billionen Kilometern. Und das ist das Maß, mit dem die Astronomen die Entfernungen der Sterne messen. Wollen sie zum Beispiel angeben, wie weit der Polarstern von unserer Erde entfernt ist, dann sagen sie nicht, bis zum Polarstern sind es 2 840 000 000 000 000 (das sind 2840 Billionen) Kilometer.



Ein Beispiel soll uns das deutlicher machen: Wir nehmen einige Stecknadeln und pieken sie in ein kleines Holzbrettchen. Betrachten wir dann dieses Brettchen mit einem Auge genau von der Seite her, dann stehen alle Stecknadeln scheinbar nebeneinander. Genauso ist es auch am Sternhimmel. Der helle Stern Beteigeuze im Sternbild Orion hat von der Erde einen Abstand von 300 Lichtjahren, aber der Stern Rigel im gleichen Sternbild ist von uns fast doppelt so weit entfernt. Zwischen uns und ihm liegen 550 Lichtjahre.

Sternzwillinge und Sternfamilien

Wir wollen uns den mittleren Deichselstern des Großen Wagens etwas genauer ansehen. In einer sehr dunklen Nacht werden wir erkennen, daß ganz dicht neben dem Stern noch ein Lichtpüktchen steht. Dieses Sternchen nennen wir „Reiterchen“ oder „Alkor“, und der helle Hauptstern heißt bei den Astronomen „Mizar“. Der Abstand zwischen Mizar und Alkor ist sehr gering, und wir müssen schon sehr gute Augen haben, wenn wir die zwei nebeneinanderstehenden erkennen wollen. Man sagt, daß in alter Zeit bei den Arabern die Sehschärfe der Soldaten an diesen beiden Sternen geprüft wurde. Wenn wir das Reiterchen neben dem hellen Mizar mit bloßem Auge nicht sehen können, dann nehmen wir einfach ein Fernrohr zu Hilfe. Schon mit einem

Unser allernächster Nachbar im Weltraum ist der Stern „Alpha Kentauri“, den wir jedoch nur am Südhimmel sehen können. Er ist von uns 4,3 Lichtjahre entfernt, das sind also etwa 41 Billionen Kilometér. Wollten wir diese Entfernung mit einem der schnellen modernen Flugzeuge überbrücken, dann brauchten wir dazu 1 560 000 Jahre, vorausgesetzt, daß unser Flugzeug die ganze Zeit hindurch eine Geschwindigkeit von 3000 Stundenkilometern beibehält. Und dieser Stern ist unser nächster Nachbar. Überlegt euch selbst, wie lange wir unterwegs wären, wenn wir einen Stern besuchen wollten, der 50 000 Lichtjahre von uns entfernt ist.

Auf der folgenden Tabelle findet ihr die Entfernungen einiger bekannter Sterne, die wir zu unseren Nachbarn im Weltraum zählen können.

Gestirn	Entfernung in Lichtjahren
Alpha Kentauri (Südhimmel)	4,3
Sirius im Großen Hund	9
Wega in der Leier	27
Hauptsterne des Großen Wagens	50 bis 100
Beteigeuze im Orion	300
Polarstern	360
Siebengestirn	300

Die Sterne haben also einen sehr unterschiedlichen Abstand von unserer Erde. Selbst die zum gleichen Sternbild gehören, sind durchaus nicht alle gleich weit von uns entfernt. Wir sehen sie zwar nebeneinander, aber im Weltraum stehen die Himmelskörper auch hintereinander.



das Siebengestirn sehen. Hier haben wir gleich eine Sternfamilie vor uns. Das Fernrohr zeigt uns ihre ganze Pracht. Auf einem Raum von 30 Lichtjahren Durchmesser stehen hier 400 riesige Sonnenbälle nebeneinander. Das Siebengestirn bildet einen sogenannten offenen Sternhaufen. Bis heute sind uns etwa 500 von solchen Sternfamilien bekannt.

Wir haben das Siebengestirn als einen offenen Sternhaufen bezeichnet. Es gibt auch andere, die ausgesprochen kugelförmig sind. Und diese beiden Arten unterscheiden sich voneinander. Vor allem sind die kugelförmigen Haufen wesentlich sternreicher als die offenen, zu denen meist nur einige Dutzend oder bestenfalls einige hundert Sonnen gehören. Die größeren kugelförmigen Sternhaufen dagegen bilden regelrechte Sternstaaten, denen viele hunderttausend Sonnen angehören.

kleinen können wir eine interessante Entdeckung machen: Das Reiterchen steht ein ganzes Stück von Mizar entfernt, und zwischen beiden tauchen sogar noch weitere kleinere Lichtpunkte auf. Die interessanteste Entdeckung aber machen wir mit unserem Himmelsgucker am Stern Mizar selbst: Wir sehen ihn doppelt, ganz dicht neben ihm steht noch ein kleinerer zweiter Stern. Mizar ist ein Doppelstern. Beide Himmelskörper stehen sich so nahe, daß wir sie als Geschwister bezeichnen müssen. Es sind zwei Sonnen, die sich gegenseitig umkreisen.

Solche Doppelsonnen sind durchaus nicht selten. Gegenwärtig sind den Astronomen etwa 45 000 von solchen Sternzwillingen bekannt. Oft zeigen die beiden Geschwister sogar verschiedene Färbungen: der eine Stern rot oder bläulichweiß, der andere dagegen gelb. Beide Geschwistersterne sind verschieden beschaffen, und auf beiden herrschen unterschiedliche Temperaturen. Manchmal aber stehen die beiden Sonnen so eng beieinander, daß man sie mit den gewaltigsten „Himmelskanonen“, den größten Fernrohren der Welt, nicht erkennen kann. Nur die Spektralanalyse zeigt uns, daß wir hier einen Doppelstern vor uns haben.

Es gibt nicht nur sehr viele Sternzwillinge, wir kennen auch größere Gruppen, in denen drei, vier, fünf oder sogar sechs Sonnen eng beieinanderstehen.

Schweifen wir ein wenig weiter am nächtlichen Himmel umher, dann fallen uns bald einige Sterne auf, die sich wie ängstliche Vögel zu einem Schwarm zusammendrängen. Ein Blick auf die Sternkarte zeigt uns, daß wir

schäftigt. Aber erst 1890 gelang es dem Astronomen Vogel von der Sternwarte Potsdam, diesen Lichtwechsel zu erklären. Er wies nach, daß der Algol eigentlich aus zwei Sternen besteht, und zwar aus einem hellen Hauptstern und einem kleineren dunkleren, der ihn umwandert.

Ein Name für diese Sterne war bald gefunden: Man nannte sie veränderliche Sterne. Und weil dieser Lichtwechsel dadurch hervorgerufen wird, daß eine hellere Sonne durch eine dunklere verdeckt wird, heißen sie Bedeckungs-Veränderliche.

Daneben gibt es aber noch eine große Zahl von Sternen, die nachweislich nicht verdeckt werden, deren Helligkeit aber dennoch ständig schwankt. Bei einigen von ihnen ist der Lichtwechsel sogar so ausgeprägt, daß sie bald zu den hellsten gehören, kurz darauf aber nur mit starken Fernrohren zu erkennen sind.

Bei diesen Sternen wird der Lichtwechsel dadurch hervorgerufen, daß sich ihr ganzer Zustand ändert. Dabei müssen gewaltige Umwälzungen erfolgen; denn wir wissen, daß sich die Temperatur der riesigen Sonnenbälle innerhalb kurzer Zeit um einige tausend Grad verändern kann. Die Sterne blähen sich regelrecht auf und ziehen sich wieder zusammen, etwa so, wie sich eine Seifenblase beim Lufteinblasen und Luftausziehen vergrößert oder verkleinert. Beim Aufblähen werden diese Himmelskörper weniger dicht, sie kühlen sich ab und leuchten schwächer; beim Zusammenschrumpfen aber werden sie wieder dichter, heißer und heller.

Einen der schönsten Kugelsternhaufen finden wir im Herkules. Zu ihm gehören etwa 600 000 Sonnen. Wir erkennen unzählige flimmernde Lichtpünktchen. Und jedes dieser Pünktchen ist eine Sonne! Wie weit muß dieser Sternstaat von uns entfernt sein!

Die Astronomen können uns heute diese Frage sehr genau beantworten: 35 000 Jahre ist das Licht unterwegs, ehe es von diesen Tausenden Sonnen zu uns gelangt.

Veränderliche Sterne

Plötzlich wird ein Stern dunkler. Erst gehörte er zu den hellsten am ganzen Himmel. Aber jetzt nimmt sein Licht ständig ab, und in wenigen Stunden ist er zu einem unscheinbaren Pünktchen geworden. Die Sache interessiert uns, wir lassen diesen merkwürdigen Stern nicht aus den Augen. Geduldig beobachten wir ihn weiter. Und — unsere Mühe wird belohnt: Wir sehen, wie unser Lichtpünktchen langsam wieder kräftiger wird; schließlich strahlt der Stern nach einigen Stunden wieder in seinem ursprünglichen Glanz. Eine rätselhafte Geschichte. Aber das Merkwürdigste daran ist, daß sich dieser Lichtwechsel etwa alle drei Tage wiederholt. Ihr könnt euch selbst davon überzeugen, wenn ihr den Stern Algol im Sternbild des Perseus längere Zeit hindurch beobachtet. Seit vielen Jahren haben sich die Sternkundigen mit diesen „ständig unbeständigen“ Himmelskörpern be-

derselben Stelle am Himmelszelt ständen. Selbst ein Langschläfer, der einige tausend Jahre in einer vergessenen Höhle verschlafen hat, würde nach seinem Erwachen kaum eine Veränderung am Sternhimmel wahrnehmen.

Wie kommt das? Ist das nicht ein Widerspruch? Die Antwort auf diese Frage könnt ihr euch selbst geben. Ihr braucht euch nur einmal dicht neben einen Bahndamm zu stellen und zu beobachten, wie blitzschnell ein Eilzug an euch vorüberdonnert. Steigt ihr dann aber auf einen hohen Berg, scheint es euch, als wäre der Zug eine Schnecke, die unsagbar langsam vorwärtskriecht. Je weiter wir uns also von einem bewegten Gegenstand entfernen, desto kleiner erscheint uns seine Ortsveränderung.

Die Lösung des Rätsels ist also die Entfernung. Und bekanntlich trennen uns von den Sternen viele Billionen Kilometer. Deshalb können wir die Sternbewegungen nur mit äußerst feinen Präzisionsinstrumenten feststellen. Manche Sterne werden sich erst nach 10 000 Jahren um eine Vollmondbreite von ihrem jetzigen Standort am Himmel weiterbewegt haben.

Aber bei den Gestirnen können wir allgemein das gleiche beobachten wie an unserem Eilzug: Je näher sie uns stehen, um so deutlicher erkennen wir ihre Bewegung und um so größer ist ihre scheinbare Ortsveränderung.

Auf den ersten Blick mögen uns die Strecken, die Sterne am Himmel zurücklegen, bedeutungslos erscheinen.

Alle diese Sterne, deren Lichtwechsel dadurch entsteht, daß sich ihr „physischer“ oder körperlicher Zustand ändert, nennen wir „physisch Veränderliche“.

Gegenwärtig kennen wir im ganzen etwa 20 000 veränderliche Sterne. Die Erforschung dieser merkwürdigen Himmelskörper gehört zu den Hauptaufgaben der modernen Astronomie.



Die „fest stehenden“ Sterne bewegen sich

Alle fernen Sonnen heißen Fixsterne, das bedeutet „fest stehende Sterne“. Aber das ist eigentlich falsch; denn die fernen Himmelskörper jagen mit sehr großen Geschwindigkeiten durch den Weltraum. Die Astronomen erklären uns, daß die Sterne 20- bis 50mal schneller fliegen als unsere Artillerieschosse. Und dennoch scheint es uns, als ob die Sterne immer „wie festgenagelt“ an ein und

ausgefahrene Geleise des Sonnenwagens. Jahrtausendlang war die Sonne Tag für Tag auf dieser Bahn über den Himmel gewandert. Aber die Menschen haben den göttlichen Lenker des Sonnenwagens durch ihre schlechten Taten erzürnt und verärgert. Deshalb bewegt sich die Sonne jetzt auf einer neuen Bahn.

Eine andere Göttersage berichtet, der gewaltige Halbgott Herkules soll einst einen Tropfen Milch verschüttet haben. Dieser Tropfen fiel in den Weltraum. Dort rollte er immer weiter und hinterließ seine Spur. So ist der breite milchweiße Himmelsring entstanden, der seit uralter Zeit den Namen „Milchstraße“ trägt.

Viele Jahrhunderte hindurch war die Milchstraße für die Wissenschaft ein Rätsel. Der berühmte altgriechische Gelehrte Aristoteles nahm an, die Milchstraße sei lediglich eine Erscheinung in der Lufthülle der Erde. Andere Forscher glaubten, an der Stelle der Milchstraße seien die beiden Himmelshalbkugeln zusammengeschweißt.

Aber schon der Gelehrte Demokrit erklärte: „Dieser schimmernde Ring ist eine Anhäufung von Sternen, die ungeheuer weit von uns entfernt sind. Der Abstand dieses Sternengewimmels ist so groß, daß das Licht der einzelnen Sterne zusammenfließt. Deshalb erkennen wir keine einzelnen Lichtpünktchen, sondern sehen nur einen weißlichen Streifen.“

Lange Zeit hindurch haben sich die Wissenschaftler erbittert darum gestritten, welche Erklärung richtig ist. Und erst 1610 konnte der Astronom Galileo Galilei diesen Streit beenden. Als er sein selbstgebautes kleines Fern-

Aber denken wir einmal daran, daß fast alle Sterne der einzelnen Sternbilder von uns verschieden weit entfernt sind. Fast alle haben eine andere Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung. Also müssen sich auch die Sternbilder langsam verändern.

Und die Sonne? Unsere Sonne stellt doch auch einen Stern dar. Nimmt sie ebenfalls an dieser Jagd durch den Weltraum teil?

Auch sie fliegt durch den Weltraum, und mit ihr fliegen alle Planeten und deren Monde. In jeder Sekunde legt das gesamte Sonnensystem 20 Kilometer zurück. Nach einem Jahr sind wir 615 Millionen Kilometer von der Stelle entfernt, an der wir uns heute befinden.

Die Milchstraße

Die „Geleise des Sonnenwagens“

Neben den vielen Sternen fällt uns am nächtlichen Himmel ein zartes Lichtband auf. Das ist die Milchstraße, die wie eine gewaltige leuchtende Brücke das ganze Himmelszelt überspannt.

Von jeher hat dieser feine helle Schleier die menschliche Phantasie beflügelt. Wir kennen einige Dutzend alter Geschichten und Märchen, in denen die Milchstraße eine Rolle spielt. Die einen erzählen, die Milchstraße ist das

zehnten ist es den Astronomen gelungen, eine Antwort auf diese Frage zu finden.

Die Sterne und Sternbilder, die wir am Himmel sehen, stehen uns verhältnismäßig nahe. Sie bilden gewissermaßen den Vordergrund. Im Hintergrund liegen die fernen Sterne der Milchstraße. Aber Vorder- und Hintergrund gehören zusammen. Die nahen Einzelsterne und das ferne Sternengewimmel der Milchstraße bilden gemeinsam ein riesiges einheitliches System.

Wir nennen es das Milchstraßensystem.

Zu diesem Milchstraßensystem gehören auch die Sonne, unsere Erde und alle anderen Wandelsterne. Wir können also sagen: Das Sternsystem der Milchstraße ist unsere weitere Heimat im Weltraum.

Und welche Form hat das Milchstraßensystem? Diese Frage ist leichter gestellt als beantwortet. Stellt euch einmal vor, ihr befindet euch mitten auf einer großen Festwiese. Rundherum stehen Würstchenbuden, Schießstände, Achterbahnen, Riesenräder und Karussells, also alles, was zu einem richtigen Volksfest gehört. Ihr seid gerade mitten auf dem Platz, da kommt jemand auf euch zu und bittet euch, die Größe und die Gestalt der ganzen Festwiese festzustellen. Aber ihr dürft euch nicht von der Stelle bewegen.

Ihr werdet zugeben müssen, daß diese Aufgabe sehr schwer ist. Aber sie ist nicht unlösbar. Ihr braucht ja nur einige Freunde zu bitten, euch zu helfen. Sie laufen bis an den Platzrand und stellen fest, wie weit die einzelnen Punkte am Rand von der Mitte entfernt sind. Diese

rohr zum erstenmal auf die Milchstraße richtete, sah er ein regelrechtes Schneegestöber von unzähligen Lichtpünktchen. Und jedes ist ein riesiger heißer und leuchtender Sonnenball!



Unsere Heimat im Weltraum

Das schimmernde Band am Himmel stellt also eine riesige Anhäufung von Sternen dar. Aber ist die Milchstraße wirklich ein Ring, der in ungeheurer Entfernung von uns die ganze Sternwelt umspannt? Erst vor einigen Jahr-

Sternen liegen oft riesige dunkle Wolken. Diese Gas- und Staubwolken verschlucken das Licht der Sterne, so wie uns Regenwolken den Mond verdecken können. Dadurch kommen die dunklen sternlosen Flecke im hellen Band der Milchstraße zustande, die von den Astronomen als „Kohlensäcke“ bezeichnet werden. Wir können also die Sterne des Milchstraßensystems nicht zählen. Aber wir können ihre Anzahl schätzen. Nach neueren Berechnungen enthält das ganze Milchstraßensystem bestimmt nicht weniger als 100 Milliarden einzelne Sterne.

100 Milliarden Sterne! Ein Beispiel soll uns zeigen, was das bedeutet. Stellt euch einmal eine riesige Bibliothek vor. In den Regalen stehen hunderttausend Bücher. Jedes Buch hat fünfhundert Seiten, und auf jeder Seite stehen 2000 gedruckte Buchstaben. Dann enthalten sämtliche hunderttausend Bücher zusammen 100 Milliarden Druckbuchstaben. Genauso viele Sterne bilden das Milchstraßensystem. Einer von diesen ist unsere Sonne. Und wo steht sie?

Auf den beiden umstehenden Zeichnungen ist das Milchstraßensystem so dargestellt, wie es ein Weltraumflieger aus einer Entfernung von einigen hunderttausend Lichtjahren sehen würde, und zwar einmal von der „Seite“ und das andere Mal von „oben“. Die Stelle, an der wir in diesem Sternengewimmel unser Sonnensystem suchen müssen, ist durch ein Kreuz gekennzeichnet. Wir erkennen, daß wir ziemlich am Rand dieser riesigen Scheibe beheimatet sind.

Strecken zeichnet ihr auf ein Stück Papier, und schon könnt ihr angeben, wie groß die Festwiese ist und welche Gestalt sie hat.

Auf die gleiche Art und Weise haben die Astronomen die Gestalt des Milchstraßensystems festgestellt. Die Freunde, die ihnen dabei behilflich waren, sind die Strahlen, die von den fernen Sonnen auf unsere Erde gelangen. Diese Strahlen haben den Astronomen verraten, wie weit die Ränder des Milchstraßensystems von unserer Erde entfernt sind, und damit können wir auch die Gestalt und die Größe dieser riesigen Sterninsel angeben. Das ganze System hat einen Durchmesser von etwa 100 000 Lichtjahren. Es ähnelt einer riesigen flachen Scheibe, und wir könnten es vielleicht am besten mit einer Taschenuhr, mit einer Diskusscheibe oder mit einem runden Brotlaib vergleichen.

100 Milliarden Sonnen

Und wieviel Sterne enthält diese riesige Welteninsel im unendlich weiten Weltraumozean? Diese Frage können wir heute noch nicht endgültig beantworten; denn ständig werden die astronomischen Forschungsmethoden verfeinert und vervollkommenet. Und jede neue Forschungsmethode zeigt uns immer wieder neue Sterne. Dazu kommt noch, daß wir große Teile der Milchstraße nicht sehen können; denn zwischen uns und den fernen

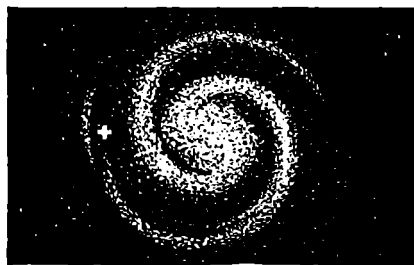
heuer schnelle Vorwärtsbewegung; denn das ganze Milchstraßensystem fliegt mit einer Geschwindigkeit von rund 600 Sekundenkilometern durch den endlosen Welt-
raum.

Unsere Erde und alle ihre Bewohner „erleben“ also ständig eine Vielzahl von Bewegungen. Wollen wir einmal alle aufzählen, dann können wir uns folgendes vorstellen: Die Erde dreht sich um ihre eigene Achse und um die Sonne. Das ganze Sonnensystem umkreist das Schwerezentrum des Milchstraßensystems. Und schließlich jagen alle Sterne, die zu diesem riesigen Sternsystem gehören, vorwärts in immer neue Gebiete des Welt-
raums.

Der Mensch erobert das Weltall

Von Kopernikus bis Hubble

Die moderne Astronomie ist eigentlich sehr jung. Noch vor 450 Jahren konnte man die Himmelskörper nur mit bloßem Auge beobachten. In dieser Zeit wußte man überhaupt nichts über die Sterne. Selbst unsere Erde war noch fast unerforscht. Die Menschen kannten gerade die Seen, Flüsse, Berge und Wälder in ihrer Umgebung. Man glaubte, diese Erde stelle die Welt dar und die Sonne, der Mond und alle Gestirne bewegten sich um sie.



Welten in ständiger Bewegung

Wenn ihr eine richtige Vorstellung von unserer Heimat im Weltraum haben wollt, dann müßt ihr bedenken, daß sich das ganze Milchstraßensystem um seine eigene Achse dreht. Dabei erreichen einzelne Sonnen Geschwindigkeiten von etwa 300 Kilometern in der Sekunde. In etwa 225 Millionen Jahren dreht sich das ganze Milchstraßensystem einmal um seine eigene Achse. Zu dieser drehenden Bewegung kommt schließlich noch eine unge-

100 000 Jahre unterwegs, ehe sie von den fernsten Mitgliedern dieses gewaltigen Sternsystems in unsere Fernrohre gelangen.

Aber unsere Milchstraße ist durchaus nicht die einzige Sterninsel im Weltraum. Vor etwa 30 Jahren hat der amerikanische Himmelforscher Edwin Hubble nachgewiesen, daß es im Weltraum unzählige Welteninseln gibt. Und jede enthält genau wie unsere heimatliche Milchstraße viele tausend Millionen Sonnen.

So hat der Mensch sein Wissen von den Sternen schrittweise vergrößert. Heute dringen wir mit unseren Instrumenten bereits einige hundert Millionen Lichtjahre in den Weltraum vor. Aber immer noch geht die Entwicklung der Wissenschaft weiter. Möglicherweise werden die Astronomen in einiger Zeit feststellen, daß viele tausend ferne Milchstraßen zusammen wieder eine größere Einheit bilden. Aber außerhalb dieses riesigen „Über-Milchstraßensystems“ wird es immer wieder neue gigantische Sternsysteme geben; denn das Weltall ist unendlich.

Aber dann begann der Siegeslauf der modernen Astronomie. Es stellte sich heraus, daß unsere Erde nur ein kleines Sandkorn im Weltraum ist. Der Gelehrte Nikolaus Kopernikus erbrachte den Beweis dafür, daß die Erde nur als kleiner Planet zusammen mit den anderen Planeten die ungeheure Sonnenkugel umkreist. In dieser Zeit begann die Erforschung des Sonnensystems. Die Astronomie beschränkte sich darauf, die Umgebung eines einzigen Sterns kennenzulernen. Und dieser eine war unsere Sonne. Mit den fernen Fixsternen wußte selbst der große Kopernikus nichts anzufangen. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts war die Natur dieser fernen Sonnen unbekannt. Man kannte weder ihre Größe noch ihre Temperatur oder ihre Entfernung von uns.

Um diese Zeit begann sich der große Himmelforscher Wilhelm Herschel mit den Fixsternen zu beschäftigen. Herschel war eigentlich Musiker. Aber in jeder freien Minute arbeitete er an astronomischen Fragen. Und schließlich ging er daran, sich selbst Riesenfernrohre zu bauen, denen wir so viele wertvolle Entdeckungen verdanken. Wilhelm Herschel wurde der Begründer der Fixstern-Astronomie.

Dieser neue Zweig der Astronomie hat uns schließlich zu der Erkenntnis geführt, daß alle Sterne, die wir am Himmel sehen, zusammen eine riesige Welteninsel bilden — unser Milchstraßensystem.

Wir wissen, daß dieses System eine gewaltige Ausdehnung hat. Die gedankenschnellen Lichtstrahlen sind fast

Über diese Frage entbrannte ein heißer Meinungsstreit. Der Astronom Max Wolf schrieb zum Beispiel: „Nach allem sind wir heutzutage berechtigt, als wahrscheinlich anzunehmen, daß die Sternhaufen und Nebelflecke einen wesentlichen Bestandteil unserer Sterninsel darstellen und uns vielleicht relativ nahe lagern. Sie alle bilden mit den Sternen der Milchstraße ein organisches Ganzes, und ferne Milchstraßeninseln hat der Mensch wohl noch niemals zu Gesicht bekommen. Wir haben so die Nebelflecke als Kleinkram zu betrachten, der im großen Markt der Milchstraße überall feilgeboten wird.“

Aber schon wenige Jahre später bewies der amerikanische Astronom Edwin Hubble, daß diese Ansicht grundverkehrt ist.

100 Millionen ferne Milchstraßen

Selbst mit großen Fernrohren sehen wir die Spiralnebel nur als leuchtende Flecke. Erst 1926 gelang es Edwin Hubble, den Andromeda-Nebel in einzelne Lichtpunkchen aufzulösen. Und zwar benutzte er dazu eine riesige Himmelskamera. Auf den Fotografien, die er mit diesem großen Gerät machte, ist ein ungeheures Sternengewimmel zu erkennen. Damit war der Beweis erbracht, daß die Spiralnebel die Geschwister unseres Milchstraßensystems sind. Die Spiralnebel sind selbständige Sternsysteme von der gleichen Bauart wie unsere große Welteninsel. Sie



„Kleinkram“ oder riesige Welteninseln?

Schon vor einigen hundert Jahren stellten die Astronomen am Himmel verschiedene neblige Fleckchen fest. Viele von ihnen sehen wie kleine Spiralen aus. Deshalb erhielten sie den Namen: Spiralnebel.

Einer der größten von ihnen ist der Nebel im Sternbild der Andromeda, den man sogar mit bloßem Auge erkennen kann. Lange Zeit hindurch hat man sich um die Nebelflecke nicht besonders gekümmert. Das Sonnensystem und die Milchstraße gaben den Astronomen genügend Rätsel auf. Erst in unserem Jahrhundert begann man sie zu erforschen. Und zwar fragten sich die Astronomen vor etwa 50 Jahren: Gehören diese Spiralnebel noch zu unserem Milchstraßensystem oder stehen sie außerhalb dieser riesigen Sterninsel?

müssen, ehe wir ein einigermaßen zutreffendes Bild von der gigantischen Welt haben werden. Aber wenn die Astronomie dieses Ziel erreicht hat, dann wird der ewig ruhelose menschliche Geist wieder neue Fragen stellen.

Welten in Windeln und greise Sonnen

Gab es einen Anfang der Welt?

Auf den vorhergehenden Seiten haben wir erfahren, daß der Weltraum von unzähligen Sternen und Sternsystemen „bevölkert“ wird. Aber bisher wurde noch nicht ein einziges Mal darüber gesprochen, wie diese Sterne entstanden sein mögen. Das wollen wir jetzt nachholen. Die Sonne, dieser mächtige Glutball, schleudert in jeder Sekunde große Mengen Energie und auch Stoffteilchen in den Weltraum hinaus. Und genau wie unsere Sonne, so schleudern auch alle anderen Sterne ständig einen Teil ihrer Masse von sich. Es gibt sogar einige, die Tausende Jahre hindurch ruhig als schwache Lichtpünktchen am Himmel stehen. Dann aber leuchten sie plötzlich für kurze Zeit auf und strahlen heller als alle anderen Sterne. Sie explodieren förmlich. Dabei werden ungeheure Gasmassen ins Weltall ausgestoßen. Nach dem kurzen Aufflammen verwandelt sich der Stern dann wieder in seinen früheren Zustand zurück.

haben etwa die gleiche Größe wie unsere Milchstraße und werden auch von vielen Milliarden Sternen aufgebaut.

Die nächste Nachbarinsel ist der Andromeda-Nebel. Er ist von uns „nur“ 2,2 Millionen Lichtjahre entfernt. Aber mit dem gegenwärtig größten Fernrohr können wir sogar noch in einer Entfernung von 2 Milliarden Lichtjahren Geschwister unseres Milchstraßensystems erkennen. Edwin Hubble berechnete, daß wir damit etwa 100 Millionen ferne Milchstraßensysteme entdecken können.

In manchen Himmelsgegenden stehen die Spiralnebel so dicht beieinander, daß wir hier mehr Milchstraßen als Einzelsterne sehen. Ein solches Nebelfeld finden wir zum Beispiel im Kasten des Großen Wagens. Mit bloßem Auge erkennen wir hier nur ein schwaches Sternchen. Aber die großen Fernrohre zeigen an diesem winzigen Himmelsstück etwa 300 große Welteninseln, die alle etwa 100 Millionen Lichtjahre von uns entfernt sind. Und jede einzelne dieser gewaltigen Welteninseln ist ein Ebenbild unserer Milchstraße. Manche mögen älter und manche jünger sein als sie. Aber alle werden von Milliarden Sonnen aufgebaut. Und viele von diesen fernen Sternen werden genau wie unsere Sonne von Planeten umwandert; denn die neuesten astronomischen Forschungsergebnisse zeigen, daß Systeme, die unserem Sonnensystem ähneln, in der Sternwelt weit verbreitet sind. Noch viele Jahrhunderte hindurch wird sich die Astronomie mit den fernen Milchstraßensystemen beschäftigen

Der sowjetische Wissenschaftler V. A. Ambarzumjan hat nachgewiesen, daß solche Sterngeburten auch in unserer Zeit vor sich gehen. Große Gasmassen lagern sich immer enger zusammen und verdichten sich. Das



Aber diese riesigen Gasmassen, die ständig in den Weltraum gelangen, gehen nicht verloren! Die einzelnen Gaspartikel verbinden sich vielmehr wieder miteinander.

Dadurch entstehen langsam kleine feste Staubteilchen, die sich dann zu großen Staubwolken oder Nebeln zusammenfinden. Diese Nebel spielen im Weltraum eine große Rolle; denn aus ihnen bilden sich wieder neue Sterne. Wir erkennen hier einen gewaltigen Kreislauf: An einer Stelle gehen Sterne zugrunde. Auf ihre Kosten bilden sich riesige Gas- und Staubnebel. An anderen Stellen verdichten sich diese Nebel wieder zu neuen Himmelskörpern.

Die einzelnen Sterne und Sternsysteme sind also vergänglich. Sie bilden sich und gehen wieder zugrunde. Aber der Stoff, aus dem sie aufgebaut sind, geht niemals verloren. Dieser Baustoff des Weltalls hat immer bestanden und wird immer bestehen. Nur seine Erscheinungsform wandelt sich ständig. Zusammenfassend können wir also sagen: Es hat niemals einen Anfang der Welt gegeben, und es wird auch kein Ende geben.

Sterne werden geboren

Wir haben gesehen, daß die Gas- und Staubnebel im Weltraum ebenso wichtig sind wie die Sterne. „Die Nebel sind der Teig, aus dem die Sterne geknetet werden.“

Jahrzehnte neben den Baum, sondern wir gehen in einen Tannenwald. Dort finden wir junge und alte Bäume dicht beieinander. Wir sehen junge einjährige Bäumchen, gewaltige und betagte Baumriesen und alle Zwischenstufen. Aus der Fülle der Einzelbeobachtungen können wir uns dann ein zutreffendes Bild vom Wachstum der Tannen machen.

Genauso gehen die Astronomen vor. In den Milchstraßensystemen gibt es unzählige Sterne. Und wie in einem Tannenwald finden wir auch hier alle Entwicklungsstufen. Ebenso, wie es nicht zwei Bäume gibt, die einander gleich sind, unterscheiden sich auch die Sterne voneinander. Wir können also annehmen, daß diese Verschiedenartigkeit dadurch zustande kommt, daß sie eben älter oder jünger sind.

Auf Grund derartiger Beobachtungen können wir den Entwicklungsgang der Sterne etwa folgendermaßen beschreiben: Die jüngsten haben riesige Ausmaße. Sie sind verhältnismäßig dünn, und ihre Temperatur beträgt nur etwa 3000 Grad. Diese bezeichnen wir als Rote Riesensterne.

Unter dem Einfluß der Anziehungskraft ziehen sich diese Roten Riesensterne immer mehr zusammen. Sie werden kleiner, ihre Dichte nimmt zu, und in ihrem Innern steigt die Temperatur auf einige Millionen Grad. In dieser Zeit beginnen im Sterninnern umfangreiche Atomreaktionen. Aus dem Roten Riesenstern wird ein Weißer Stern. In den Weißen Sternen erfolgt die Umwandlung von Wasserstoff in Helium. Diesen Vorgang haben wir

Ergebnis derartiger Verdichtungsvorgänge sind riesige Gaskugeln — also Sterne; denn die jüngsten Sterne stellen bekanntlich nichts anderes dar als riesige und verhältnismäßig dünne Gasbälle.

Im Krim-Observatorium ist es gelungen, fotografische Aufnahmen von Nebeln zu machen, in denen wahrscheinlich Sternbildungen vor sich gehen. Auf diesen Aufnahmen sind deutlich stark verdichtete Nebelfasern zu erkennen. Die verdichteten Gebiete stellen zweifellos nicht mehr einfache Gasmassen dar, sondern es sind bereits sehr junge Sterne. Diese Beobachtungen zeigen auch, daß die Sterne nicht einzeln, sondern in größeren Gruppen entstehen. Erst nach längerer Zeit lösen sich diese auf, und die einzelnen Sterne verstreuen sich.

Junge Riesen und alte Zwerge

Im Laufe von vielen Milliarden Jahren erleben die Sterne manche Umwandlung. Auch die Sterne altern wie die Menschen. Natürlicherweise hat bisher noch kein Mensch eine Sternbildung unmittelbar beobachten können. Und auch die weitere Entwicklung verläuft äußerst langsam. Aber darum müssen wir die Sterne nicht erst einige Milliarden Jahre hindurch beobachten, ehe wir etwas über ihren Entwicklungsweg sagen können. Wenn wir über das Wachstum eines Tannenbaums schreiben wollen, dann stellen wir uns ja auch nicht einige

Interessante Objekte am Himmel

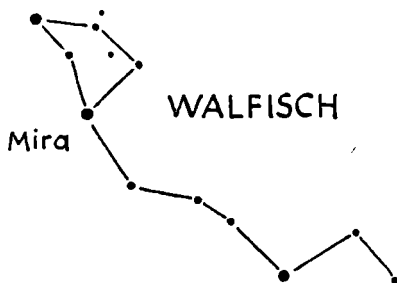
In der folgenden Tabelle findet ihr einige interessante Himmelskörper, die ihr schon mit bloßem Auge oder mit einem Feldstecher betrachten könnt. Sternhaufen und Nebel sind nur in sehr klaren und dunklen Neumondnächten am Himmel zu finden. Wollt ihr veränderliche Sterne sehen, dann beobachtet ihr möglichst gleich helle, aber unveränderliche Nachbarsterne. Dann wird der Lichtwechsel besonders auffällig.

bereits bei der Besprechung der Sonne kennengelernt. Allmählich versiegt diese Energiequelle. Der Stern wird wieder kälter und schrumpft immer mehr zusammen. Aus dem Weißen Stern wird ein Gelber Zwergstern.

Zu diesen Sternen gehört unsere Sonne. Wir sehen, unsere gute Himmelsleuchte ist schon ein recht bejahrter Stern mit einer langen Geschichte. Aber wir wissen bereits, daß sie uns noch viele Jahrtausende hindurch treu und brav weiterleuchtet. Und erst in einer sehr fernen Zukunft wird sich der Gelbe Zwergstern Sonne in einen Roten Zwergstern umwandeln, der dann allmählich verlischt.

Es wäre jetzt sehr verlockend, auch die Entstehung der Wandelsterne, die Entstehung unserer Erde und des Mondes zu beschreiben. Aber das wäre verfrüht. Wir können bestenfalls einige mehr oder weniger wahrscheinliche Überlegungen wiedergeben; denn vorläufig besitzt die Wissenschaft noch keine genaue Vorstellung von der Entstehung des Sonnensystems.

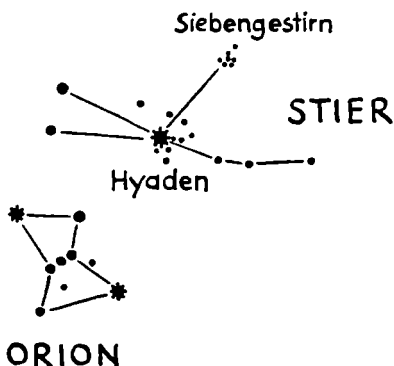




MIRA
im Sternbild Walfisch
(am Winterhimmel)

Ein physisch-veränderlicher Stern, aber von anderer Art als Delta im Kepheus. Mira ist ein sogenannter „roter Überriese“. Jeweils nach 331 Tagen erlebt diese riesige Sonne eine „Glanzzeit“.

Offene Sternhaufen



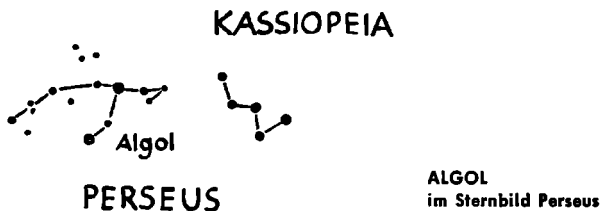
SIEBENGESTIRN
im Sternbild Stier
(Winterhimmel)

Mit bloßem Auge sehen wir hier sieben Sterne, aber schon ein einfacher Feldstecher zeigt uns ein unvergleichlich prachtvolles Bild.

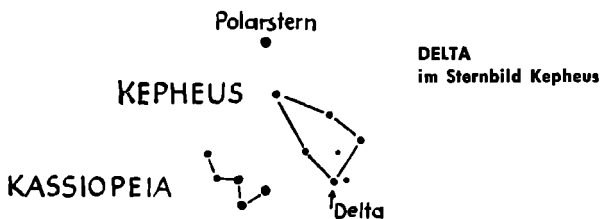
HYADEN
im Sternbild Stier
(Winterhimmel)

Rund um den hellsten Stern im Stier drängt sich eine lockere Sterngruppe (darunter einige Doppelsterne).

Veränderliche Sterne

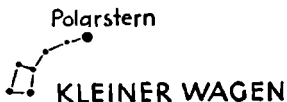


Ein bedeckungsveränderlicher Stern. Innerhalb von fünf Stunden wird er merklich dunkler, dann bleibt er zwanzig Minuten lang schwach, und in wiederum fünf Stunden wird er wieder hell. Dieser Lichtwechsel wiederholt sich immer genau nach zwei Tagen und 21 Stunden.



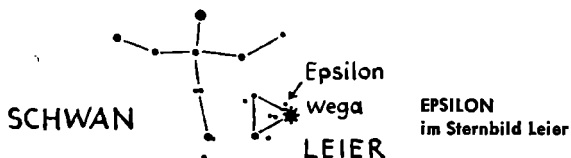
Ein physisch-veränderlicher Stern, das heißt: eine Sonne mit wirklicher Strahlungsänderung. Jeweils nach fünf Tagen und neun Stunden erlebt sie eine „Glanzzeit“, dann wird sie wieder dunkler.

Doppelsterne

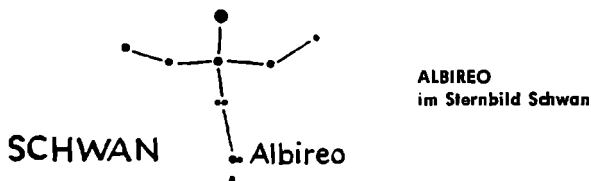


MIZAR
im Sternbild Großer Wagen

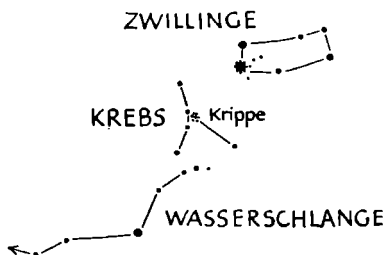
Das Reiterchen sehen wir schon mit bloßem Auge. Aber im Feldstecher entdecken wir, daß dicht neben Mizar noch ein Begleitsternchen steht.



Mit bloßem Auge erkennt man die beiden Sterne als einen kleinen länglichen Stern. Aber schon ein einfaches Glas trennt sie.



Der Albireo ist ein schönes Beispiel dafür, daß Doppelsterne verschiedene Farben haben können. Mit einem guten Feldstecher erkennen wir deutlich einen größeren und einen kleineren Stern. Der Hauptstern ist gelb, der Begleiter erscheint bläulich.



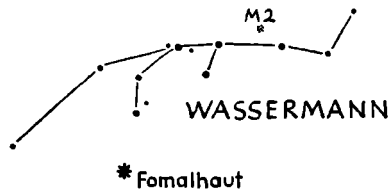
KRIPPE
im Sternbild Krebs
(Winterhimmel)

Herrlicher offener Sternhaufen mit etwa fünfzig Sternen.

Kugelsternhaufen



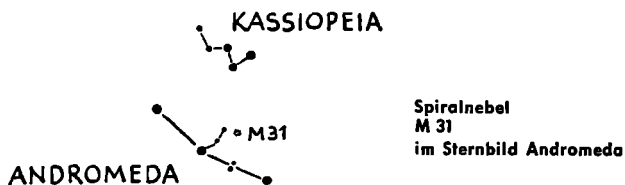
KUGELSTERNHAUFEN
M 13
im Sternbild Herkules
(Sommerhimmel)



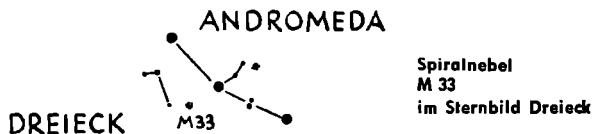
KUGELSTERNHAUFEN
M 2
im Sternbild Wassermann
(Sommerhimmel)

Die Kugelsternhaufen sind von uns mehr als 20 000 Lichtjahre entfernt. Deshalb sehen wir sie im Feldstecher nur als neblige verwaschene Sternchen. Zu ihrer Auflösung brauchen wir ein großes Fernrohr. Sie bestehen aus mehreren zehntausend Einzelsternen.

Spiralnebel — ferne Milchstraßensysteme

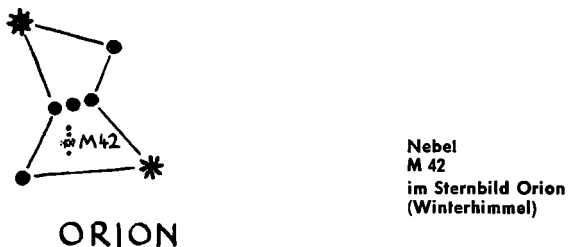


Eine ferne Welteninsel. Schon das bloße Auge sieht diesen Nebel als länglichen Lichtfleck. Im Feldstecher erkennt man diesen Spiralnebel, der 2 200 000 Lichtjahre von uns entfernt ist, als flache Nebelspindel.



Eine große Welteninsel. Aber dieser Spiralnebel ist so lichtschwach, daß wir ihn mit bloßem Auge nicht wahrnehmen können. Im Feldstecher erkennen wir ihn als runden Fleck.

Gasnebel



Es ist der hellste Nebelfleck am ganzen Himmel. Er besteht aus riesigen Wolken von Gas- und Staubmassen. Besonders in mond-scheinfreien Nächten ist er schon mit kleinen Operngläsern gut zu beobachten.

QUELENNACHWEIS

Max Wolf: „Die Milchstraße“, Leipzig 1908; Dr. Hans Plischke: „Fernaó de Magalhães: Die erste Weltumsegelung“, Leipzig 1926; Dr. Hans Himmelheber: „Aura Poku — Volksdichtung aus West-Afrika“, Eisenach 1951; Bruno H. Bürgel: „Aus fernen Welten“, Berlin 1939.

Einband und Illustrationen: Heinz-Karl Bogdanski
Alle Rechte vorbehalten — Lizenz-Nr. 304-270/266/58-(10-VII B)
Satz und Druck: Sächsische Zeitung, Dresden · 2. Auflage
9 F



MEHR WISSEN – MEHR VERSTEHEN

Die „Welt in der Tasche“

mit unserer neuen Buchreihe aus Forschung
und Technik

Jeder Band

2
MARK

