

# Wieviel Sterne hat der Große Bär?



Friedrich Kaden







.



Friedrich Kaden

# Wieviel Sterne hat der Große Bär?

Wir beobachten den Sternhimmel

Der Kinderbuchverlag Berlin

**Illustrationen: Rudolf Schultz-Debowski**

**© Der Kinderbuchverlag Berlin – DDR 1974**

**Lizenz-Nr. 304-270/310/77 – (35)**

**Lichtsatz: INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97**

**Druck und buchbinderische Verarbeitung: Karl-Marx-Werk Pößneck**

**2. Auflage**

**LSV 7841**

**Für Leser von 11 Jahren an**

**Best. Nr. 629 296 9**

**DDR 4,80 M**

## **Gewöhnliches und Außergewöhnliches**

Blauer Himmel, Sonnenschein und eine sternklare Nacht, das hebt unsere Stimmung. Dagegen bedrückt es uns, wenn tiefhängende Wolken tagelang den Himmel verdecken. Stellen wir uns einmal vor, das diesige Wetter hätte zeit unseres Lebens angehalten! Wir fühlten uns abgekapselt wie dereinst die Schildbürger in ihrem fensterlosen Rathaus. Von allem, was die über uns schwebende Decke aus feinen Wassertröpfchen verhüllte, wüßten wir nur vom Hörensagen. Da würde plötzlich angekündigt: „Morgen nachmittag lüftet sich der Wolkenschleier für einige Stunden. Es werden die Sonne, der Mond und schließlich an die zweieinhalbtausend Sterne, riesige, glühende Gasbälle, viele Milliarden Kilometer von der Erde entfernt, sichtbar sein.“

Wer wäre da gleichgültig geblieben? Wer hätte da nicht geguckt und gestaunt. Gestaunt vor allem über die unvorstellbar großen Entfernungen, gegen die sich alle irdischen Strecken winzig klein ausnehmen.

In Wirklichkeit aber bietet sich uns der freie Blick zum Himmel häufig. So oft, daß er von vielen als etwas ganz Gewöhnliches, Alltägliches empfunden und darum gar nicht wahrgenommen wird. Anders am 4. Oktober 1957. An jenem Abend standen Tausende von Menschen im Freien, disku-



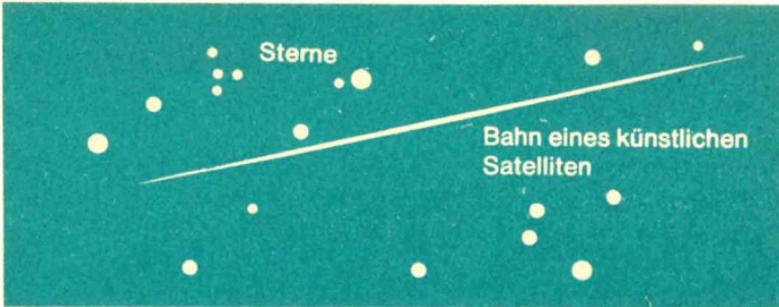
Hochsprung. Auch das listige „tapfere Schneiderlein“ konnte ihr kein Schnippchen schlagen. Sein „Stein“ – wir kennen den Trick aus dem Märchen – setzte Flügel gegen die Anziehung ein.

Sollen wir die Schwerkraft schmähen? Bewahre! Da wären wir Toren. Sorgt sie doch dafür, daß wir fest auf der Erde stehen und daß wir atmen können. Weil sie unseren Körper senkrecht zum Erdmittelpunkt richtet und die Lufthülle um die Erde herum festhält.

Nichts ließ die mächtige, unsichtbare Fessel los. Nicht einmal Raketen; denn auch sie fielen, wenn ihr Treibstoff verbraucht war, wieder zur Erde zurück. Bis zum 4. Oktober 1957. Sputnik I, der erste künstliche Satellit, flog so schnell, daß ihn die Schwerkraft monatelang nicht herabziehen konnte: in 95 Minuten einmal um die Erde. Ohne Motor. Antriebslos. Von der Rakete, die ihn in 900 km Höhe emporgetragen hatte, für immer abgetrennt.

Schade, daß so viele erwartungsvolle Menschen den neuen Himmelskörper damals nicht sehen konnten. Nur im Fernrohr zeigte er sich, von der untergegangenen Sonne angestrahlt, als ein leuchtender, am Himmel dahinwandernder Punkt. Funkstationen in aller Welt empfangen die Signale, die er sendete.

Inzwischen wurden viele künstliche Trabanten auf



So könnte eine Fotografie aussehen

eine Erdumlaufbahn gebracht. Größere, schwerere, zum Teil gut sichtbare und leicht zu fotografierende. Sie leisten wichtige Forschungsarbeit. Zum Beispiel über die Wetterentwicklung auf der Erde.

Ein Satellit, der über uns seine Bahn zieht, ist also nichts Einmaliges und Außergewöhnliches mehr. Verdient er deshalb weniger Beachtung? Wir wollen die Frage verneinen; denn Gleichgültigkeit stumpft ab.

### **Wem nichts auffällt, dem fällt auch nichts ein**

Eigentlich gibt es täglich Interessantes zu beobachten. Es müssen einem nur bestimmte Erscheinungen auffallen. Wer nichts Auffallendes bemerkt, dem kommt auch kein Einfall, der fragt nicht nach Ursachen und Zusammenhängen.

Erst die Beobachtung – dann der Gedanke. So ist es seit jeher. Besonders in der Sternkunde, der Astronomie. Mit ihr beschäftigten sich naturverbundene, aufgeschlossene Menschen in verschiedenen Ländern schon vor sehr langer Zeit, schon vor Jahrtausenden. Was ihnen auffiel, versuchten sie zu erklären, in einen Zusammenhang zu bringen. Im Laufe vieler Jahrhunderte gewannen Forscher und Denker auf diese Weise immer neue und bessere Erkenntnisse. Manche hatten einen Kampf auf Leben und Tod auszufechten, um das Neue gegen das Alte, das von rückschrittlichen Kräften hartnäckig gestützt wurde, durchzusetzen.

So wurde Giordano Bruno (1548–1600), ein Italiener, der einige Jahre Mönch gewesen war, im Jahre 1600 in Rom auf dem Scheiterhaufen öffentlich verbrannt. Die sogenannte Inquisition, früher das Gericht der katholischen Kirche, fällte dieses grausame Urteil gegen ihn einzig und allein deshalb, weil er eine naturwissenschaftliche Erkenntnis gewonnen und verteidigt hatte: *Die Erde bewegt sich um die Sonne*. Nicht umgekehrt. Begründet worden war dieses Weltbild von dem polnischen Astronomen Nicolaus Copernicus (1473 bis 1543).

Darüber hinaus erkannte Giordano Bruno, daß der Raum, der die Erde ringsherum umgibt, kein Ende hat. Wir nennen dieses unendliche Gebilde,

das wir uns gar nicht vorstellen können, „Welt-  
raum“, „Weltall“, „Kosmos“ oder „Universum“.  
Alles andere als eine Straftat – aber eine un-  
menschliche Strafe! Das ist heute in unserer  
Gesellschaftsordnung nicht mehr zu verstehen.  
Die Mächtigen der damaligen Zeit aber, der Papst  
und seine Kardinäle, Fürsten und Großgrund-  
besitzer, klammerten sich an den Gedanken, daß  
die Erde im Mittelpunkt des Weltalls stehe und  
daß die Sonne und alle Sterne um sie kreisten.  
Sie glaubten, das aus der Bibel herauslesen zu  
können. Aus der Vorstellung, daß Gott die Welt  
geschaffen und die Erde zu deren Zentrum aus-  
ersehen habe, leiteten sie ab, daß ihre Herrschaft  
über das Volk von Gott gewollt sei. Wer anderer  
Meinung war, und sei es nur in bezug auf das  
astronomische Weltbild, wurde als „Ketzler“  
verschrien, verdammt wie ein Mörder. Inzwischen  
hat die Geschichte gerichtet. Andersherum.  
Heute steht auf dem Platz, auf dem Giordano  
Bruno umgebracht wurde, ihm zu Ehren ein  
Denkmal.

Auch der berühmte italienische Mathematiker,  
Physiker und Astronom Galileo Galilei (1564 bis  
1642) bekannte sich zu der fortschrittlichen Lehre  
und verbreitete sie.

Nachdem ihn jedoch die Inquisition nach langen  
Verhören mit schrecklichen Folterwerkzeugen  
bedroht hatte, erklärte er die Wahrheit für falsch



*Galileo Galilei*  
1564-1642

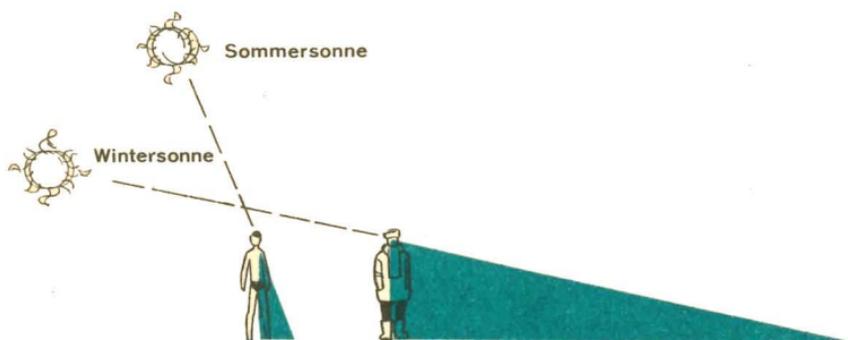
und das Gegenteil für richtig. Am 22. Juni 1633 mußte er vor einer Versammlung von Kardinälen und anderen hohen Geistlichen auf den Knien verleugnen, daß sich die Erde um die Sonne bewegt. Dabei hatte er eine vorbereitete Formel zu sprechen. Unter anderem: „Ich schwöre ab, verfluche und verwünsche mit redlichem Herzen alle diese Irrtümer und Ketzereien sowie überhaupt jeden anderen Irrtum und jede Meinung, welche der heiligen katholischen Kirche entgegen ist.“ Es stimmt sicherlich nicht, daß er danach mit dem Fuß aufgestampft und zähneknirschend „Eppur si muove“ gemurmelt habe: „Und sie bewegt sich doch.“ Galilei blieb nach dieser Verhandlung, obwohl er abgeschworen hatte, auf Lebenszeit in Gefangenschaft.

Der Fortschritt der Wissenschaft, das Eindringen der Menschen in die Gesetzmäßigkeiten der Natur, konnte dadurch zwar verzögert, aber nicht aufgehalten werden. Wie überhaupt niemals in der Geschichte Folter, Mord und Totschlag das vermochten.

Aber erst im Jahre 1972 hat sich die Führung der katholischen Kirche in Rom vorgenommen, die Ehre Galileis wiederherzustellen, das heißt, ihm recht zu geben und einzugestehen, daß sich die Erde um die Sonne bewegt.

Bert Brecht läßt uns im Theater die Forscherfreude Galileis, den Kampf und die Qualen dieses bedeutenden, aber zwiespältigen Wissenschaftlers nach-erleben. Sein Stück heißt „Leben des Galilei“. Zum Schluß rät dort ein Schüler Galileis einem Jungen, der einfache Zusammenhänge nicht zu erkennen vermag und darum vom Teufel faselt: „Du mußt lernen, die Augen aufzumachen.“ Gilt das nicht für uns alle?

Ist uns zum Beispiel schon aufgefallen, daß die Sonne im Sommer um die Mittagszeit unser Schattenbild viel, viel kürzer zeichnet als an einem Wintermittag? Daß sich der Mond öfter auch am helllichten Tag blicken läßt, aber nie in der Gestalt des Vollmonds? Daß der Sternhimmel im Winter



anders aussieht als im Sommer? Daß zuweilen ein Stern hell wie eine Laterne am Morgen- oder am Abendhimmel prunkt?

Haben wir vor allem bemerkt, daß die Sterne immerfort Karussell fahren?

Gesehen haben wir vieles. Aber wurde es uns wirklich bewußt?

Erscheinungen, wie sie hier angedeutet wurden, wollen wir nun im folgenden näher untersuchen. Vor allem beobachten. Dazu brauchen wir kein Fernrohr. Das besaßen die Astronomen vor Galilei auch nicht, denn er war der erste, der eins nach den Sternen richtete. Gute Dienste kann uns ein Fotoapparat leisten. Nicht unbedingt ein teurer. Mit einer „Pouva-Start“ oder einer „Perfekta“ lassen sich auch gute Aufnahmen erzielen. Allerdings brauchen wir für unsere Zwecke ein Stativ, denn meistens werden wir ziemlich lange belichten müssen. Wem keine Kamera zur Verfügung steht, der muß einige Versuche auslassen.

Natürlich können wir nicht alles von den Sternen „abgucken“. Manche haben ihre Geschichte. Die wird erzählt werden. Sogar Abenteuer gibt's am Himmel. Doch hin und wieder müssen wir auf die Erde zurückkehren. Damit wir verstehen, wie das eine mit dem anderen zusammenhängt. Ganz ohne Zahlen und Rechnungen kommen wir nicht aus. Wir wären sonst Menschen, die alle Schwierig-

keiten scheuen und nur auf glatten Straßen gehen wollen. Wer will die sich schon zum Vorbild nehmen? Unsere Achtung und Bewunderung verdienen Forscher und Entdecker, Menschen, die Pioniertaten vollbrachten und vollbringen. Ihnen sind einige Abschnitte unseres Buches gewidmet.

## **Hell und dunkel**

Die Sonne ist untergegangen. Es wird Abend. Noch läßt sich kein Stern blicken. Wo wird der erste erscheinen? Da – schräg über der hohen Pappel. Ein zweiter steht fast senkrecht über uns. Oder war er der erste? Jetzt folgt einer nach dem anderen. Eine Reihenfolge aufzustellen ist nicht mehr möglich. Zu viele sind plötzlich aufgetaucht. Und kaum einer gleicht dem anderen. Einer strahlt hell, während sich seine Nachbarn nur schüchtern hervorwagen. Die meisten flackern. Nur wenige bleiben ruhig. Sehen sie wirklich alle gelb aus? Nein, wir entdecken auch andere Farbtönungen: Weißgelb, Rotgelb, Blauweiß. Wo waren, so fragen wir uns, die vielen Sterne am Tage? Unter dem Horizont, der Linie, wo Himmel und Erde zusammzutreffen scheinen? Oder am Himmel, aber unsichtbar, weil die Sonne sie überstrahlt? Eine Vollmondnacht hilft uns nach-

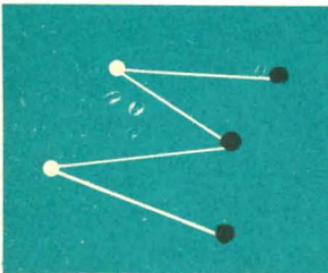
denken; denn der runde, volle Mond duldet nur wenige Sterne neben sich. Nur die hellsten. Vielleicht fällt uns die Lösung auch bei einer Filmvorführung ein. Nicht zum Spaß wird der Raum verdunkelt. Sicherlich wären wir auch ohne diese Stützen auf die Antwort gekommen: Die Sterne stehen auch am Tage am Himmel, aber wegen der Helligkeit bleiben sie da blaß und unsichtbar. Wie ein Lichtbild in einem unverdunkelten Zimmer, wenn obendrein noch die Sonne auf die Leinwand scheint.

## Wie man sich täuschen kann

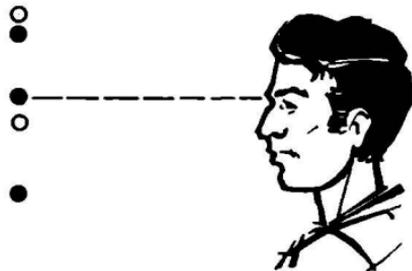
Großvater hatte zwar nie in der Schule Astronomie, aber er kennt sich in den Bildern des Himmels aus. Wenigstens in einigen. Auch wir wollen die bekanntesten kennenlernen.

Nur, was ist das überhaupt: ein Sternbild? Die

Von oben gesehen



Über die Tischkante gepeilt



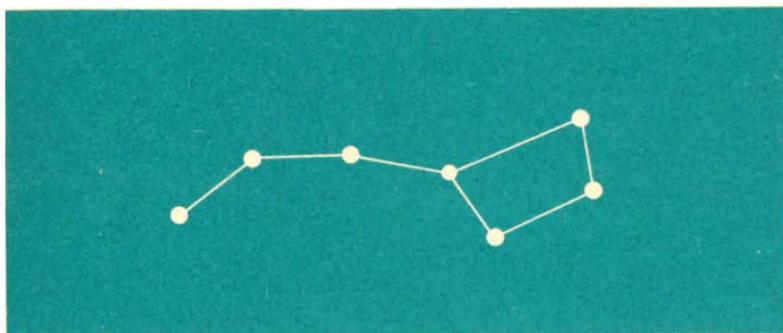
Erklärung scheint einfach: ein paar Sterne, die nebeneinanderstehen, die eine Gruppe bilden. Untersuchen wir, ob das stimmt! Das abgebildete M zeichnen wir vergrößert und sehr schlank auf ein Stück Pappe und stecken in die 5 Eckpunkte Stecknadeln mit bunten Köpfen. Niemand wird behaupten, sie seien Nachbarn. Doch sie können es werden. Wie? Indem wir das M über die Tischkante anpeilen. Wir bemerken dann nur das Nebeneinander der Nadeln, aber nicht das Hintereinander. Wie bei einem Aufriß in der darstellenden Geometrie (Mathematik, Klasse 7) oder im technischen Zeichnen. Genauso täuschen uns die Sternbilder. Wir müssen darunter also eine Gruppe von Sternen verstehen, die scheinbar zusammengehören, in Wirklichkeit aber weit voneinander entfernt sein können. Sogar weiter als Sterne, die einander nicht benachbart sind.

## **Bären in Sicht?**

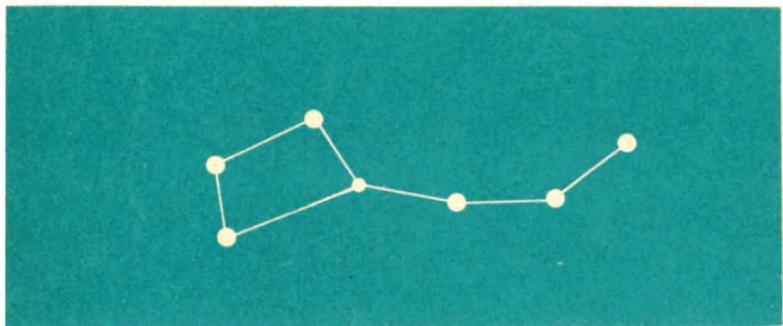
Was sieht ein Museumsbesucher, der im Galopp durch alle Räume eilt, um nur ja nichts zu verpassen? Alles und doch nichts. Damit es uns nicht ähnlich ergeht, wollen wir uns an einem Beobachtungsabend auf wenig beschränken.

Zuerst auf zwei Sternbilder, ein prächtiges und ein unscheinbares, die miteinander verwandt

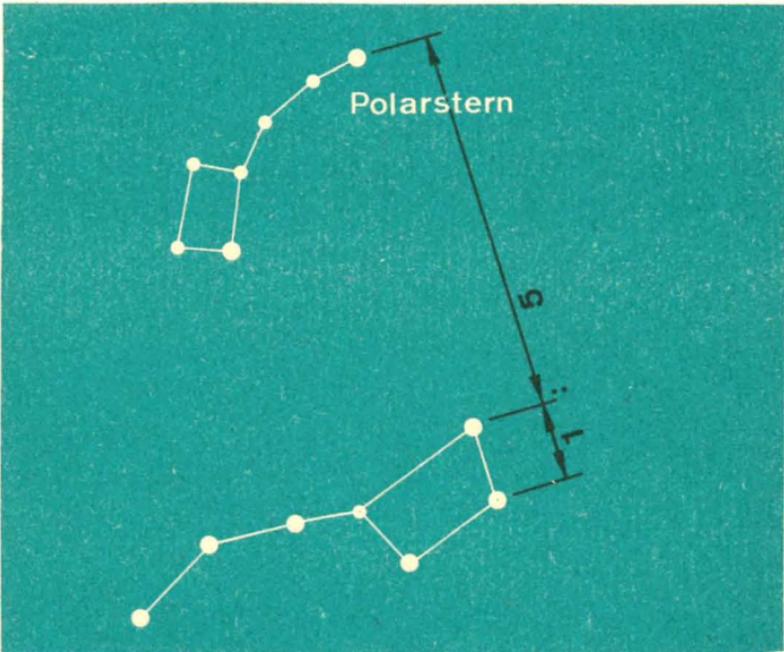
sind. Dem Namen und der Form nach. Beide finden wir in nördlicher Richtung. Dort, wo die Sonne tagsüber nicht steht. Wir suchen und betrachten die scheinbaren Sterngruppen in der Absicht, uns ihre Gestalt so einzuprägen, daß wir sie immer und überall wiedererkennen. Zu Hause. Im Ferienlager. Im Urlaub mit den Eltern. Das größere und hellere Bild sieht ungefähr so aus:



Bei ausgestrecktem Arm ist es mit angewinkelter Hand nicht zu verdecken. Mitunter, zum Beispiel abends im April und morgens im Dezember, steht es kopf. In diesem Fall hoch über uns.



Ob steil in der Mitte des Himmelsgewölbes oder flach über dem Horizont, ob im Norden, im Nordosten oder im Nordwesten, es fällt auf. Wegen seiner stattlichen Größe und seiner überdurchschnittlichen Helligkeit. Mit ein wenig Phantasie erkennen wir einen räderlosen Wagen, bestehend aus dem Wagenkasten und der Deichsel. Tatsächlich heißt dieses Sternbild der Große Wagen. Dem ähnelt, nicht weit von ihm entfernt, der Kleine Wagen. Er kommt ein wenig zaghaft hervor. Auf den ersten Blick erkennen wir vielleicht 3 von seinen 7 Sternen. Die Zeichnung deutet es an. Sie zeigt auch, wie der vordere Deichselstern des



Kleinen Wagens schnell zu finden ist. Mit ihm werden wir uns noch gründlicher befassen. Es ist der Polarstern.

Nun dürfen wir aber nicht denken, daß Name und Gestalt bei allen Sternbildern so schön zusammenpaßten. Wo sind zum Beispiel am Himmel Bären zu entdecken? Nirgends. Und doch haben wir soeben zwei betrachtet. Volkstümlich werden die beiden Wagen nämlich auch der Große und der Kleine Bär genannt. Die Fachleute machen da allerdings einen kleinen Unterschied. Sie rechnen zu jedem Wagen noch einige schwächer leuchtende Sterne hinzu. Erst dann sind's für sie Bären. Eine Ähnlichkeit mit Meister Petz ergibt sich trotzdem nicht. Wieviel Sterne zu den beiden „Bären“ gehören, das können wir mit bloßem Auge nicht feststellen. Darum lassen wir die Frage unbeantwortet. Es ist auch gar nicht so wichtig, die genaue Zahl zu kennen.

### **Aber der Wagen, der rollt**

Was für den gelben Wagen aus dem bekannten Volkslied gilt, das trifft auch für unsere beiden Himmelsfahrzeuge zu. Sie „rollen“ ohne Unterlaß. Aber gleichmäßiger, als je eine Kutsche gefahren ist, sogar gleichmäßiger als die Zeiger unserer Armbanduhr.

Uns interessiert, wohin die Reise geht. Um das zu ergründen, beobachten, skizzieren und schlußfolgern wir. Die Zeichnung erläutert, was in bezug auf Standort und Zeit zu beachten ist. Sie gibt an, wie unsere Skizze an einem bestimmten Tag aussehen könnte.

Aus unserem Beobachtungsergebnis können wir zwei Schlüsse ziehen: einen über die Drehrichtung des Himmels und einen über die Bewegung des Polarsterns.

Was fällt uns auf? Zunächst etwas Sonderbares. Der Große Wagen rollt rückwärts (und nur rück-

Die Stellung der Sternbilder hängt nicht vom Jahr, sondern nur vom Monat und von der Tageszeit ab





wärts). Der Kleine rutscht mehr seitwärts als rückwärts. Zwei seltsame Gefährte. Und der Polarstern? Bewegt der sich überhaupt? Wir können es noch nicht mit Sicherheit sagen.

Wie sich die beiden Wagen verschieben, so dreht sich der ganze Sternhimmel. Nur, daß die Ausdrücke „rückwärts“ und „seitwärts“ seine Drehrichtung nicht verständlich machen. Aus dem Mathematikunterricht der 5. Klasse wissen wir, daß es einen positiven und einen negativen Drehsinn gibt. Und nur eine dieser beiden Möglichkeiten kommt hier in Frage.

Damit niemand das Rechts und Links nach Norden und nach Süden zu durcheinanderbringt, nehmen wir einen aufgespannten Regenschirm als Himmelsgewölbe. Wir halten ihn mit seiner Spitze in Richtung Polarstern und bringen unter seinem Gestänge eine Zeichnung des Großen Wagens an. Beliebig können einige Sterne hinzugefügt werden.

Wie müssen wir den Schirm um seinen Stock drehen, wenn die Drehbewegung aller Sterne

richtig wiedergegeben werden soll? Am Bild des Großen Wagens zeigt sich's: linksherum. Dem Vorrücken eines Uhrzeigers entgegen. Im positiven Drehsinn also.

Übrigens läuft auch ein Leichtathlet immer linksherum auf seiner Bahn, gleichgültig, ob 200 oder 10000 m. Das kommt zwar nicht von den Sternen, aber es erinnert uns an ihre Bewegungen.

Über den Polarstern können wir vorläufig nur eine Vermutung aussprechen: Er scheint sich nicht zu bewegen. In der Wissenschaft heißen solche unbewiesenen Vermutungen Hypothesen. Wie sich der Polarstern in bezug auf die Drehung des Sternhimmels verhält, darüber besteht freilich Klarheit. Wir wollen sie uns selbst verschaffen.

## **Wahr oder falsch**

Unbewiesene Aussagen können sich als wahr oder falsch erweisen. Ob sich der Polarstern an der Himmelsbewegung beteiligt oder nicht, das vermag unser Auge kaum zu erkennen. Um so besser unsere Kamera. Ziehen wir sie zu Rate! Eine Aufnahme des Polarsterns und seiner Umgebung wird uns zu neuen Erkenntnissen verhelfen. Sowohl über den Himmel als auch über das Fotografieren.

Drei Voraussetzungen müssen für unser Foto-

experiment gegeben sein: anhaltend unbewölkter Himmel, ein Kamera-Standort, wo kein unerwünschtes Licht in das Kameraobjektiv dringen kann (hineinstrahlen sollen nur Sterne, nicht Nachbars Hauslaterne), und die Möglichkeit, den Fotoapparat schräg aufzustellen (Stativ – eventuell eins borgen!).

Folgende Werte sind einzustellen: größte Blendenöffnung (das heißt kleinste Blendenzahl), Entfernung auf „unendlich“, Belichtungszeit auf „B“. (Film: ORWO NP 27)

Nach dem Dunkelwerden kann das Experiment beginnen. Wir bringen den Polarstern in die Bildmitte, spannen den Verschußhebel, drücken auf den Auslöser und klemmen ihn in dieser Stellung fest. Auf diese Weise bleibt das Auge der Kamera so lange geöffnet, wie wir wollen. Bis wir die Klemme wieder lösen. Und das muß geschehen, bevor es hell wird. In finsternen Winternächten (Mond beachten!) ist es möglich, die Aufnahme 12 Stunden zu belichten. Im Sommer kommen wir höchstens auf 6. Nur Anfang und Ende des Versuchs erfordern unsere Anwesenheit. Alles andere besorgt die Kamera selbst.

Die kleine Mühe sollte niemand scheuen. (Wer immer nur Momentaufnahmen schießt, der nutzt seinen Fotoapparat nur ungenügend.) Ein Helfer und Berater, falls wir uns unsicher fühlen, findet sich bestimmt.

Das fertige Bild wird uns überraschen. Vielleicht läßt es uns an einen Vers von Heinrich Heine denken: „Ich weiß nicht, was soll es bedeuten.“ Nirgends ein Stern. Das Ganze eine Art Schießscheibe. Wie kam es dazu?

Schuld ist einer der Unterschiede zwischen dem menschlichen Auge und dem Objektiv, dem „Fenster“ der Kamera. Wir schauen einem wandernden Gegenstand stets hinterher. So auch, bei genügender Geduld, den Sternen. Spaßig wirkt unser Mitgucken bei einem Tischtennispiel. Wie da die Köpfe rucken! Das „Auge“ des Fotoapparats aber blickt unbeweglich in eine Richtung. Bei einer Momentaufnahme erfaßt es das, was an ihm vorüberzieht, an der Stelle, wo es sich im Augenblick der Belichtung gerade befindet. Einen 100-m-Läufer zum Beispiel am Zielstrich. Bleibt hingegen das Kameraobjektiv für längere Zeit geöffnet, dann zeichnet das einfallende Licht einen „Wanderer“ vom Anfang bis zum Ende seines Weges während der Belichtungszeit.

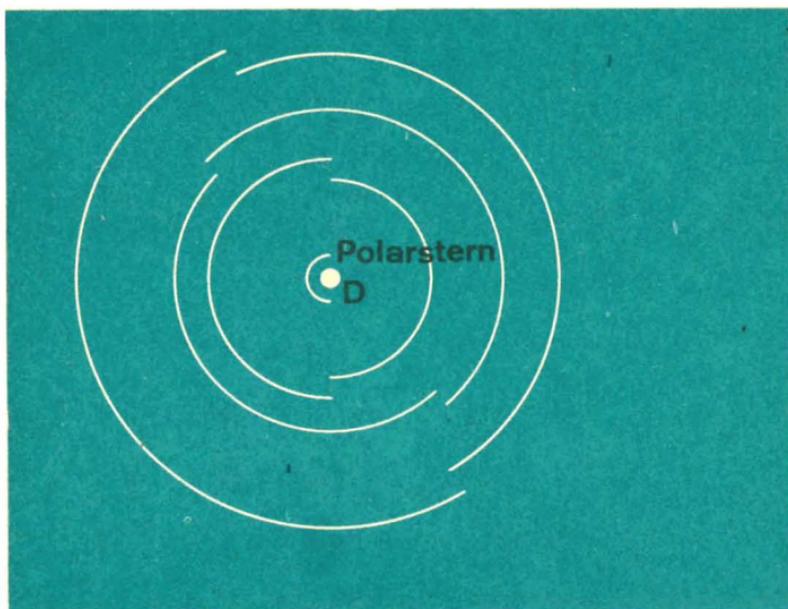
Und genau das war bei unserer ersten Sternaufnahme der Fall. Auf einem solchen Bild erscheint der Weg, den ein Himmelskörper während der Belichtungszeit genommen hat. In Form einer Spur. Man bezeichnet derartige Fotografien daher auch als Spuraufnahmen. Es ist gar nicht so abwegig, dabei an Wildfährten im Schnee zu denken. Und wenn ein Stern als Punkt abgebil-

det werden soll, aber die Helligkeit für eine Momentaufnahme nicht ausreicht? Dann muß die Kamera mitgeführt werden. So wird das in Sternwarten gehandhabt.

Im übrigen entdeckte unser Fotoapparat mehr Sterne als wir mit bloßem Auge. In der Zeichnung können bei weitem nicht alle Sternspuren, die auf einer Fotografie zu finden sind, berücksichtigt werden.

Jetzt haben wir es schwarz auf weiß: Unsere Vermutung über den Polarstern war falsch. Er nimmt doch an der Kreisbewegung des Himmels teil. Aber er beschreibt nur einen recht kleinen Kreis.

So wandern der Polarstern und seine „Nachbarn“ in ungefähr 12 Stunden



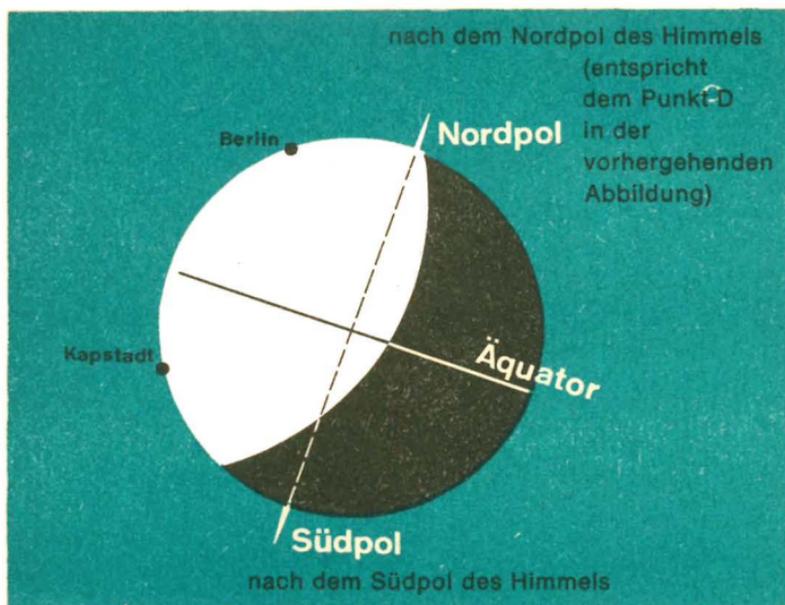
Den kleinsten am Himmelsgewölbe. Auf einer Fotografie im Format 7 cm mal 10 cm würde sein Durchmesser nur wenige Millimeter betragen, wenn die Spur einen vollständigen Kreis bildete. Doch das verhindert die aufgehende Sonne. (Der Punkt D in der Bildmitte stammt nicht von unserem Foto. Seine Bedeutung wird im nächsten Kapitel erläutert.)

### **Als Ersatz ein Stern**

Wenn nun unsere Annahme richtig gewesen wäre? Dann hätte der Polarstern als Spur nur einen Punkt gezeichnet. Einen zusammengeschrumpften Kreis. Die Zeichnung macht deutlich, wo er in diesem Falle stehen müßte: in dem gemeinsamen Mittelpunkt aller Sternspuren, im Punkt D. Wir könnten ihn daher den Drehpunkt des Himmels oder den ruhenden Punkt nennen. Aber wozu einen neuen Namen erfinden: Er heißt Pol. (Auf unserer Fotografie bestimmen wir ihn selbst.)

Von jemand, der stets die Ruhe behält, wenn andere zappelig werden, sagen wir, er sei der ruhende Pol in seiner Umgebung. Zum Beispiel in der Familie. Oder in der Pioniergruppe. Vielleicht auch in der Fußballmannschaft.

Hier handelt es sich um den Nordpol des Himmels. Nach ihm weist ein (von uns erdachter) Mast, der

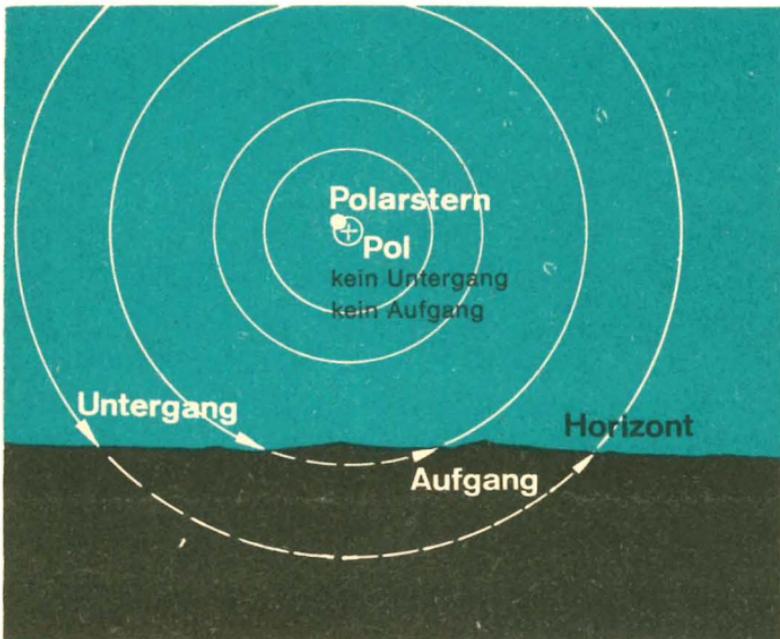


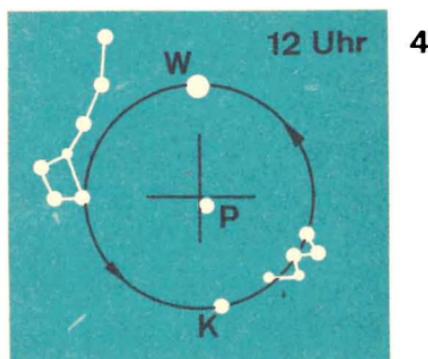
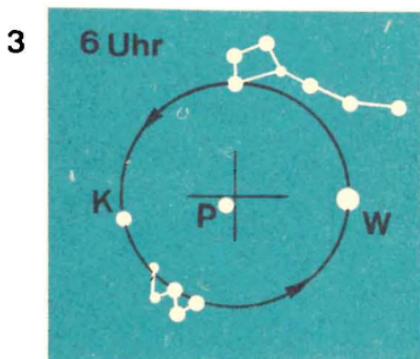
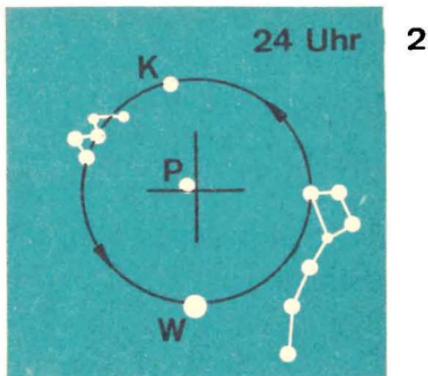
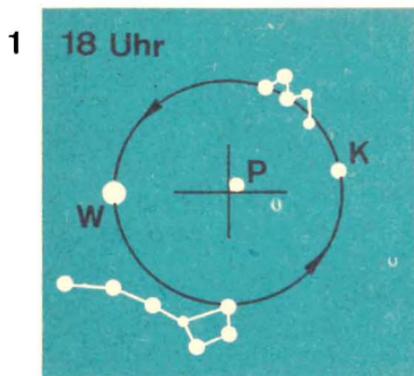
senkrecht auf dem Nordpol der Erde steht. Gleiches gilt für den Südpol der Erde und den Südpol des Himmels. Doch mit ihnen werden wir uns, da wir nur den nördlichen Sternhimmel sehen, nicht beschäftigen.

Jetzt wissen wir auch, woher der Polarstern seinen Namen hat. Er steht ganz in der Nähe seines Namensgebers. So dicht, daß wir ihn als Ersatz für den Nordpol des Himmels nehmen dürfen. Wie sollten wir auch den richtigen finden, wo ihn doch keinerlei Markierung kennzeichnet. Dem forschenden Wissenschaftler ist diese kleine Ungenauigkeit allerdings nicht gestattet. Erspähen kann er den Drehpunkt des Himmels zwar auch nicht, aber bestimmen.

## Kleine Kreise, große Kreise

Einen weiteren Schluß können wir auch aus unserer Himmelsaufnahme ziehen: Nicht alle Sterne gehen (bei uns) auf und unter. Einige bleiben immer über dem Horizont. Warum? Weil der Kreis, den sie um den Himmelspol beschreiben, nicht bis dorthin hinabreicht. Das erkennen wir noch besser an Hand einer Zeichnung. Jene Sterne, die einen vollständigen Kreis um den Pol „zirkeln“, ohne jemals unter den Horizont zu tauchen, heißen Zirkumpolarsterne. Wir wissen, wieso die dennoch in ewigem Wechsel sichtbar und unsichtbar werden. Denken wir an die Sonne!





Die Stellungen gelten auch für:

	Frühlingsanfang	12 Uhr	F	18 Uhr	
1	Sommeranfang	6 Uhr	S	12 Uhr	2
	Herbstanfang	24 Uhr	H	6 Uhr	
			F	6 Uhr	
3	S	18 Uhr	S	24 Uhr	4
	H	12 Uhr	H	18 Uhr	

Schauen wir uns daraufhin noch einige Zirkumpolarsterne in der Natur an! Schnell zu erkennen ist das sogenannte Himmels-W, das Sternbild Kassiopeia. Und hinter dem Großen Wagen geht der Fuhrmann einher. Der einzige Droschkenkut-

scher, der sich nie auf den Kutschbock schwingen kann und obendrein noch in respektvoller Entfernung hinter seinem Gefährt bleiben muß. Wir begnügen uns beim Beobachten mit dem hellsten Stern des Fuhrmanns. Es ist Kapella (K) – auf deutsch: die Ziege. Ihr gegenüber – das heißt entgegengesetzt zum Polarstern (P) – strahlt bläulich und sehr hell die Wega (W) im Sternbild der Leier. (Auch hier beschränken wir uns auf den hellsten Einzelstern.)

Großer Wagen, Kassiopeia, Kapella und Wega bilden zusammen eine große Himmelsuhr. Die günstigste Zeit, sie zu beobachten, liegt um Weihnachten. (Siehe dazu Bild auf Seite 29).

## **Entweder... oder?**

Daß sich der Sternhimmel dreht, das kann zwei Ursachen haben. Entweder das Himmelsgewölbe bewegt sich im Kreis, oder wir, die Beobachter, fahren Karussell.

„Als ich klein war“, sagt Galilei auf der Bühne, „stand ich auf einem Schiff und rief: ‚Das Ufer bewegt sich fort.‘“ Erlebten wir nicht schon einmal Ähnliches? Zum Beispiel auf einem Bahnhof. Wußten wir sofort, welcher Zug aus der Halle rollte, unsrer oder der auf dem Gleis nebenan? Zum Glück bleibt auf einem Bahnhof vieles stehen,

was die Bewegung erkennen hilft. Aber auf der ganzen Erdkugel? Nichts Feststehendes verschiebt sich gegeneinander. Kein Siehe – da! – sie dreht sich.

Mit seinem selbstgebauten Fernrohr entdeckte Galileo Galilei am Himmel Anhaltspunkte (nämlich vergleichbare Bewegungen!) für den Lauf der Erde um die Sonne. Die konnte er jedem, der es sehen wollte, zeigen. Allerdings wollten gerade die nichts sehen, die von der Richtigkeit des neuen Weltbildes überzeugt werden sollten: die hohen Geistlichen. Sie lehnten einen Blick durchs Fernrohr rundweg ab.

Nun war das aber nicht die einzige Meinungsverschiedenheit zwischen dem großen Naturforscher und der katholischen Kirche. Denn für Galilei stand ebenso fest, daß die Erde noch eine zweite Bewegung ausführt: die Drehung um sich selbst, um ihre Achse.

Aber einen Beweis dafür konnte er nicht so führen, daß er hätte sagen können: „Leute, schaut her, hier habt ihr die Achsendrehung!“ Seine mächtigen Gegner machten es sich leicht. „Der Himmel dreht sich“, behaupteten sie, „weil sich eben alles um die Erde dreht. Die aber steht still. Im Mittelpunkt.“ So paßte es am besten in ihre Lehre. So fühlten sie sich noch mächtiger. Als des Weltallzentrums .Mittelpunkt. Drehte sich doch das Leben vieler anderer um sie: zum Beispiel

das der Mönche, der leibeigenen Bauern, der Handwerker, der Diener. Von einem neuen Weltbild, das der Erde keine Mittelpunktstellung einräumte, wollten die Herrschenden nichts wissen. Daher erklärt Galilei im Theaterstück: „Für die neuen Gedanken brauchen wir Leute, die mit den Händen arbeiten. Wer sonst wünscht zu erfahren, was die Ursachen der Dinge sind? Die das Brot nur auf dem Tisch sehen, wollen nicht wissen, wie es gebacken wurde.“

Später machten Wissenschaftler die Achsendrehung der Erde für jedermann sichtbar. Besonders eindrucksvoll war der Versuch, den der französische Physiker Foucault (gesprochen wie FUKO) im Jahre 1851 in Paris unternahm. In einem hohen Kuppelbau brachte er vor den Augen vieler Zuschauer eine 28 kg schwere Eisenkugel, die an einem 67 m langen Seil hing, zum Schwingen. An der Unterseite der Kugel war eine lange Nadel angebracht und auf dem Boden ein ringförmiger



Wall aus feinem Sand angehäuft. Wieder und wieder durchschnitt die Nadelspitze den Sandwall. Bei jeder Hinundherbewegung viermal. Gebannt blickten die Beobachter auf die Schnittstellen. Schon bald bemerkten sie, daß die sich allmählich verschoben, und zwar von Osten nach Westen. Somit war der Versuch mit dem Foucaultschen Pendel gelungen. Wieso?

Daß wir jetzt keinen Denkfehler begehen! Ein Voreiliger könnte nämlich meinen, das Pendel habe sich, von der Aufhängevorrichtung mitgezerrt, zusammen mit dem ganzen Gebäude gedreht. Hätte dann nicht der Sandwall auf beiden Seiten immer an der gleichen Stelle geschnitten werden müssen?

Des Rätsels Lösung liegt in einem physikalischen Gesetz. Es besagt, daß ein Pendel, das nach allen Seiten frei schwingen kann, die einmal eingeschlagene Richtung bis zum Stillstand beibehält. Also konnte sich nur der Sandwall gedreht haben. Von West nach Ost. Mit ihm der Kuppelbau. Und schließlich die ganze Erde. Unbeteiligt blieb das Pendel.

Wie in Foucaults Versuch dem Sandwall, so erging es unserer Kamera, als wir den Polarstern fotografierten. Sie führte die Drehbewegung aus, nicht das Himmelsgewölbe. Und darum verursachte nur sie die merkwürdigen Kreisbögen auf unserer Aufnahme.

Wenn wir trotzdem noch hin und wieder von der Drehung des Himmels sprechen, dann tun wir das nur zur Vereinfachung. Wir kennen aber die Ursache dieser Scheinbewegung. Es ist die Achsendrehung der Erde – nicht etwa ihr Lauf um die Sonne.

## Wie ein Eiskunstläufer

Man könnte unsere Erde mit einem Kreisel vergleichen, der um eine Murmel kurvt. Warum? Wegen der doppelten Bewegung. Eiskunstläufer führen Ähnliches vor, indem sie um sich selbst wirbeln und dabei in einem großen Kreis um das Stadionrund laufen. Beides erfolgt im gleichen Drehsinn. (Wer brächte es anders?) Geht es links herum, dann stimmt's mit Himmel und Erde überein.

Die Achsendrehung wollen wir von nun an als



Rotation bezeichnen. Wir begegnen ihr oft. Die Walze des Malers, die Trommel der Waschmaschine, die Räder unseres Fahrrads – sie alle rotieren. Wie die Erde.

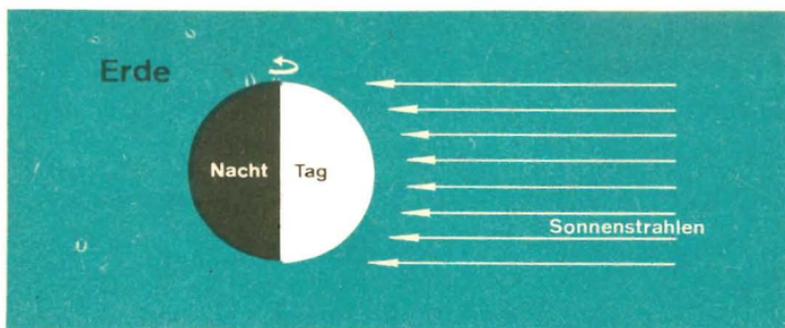
Natürlich haben beide Erdbewegungen Folgen. Sie werden in den nächsten Kapiteln behandelt.

## **Irrtum!**

„Das berührt mich doch nicht“, meinte jemand über astronomische Erscheinungen, wie wir sie hier erörtern. Sprach's und bewies genau das Gegenteil. Von früh bis spät richtete sich unser Jemand nach der Erdrotation. Nach ihr klingelte morgens sein Wecker, und die folgende Arbeits- und Freizeit waren ihr angepaßt. So, wie die Erde rotierte, schaltete er Licht an und aus, verteilte er die Mahlzeiten, wurde er müde und – vom Wecker aufgeschreckt – wieder munter. All das nennen wir den Tagesrhythmus. Damit soll ausgedrückt werden, daß vieles, was wir tun oder lassen, von dem Wechsel zwischen Tag und Nacht abhängt und von einer bestimmten Tageszeit.

Und wie entsteht dieser ständige Wechsel? Durch die Erdrotation! Beleuchtet wird stets nur die Erdhälfte, die der Sonne zugewandt ist.

Weil sich die Erde von West nach Ost um ihre Achse dreht, bewegt sich die Sonne auf ihrer



scheinbaren Tageswanderung in umgekehrter Richtung über den Himmel, geht sie im Osten auf und im Westen unter. Daß das Café im Berliner Fernsehturm rotiert, ist für die Besucher sehr angenehm, jedoch nicht unbedingt nötig. Aber eine Katastrophe wäre es, wenn die Erde nicht mehr rotierte. Das brächte der einen Hälfte viel Schlimmeres als nur die Finsternis. Alles Leben erstarrte in Kälte, Eis und Schnee.

Zum Thema Erdrotation gibt es eine vielbeachtete Bibelstelle. Sie lautet: „Sonne, stehe still zu Gibeon!“ Dieser „Befehl“ sollte bewirken, daß es länger Tag blieb, damit eine Schlacht noch zu Ende gekämpft werden konnte. Uns geht es hier nicht darum, ob derartige Wunder möglich sind oder nicht. Wir wollen vielmehr Ursache und Wirkung auseinanderhalten. Die Wirkung wird in der Bibel so dargestellt: „Also stand die Sonne mitten am Himmel und verzog (verzögerte) unterzugehen beinahe einen ganzen Tag.“ Welche Ursache hätte dem zugrunde liegen müssen? Eine andere als

jener „Befehl“. Nämlich? Die Erde hätte angehalten werden müssen! (Die Folgen wären nicht auszudenken gewesen. Stellen wir uns nur das plötzliche Anhalten einer Straßenbahn vor.)

Nicht minder greift die zweite Erdbewegung in unser aller Leben ein. Wir verspüren sie buchstäblich am eigenen Leibe. Indem wir frieren oder schwitzen. Denn die Jahreszeiten werden dadurch hervorgerufen, daß die Erde in einem Jahr einmal die Sonne umrundet. Wir sehen es auch, ob wir dem Frühling, dem Sommer, dem Herbst oder dem Winter entgegenreisen: an der Veränderung der Tagbögen der Sonne. (Siehe dazu Bilder Seite 38 u. 39)

In Berlin zeichnen sich die Jahreszeiten auf eine ganz besondere Weise am Hochhaus des Interhotels „Stadt Berlin“ ab. Über dessen sonnenzugewandte Seite zieht am frühen Nachmittag der Schatten vom oberen Teil des nahen Fernsehturms. Dabei bildet sich die Turmkugel als

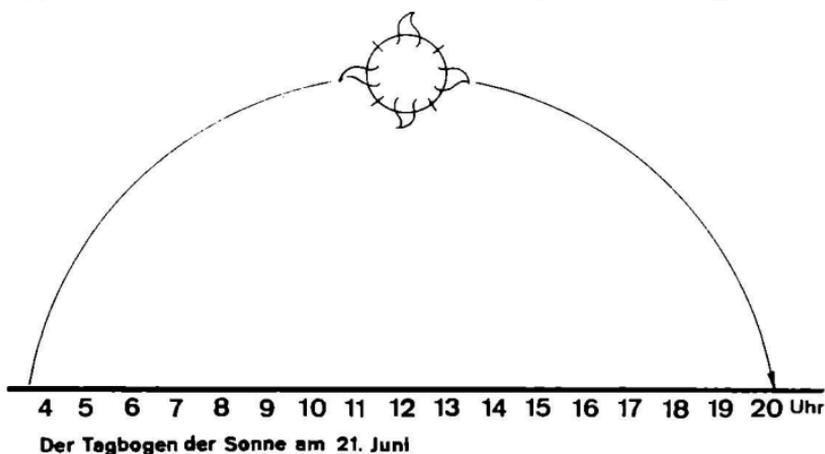


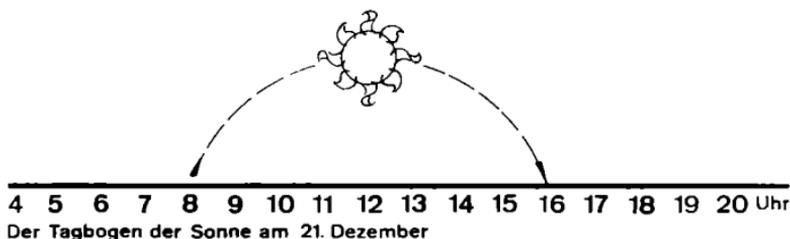
Kreis ab. Welche Hotelstockwerke er vorübergehend verdunkelt (obere, mittlere, untere), das hängt von der Jahreszeit ab. Es kommt auch vor, daß der Kugelschatten überhaupt nicht auf „Stadt Berlin“ fällt, weil er entweder über das Gebäude hinweg- oder schon vor ihm „zu Boden“ geht. In welchen Jahreszeiten wird das der Fall sein?

### **Teils Zuneigung, teils Abneigung**

Was hängt nicht alles vom Tagbogen der Sonne ab! Seine wechselnde Länge entscheidet, ob wir uns in einen dicken Mantel hüllen oder nur leicht bekleiden, ob wir schwimmen oder Schi laufen, ob wir Eis oder heißen Tee bevorzugen, ob gesät oder geerntet wird.

Doch allein dadurch, daß die Erde um die Sonne läuft, wird dieser Jahresrhythmus nicht hervorgerufen. Es kommt mit darauf an, welche Lage die

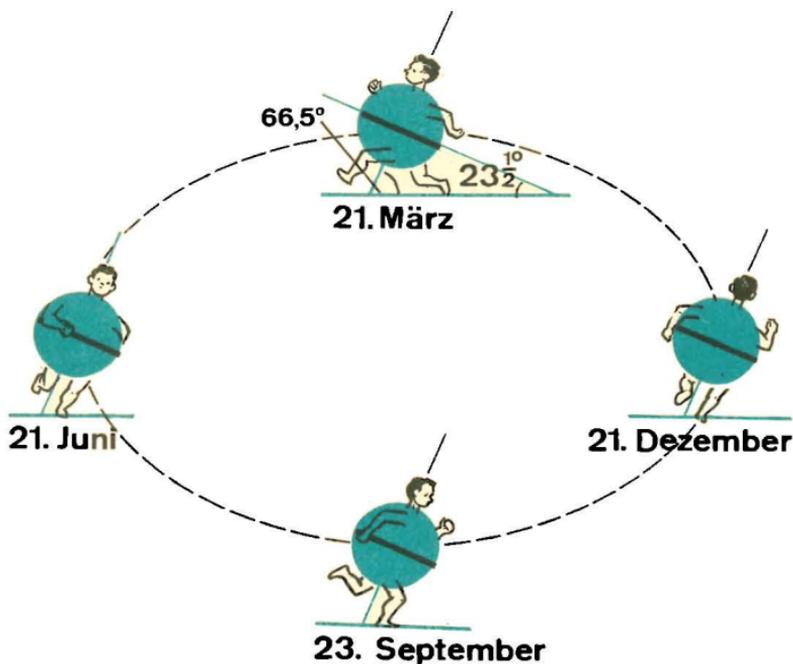




Erdachse dabei einnimmt. Die steht nämlich nicht senkrecht zur Umlaufbahn, sondern schräg. Und gerade mit dieser Schrägstellung hat es etwas Merkwürdiges, beinahe Komisches auf sich. Um das zu verstehen, müssen wir einen Vergleich zu Hilfe nehmen.

Laufen wir im Sprintertempo im Kreis, dann sind wir gezwungen, unseren Körper stets zum Kreismittelpunkt, also nach innen, zu neigen. Andernfalls würden wir ja die Kurve gar nicht „kriegen“. Besonders gut sehen wir das bei Bahnradfahrern, die um das Stadionoval jagen. Ganz unnormale verhält sich dagegen der Läufer auf unserem Bild. Daß jemand in einem derartigen Stil dahintrabt, das gibt es zwar gar nicht, aber diese sonderbare Körperhaltung soll uns die Stellung der Erdachse zur Umlaufbahn der Erde begreiflich machen. Der Neigungswinkel beträgt  $66\frac{1}{2}^\circ$ . Bestimmen wir die Neigung zwischen Erdäquator und Umlaufbahn, ergibt sich ein Winkel von  $23\frac{1}{2}^\circ$ .

Unser Schrägläufer führt der Einfachheit halber nur die eine der beiden Erdbewegungen vor. Wir können von ihm doch nicht verlangen, daß er bei



seinem Rundlauf auch noch, wie es die Erde tut, ständig um die eigene Achse rotiert. Ihm würde schwindelig. Außerdem hat die Erdrotation gar keinen Einfluß auf das, worum es uns hier geht: auf die Jahreszeiten.

Übertragen wir nun das Bild vom Sportplatz in den Weltraum und ersetzen den Läufer durch die Erde! Etwa in der Bildmitte müssen wir uns die Sonne denken. Teils neigt sich die Erdachse zu ihr hin, teils kehrt sie sich von ihr ab. Einmal wendet sich der Nordpol zur Sonne, einmal der Südpol. Und das ist gut so. Sonst hätte die eine Erdhälfte ewig Sommer und die andere dauernd Winter.

Wie sich die Achsenneigung auf die Länge von Tag und Nacht auswirkt, erkennen wir an der Darstellung unten. Die gestrichelte Linie gibt den Weg des Ortes A bei einer Erdrotation an. Wir sehen, daß dabei im Sommer der Weg bei Licht länger ist, im Winter der bei Dunkelheit.

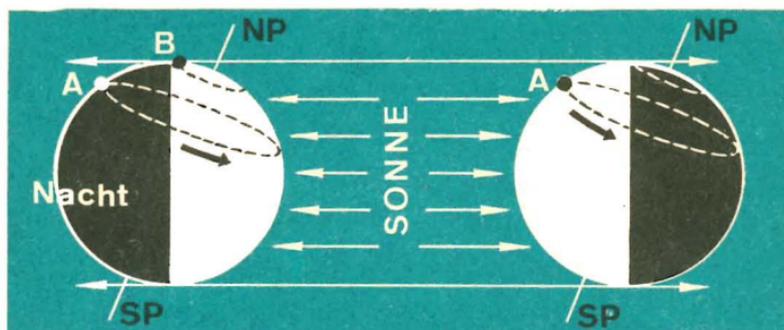
Noch weiter nördlich als A liegt Leningrad. Wenn der Sommer beginnt, ist dort der Nachtbogen der Sonne so kurz, daß es gar nicht richtig dunkel wird. Selbst um Mitternacht nicht. Zusammen mit den Einwohnern der Stadt erleben dann Tausende von Touristen aus aller Welt die reizvolle Zeit der weißen Nächte.

Es gibt sogar Gebiete auf der Erde (B), wo die Sonne eine Zeitlang überhaupt nicht auf- oder untergeht. Aus der Zeichnung geht hervor, daß das nur in der Nähe der Pole der Fall sein kann.

Einige Wissenschaftler aus unserer Republik kennen den ewigen Tag und die ewige Nacht aus

Sommer auf der Nordhalbkugel  
(also bei uns)

Winter auf der Nordhalbkugel



eigenem Erleben. Sie waren Mitarbeiter des sowjetischen Forschungszentrums Mirny auf Antarktika und unternahmen von dort aus Expeditionen zu UdSSR-Stationen noch näher am Südpol.

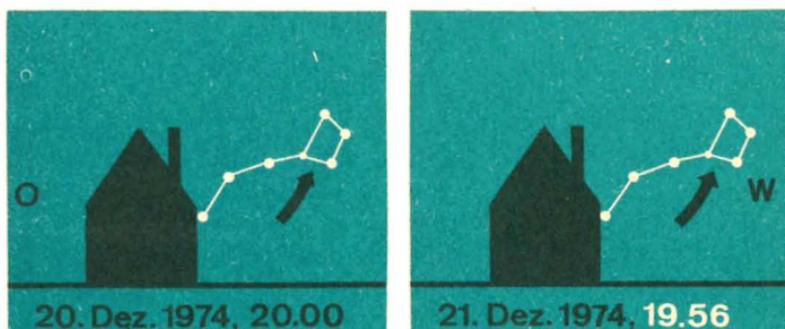
Gleichmäßig verteilt sich das Sonnenlicht nur zum Frühlings- und zum Herbstanfang. Überall auf der Erde sind dann Tage und Nächte gleich lang. Warum? Weil sich keiner der Pole der Sonne entgegenneigt.

### **Vier Minuten täglich**

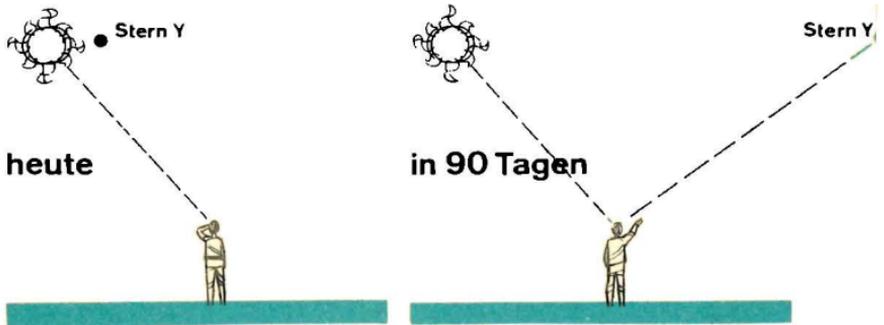
Die Frage, in welcher Zeit die Erde genau einmal rotiert, würden wir wahrscheinlich falsch beantworten. In 24 Stunden = 1440 Minuten – das stimmt nämlich nicht. Ein Versuch, der an zwei aufeinanderfolgenden Tagen ausgeführt werden muß, soll erweisen, wie lange eine Erdrotation wirklich dauert.

Nachdem wir unsere Uhr mit Hilfe des Zeitzeichens im Radio so genau wie möglich gestellt haben, peilen wir einen Stern, etwa den Deichselstern des Großen Wagens, entlang einer Hauswand in dem Moment an, da er hinter dem Gebäude hervorkommt oder verschwindet. Der Zeitpunkt muß notiert werden. Am folgenden Tag wird der Versuch wiederholt. Am besten dann noch einige Male an aufeinanderfolgenden Tagen, damit Zufalls-

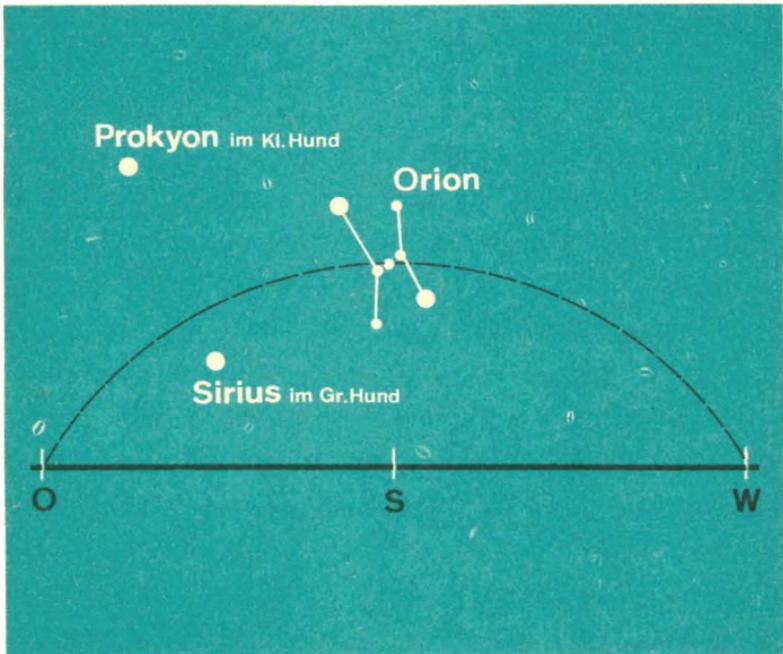
ergebnisse nicht zu voreiligen Schlußfolgerungen führen. Wir werden folgendes feststellen: Es dauert nicht ganz 24 Stunden, bis ein Stern wieder an der gleichen Stelle steht. Die Differenz beträgt etwa 4 Minuten. Demnach dreht sich der Sternhimmel in 1436 Minuten einmal im Kreis. Um  $360^\circ$ . Unser Beobachtungsprotokoll könnte so aussehen:



Dennoch hat unser Geburtstag 1440 Minuten, denn er richtet sich, wie jeder andere Tag auch, nach der Sonne. Und bevor die wieder in der gleichen Richtung steht wie am Vortag, muß sich der Himmel um  $361^\circ$  gedreht haben. Um einen vollen Kreis und  $1^\circ$  dazu. Woher der zusätzliche, winzig kleine Winkel kommt? Vom Umlauf der Erde um die Sonne. Und der bewirkt, daß Sonne und Sterne jeden Tag um  $1^\circ$  weiter auseinander-rutschen. Die Zeichnung zeigt, wie sich die Stellung der Sonne zu einem bestimmten Stern innerhalb von 90 Tagen verändert.



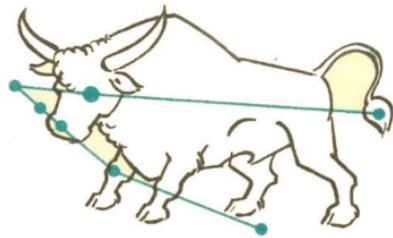
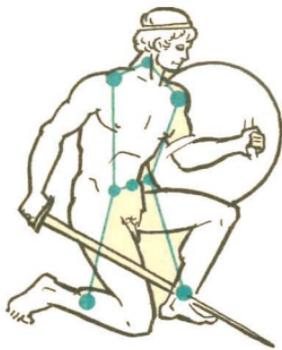
Wir schließen daraus, daß ein Stern, der heute dicht neben der Sonne und daher unsichtbar über den Himmel wandert, in einem halben Jahr am südlichen Nachthimmel steht, während sich die Sonne im Norden tief unter dem Horizont befindet. Das schönste und größte aller Stern-



bilder kann daher nur im Winter am Abendhimmel beobachtet werden. Im Sommer rückt ihm die Sonne zu nahe. Es ist der Orion.

## **Wen jagt Orion heute?**

Wir finden Orion in südlicher Richtung. Vor Zeiten war er Jäger in Griechenland. Ein recht übermütiger; denn er nahm sich vor, alles Getier auf der Erde zu erlegen. Das konnte Diana, die Göttin der Jagd, natürlich nicht dulden. Worüber hätte sie noch gebieten sollen, wenn die Tierwelt ausgerottet worden wäre? Also befahl sie, Orion zu töten. Ein Skorpion, ein Verwandter unserer Spinnen, bohrte ihm seinen giftigen Stachel tief in die Ferse. Doch nicht genug damit. Diana verfolgte den allzu kühnen Jäger über den Tod hinaus und versetzte ihn an den Himmel. Wir wissen nicht, wie er dort wieder zum Leben erweckt wurde. Jedenfalls – so berichtet die Sage weiter – soll er auch als Himmelsjäger seine Wildheit und seinen Übermut nicht abgelegt haben. Vielleicht jagt er heute den unberechenbaren Stier. Beobachten läßt sich nur, daß er sich dem Tier zuwendet. Dessen gerötetes Auge, Aldebaran – der hellste Stern im Stier –, funkelt kampfeslustig. Ähnliche Geschichten sind in vielen Sternbildern verewigt. Da werden Fabelgestalten in kreuz-



gefährliche Abenteuer verwickelt. Bruno H. Bürgel, ein deutscher Astronom, nannte in einem seiner Bücher den Himmel „ein wahres Märchenbuch der Völker“. Wir wollen es hier bei der einen Sage bewenden lassen. Wir müssen aber wiederholen, was wir bereits bei der Betrachtung der „Bären“ feststellten: Eine Ähnlichkeit zwischen den Sternbildern und dem, was sie ihrem Namen nach darstellen sollen, besteht größtenteils nicht. Menschliche Phantasie hat hier der Natur etwas nachgeholfen. So auch bei Orions Kampf gegen den wilden Stier.

## Hundstage

Zu einem zünftigen Jäger gehören auch seine Jagdhunde. Orion gebietet über zwei, den Kleinen und den Großen Hund. Wir beschränken uns bei der Beobachtung auf den jeweils hellsten Einzelstern. Prokyon im Kleinen Hund kann nicht

übersehen werden. Noch weniger Sirius im Großen Hund, der sogenannte Hundstern. Steht die Sonne nicht weit von dem Jäger und seinen Hunden entfernt, dann erleben wir die heißesten Tage des Jahres: die Hundstage.

Sehr aufmerksam beobachteten ägyptische Priester vor über 2000 Jahren den Hundstern. Sie taten das nicht aus Vergnügen an der Astronomie, der ältesten Naturwissenschaft. Vielmehr hatte das praktische Gründe. Sie leiteten nämlich neben religiösen Handlungen auch die Feldarbeiten. Und so bestimmten sie unter anderem den Zeitpunkt der Aussaat.

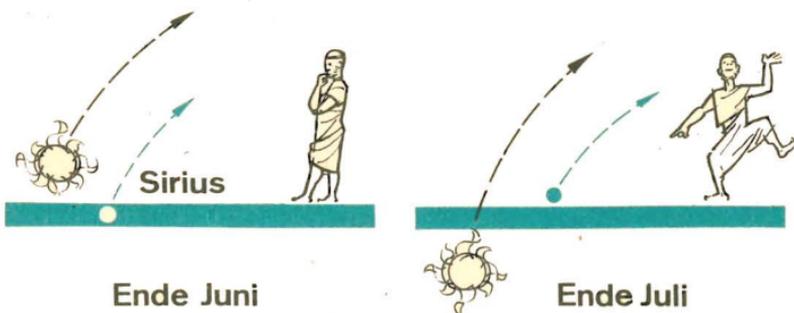
Dabei bewegte sie eine Frage ganz besonders: Wann wird der Nil, der wasserreichste afrikanische Fluß, das nächstemal über seine Ufer treten und das von der sengenden Sonne ausgetrocknete Land fruchtbar machen? Die Priester-Astronomen wußten zwar, daß Dauerregen weit im Süden – abhängig vom Stand der Sonne – das Hochwasser herbeiführte, aber bei dem damaligen Stand der Nachrichtentechnik konnten sie von dem Heranrollen der Hochwasserwelle keine Kunde erhalten. Also versuchten sie, mit astronomischen Mitteln den Eintritt der jährlichen Nilüberschwemmung vorauszubestimmen.

Als entscheidend dafür betrachteten sie einen besonders bemerkenswerten Aufgang des Sirius. Besonders bemerkenswert deshalb, weil er sich

nur einmal im Jahr so vollzieht. Nachdem sie ihn lange Zeit wegen des gleißenden Sonnenlichts nicht hatten aufgehen sehen, hielten sie in den entscheidenden Tagen vor Sonnenaufgang ungeduldig nach ihm Ausschau. Bis sie ihn eines Morgens in der Dämmerung wieder über den östlichen Horizont emporsteigen sahen. Das war, nach unserem heutigen Kalender, Ende Juli. Und dieser erste sichtbare Aufgang des Hundsterns in der Morgendämmerung verhieß Wasser und Leben, kündigte er doch jedes Jahr die Nilüberschwemmung an. Das wichtigste Ereignis für das Land am Rande der Wüste Sahara.

Bei uns erfolgt der erste sichtbare Aufgang des Sirius am Morgenhimmel erst einige Wochen später. Trotzdem halten wir uns mit der Bezeichnung „Hundstage“ ungefähr an die Zeit der Ägypter. Wir verstehen darunter eine sommerliche Hitzeperiode. Sie tritt meist Ende Juli, Anfang August ein.

Über die Bedeutung der Siriusbeobachtungen



im alten Ägypten schrieb Karl Marx in seinem größten wissenschaftlichen Werk, dem „Kapital“: „Die Notwendigkeit, die Perioden der Nilüberschwemmungen zu berechnen, schuf die ägyptische Astronomie.“ Auf ähnliche Weise entstand sie in anderen Ländern. Die Babylonier befaßten sich schon vor 4000 Jahren mit der Astronomie. Und wie sie gehen auch die jüngeren Wissenschaften, zum Beispiel die Mathematik, die Physik und die Chemie, auf praktische Bedürfnisse zurück. „Die Praxis stachelte die Theorie an“, lesen wir in einem Buch über Galilei, der als Wegbereiter der neuzeitlichen Naturwissenschaft gilt. Bert Brecht läßt seinen Galilei auf der Bühne sagen, worin überhaupt der Sinn der Forschung liegt: „Ich halte dafür, daß das einzige Ziel der Wissenschaft darin besteht, die Mühseligkeit der menschlichen Existenz zu erleichtern.“ Mit anderen Worten: Die Wissenschaft ist dazu da, den Menschen das Leben zu erleichtern.

Im heutigen Ägypten gibt es dafür ein Beispiel, das mit unseren Betrachtungen über den Sirius zusammenhängt. Die Bauern brauchen mit der Aussaat nicht mehr zu warten, bis der Hundstern in der Morgendämmerung aufgeht. Ein riesiger Damm bei Assuan, der mit sowjetischer Hilfe errichtet wurde, staut den Nil in Hochwasserzeiten an und gibt täglich von dem Überschuß ab. Außerdem treiben die herabstürzenden Wasser-

massen energieerzeugende Turbinen. So hilft der „Sadd el Aali“, „der große Damm“, Millionen Menschen.

Obwohl der Sirius als Wasserverkünder längst ausgedient hat, erfreut er mit seinem weißen Glanz den Beobachter noch heute. Ein Poet würde ihn vielleicht einen funkelnden Edelstein nennen. Sein „Besitzer“, der Jäger Orion, muß übrigens täglich den weitesten Weg am Himmel zurücklegen. Noch genauer: seine Gürtelsterne. Die laufen nämlich auf dem Himmelsäquator. Bis dorthin werden die Kreise vom Polarstern an immer größer. Unterhalb des Oriongürtels, wo auch Sirius über den Himmel zieht, nehmen die Bogenlängen wieder ab. Und damit die Geschwindigkeiten, mit denen sich die Sterne auf ihren Kreisbahnen fortbewegen. Also muß Orion am schnellsten wandern. Wie die äußeren Räder eines Autos in der Kurve. Im Tempo stehen ihm seine beiden Hunde nur wenig nach.

Versäumen wir nicht, die Jagdgruppe zu beobachten! Unsichtbar ist sie nicht nur an den Hundstagen, sondern den ganzen Sommer über, denn da schmiegen sich die Wintersternbilder an die Sonne.

## Ursache und Wirkung

Damit wir nichts verwechseln, wollen wir beide Erdbewegungen noch einmal deutlich auseinandersetzen. Vor allem aber das, was aus ihnen folgt:

Die Erde rotiert. 1 Rotation erfolgt in 1436 Minuten.

Der Himmel dreht sich in der gleichen Zeit um  $360^\circ$ .  
Alle Sterne beschreiben Kreise. Die weit genug vom Himmelspol absteigen, gehen auf und unter. Auch die Sonne. Die von ihr beleuchtete Erdhälfte hat Tag, auf der unbeleuchteten ist Nacht.

Die Erde umrundet die Sonne. 1 Umlauf dauert 1 Jahr. Er wird auch *Revolution* genannt.

Sonne und Sterne rücken jeden Tag um  $1^\circ$  auseinander. In einem halben Jahr um  $180^\circ$ . Daher sind bestimmte Sternbilder nur im Sommer sichtbar, andere nur im Winter.

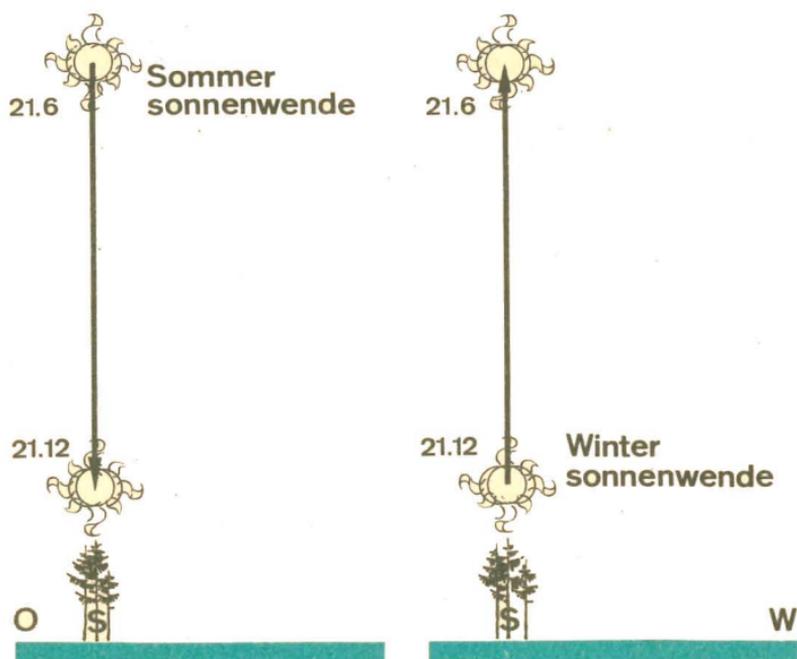
Der Erdäquator und die Erdbahn um die Sonne liegen nicht parallel, sondern schief zueinander. Ihre Ebenen bilden einen Winkel von  $23\frac{1}{2}^\circ$ . Er heißt Schiefe der Ekliptik. (Ekliptik = Schnittlinie der Erdbahnebene mit der Himmelskugel)

Die Tag- und Nachtbögen der Sonne verändern sich. Mit ihnen die Zeit des Sonnenauf- und -untergangs.  
Eine Sonnenwende tritt ein, wenn die Tagbogenlänge zu-nehmen oder abzunehmen beginnt, am 21. (oder 22.) Dezember und am 21. (oder 22.) Juni. Wir erleben die vier Jahreszeiten. Auf der südlichen Halbkugel verschieben sie sich gegenüber unseren um ein halbes Jahr. Demnach verteilen sie sich so:

Nord:	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Süd:	Herbst	Winter	Frühling	Sommer

Daß wir auf einer schiefen Bahn um die Sonne reisen, das bemerken wir auch an ihrem täglichen Durchgang durch die Südrichtung.

Stellen wir uns vor, wir fotografierten die Sonne jeden Tag von derselben Stelle aus in dem Moment, da sie genau im Süden steht. Ein Stück Horizont, einen Baum oder ein Haus müßten wir als Anhaltspunkt mit festhalten. Zu einem Film aneinandergereiht, ergäben die vielen einzelnen Aufnahmen dann die folgende Wanderung der Sonne.



Wir dürfen aber auf keinen Fall in die Sonne hineinschauen. Es könnte uns das Augenlicht kosten. Selbst eine Sonnenbrille schaltet die Gefahr nicht aus. Darum ist es uns diesmal nicht möglich, die Richtigkeit der Zeichnung an der Natur zu überprüfen.

Auf die Sonne werden wir noch zurückkommen. Unsere zusammenhängenden Betrachtungen zu Rotation und Revolution sollen mit dem folgenden Kapitel abgeschlossen werden.

## **Wer ruht, bewegt sich doch**

Und wenn wir noch so ruhig in unserer Schulbank sitzen; wir bewegen uns doch. Sehr schnell sogar. Mit ungefähr tausend Kilometern in der Stunde infolge der Erdrotation und mit mehr als hunderttausend Kilometern in der Stunde auf Grund unserer Reise um die Sonne. Alles um uns her „fährt“ mit. Selbst die Lufthülle. Nichts ruht.

In Ruhe können wir uns nur im Vergleich zu unserer irdischen Umgebung befinden, und zwar dann, wenn es zwischen uns und ihr keinerlei Verschiebung gibt. Wie zwischen zwei fahrenden Autos, die ihren Abstand unverändert beibehalten, oder zwischen zwei Rolltreppenbenutzern, die wie angewurzelt auf ihrer rollenden Unterlage stehen. Statt „im Vergleich zu“ verwenden wir dann den

Ausdruck „relativ zu“: Die beiden Autos und die zwei Rolltreppenfahrer befinden sich relativ zueinander in Ruhe. Eine absolute Ruhe gibt es nicht. Weder auf der Rolltreppe noch irgendwo auf der Erde oder außerhalb von ihr im Weltall. Alles bewegt sich. Das ist ein Naturgesetz.

Die rasende Fahrt, an der wir teilnehmen, wäre für uns unerträglich, wenn die Luft um uns herum stehenbliebe. Dann fegte ein Orkan von unvorstellbarer Stärke alles von der Erde hinweg. Im Vergleich dazu läuft die relative Luftbewegung (relativ zur Erdoberfläche), die wir Wind, Sturm oder Orkan nennen, im Schneckentempo ab.

## **Nicht jeden Kompaß gibt's zu kaufen**

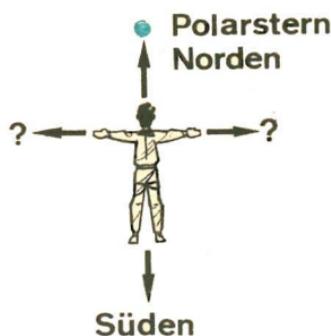
Einem Autofahrer erging es eines Nachts in einem fremden Land wie Hänsel und Gretel im Märchen. Er hatte die Orientierung verloren und wußte nicht, wie er den Heimweg finden sollte. Auf seiner einsamen, stockdunklen Straße begegnete er weder einem Fußgänger noch einem Fahrzeug, und auch sein Autoatlas nutzte ihm nichts, da er keine Ahnung hatte, wo er sich befand. Nur eines war ihm klar: Sein Heimatort lag in westlicher Richtung. Ab und zu hielt er an und schaute seitwärts aus dem Fenster. Zu seinem Erstaunen erblickte er dabei zu seiner Linken ziemlich steil

am Himmel, so daß er sich ein wenig hinausbeugen mußte, immer wieder den Polarstern. Da endlich faßte er einen Entschluß, wendete und fuhr nach der entgegengesetzten Richtung. Und die stimmte. Wie war er darauf gekommen?

Er hatte sich besonnen, daß der Polarstern ziemlich genau im Norden steht, über dem Nordpol der Erde. Wir wissen, daß er, der vordere Deichselstern des Kleinen Wagens, seine Position am Himmel nur wenig verändert. Fast gar nicht. Ganz im Gegensatz zu solch flinken Kurvenläufern wie den Gürtelsternen des Orions.

Einen einfacheren und besseren Kompaß gibt es für uns wirklich nicht. Die Zeichnung erläutert, wie er anzuwenden ist. Wer die Nordrichtung kennt, der findet auch Osten, Süden und Westen. Junge Touristen müssen darüber Bescheid wissen.

Wer mit dem Gesicht zum Polarstern steht, der kann Osten nur zur Rechten haben. Unser Auto-



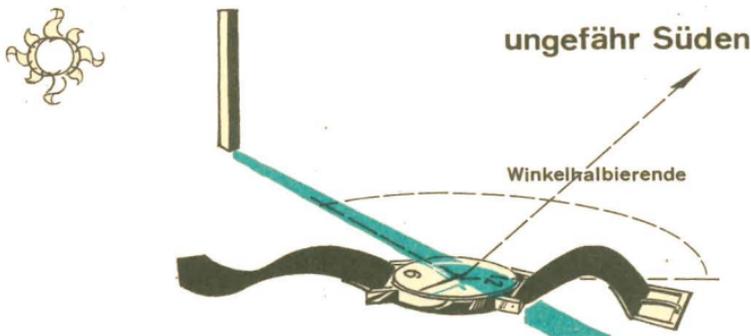
fahrer entdeckte den „goldnen Himmelsnagel“ in Fahrtrichtung links. Also fuhr er nach Osten. Und das war in seinem Fall verkehrt.

Und wenn der Topf aber nun ein Loch hat? Wenn diese Methode versagt, weil es Tag ist? Dann hilft die Sonne.

Man hält seine Armbanduhr so, daß deren kleiner Zeiger parallel zum Schatten des nächstbesten, annähernd senkrecht stehenden Gegenstands liegt. Dann wird der Winkel zwischen dem kleinen Zeiger und der Zwölf halbiert. Die Winkelhalbierende weist ungefähr nach Süden. Allerdings bei weitem nicht so genau, wie der Polarstern die Nordrichtung anzeigt.

Und wenn Wolken die Sonne verhängen? Dann schaut man freistehende Bäume an. Sie neigen sich bei uns meist ein wenig nach Osten. Warum? Schuld ist der Wind. Woher weht er wohl in unserer Gegend am häufigsten?

Zur Winterzeit kann uns auch Orion den Weg



weisen. Weil seine Gürtelsterne im Ostpunkt über den Horizont emporsteigen und im Westpunkt untergehen (vgl. das Bild auf Seite 44). Im Süden erreichen sie – wie alle anderen Sterne auch – den Gipfel ihrer Bahn. Ist der Jäger im Begriff, noch höher hinaufzuklettern, dann befindet er sich zwischen Osten und Süden. Wandert er talwärts, wendet er sich, Süden „im Rücken“, nach Westen. Zu allem aber gehört, daß man weiß, in welche Richtung man gelangen will. Sonst nützen einem Polarstern, Sonne, Bäume und Orion als Behelfskompass gar nichts.

Einprägen müssen wir uns, nach welchen Himmelsrichtungen wir von den Fenstern unserer Wohnung aus blicken. Besonders wichtig ist die Nord-Süd-Richtung. Wir werden sie noch experimentell bestimmen.

## **Geheimnisvolle Arktis**

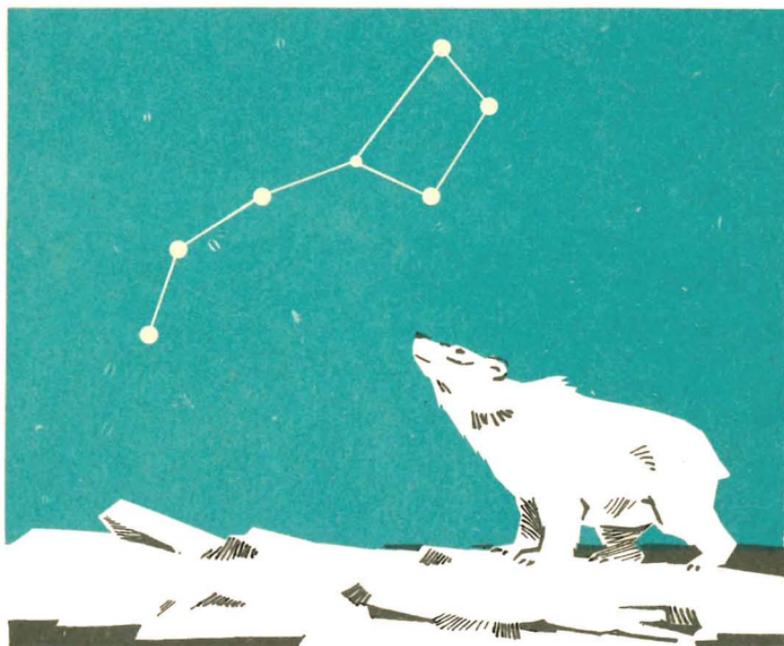
Ein ähnliches Schicksal wie den Jäger Orion betraf, einer griechischen Sage nach, die schöne Nymphe Kallisto. Sie gefiel dem Göttervater Zeus. Doch das erboste Hera, dessen Gemahlin. Sie verwandelte die junge Schönheit in eine Bärin und verbannte sie an den Himmel. Demnach müßte ihr Abbild dort richtiger „Große Bärin“ heißen. Als zusätzliche Strafe wurde der Ärmsten ein

Badeverbot auferlegt. Sie durfte nicht in die Fluten des Ozeans hinabsteigen. Tatsächlich bleiben ja die Bärensterne in unserer Gegend immer über dem Horizont. Sie können also nicht, wie zum Beispiel die Sonne, wenn wir ihren Untergang von der Ostseeküste aus beobachten, „im Meer versinken“. In die Verbannung begleitet wurde Kallisto von ihrem Sohn. Der fristet sein Dasein am Himmel als Bärenhüter. Wir finden ihn in der Gestalt des hellen, leicht rötlichen Sterns Arktur, indem wir die krummgebogene Deichsel des Großen Wagens ungefähr um das Doppelte verlängern. Doch im Zusammenhang mit dem Bärenhüter verwenden wir für die Wagendeichsel eine andere Deutung. Dieselben drei Sterne bilden nämlich auch den Schwanz des Großen Bären, wengleich der für Meister Petz' Stummel viel zu lang geraten ist. Gegenüber seiner verwunschenen Mutter hat der Junge, der ihr ziemlich vorsichtig folgt, einen Vorteil: Ihm ist das Baden erlaubt, denn Arktur gehört nicht zu den Zirkumpolarsternen.

Dem Kleinen Bären hingegen fehlt die Verwicklung in sagenhaftes Geschehen. Seinen Namen erhielt er wahrscheinlich wegen der Ähnlichkeit mit dem Nachbarn. Indianerstämme im Norden Südamerikas ersannen für ihn eine eigene, spaßig anmutende Deutung. Sie sahen in dem Sternbild, das bei der täglichen Drehung den kleinsten Kreis

beschreibt, einen Affen, der sich mit dem Schwanz an den Himmelspol gehängt hat.

Vom Himmel wurde die Bezeichnung „Bär“ (griechisch arktos) auf die Erde übertragen, denn die Arktis verdankt ihren Namen den Bärensternbildern. Sie liegt dort, wo der Große und der Kleine Bär stets hoch über dem Horizont stehen. Im hohen Norden also. Um den Nordpol der Erde. Ausgedehnte Land- und Meeresgebiete werden dazu gerechnet. Zum Beispiel: Grönland, die Insel Spitzbergen, Teile der Sowjetunion und Kanadas, das Nordpolarmeer. Eisbären leben tief unter ihren funkelnden „Verwandten“. Und weiter



wandert das griechische Wort. Vom Norden nach dem Süden. Die Antarktis umgibt den entgegengesetzten, den Südpol der Erde.

Jahrhundertlang barg die Arktis viele Geheimnisse. Unter anderem: Liegt der Nordpol im Meer oder auf dem Festland? Wie weit reicht das Eis des Nordpolarmeeres? Wie verändern sich die Eisgrenzen mit den Jahreszeiten? Können Schiffe vom Atlantischen Ozean durch das Nordpolarmeer in den Stillen Ozean gelangen? Wie ist das Wetter über dem Nordpol? Kann er von Flugzeugen überflogen werden? All das weckte den Forschungsdrang des Menschen. Hinzu kam der Ehrgeiz. Wer würde den Pol als erster erreichen? Viele Expeditionen brachen auf. Ihr Vorhaben erleichterten weder Wegmarkierungen noch ein Schild mit der Aufschrift „Hier ist der Nordpol“.

Helfen konnte allein die Astronomie, denn nur sie weist aus, wo der ruhende Erdpunkt zu finden ist: senkrecht unter dem Himmelspol. Wer den im Zenit hat, das heißt genau senkrecht über sich, der befindet sich am Erdpol. Demnach führen nur präzise Winkelmessungen zum Ziel. Bevor wir näher auf eine der zahlreichen Nordpolexpeditionen eingehen, wollen wir uns selbst in bescheidenem Maße als Forscher in dieser Richtung betätigen.



uns mit dem Zenitabstand des Polarsterns begnügen müssen, und zweitens, weil wir auf ein recht grobes Meßinstrument angewiesen sind.

Am besten verwenden wir einen großen hölzernen Winkelmesser aus der Schule. Unser Mathematiklehrer wird uns bestimmt gestatten, einen vorrätigen für einige Tage mit nach Hause zu nehmen. Alles Weitere geht aus der Zeichnung hervor.

Der Winkel  $z$ , den wir messen, und der Winkel  $z'$  stimmen genau überein. Wieso? Im 6. Schuljahr lernen wir, welche Beziehungen zwischen ihnen bestehen.

Wir müssen aber daran denken, daß für derartige Versuche das Sprichwort „Einmal ist keinmal“ zutrifft. Und auch das wissen wir aus dem Mathematikunterricht: Von mehreren Messungen wird stets der Mittelwert verwandt.

Ein Beispiel soll zeigen, wie wir unsere Wegweiserzahl erhalten. Für Freiberg gilt:

$$z' = 39^\circ$$

$$\text{Polabstand} = 39 \cdot 111 \text{ km} = 4329 \text{ km.}$$

Wir runden auf 4300 km.

Die eigenen Ergebnisse notieren wir hier mit Bleistift:

$$z' = \dots$$

*Zum Nordpol..... km.*

Unser Versuch deutet an, wie der Erdpol gefunden werden kann. Es versteht sich, daß For-

schungs Expeditionen mit besseren Winkelmeßgeräten arbeiten.

Ergänzen wir  $z'$  zu  $90^\circ$ , so erhalten wir  $h$ , die Horizonthöhe des Polarsterns. Für Freiberg ist zu rechnen:

$$39^\circ + 51^\circ = 90^\circ$$

Auf dem Atlas finden wir die Horizonthöhe des Himmelspols. Als geographische Breite. Zum Beispiel liegen Erfurt, Weimar und Altenburg auf ein und demselben Breitenkreis. Auf welchem? Folglich ist dort auch die Polhöhe (= Horizonthöhe des Himmelspols) gleich. Für jeden Punkt der Erde gilt:

Horizonthöhe des Himmelspols = geographische Breite.

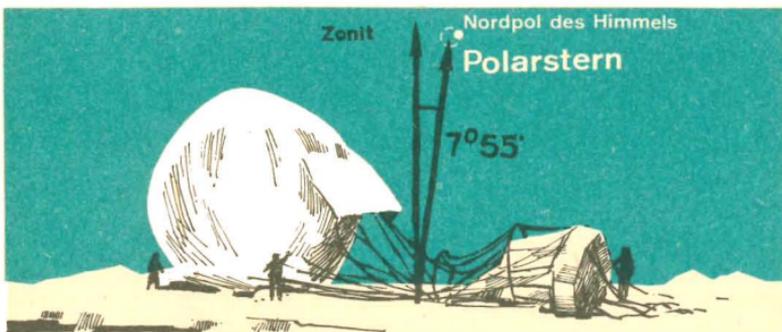
Und auf der Nordhälfte: Horizonthöhe des Polarsterns  $\approx$  geographische Breite.

Der Nordpol ist erreicht, wenn der Zenitabstand des nördlichen Himmelspols  $0^\circ$  und somit dessen Horizonthöhe  $90^\circ$  beträgt.

## **Rückkehr nach 33 Jahren**

Über einen Menschen, der wissen wollte, „was die Welt im Innersten zusammenhält“, heißt es in einem mittelalterlichen Volksbuch: „Er nahm an sich Adlers Flügel, wollte alle Gründ' am Himmel und auf Erden erforschen.“ Die Geschichte ist

erfunden. Aber wißbegierige, kühne und waghalsige Menschen hat es zu allen Zeiten gegeben. Einer von ihnen war der schwedische Ingenieur Salomon August Andrée. Er rüstete sich tatsächlich mit „Adlerflügeln“ aus. Am 11. Juli 1897 startete er mit seinem Ballon „Adler“, der sich mit Hilfe von Segeln in begrenztem Maße steuern ließ, von einer Insel im Nordpolarmeer zum Flug ins Innere der Arktis. Zwei mutige Gefährten begleiteten ihn, der Physiker N. Strindberg und der Ingenieur K. Fraenkel. Noch war niemand bis zum Nordpol vorgedrungen. Viele hatten es vergeblich versucht. Die drei wollten die ersten sein an dem Punkt, wo es nur eine Himmelsrichtung gibt, von dem aus alle Wege nach Süden führen. (Wir verstehen das, wenn wir einen Globus oder einen Tischtennisball zu Hilfe nehmen.) Über ihren Start lesen wir in einem Bericht: Andrée, Strindberg und Fraenkel „haben Sektgläser in den Händen, trinken auf das alte Schweden, auf gesunde Rückkehr, auf den Nordpol“.



Doch erst 1930 kehrten sie zurück. Tot. Umgekommen im ewigen Eis. Die Besatzung eines Robbenfangschiffs hatte ihre Skelette auf einer kleinen Insel gefunden. Auch ihre Aufzeichnungen und den Fotoapparat mit den belichteten Filmen. So erfuhr die Welt von dem Schicksal der drei Männer. Nur 65 Stunden hatte sich ihr „Adler“ in der Luft gehalten. Knapp 900 km vom Nordpol entfernt war er, stark beschädigt, niedergegangen. Im Tagebuch fand sich über die Landestelle eine recht genaue Angabe. Danach betrug der Zenitabstand des Himmelspols dort  $7^{\circ}55'$ . Lesen müssen wir: „Sieben Grad, fünfundfünfzig Bogenminuten.“ Was bedeutet das? Eine Bogenminute ist der sechzigste Teil eines Grads. In mathematischer Form:

$$\frac{1^{\circ}}{60} = 1'$$

$$1^{\circ} = 60'$$

$$\text{und } 360^{\circ} = 360 \cdot 60' = 21\,600'$$

Für  $55'$  könnten wir auch  $\frac{55^{\circ}}{60}$  oder  $0,91\bar{6}$  schreiben und für den ganzen Winkel, ein wenig gerundet,  $7,9^{\circ}$ .

Auf dem Rückmarsch über das Treibeis ereignete sich eine Katastrophe nach der anderen. Eisschollen barsten, Lebensmittel, Meßinstrumente und Schlitten trieben davon, mühselig errichtete Hütten stürzten ein, die Männer rutschten

in Eisspalten. Noch halfen ihnen Bären. Die am Himmel wiesen den Weg, und die weißen auf der Erde lieferten das Fleisch, das einzige, wovon sich die drei noch ernähren konnten. „Zweimal Bärenbraten täglich“, stand in den Tagebuchaufzeichnungen. Nach unsäglichen Mühen und Qualen erreichten die erschöpften Männer am 5. Oktober 1897 eine kleine Insel. Unter den Gegenständen, die 33 Jahre später dort gefunden wurden, befand sich auch, noch völlig intakt, ihr Kocher.

Über ihre Heimkehr wird berichtet: Kanonen „schossen Trauersalut, alle Schiffe hatten auf halbmast geflaggt, erschüttert schwiegen die Menschen, als die drei Särge vorübergefahren wurden“.

Inzwischen war es anderen Expeditionen gelungen, bis zum Nordpol vorzudringen. Flugzeuge und Luftschiffe überflogen ihn. Dem Italiener Umberto Nobile und seiner Mannschaft, die 1928 mit dem Luftschiff „Italia“ auf dem Rückflug vom Nordpol abstürzten, blieb das Schicksal der Andrée-Expedition erspart. Sie wurden von dem sowjetischen Eisbrecher „Krassin“ gerettet. Den berühmten norwegischen Polarforscher Roald Amundsen, der 1911 als erster zum Südpol gelangt war, kostete die Suche nach der verschollenen „Italia“-Besatzung das Leben. Er verunglückte mit seinem Flugzeug in der Nähe der Bären-Insel südlich von Spitzbergen.

Ein Geheimnis nach dem anderen wurde der Arktis abgerungen. Längst ist bekannt, daß unter dem Eis des Nordpols kein Festland liegt und daß Schiffe auf der Fahrt durch das Nordpolarmeer festlaufen würden. Wissenschaftliche Stationen, die auf Eisschollen driften, erforschen heute ständig, was in den arktischen Luftschichten vor sich geht. Das nützt der See- und der Luftfahrt im hohen Norden, aber auch uns, denn die meteorologischen Forschungen in der Arktis kommen ebenso der Wettervorhersage zugute.

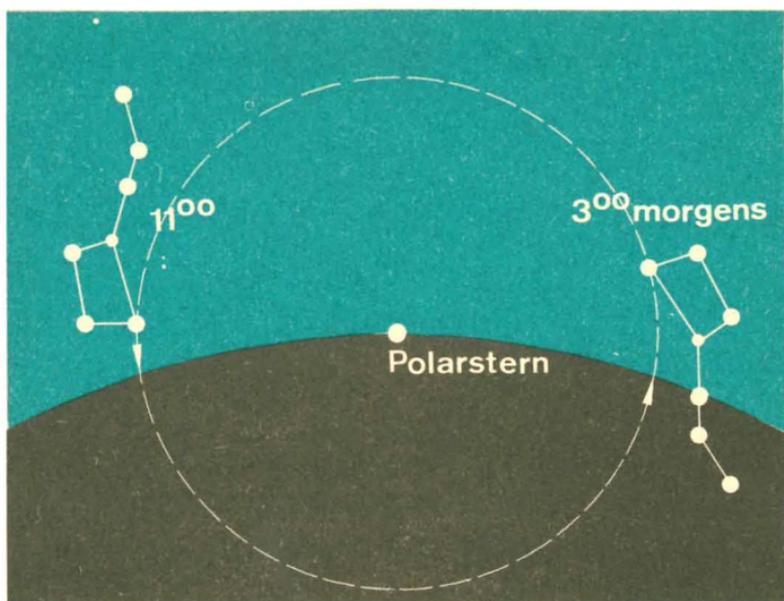
Im Dezember 1967 driftete die sowjetische Station „Nordpol 15“ in 2 km Entfernung am Nordpol vorüber. Beinahe senkrecht befand sich der Himmelsnordpol über der Eisscholle. 1' fehlte noch.

Im Juli 1972 wurde gemeldet, daß „Nordpol 19“ *direkt* über den Pol hinweggeschwommen ist.

### **Wenn der Himmelsnagel im Meer versinkt**

Fährt man von unseren Breiten aus nach Süden, kehren sich die Verhältnisse gegenüber einer Fahrt nach Norden um: Die Quecksilbersäulen in den Thermometern klettern – bis zum Äquator – immer höher, und die Bären am Himmel kriechen immer tiefer. Lassen wir einen Matrosen unserer Handelsflotte erzählen:

„Als ich das erste Mal mit auf große Fahrt nach dem Süden ging, beobachtete ich jeden Abend den Himmel. Ich wollte sehen und erleben, was ich gelernt hatte. Als wir aus Rostock-Warnemünde ausliefen, stand der Polarstern ziemlich steil am Himmel (54°). In den ersten Nächten änderte er seine Höhe nur wenig. Doch als wir den Kanal zwischen England und Frankreich passiert hatten und auf Südkurs eingeschwenkt waren, sank er Tag für Tag ein ganzes Stück tiefer. Bald zog, wie es aussah, der Große Bär seinen Schwanz durchs Wasser. Und eines Abends, wir waren noch keine drei Wochen unterwegs, schien der Polarstern fast die Wasseroberfläche zu berühren. Da wußte ich, was mich am nächsten Tag erwarten würde. Ich war gespannt auf den Ulk. Und wirklich, am Nachmittag ging's los. Nicht gerade sanft wurde ich gewaschen, ‚rasiert‘, gesalbt und mit Pillen traktiert. Von Neptun eigenhändig. Dem Meeresgott. Die Manscherei nannte er ‚taufen‘. Ich hatte nämlich zum ersten Mal den Breitenkreis *Null* überquert. Das ist der Äquator. Nach einem alten Seemannsbrauch gibt's dort für jeden, der noch nie von einer Erdhälfte auf die andere überwechselte, die ‚Äquatortaufe‘. In der folgenden Nacht war der goldne Himmelsnagel nicht mehr zu sehen. Über uns hinweg zog der Orion. Geradewegs durch den Zenit. Zirkumpolarsterne gab es überhaupt nicht mehr. *Alle* Sterne tauchten auf und unter.

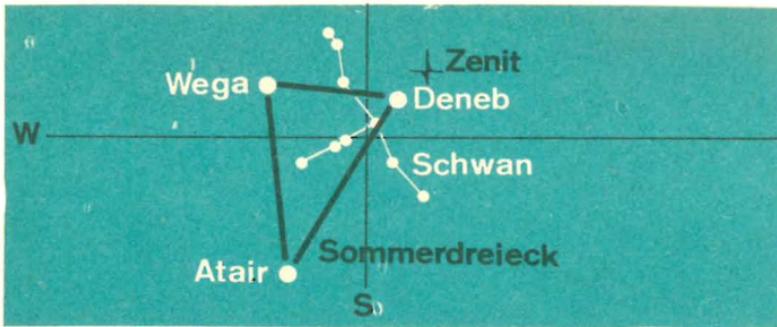


am Breitenkreis 0 im Dezember

Es sah sich an, als stiegen sie aus dem Meer und versanken wieder darin.“

In den Ländern am Äquator hätte also die Sage von der schönen, aus Eifersucht verzauberten Kallisto, der es untersagt war, sich im Meer zu erfrischen, nicht entstehen können. Sie hat nur Sinn in nördlichen Breiten.

„Nun befanden wir uns auf der südlichen Erdhälfte. Kurs Rio de Janeiro. Ungewohnte Sternbilder, die im Norden unter dem Horizont ihre Kreise ziehen, erschienen am Himmel. Enttäuscht war ich von dem vielgerühmten Kreuz des Südens. Ich kannte es aus Büchern und Filmen. Dem Namen nach. Es handelt sich um vier nahe bei-



Anfang Oktober gegen 20 Uhr

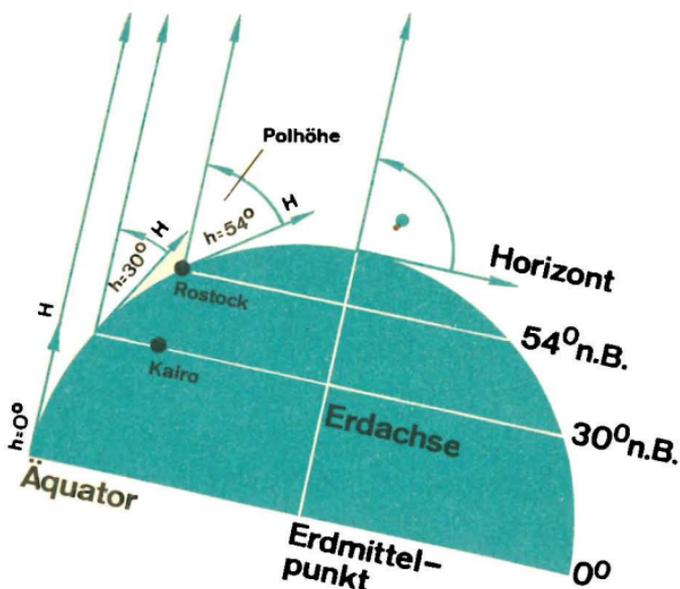
einanderstehende Sterne, die sich zu einem kleinen Kreuz verbinden lassen. Entschieden mehr beeindruckt hat mich aber das Kreuz des Nordens, von dem viel weniger die Rede ist.“

Noch einmal unterbrechen wir die Erzählung. Wo finden wir das Kreuz des Nordens oder den Schwan, wie dieses Sternbild mit seinem gebräuchlicheren Namen heißt? Abends von August bis Dezember in der Nähe des Zenits. Im Herbst am dichtesten daran, im Winter westlich und im Sommer östlich davon. Zusammen mit Vega in der Leier und Altair im Adler bildet Deneb, der hellste Stern des Schwans, das Sommerdreieck. Am sommerlichen Abendhimmel wird es schon kurz nach Sonnenuntergang sichtbar. Im Winter wandert dieses Sterndreieck in der Nähe der Sonne über den Himmel und ist nicht zu sehen. Zurück zur Südamerikafahrt: „Als wir in Rio einliefen, herrschte eine brütende Hitze. Schlimmer als an den Hundstagen zu Hause. Und das im

Dezember. Kurz vor Weihnachten. Zu Mittag stand die Sonne im Zenit. Unseren Schatten zeichnete sie als Grundriß. Kopf, Schultern, Füße – alles auf einem Fleck. In wenigen Tagen waren wir vom nördlichen Winter in den südlichen Sommer gelangt. Von 54 Grad nördlicher nach 23 Grad südlicher Breite.“

Es bleibt nur noch zu erklären, warum der Himmelspol, der Polarstern und die anderen Bärensterne immer tiefer zu sinken schienen. Die Zeichnung unten soll es zeigen.

Es gibt nur eine Begründung dafür. An der Erdkrümmung liegt es. Anders ausgedrückt: an der



Visierichtung zum Himmelspol ( $\approx$  Polarstern)

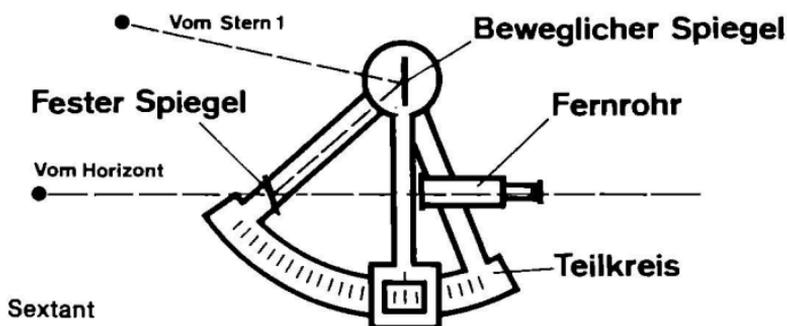
kugelähnlichen Gestalt der Erde. Nur ihretwegen verändert der eine Winkelschenkel von Norden nach Süden seine Richtung. Der andere behält sie bei. Warum? Wegen der riesigen Entfernung. Da macht es nichts aus, ob der Himmelspol von Berlin oder von Kairo aus anvisiert wird. Oder ein und derselbe Stern vom Nordpol oder von irgendeinem Punkt auf dem Äquator.

## **SOS!**

Es war Anfang April 1912. Der jüngste englische Passagierdampfer, die große, moderne „Titanic“, 260 m lang und knapp 30 m breit, wurde zu ihrer ersten Fahrt, der Jungfernfahrt, vorbereitet. Nach den USA sollte die Reise gehen. Noch gab es Meinungsverschiedenheiten über die Fahrtroute. Der Reeder (der Besitzer) drang auf den kürzesten, den nördlichsten Weg. Er wollte, daß seine „Titanic“ Amerika in Rekordzeit erreichte. Schneller als je ein Schiff zuvor. Das hätte dem Ozeanriesen die Auszeichnung mit dem „Blauen Band des Ozeans“ eingebracht und seinem Besitzer Ruhm und Ehre. Mehr noch Gewinn. Denn welcher reiche Überseereisende wäre künftig nicht darauf versessen gewesen, gerade mit diesem berühmten Dampfer zu fahren. Der Kapitän schlug eine südlichere, etwas längere Strecke vor. Aus Sicher-

heitsgründen. Er fürchtete einen tückischen Feind: Eisberge aus dem Nordpolargebiet, die nur zum kleineren Teil aus dem Wasser ragen, dicht unter der Oberfläche aber unberechenbare Kolosse bilden. Als erfahrener Seemann wußte er, daß im Frühling die grönländischen Gletscher „kalben“. Das heißt, daß von dem mächtigen Inlandeis an der Küste gewaltige Stücke abbrechen und ins Meer stürzen, wo sie von der Strömung fortgetragen werden. Teilweise sehr weit nach Süden. Um seine Stellung nicht zu gefährden, gab der Kapitän schließlich nach. So ging es denn schnurstracks und mit Volldampf Amerika entgegen. In jeder Stunde legte die „Titanic“ 39 km zurück. In einer Woche sollte sie den Atlantik überquert haben. Hinübergeleitet durch die Kunst der Nautik, der Schiffahrtskunde.

In gewohnter Weise berechneten die nautischen Offiziere den Kurs. Ständig trugen sie in die Seekarte ein, wo sich das Schiff befand. Das stellten sie mit Hilfe des Sextanten fest, eines einfachen



Winkelmeßgeräts. Mit ihm wurde tagsüber gemessen, wie hoch die Sonne und der Mond über dem Horizont standen. „Über der Kimm“, sagen die Seefahrer. Morgens und abends in der Dämmerung diente die Horizonthöhe heller Sterne zur Kursbestimmung.

Dabei wird der bewegliche Spiegel des Sextanten so weit gedreht, bis sich in dem kleinen Fernrohr die Bilder von Gestirn und Horizont decken. Es müssen mindestens zwei Sterne gleichzeitig oder kurz nacheinander vermessen werden. In Verbindung mit der genauen Zeit und einer Tabelle, die angibt, wann und wo diese Sterne im Zenit stehen, ergibt sich daraus der Standort des Beobachters.

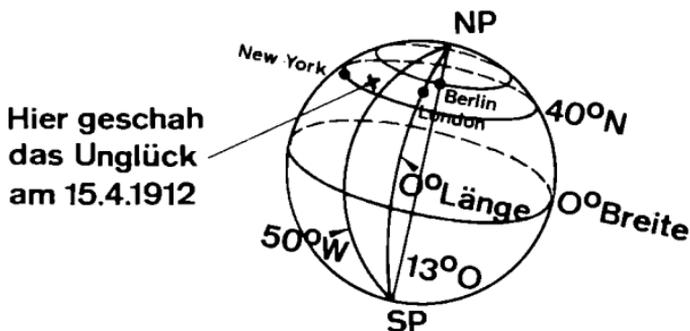
Das Schiff lief auf dem vorausbestimmten Kurs. Alles klappte. Die Maschinen arbeiteten auf Hochtouren, und die Passagiere, unter ihnen steinreiche Nichtstuer, fühlten sich wohl in all der Bequemlichkeit. Der Geschwindigkeitsrekord schien sicher. Da sank plötzlich das Thermometer ungewöhnlich schnell. Das konnte nur eine Ursache haben: aus nördlichen Breiten heranschwimmende Eisberge. Um diese Zeit driften sie, und die größten sind fast 150 km lang und 40 km breit. Aber noch einmal unterwarf sich der Kapitän dem Willen des Reeders. Der gefährliche Kurs wurde beibehalten.

Am 14. April war die „Titanic“ noch rund 2000 km

von der amerikanischen Ostküste entfernt. Uns ist nicht bekannt, an welchen Himmelskörpern damals die Höhenmessungen vorgenommen worden sind. Wir können aber ermitteln, welche dafür in Frage kamen. Vor Sonnenaufgang die schmale, von Europa abgewandte Mondsichel und der sogenannte Morgenstern (mit dem wir uns noch beschäftigen werden) im Osten, Arktur im Nordwesten und die Wega in der Nähe des Zenits; in der Abenddämmerung vor allem Kapella im Nord- und der Sirius im Südwesten.

Die Nacht brach an. Längst war der Mond untergegangen. Noch vor der Sonne. Völlig abgemagert, hatte er sich auf Amerika herabgesenkt. An Bord herrschten Jubel, Trubel, Heiterkeit. Kapellen spielten auf. Plötzlich rumste es in der Tiefe. Die meisten hörten es nicht. Nur wenige ahnten, was geschehen war: ein Zusammenstoß mit dem Eis. Schon drang von unten Wasser in den Schiffsraum, da wiegten sich die Passagiere darüber noch fröhlich im Tanz. Die laute Musik über-tönte die zischenden Geräusche. Doch längst saß der Funker in seiner Kabine und sandte pausenlos Hilferufe in den Äther: „SOS“ – Rettet uns! Was funkte er noch? Das Wichtigste: den Standort des leckgeschlagenen Schiffes. Seine Position.

Für einen Kraftfahrer auf der Autobahn ist es einfach, im Falle eines Schadens mitzuteilen, wo er



sich befindet. Er schaut nach dem nächsten Kilometerstein.

Aber auf dem Meer? Hier hilft nur das unsichtbare Netz, das die Erde umspannt, das Gradnetz. Mit ihm kann jeder Punkt auf der Erdoberfläche nach seiner geographischen Breite und seiner geographischen Länge eingegrenzt werden. Und die Kunst der Nautik besteht, wie wir gesehen haben, darin, diese Koordinaten immerfort zu bestimmen. Daher konnte sie der „Titanic“-Funker auch sofort angeben. Das Schiff befand sich auf 42 Grad (soundsoviel Bogenminuten) Nord und 50 Grad (soundsoviel Bogenminuten) West.

Für 1500 Menschen gab es keine Rettung mehr. Sie ertranken. In der Nacht zum 15. April 1912. Diese folgenschwere Katastrophe war der Anlaß zur Abfassung der „Internationalen Abmachungen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See“, die Anfang 1914 in Kraft traten. Danach darf kein Schiff mehr Menschen an Bord haben, als seine Rettungsmittel aufnehmen können.

## **Anruf genügt**

Unsere geographische Breite holten wir, wenigstens näherungsweise, selbst vom Himmel. Können wir auch unsere geographische Länge durch einen Versuch feststellen?

Ohne Sterntabellen?

Ja und nein. Das Experiment wäre zu teuer. Außerdem brauchten wir einen Dolmetscher. Wir führen es daher nur in Gedanken durch. Galileo Galilei hielt, nebenbei bemerkt, sehr viel von solchen Gedankenexperimenten.

Vorher muß noch ein Begriff erklärt werden. Ein Meridian ist ein Halbkreis von einem Erdpol zum anderen. Die Numerierung beginnt – westlich von uns – bei  $0^\circ$ . Von dort aus wird nach Osten und nach Westen gezählt. Jeweils bis  $180^\circ$ . Immer zwei Meridiane bilden einen Längengrad (Nordpol–Südpol–Nordpol). Wir denken uns also, wir säßen am Telefon und beobachteten eine richtig aufgestellte Sonnenuhr. Ein Partner auf dem Nullmeridian täte dasselbe. Wir riefen bei ihm an und verglichen den Stand der Sonnenuhren im gleichen Augenblick. Der Zeitunterschied ergäbe unsere geographische Länge.

Wieso das? Sehr einfach: In 1440 Minuten wandert die Sonne scheinbar einmal um die Erde. Zum Beispiel von  $0^\circ$  Länge bis wieder  $0^\circ$  Länge. Das sind  $360^\circ$ . Demnach braucht sie, um über  $1^\circ$  hin-

wegzugehen – so um von  $0^\circ$  bis  $1^\circ$  West zu gelangen – 4 Minuten; denn  $1440 : 360 = 4$ .

Nehmen wir an, unser Anruf hätte ergeben, daß die Sonnenuhr auf dem Nullmeridian 11.40 Uhr anzeigte, als es an unserer 12.32 Uhr war. Die Differenz von 52 Minuten würde dann  $13^\circ$  Ost als unsere geographische Länge ausweisen. Warum? Wegen dieser einfachen Gleichung:  $52 : 4 = 13$ . Und bei 53 Minuten Zeitunterschied?

$53 : 4 = 13,25$ .

Das bedeutet  $13\frac{1}{4}^\circ = 13^\circ 15'$ .

Alle Umschweife erspart uns der Atlas. Ihm entnehmen wir unter anderem, daß durch Pasewalk, Angermünde und Senftenberg derselbe Meridian geht. Und zwar?

Aber nicht ein einziger dieser Orte liegt dort genau im Schnittpunkt zweier eingezeichneter Linien. Höchstens dicht daran. So Erfurt nahe  $51^\circ\text{N}$  und  $11^\circ\text{O}$ .

Wollen wir nach einer solchen Karte (Maßstab 1:1500000) unsere Koordinaten ermitteln, dann müssen wir die Zwischenräume abmessen. Möglich

ist, sie in Zehntel einzuteilen.  $\frac{1^\circ}{10} = 6'$ . Es

gibt auch Landkarten, auf denen am Rande jede einzelne Bogenminute durch einen kurzen Strich vermerkt ist.

Mit Zirkel und Lineal kommen wir zum Ergebnis. Zu Grad und Bogenminuten. Hilfe darf natürlich

in Anspruch genommen werden. Und hier halten wir unsere neue „Anschrift“ sogleich fest. Zum Nachschlagen.

Eigene Koordinaten:

Breite:                    N

Länge:                  O

Auch unser ausländischer Briefpartner wird sich dafür interessieren, denn wer weiß, ob er unsern Wohnort oder unsere Bezirkshauptstadt auf seinem Atlas findet.

Umgekehrt gilt dasselbe. In beiden Fällen genügt die Angabe in Grad.

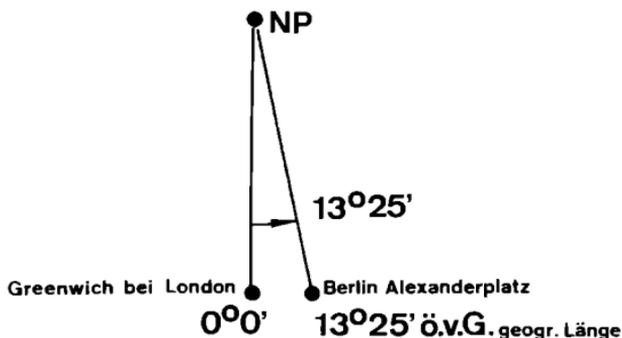
## **Eine begehrte Null**

Im 2. Jahrhundert unserer Zeitrechnung zeichnete der griechische Astronom Ptolemäus eine Landkarte. Sie stellte den damals bekannten Teil der Erde dar. Danach bildete eine Inselgruppe in der Nähe der nordwestafrikanischen Küste den „Anfang“ der Welt. Und dort, am linken Kartenrand, begann Ptolemäus seine Längslinien, die Meridiane, zu zählen. So kommt es, daß einer der Kanarischen Inseln – im Altertum hießen sie „Inseln der Glücklichen“ – eine besondere Ehre zuteil wurde. Sie erhielt den Nullmeridian. Der machte die kleine Insel Ferro weltberühmt; denn überall wurde die geographische Länge nach ihr

angegeben. „Einunddreißig Grad östlich von Ferro“, lautete die Angabe für Berlin.

Jahrhundertlang blieb der Nullmeridian unverrückt. Auch dann noch, nachdem Christoph Kolumbus 1492, als er den westlichen Seeweg nach Indien ergründen wollte, eine „neue Welt“ entdeckt hatte: Amerika.

Erst in der Neuzeit wurde an der uralten Regelung gerüttelt. Es gab ja keinen zwingenden Grund mehr, die Zählung gerade an den Kanarischen Inseln zu beginnen. Längst hatte sich herausgestellt, daß die Erde kugelförmig ist. Und nirgends gab es eine natürliche Nahtstelle. Also konnte der Anfangsmeridian beliebig festgelegt werden. Eine Zeitlang zählten die einen von Ferro, die anderen von Paris aus. Die Einheitlichkeit schien verlorenzugehen. Darum wurde 1911 international vereinbart, den so begehrten Nullmeridian durch die englische Hauptsternwarte in Greenwich bei London zu legen. Die ist zwar inzwischen nach Herst-



monceux verlagert worden, aber der Meridian Null wanderte nicht mit. Er hätte um reichlich eine Bogenminute nach Osten verschoben werden müssen.

Anstatt „Ost“ oder „West“ kann die geographische Länge auch den Zusatz „östlich von Greenwich“ (ö. v. G.) oder „westlich von Greenwich“ (w. v. G.) erhalten. Vielleicht blieben in dem alten Greenwicher Sternwartegebäude eine Sonnenuhr und ein Telefon zurück. „Genau auf dem Nullmeridian“, so erforderte es unser Gedankenexperiment. Der Einfachheit halber.

Kein Hin und Her gab es bei den Breitenkreisen. Der längste bekam die Null. Der Äquator.

## **Nach Adam Ries**

Adam Ries war ein berühmter Rechenmeister (1492 bis 1559). Noch heute führt man ihn im Munde. Wenn ein Rechenergebnis stimmt, wird oft gesagt, nach Adam Ries sei es richtig. Weiter vorn verwandten wir im Zusammenhang mit unserem Wegweiser zum Nordpol eine Größe, die wir nicht herleiteten: 111 km. Wir müssen noch nachweisen, daß sie nur so und nicht anders sein kann. „Nach Adam Ries.“

Die Entfernung zwischen den beiden Erdpolen – zwischen 90° nördlicher und 90° südlicher Breite –

beträgt rund 20000 km. Daraus errechnen wir den Abstand von Breitengradlinie zu Breitengradlinie:

$$20000 \text{ km} : 180 = 111 \text{ km.}$$

Wittenberge liegt auf 53 Grad Nord und damit 53 · 111 km vom Äquator und 37 · 111 km vom Nordpol entfernt.

Die Unterteilung eines Breitengrades in Bogenminuten ergibt:

$$111 \text{ km} : 60 = 1,852 \text{ km.}$$

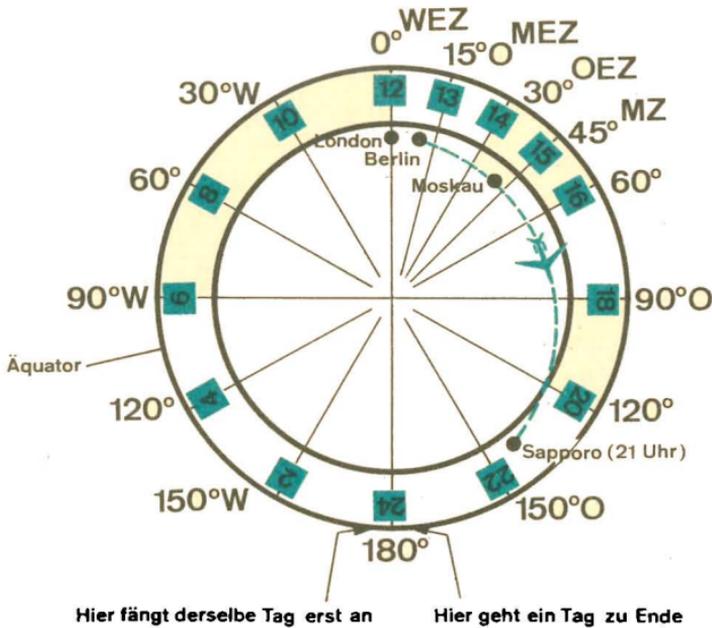
Das ist eine Seemeile. Danach wird zum Beispiel die Geschwindigkeit von Schiffen angegeben. Die „Titanic“ lief 21 Seemeilen in der Stunde. „21 Knoten“, heißt das in der Fachsprache der Seeleute.

Alle Linien, die zur Angabe der geographischen Breite dienen, verlaufen parallel. Wie verhält es sich damit bei der geographischen Länge? Kann die Entfernung zwischen Erfurt (11° Ost) und Mittweida (13° Ost) so berechnet werden:

$$2 \cdot 111 \text{ km} = 222 \text{ km?}$$

## **Verschwundene Stunden**

Ende Januar 1972 flog die Olympiamannschaft der DDR zu den XI. Olympischen Winterspielen nach Sapporo in Japan. Als unsere Sportler dort angekommen waren, schien es, als ob die Uhren,



die sie beim Abflug genau gestellt hatten, nach dem Mond gingen. Die Minuten wurden zwar nach wie vor richtig angezeigt, aber es fehlten acht volle Stunden.

Drei Wochen später, bei der Landung in Berlin-Schönefeld, kehrten sich die Vorzeichen um. Aus minus acht war plus acht geworden. Diesmal gingen nämlich die in Sapporo gestellten Armbanduhrer acht Stunden vor.

Wie sind diese Differenzen zu erklären? Sie rühren daher, daß die Erde in Zeitzonen eingeteilt ist. Mit jeweils *einer* Stunde Unterschied von Zone zu Zone, so daß es 24 verschiedene Zeiten gibt (von einigen Sonderregelungen abgesehen). Hätte

eine Apfelsine soviel Scheiben, wäre sie ein gutes Modell dafür. Wir können uns aber auch mit einer Zeichnung behelfen. Sie ist hier so angelegt, als befände sich der Betrachter über dem Nordpol. Wenn Big Ben, die große Uhr am Londoner Parlamentsgebäude, 12 Uhr schlägt, zeigen die Uhren rings um den Erdball die Zeiten an, die aus der Darstellung ersichtlich sind. Die Abkürzungen bedeuten:

WEZ = westeuropäische Zeit (Greenwich!),

MEZ = mitteleuropäische Zeit (u. a. DDR, BRD),

OEZ = osteuropäische Zeit (z. B. VR Polen),

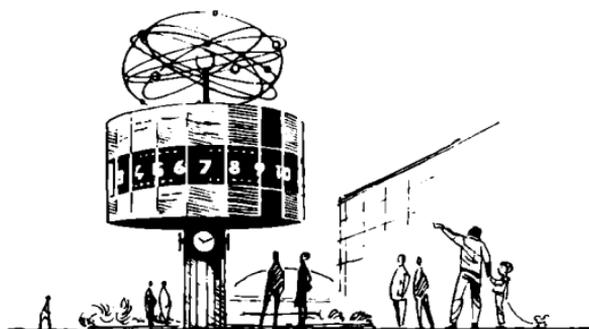
MZ = Moskauer Zeit

(In der Sowjetunion gibt es mehrere Zeit-zonen.)

Hätte nicht eine einheitliche Zeit für die ganze Welt eingeführt werden können? Das wäre möglich gewesen. Vorgeschlagen wurde es. Und in einigen Bereichen (Astronomie, Nautik) wird als eine Einheitszeit (neben anderen) die von Greenwich verwendet. Aber es ergäben sich, wenn eine einzige Zeit für alle gälte, auch nachteilige Folgen. Bei ein und derselben Zeigerstellung, angenommen um 12 Uhr, spielten sich dann in Gebieten mit sehr unterschiedlicher geographischer Länge die gegensätzlichsten Vorgänge ab. Die einen ständen auf, während andere schlafen gingen, dritte zu Mittag äßen und bei vierten die mitternächtliche „Geisterstunde“ anbräche. Wer

sollte sich da noch auskennen? Demgegenüber bringt die zonenweise Zeiteinteilung Vorteile. Da sie ungefähr dem Lauf der Sonne folgt, weiß man bei ihr immer, woran man ist. Überall wird zwischen 5 und 7 Uhr aufgestanden, gegen 12 Uhr die Sonne im Süden gesehen und etwa von 19 Uhr an das Sandmännchen erwartet. Sei es in London, in Berlin, in Moskau oder Sapporo. Mit den Hauptmahlzeiten ist das komplizierter. Andere Länder – andere Sitten!

Auf dem Berliner Alexanderplatz kann leicht festgestellt werden, wie spät es in einem gegebenen Augenblick in einer anderen Zeitzone ist. Die große Weltzeituhr zeigt es. Man braucht dort nur an einer der vier kleinen Uhren unter dem breiten, flachen Zylinder unsere Zeit abzulesen. Die Stellung des großen Zeigers (also die Minutenzahl) gilt für alle anderen Orte, unter denen nicht „+ 30“ steht. Und die Stunden entnehmen wir – stets von links – dem Zeitstreifen, der sich um den



rotierenden Zylinder zieht. In einigen Fällen müssen dazu noch, wie angegeben, 30 Minuten addiert werden.

Zum Beispiel schlägt es im gleichen Augenblick	
in Berlin	11.30 Uhr,
in Moskau und in Leningrad	13.30 Uhr,
in Kabul (Afghanistan)	15.00 Uhr,
(wobei zu 14.30 Uhr 30 Minuten hinzukommen)	
in Tokio (wie in Sapporo)	19.30 Uhr,
in Paris und in London	10.30 Uhr.

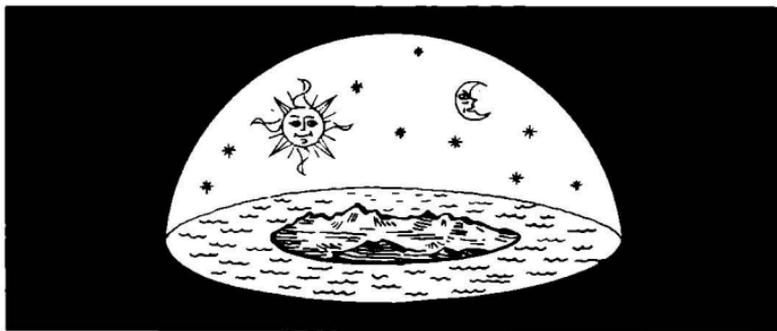
## **Gestern, heute und morgen**

In kurzer Zeit lernten wir nicht wenige Erscheinungen, Ursachen und Begriffe kennen. Diesen und jenen Versuch führten wir aus. Sicherlich ist es uns nicht sehr schwer gefallen, in die Geheimnisse der Natur einzudringen. In Wirklichkeit handelt es sich um Erkenntnisse und Erfahrungen, die in Jahrtausenden gesammelt wurden. Daß wir sie übernehmen können, dafür sorgen erfahrene Menschen und viele, viele Bücher. An wen sollte sich aber der wißbegierige Mensch im Altertum wenden? An seine Eltern? An seine Lehrer? In welchem Lexikon sollte er nachschlagen? „Ich weiß, daß ich nichts weiß“, sagte ein kluger Grieche vor mehr als 2000 Jahren. Er hatte

erkannt, daß dem damaligen Wissen enge Grenzen gezogen waren, daß die Menschheit in vielem noch im dunkeln tappte. Über die Beschaffenheit der Welt herrschten in alter Zeit Vorstellungen, die uns heute kindlich anmuten. So wurde die Erde für eine flache Scheibe gehalten, und die Sterne sollten an sich drehenden Kristallschalen befestigt sein. Ptolemäus verlegte die Kanarischen Inseln an das westliche „Ende“ des vermeintlichen Weltallzentrums. Die Germanen und andere Völker brachten ihre Götter ins Spiel. Zum Beispiel „lenkte“ Baldur, der germanische Lichtgott, den „Sonnenwagen“ über den Himmel.

Wir kennen uns darin besser aus. Wir wissen, daß die Erde keine Scheibengestalt hat, kein Ende, keine Mittelpunktstellung unter den Himmelskörpern. Uns ist bekannt, daß die Sterne frei schweben. Aber wir haben keinen Grund, über frühere Vorstellungen zu lachen. Denn uns kommt zugute,

So stellten sich die Menschen vor 2000 Jahren die Erde vor



daß die Menschheit inzwischen einen weiten Weg zurückgelegt hat. Auf ihm entwickelte sie sich ständig höher, gelangte sie allmählich aus dem Dunkel der Unwissenheit ans Licht. Viele Menschen trugen dazu bei, Vorkämpfer, Wegbereiter. Von Generation zu Generation wuchs der Erfahrungsschatz, aus dem wir schöpfen. Teilweise wurde auch Falsches übernommen, und das konnte mitunter erst nach hartem Kampf ausgemerzt werden. Namen wie Nicolaus Copernicus, Giordano Bruno und Galileo Galilei erinnern uns daran.

Die Sprache hat einige Irrtümer aufbewahrt. So nennen wir die Sterne noch immer Fixsterne. Doch fixieren bedeutet festmachen. Aber die Sterne sind weder angeheftet (fixiert), noch stehen sie still. Mit ihren Bewegungen werden wir uns an anderer Stelle noch beschäftigen.

Oder denken wir an die Entdeckung Amerikas. Der Entdecker selbst ahnte nichts davon; denn Christoph Kolumbus glaubte, Indien über den westlichen Seeweg gefunden zu haben. Davon zeugen die „Westindischen“ Inseln, die der Ostküste Amerikas vorgelagert sind, und die „Indianer“, die Ureinwohner des Erdteils, der von Indien am weitesten entfernt ist.

In Bibliotheken, natürlich nicht in einer allein, finden wir alles aufgezeichnet, was bisher an Wissen angehäuft wurde. Die Deutsche Staatsbiblio-

thek in Berlin und die Deutsche Bücherei in Leipzig sind die größten derartigen Wissensspeicher in der Deutschen Demokratischen Republik.

Sind nun alle Rätsel gelöst? Bei weitem nicht. Immer wieder tauchen neue Fragen auf, die nicht sofort beantwortet werden können. Vielleicht dauert das Jahre. Vielleicht Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte. Wir dürfen die Zeiten nicht zu knapp bemessen. Nicht nach den Maßstäben unseres Lebens. Da bedeuten zehn Jahre viel.

Zum Beispiel möchten wir wissen, ob es noch andere Himmelskörper gibt, auf denen menschenähnliche Wesen leben. Das Alleinsein in dem unendlichen Weltall, dem Kosmos, behagt uns nicht so recht. Darum würden wir gern in einen Erfahrungsaustausch mit friedfertigen „Verwandten“ treten. In utopischen Romanen – sie spielen in der Zukunft – werden solche Kontakte bereits gepflegt. Und einige Male glaubten Wissenschaftler, Anzeichen von außerirdischen Zivilisationen (anderen bewohnten Himmelskörpern) erkannt zu haben. Doch deren Vorhandensein ließ sich bis heute nicht durch Tatsachen bestätigen, und einige voreilige Schlußfolgerungen erwiesen sich als falsch. Trotzdem werden schon jetzt Überlegungen angestellt, wie eine Verständigung einmal vor sich gehen könnte.

Vor Copernicus und Galilei hingegen existierten derartige Probleme überhaupt nicht. Es bedurfte

keiner Frage, daß der Mensch auf die Erde und nur dorthin gehöre. In den Mittelpunkt des Weltalls. Als die Krone der Schöpfung. Wie hätte Gott seinesgleichen auf ein unbedeutendes Fleckchen irgendwo am Rand des Kosmos versetzen können? Der Gedanke kam gar nicht erst auf. Er wäre unsinnig gewesen. Bei dem damaligen Stand der Erkenntnis.

Noch bestehen nur Hypothesen über andere bewohnte Himmelskörper. Es wird vermutet, daß es sie in großer Zahl gibt. Aber das muß erst bewiesen werden. Eines Tages wird es soweit sein, denn die Entwicklung geht weiter, und der Mensch ist fähig, die Welt zu erkennen.

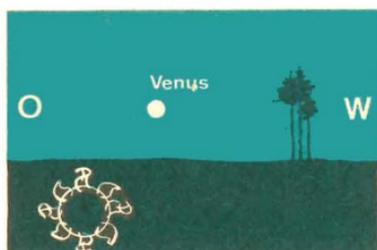
## **Ein Wunder?**

Als Kaiser von Frankreich und Herrscher über halb Europa war Napoleon I. (1769 bis 1821) daran gewöhnt, daß das Volk ihm Ehrerbietung erwies, wo immer er sich zeigte. Eines Tages aber, als er sich um die Mittagszeit mit seinen Offizieren auf ein Fest begab, beachteten ihn seine Untertanen, die in hellen Scharen die Straßen säumten, überhaupt nicht. Was, zum Teufel, war in sie gefahren? Wollten sie am Ende gar gegen ihren Herrscher aufbegehren? Das nicht. Aber ihre Aufmerksamkeit wurde von ihm abgelenkt. Sie

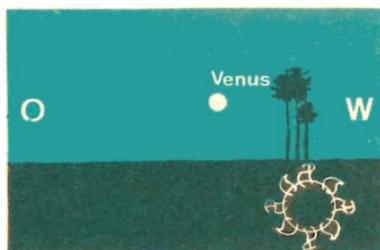
schauten himmelwärts. Dort leuchtete ein Stern. Die Schaulustigen, die des Kaisers wegen gekommen waren, hatten so etwas am helllichten Tag noch nie gesehen. In ihre Verwunderung mischte sich die Phantasie. Was hatte dieses ungewöhnliche Ereignis zu bedeuten? Es müsse doch, so glaubten sie, etwas dahinterstecken. Nicht wenige bekamen es mit der Angst zu tun. Sie bildeten sich ein, die Ankündigung kommenden Unheils zu sehen. Und sie reimten sich die verschiedensten Verse darauf.

In Wahrheit sahen die Franzosen damals nichts, wovon sie hätten sagen können: „Das war noch nie da.“ Einige Jahre vorher hatte es aus dem gleichen Grund in verschiedenen Ländern ähnliches Aufsehen gegeben. So in England und in Abessinien (Äthiopien). Und auch heutzutage kann man's erleben, daß Menschen wegen eines hellen Sterns schier aus dem Häuschen geraten. Daß sie in der Dämmerung aufgeregt zum Him-





Morgenstern  
(rechts von der Sonne)



Monate später:  
Abendstern (links von der Sonne)

mel zeigen und den nächstbesten fragen: „Sie, was ist denn das dort?“ Und „das dort“ erweist sich dann stets als jener Himmelskörper, der seinerzeit Napoleon „die Schau gestohlen“ und die Engländer und die Abessinier verängstigt hatte. In der Helligkeit folgt er nach Sonne und Mond an dritter Stelle. Wir haben ihn bereits erwähnt. Am Morgen vor dem Untergang der „Titanic“ erstrahlte er über dem östlichen Horizont. „Hell wie eine Laterne“ – so beschrieben wir ihn in unserem zweiten Kapitel. Bestimmt ist er uns schon einige Male aufgefallen. Vielleicht morgens im Osten, vielleicht abends im Westen; denn unsere Himmelslaterne ist Morgen- und Abendstern in einem. Allerdings nicht beides zu gleicher Zeit, an einem Tag. Monatelang spielt er die eine Rolle. Dann schmiegt er sich, von der Erde aus gesehen, dichter und dichter an die Sonne, bis er unsichtbar wird. Nach kurzer Zeit taucht er wieder auf. In der anderen, seiner zweiten Funktion. Insofern erinnert er an einen Schauspieler in einer Doppel-

rolle. Daß es sich um ein und denselben Stern handelt, stellten Himmelsbeobachter schon vor Jahrtausenden fest. Damit vollbrachten sie eine der größten Leistungen der ältesten Astronomie. Die Griechen gaben diesem Prachtstern in alter Zeit den Namen ihrer schönsten Göttin, der Liebesgöttin Aphrodite, die bei den Römern Venus genannt wurde. Und so heißt „das herrlichste Gestirn des ganzen Himmels“ – wie es Bruno H. Bürgel bezeichnete – noch heute: Es ist die Venus. Zeitweise strahlt sie so hell, daß sie vorwitzig vom Taghimmel lugt.

Sie bewegt sich nach Gesetzen, die längst ergründet sind. Irgendeine Bedeutung für die Vorgänge auf der Erde liegt nicht in ihrem Helligkeitswechsel. Nur Unwissende verfielen darauf. Nur sie konnten einen Zusammenhang zwischen jener mittäglichen Leuchterscheinung und Napoleons späteren Niederlagen erfinden. Den Wissenden verkündete die Venus damals etwas ganz anderes – Sachliches: daß sie der Erde besonders nahe stand. Und zwar gesetzmäßig.

## **Wanderer zwischen den Sternen**

In unserem Atlas finden wir auch eine Sternkarte. Viele vertraute Namen begegnen uns dort. Doch ausgerechnet die Venus fehlt. Woran liegt das?

Schuld ist ihr Wandertrieb. Während zum Beispiel der Sirius, der Hundstern, treu und brav zu Füßen seines Herrn, des Jägers Orion bleibt, spaziert die liebliche Göttin gemächlich von einem Sternbild zum anderen. Sie besucht die, an denen auch die Sonne und der Mond vorüberziehen. Gibt es noch mehr solche Wanderer? Ja. Wir werden vier beobachten können. Schon im alten Griechenland wurde ihr eigenartiges Verhalten entdeckt. Man nannte sie Wandelsterne oder Planeten (nach planetes = Wanderer). Und warum begeben sie sich auf Wanderschaft? Weil sie – wie auch die Erde – um die Sonne laufen. Von den vielen tausend Himmelskörpern, die uns umgeben, tun das nur ganz wenige. Wir erkennen diese „Sonnenwanderer“ daran, daß sie allmählich zwischen den Sternbildern weiterrücken.

Die folgende Übersicht stellt die neun Planeten näher vor.

In dieser Reihenfolge umkreisen sie von innen nach außen die Sonne. Merkur mit der größten, Pluto mit der kleinsten Geschwindigkeit.

Keiner dieser Planeten und Monde leuchtet selbst. Sie strahlen nur das Sonnenlicht zurück. Das gleiche beobachten wir manchmal an Fensterscheiben. Daß einige Planeten trotzdem so hell erscheinen, erklärt sich aus den Entfernungsverhältnissen.

Alle neun, selbst der gewichtige Jupiter, ein Riese

Name	Äquator- durchmesser in km (gerundet)	Mittlere Entfernung der Sonne; Strecke Erde-Sonne multipliziert mit:	Umlauf- zeit um die Sonne in Jahren	Zahl der Monde
Merkur	4800	0,39	0,24	0
Venus	12000	0,72	0,62	0
Erde	12756	1,00	1,00	1
Mars	6800	1,52	1,88	2
Jupiter	144000	5,20	11,86	12
Saturn	121000	9,54	29,46	10
Uranus	47000	19,18	84,02	5
Neptun	49000	30,06	164,79	2
Pluto	5000(?)	39,7	247,7	0

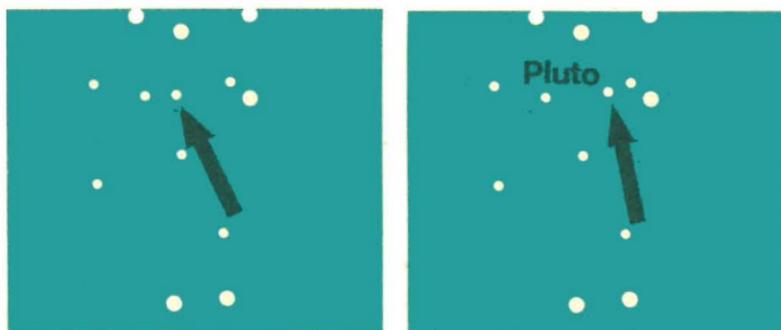
(noch unsicher)

unter seinesgleichen, sind Zwerg planeten gegen die Sonne. Die bildet zusammen mit allen Himmelskörpern, die sie umlaufen, das Sonnensystem. Dazu gehören auch, sozusagen als Däumlinge, viele tausend Planetoiden, sehr kleine, planeten-ähnliche Körper. Sie können mit bloßem Auge nicht gesehen werden. Ebenso entziehen sich Uranus, Neptun und Pluto unseren Blicken. Und 31 der 32 Monde. Die eine Ausnahme, groß und hell, bald dick und rund, bald schmal und mager, kennen wir. Merkur wiederum ist zwar hell genug, drängt sich aber so dicht an die Sonne, daß er meistens von ihr überstrahlt wird. Es heißt, daß selbst Copernicus ihn nie gesehen habe.

Zu beobachten bleiben uns im Sonnensystem – neben seiner Königin und unserem guten alten Nachtwächter – demnach nur: Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Vier Wanderer zwischen den Sternen.

## **Stern oder Planet?**

Im Februar 1930 bemerkte ein amerikanischer Astronom auf einer Fotografie ein bis dahin unbekanntes, unauffälliges Sternchen. An den folgenden Tagen wurde die gleiche Himmelsgegend wieder und wieder fotografiert. Mit Hilfe von Fernrohren, denn eine gewöhnliche Kamera vermag nur hellere Objekte zu erfassen. Sorgsam verglichen die Mitarbeiter die einzelnen Aufnahmen. Was sie vermutet hatten, trat ein. Das neuentdeckte Pünktchen verschob sich immer weiter gegen seine Umgebung. Es konnte also



kein Stern, wie Arktur, Sirius oder Wega, sein. Auch kein lichtschwächerer oder weiter entfernter; denn die Abstände und Winkel zwischen den Sternen verändern sich ja nicht von heute auf morgen. Und die Drehung des Himmels bewirkt auch keine Verschiebung. Ganz gleich, wann und wo wir den Orion oder ein anderes Sternbild fotografieren – bei gleicher Vergrößerung paßt ein Bild genau auf das andere. Die Aufnahmen sind deckungsgleich.

Aus der Mathematik kennen wir dafür den Begriff kongruent.

Aber eben dieses Pünktchen fügte sich damals nicht in die Kongruenz. Und darum ging der 18. Februar 1930 in die Geschichte der Astronomie ein. Der sonnenfernste Planet war gefunden worden. Er erhielt den Namen Pluto. (Das war der griechische Gott der Unterwelt.)

Auch wir sind imstande, eine solche Wanderung nachzuweisen. Das heißt für Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Zuerst müssen wir natürlich wissen, wo sie ungefähr zu finden sind. Im Norden und im Zenit – oder dicht daran – auf keinen Fall, denn sie wenden sich ja nur solchen Sternbildern zu, an denen auch die Sonne und der Mond irgendwann vorbeigehen. Näheres findet sich in Zeitungen und Zeitschriften. Zum Beispiel weist die „Junge Welt“, das Zentralorgan der Freien Deutschen Jugend, auf bemerkenswerte Planeten-

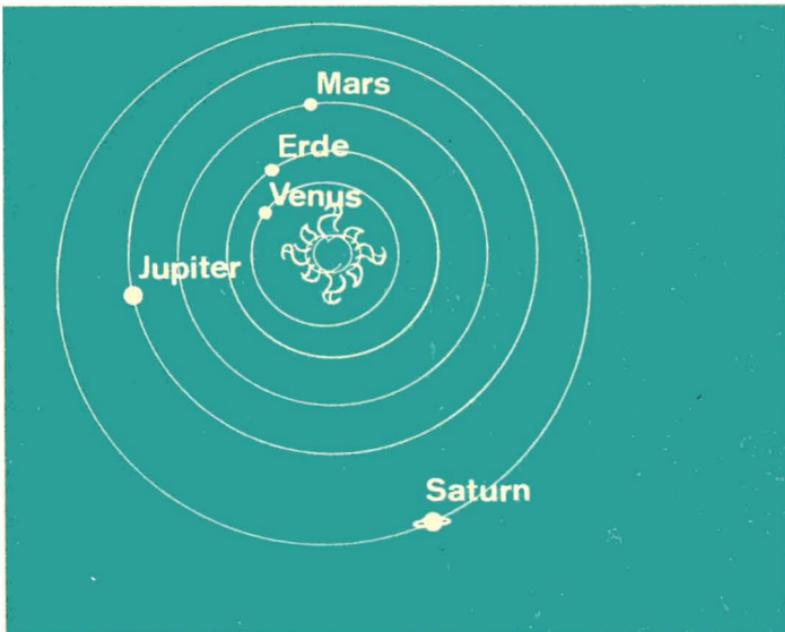
erscheinungen hin. Anhaltspunkte gibt auch die folgende kurze Übersicht für die Jahre 1977 und 1978:

	1977	1978
Venus:	in den Monaten Januar, Februar, März als heller Abendstern am westlichen Himmel; im April und Mai nicht zu sehen; von Juni bis Oktober frühmorgens im Osten; dann wieder Annäherung an die Sonne und daher unsichtbar.	im Mai und Juni in den späten Abendstunden am Westhimmel; im Dezember, bis in das Jahr 1979 hinein, vor Sonnenaufgang als strahlender Morgenstern am Osthimmel.
Jupiter:	am besten im Dezember zu beobachten, da die ganze Nacht über sichtbar, um Mitternacht im Süden – auffallend hell.	in den Wintermonaten zu Jahresbeginn abends im Südosten und Süden noch gut zu sehen; Auf- und Untergang und Kulmination von Tag zu Tag früher.
Mars:	wie Jupiter günstigste Stellung erst am Jahresende; um Weihnachten abends in südöstlicher Richtung; nicht so hell wie (der viel größere) Jupiter, aber an seiner auffallend rötlichen Färbung gut zu erkennen.	im Januar besonders leicht auffindbar, da Kulmination um Mitternacht im Süden; der rötliche Mars steht dann links von dem helleren Jupiter; erreicht die Südstellung in den folgenden Wochen jeden Tag etwas früher.

**Saturn:** am leichtesten im Februar wie 1977! Für Februar gilt: aufzufinden, da die ganze Reihenfolge der drei Planeten am südlichen Nacht hindurch sichtbar neten am südlichen und um Mitternacht im Himmel: links der gelbliche Saturn, in der Mitte der rötliche Mars, rechts der helle Jupiter.

Venus und Jupiter werden wir ganz bestimmt nicht verfehlen. Bei Mars und Saturn könnte das zu einer ungünstigen Zeit schon eher passieren. Deswegen beschränkten wir uns bei ihnen auf wenige Angaben.

Bahnen und Entfernungen sind nicht maßstabgetreu



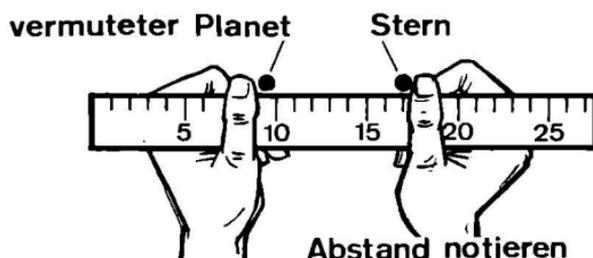
Im Zweifelsfall bleibt uns noch ein ziemlich sicheres Erkennungsmerkmal. Die „richtigen“ Sterne flimmern und flackern, an manchen Tagen mehr, an manchen weniger. Planeten verhalten sich dagegen ruhiger. Überprüfen wir das!

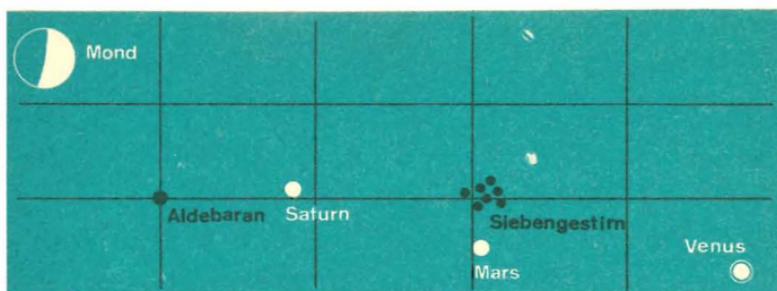
Nunmehr wenden wir uns Beobachtungsmethoden zu, mit denen wir die Verschiebung der Planeten gegen ihre Umgebung erkennen können. Sie erfordern mehrere Versuche innerhalb eines Monats. Dabei haben wir die Wahl zwischen drei Möglichkeiten: Messen, Skizzieren und Fotografieren. Datum und Uhrzeit notieren wir in jedem Falle. Beim Messen auch das Meßergebnis. Anleitung geben die folgenden Zeichnungen.

Noch einige Hinweise zum Fotografieren und Skizzieren: Je dunkler es ist, um so besser können wir arbeiten, weil wir möglichst viele Umgebungssterne mit festhalten müssen.

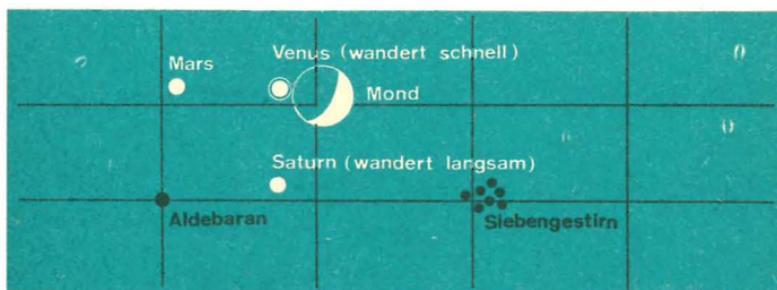
Zur Kontrolle des Wanderwegs: Zwei Versuche würden genügen, drei oder vier machen das Er-

Bei ausgestreckten Armen gilt  $1\text{cm} \approx 1^\circ$





**22. März 1972 20 Uhr MEZ**



**16. April 1972 20 Uhr MEZ**

So „wandern“ Mond und Planeten. Die Sterne verändern ihren Abstand untereinander nicht

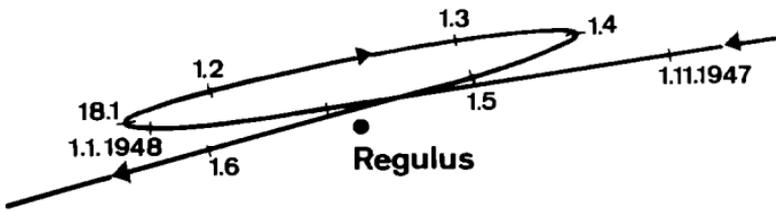
gebnis sicherer. Die Kamera mit einem 27-NP-Film muß befestigt werden (Stativ, Fensterrahmen). Als Belichtungszeit zählen wir 20 bis 30 Sekunden ab (Entfernung auf „unendlich“, kleinste Blendenzahl, Zeit auf „B“, Auslöser festklemmen). Fotografisch schöner wird das Bild, wenn sich etwas von unserer Umgebung mit einfangen läßt.

Ergibt sich vom ersten bis zum letzten Versuch keine Verschiebung, dann hielt uns ein Fixstern zum Narren. So werden die eigentlichen Sterne

bezeichnet. Das heißt selbstleuchtende Gaskugeln wie Sirius, Arktur, Kapella, Wega und viele tausend andere. Der Name beruht zwar, wie wir wissen, auf einem Irrtum, aber er schließt die Wandelsterne aus, die Planeten. Anders verhält es sich mit dem Begriff Stern. Er umfaßt beide Arten. Zumindest im alltäglichen Sprachgebrauch. Im folgenden werden wir in diesem Buch unter der Bezeichnung „Stern“ aber jedesmal einen Fixstern zu verstehen haben, sofern aus dem Zusammenhang nichts anderes hervorgeht.

### **Nicht zu fassen?**

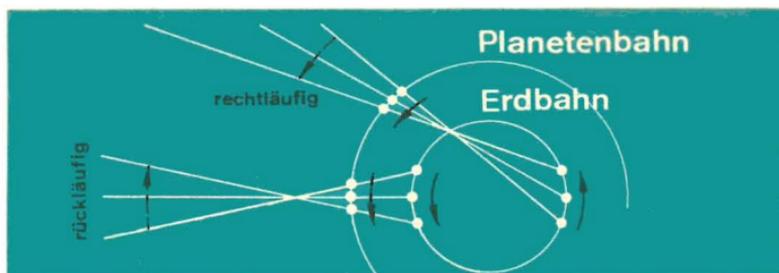
Es war unsagbar schwierig, hinter das Geheimnis der Planetenbahnen zu kommen. Bis ins 17. Jahrhundert hinein bereiteten sie den Astronomen großes Kopfzerbrechen. Verzweifelt schrieb ein Römer, der vor fast 2000 Jahren ein lexikonähnliches naturwissenschaftliches Werk verfaßte, Mars sei ein Stern, aus dessen Bewegungen man nicht recht schlau werden könne, dessen Bahn sich nicht durch ein mathematisches Gesetz erfassen ließe. Die Schwierigkeiten entstanden größtenteils durch eine falsche Voraussetzung. Glaubten doch die Astronomen vor Copernicus, sie würden den Himmel von seinem ruhenden Zentrum aus beobachten. Das gab ihnen unlösbare



### Marsschleife

Rätsel auf. Wie sollten sie es erklären, daß sich die Planeten mal so und mal so gegen ihre Umgebung verschieben? Die Sonne machte es ihnen leicht. Sie rückt ständig von West nach Ost unter den Sternen weiter. (Hier liegt kein Druckfehler vor. Die Richtung stimmt. Wir dürfen uns nicht von der Erdrotation täuschen lassen.) Aber Venus, Mars, Jupiter und die anderen bringen es fertig, zeitweilig auch einen entgegengesetzten Weg einzuschlagen. Jeder für sich. Nicht alle einheitlich. Indem sie die „Marsrichtung“ ändern, ziehen sie gar Schleifen. Diese sonderbaren Wanderwege würden wir bemerken, wenn wir einen Planeten, beispielsweise den Mars, Nacht für Nacht samt seiner Umgebung fotografieren und jedes Bild mit dem nachfolgenden vergleichen. Das hätte auch den Vorteil, daß die störende und irreführende Erdrotation ausgeschaltet wäre.

In Wirklichkeit wechseln die Planeten ihre Um-



Vorwärts und rückwärts – der Schein trügt

laufrichtung nicht. Was wir sehen, sind wiederum nur scheinbare Bewegungen. Sie kommen dadurch zustande, daß auch die Erde um die Sonne läuft. Eine ähnliche Scheinbewegung können wir beim Eisenbahnfahren erleben. Überholt unser Expresß einen Güterzug, dann kommt's uns vor, als ob dessen Wagen rückwärts an unserem Fenster vorbeiglichen. Die vergleichbare Planetenbewegung heißt rückläufig, die vorwärts gerichtete wird als rechtläufig bezeichnet.

Woher kämen aber die verwickelten Bahnen mit ihren Schnörkeln, wenn sich die Erde im Mittelpunkt des Planetensystems befände? Die Astronomen, die von diesem falschen Weltbild ausgingen, saßen arg in der Klemme. Um da herauszukommen, schrieben sie den Planeten akrobatentartige Bewegungen zu. Dennoch gingen ihre Rechnungen nicht auf. Das behinderte vor allem die Schifffahrt. Jahrhunderte hindurch war sie nur in Küstennähe betrieben worden. Da jetzt der Handel aufblühte, mußten sich die Seefahrer

hinaus aufs offene Meer wagen. Dazu brauchten sie aber neue und bessere Sternkarten. Nach dem alten Weltbild, das auf Ptolemäus zurückging, konnten sie jedoch nicht geschaffen werden.

Erst Nicolaus Copernicus schuf Abhilfe. Indem er die Sonne an Stelle der Erde in den Mittelpunkt rückte. Damit war der Weg frei für die Erklärung der komplizierten Planetenbewegungen. Trotzdem traten noch immer kleine Differenzen zwischen den Berechnungen und den Beobachtungsergebnissen auf. Irgendwo mußte also noch ein Fehler sein.

## **Der gefangene Kriegsgott**

Im Jahr 1609 gelang es Johannes Kepler, einem deutschen Astronomen (1571 bis 1630), die Planetenbahnen zu enträtseln, sie mathematisch zu erklären. Seiner Ausbildung nach hätte er eigentlich Pfarrer werden sollen. Aber er wandte sich mit Leidenschaft und Freude der Mathematik und der Astronomie zu. Als seinem Hobby, wie wir heute sagen würden. Dabei lernte Kepler die Kopernikanische Lehre kennen. Sie war die Grundlage für seine späteren Forschungen. Als Dreißigjähriger wurde er kaiserlicher Mathematiker in Prag. Dort verfolgte er mit großer Ausdauer die Spur des Mars. Nach jahrelangen Berechnungen



gelangte er schließlich ans Ziel. In seinem Bericht an den Kaiser stellte er seine wissenschaftliche Arbeit scherzhaft als einen Kampf gegen einen mächtigen und listigen Feind dar. Der Name des Planeten hatte ihn darauf gebracht. Mars war nämlich der Kriegsgott der alten Römer. Eine finstere Gestalt also. Behaftet mit Blut. Anlaß zu solchen Deutungen gab die rötliche Färbung des Gestirns.

Kepler schrieb: Er führe endlich den Bösewicht als Gefangenen zur öffentlichen Schaustellung vor. Lange genug habe der sein Unwesen getrieben und das „Geheimnis seiner Herrschaft durch alle vergangenen Jahrhunderte hindurch sicher verwahrt gehalten“. Immer wieder seien die „Truppen der Astronomen“ von dem hinterhältigen Krieger besiegt worden. Der habe auch all ihre Werkzeuge zertrümmert und ihre Vorhersagen (wann er wo zu finden sein würde) zunichte gemacht. Nun aber sei der Friedensstörer endgültig „in die Ketten der Rechnung geschlagen“.

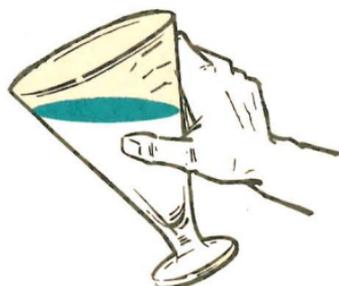
Weiter rühmt Kepler den Fleiß Tycho Brahes, eines dänischen Astronomen, der im Amt des kaiserlichen Mathematikers in Prag sein Vorgänger war. Wir zitieren: „Er hat fast ohne Unterbrechung in den Nächten von 20 Jahren alle Gewohnheiten unseres Feindes ausgekundschaftet, die ganze Art seiner Kriegführung beobachtet, alle seine Pläne aufgedeckt und diese in Büchern aufgezeichnet hinterlassen.“ Und diese Aufzeichnungen Brahes, des „obersten Anführers in diesem Feldzug“, wie Kepler ihn nennt, ermöglichten es seinem Nachfolger, den hinterhältigen Kriegsgott ein für allemal zu entwapfen. Und was für den Mars gilt, das trifft auch auf die anderen Planeten zu. Mit seinen Berechnungen zur Marsbahn entdeckte Johannes Kepler zwei wichtige Gesetze über die Planetenbewegungen. Später fand er noch ein drittes. Eingehender, als das hier geschehen kann, werden sie im Astronomieunterricht in der zehnten Klasse behandelt.

## **Ellipsen statt Kreise**

Kepler wies nach, daß sich die Planeten in elliptischen Bahnen um die Sonne bewegen.

Eine Ellipse zu konstruieren, das ist schwierig. Darum begnügen wir uns vorerst mit dem Anschauen. Ein kegelförmiges Gefäß – zum Beispiel

ein Wasser- oder ein Sektglas, einen geeigneten Becher oder ein Meßglas – füllen wir etwa zur Hälfte mit Wasser. Die Wasseroberfläche bildet einen Kreis. So stellte sich noch Copernicus die Planetenbahnen vor. Wird das Glas nun ein wenig gekippt, entsteht als Flüssigkeitsoberfläche eine Ellipse. Je weiter wir das Gefäß zur Seite neigen,



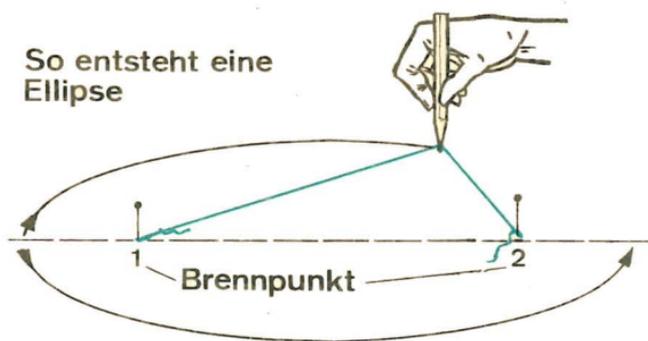
um so mehr unterscheidet sich die Ellipse von dem ursprünglichen Kreis. „Um so größer wird ihre Exzentrizität“, sagen die Mathematiker und die Astronomen. Die meisten Planetenbahnen – auch die der Erde – haben allerdings eine so geringe Exzentrizität, daß wir sie getrost mit dem Zirkel, also kreisförmig, zeichnen können.

Wählen wir zum Beispiel für die Erdbahn 5 cm als Radius, dann verkleinern wir sie auf den dreibillionsten Teil. Das verwischt den Unterschied zwischen Kreis und Ellipse.

Die größte Bahnexzentrizität unter den Planeten unseres Sonnensystems hat Pluto. Um sie „in den

Griff zu bekommen", nehmen wir eine behelfsmäßige Konstruktion vor. Die können wir auch bei anderen Gelegenheiten anwenden. Als Hilfsmittel werden gebraucht: eine feste Pappe als Unterlage, 2 Stecknadeln und ein Zwirns- oder nicht zu dicker Bindfaden. Auf einem A-4-Zeichenblatt markieren wir, etwa in der Mitte, in 4 cm Abstand 2 Punkte. Dann messen wir 16 cm Faden ab. Mit Hilfe der Nadeln wird dieses Fadenstück in den markierten Punkten angepflockt (einfach durchstechen!). Mit einem Bleistift ziehen wir nun den Faden so weit aus, bis er straff gespannt ist. Jetzt läßt sich nach einer Seite eine halbe Ellipse zeichnen. Genauso entsteht die andere Halbellipse. Somit haben wir, auf billionstel Bruchteile verkleinert, andeutungsweise die Bahn des Pluto erhalten. Auf dem Papier erscheint auch sie fast kreisförmig.

Eine besondere Bedeutung kommt den Punkten zu, in denen die Nadeln steckten. Sie sind die



Brennpunkte der Ellipse. Jetzt können wir das erste Planetengesetz Keplers vollständig wiedergeben. Es lautet: Die Planeten bewegen sich in Ellipsen um die Sonne. Die steht in einem der beiden Brennpunkte.

Nun wird uns auch klar, warum in unserer Planetentabelle mittlere Entfernungen angeführt waren. Die Entfernung Erde-Sonne schwankt um 5 Millionen Kilometer.

Aus dem zweiten Keplerschen Gesetz geht hervor, daß jeder Planet beim Umlauf um die Sonne seine Geschwindigkeit verändert. Er läuft um so schneller, je näher er der Sonne kommt, und um so langsamer, je weiter er sich von ihr entfernt. Das wendet zwei drohende Gefahren von den Planeten ab. Und uns rettet es das Leben.

## **Gleiche Kräfte**

Ist die Behauptung von der Lebensrettung nicht ein bißchen übertrieben? Nein. Alle Körper ziehen sich gegenseitig an. Um so stärker, je näher sie einander sind. Und umgekehrt. Warum stoßen die Planeten und die Sonne dann aber nicht zusammen? Weil eine andere Kraft der Anziehung entgegenwirkt. Sie entsteht beim Umlauf. Wir verspürten sie bestimmt schon am eigenen Leibe. Im Auto. Dort drückt uns die Zentrifugalkraft in den

Kurven nach außen. Und zwar um so mächtiger, je schneller gefahren wird. Radrenn- und Rennschlittenbahnen haben stark überhöhte Kurven. Aus welchem Grund?

Damit die Fahrer dort nicht nach außen weggeschleudert werden.

Im Sonnensystem müssen sich beide Kräfte die Waage halten. Dann passiert nichts. Ihre Ungleichheit jedoch würde zu Katastrophen führen. Die können wir uns, auf die Erde bezogen, selbst ausmalen. Entweder wir stürzten mit unserem Planeten in die Sonne und verglühten, oder wir trieben auf Nimmerwiedersehen von ihr ab und verlören ihr Licht und ihre Wärme.

Was geschieht, wenn sich ein Planet dem von der Sonne besetzten Brennpunkt seiner Bahn nähert? Die Anziehungskraft nimmt zu. Der kleine Himmelskörper läuft Gefahr, von dem großen verschlungen zu werden. Ihm bleibt nur ein Ausweg. Welcher?



Er muß „mehr Gas geben“. Und er tut es auch. Damit gleichen sich die Kräfte aus.

Der Unterschied zwischen der größten und der kleinsten Geschwindigkeit beträgt bei der Erde immerhin 3600km/h. Unser äußerer Nachbar, der Mars, muß in Sonnennähe gar 16 000 Stundenkilometer gegenüber seinem langsamsten Gang zulegen, damit er nicht eingefangen wird. Können wir jetzt auch begründen, warum Merkur wie ein geölter Blitz um die Sonne rast und Pluto im Vergleich zu ihm bummelt? (Mittlere Geschwindigkeiten der beiden: 172 000 km/h und 17 000 km/h.)

Das Gesetz von der gegenseitigen Anziehung entdeckte der Engländer Newton (1643 bis 1727). Er faßte es in eine Formel. Wir werden sie noch im Physik- und Astronomieunterricht kennenlernen. Hier müssen wir auf ihre Wiedergabe verzichten.

Newton gilt als einer der größten Naturforscher aller Zeiten. Wie Galilei, so widmete auch er sich der Mathematik, der Physik und der Astronomie. Sein Gravitationsgesetz (so heißt es wissenschaftlich) erklärt, wie es die Sonne fertigbringt, die Planeten auf ihren Bahnen zu halten. Damit beantwortet es auch eine Frage, die von kleinen Kindern oft gestellt wird: „Mutti, warum fällt denn der Mond nicht runter?“ Und es bestätigte und ergänzte die Keplerschen Gesetze.

Vor allem bei der Beobachtung des Planeten

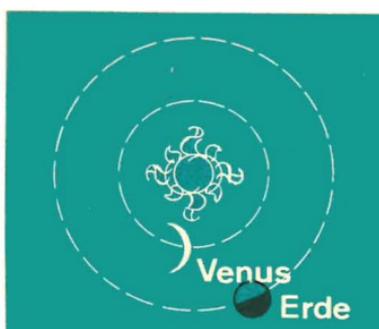
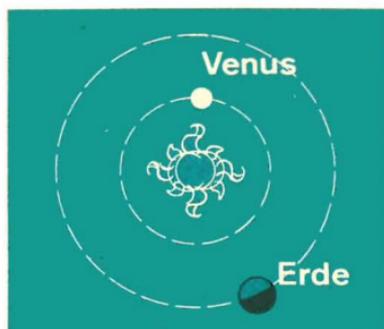
Uranus fiel nämlich auf, daß sich die Umlaufbahn nicht allein nach den von Kepler gefundenen Gesetzen berechnen läßt. Der Grund war damals, im 19. Jahrhundert, von Anfang an klar. Nach Newton ziehen sich die Planeten ja auch untereinander an. Und das muß die Bahn, die ihnen die mächtige Sonne aufzwingt, ein wenig stören. Kepler hatte das noch nicht berücksichtigt. Wo also war der Störenfried, der Uranus ablenkte? Die Rechnungen erwiesen, daß dafür ein äußerer Nachbarplanet in Frage kommen mußte. Doch einen solchen kannte man damals noch nicht. Ihn galt es zu finden. Also wurde mit dem Fernrohr der Himmel abgesucht? Diesmal nicht. Voran ging vielmehr die Mathematik. Der französische Mathematiker Leverrier berechnete, wo sich der noch unbekannte Planet befinden müsse. Das Ergebnis teilte er dem Berliner Astronomen Galle mit. Der fand am Abend des 23. September 1846 in der von Leverrier beschriebenen Gegend einen Himmelskörper, den seine Sternkarte nicht enthielt. Würde sich eine Ortsverschiebung ergeben? Spannung lag über den weiteren Beobachtungen. Da, das Lichtpünktchen wanderte tatsächlich. Kein Zweifel mehr; es handelte sich um den vermuteten und gesuchten Planeten. Auch er erhielt einen Namen aus der Sagenwelt des Altertums. „Neptun“, so nannten die Römer den Gott des Meeres. Er begegnete uns bei der Äquatortaufe.

## **Die Banane im Fernrohr**

Einige Touristen wurden nachmittags in eine Sternwarte geführt. Zu ihrer Verwunderung durften sie dort durch ein Fernrohr schauen. Sie hatten geglaubt, daß um diese Tageszeit außer der Sonne nichts zu sehen wäre. Aber sie erblickten eine leuchtende Banane. „Oh, der Mond!“ sagten die einen. „Unmöglich“, erwiderten die anderen, „das Fernrohr kann ihn doch nicht hervorzaubern.“ Außerdem hätte er durch die Optik viel, viel größer erscheinen müssen.

Am blauen Himmel stand die Venus. Die Touristen waren erstaunt, den Morgen- und Abendstern in Sichelgestalt zu sehen. Als erster Mensch hatte Galilei dieses Erlebnis; etwa zur gleichen Zeit, da Kepler den Mars „in Ketten“ legte. Bei seinen folgenden Beobachtungen bemerkte der Gelehrte, wie die Venus ständig andere Formen annahm. Wie sie entweder immer größer oder immer kleiner wurde und wie sie sich dabei von einer kleinen Scheibe in eine Banane verwandelte und umgekehrt. Copernicus hatte diesen Phasenwechsel bereits vermutet. Doch erst die vergrößernde Optik machte ihn sichtbar. Galilei sah darin einen Beweis für die Richtigkeit der Kopernikanischen Lehre.

Und worauf führen wir das Wachsen und Schrumpfen unseres Nachbarn zurück? Sollte das nicht



mit seiner Entfernung von der Erde zusammenhängen? So ist es. Sie schwankt zwischen 41 und 257 Millionen Kilometern. Warum? Weil die Venus nicht um die Erde wandert, sondern um die Sonne. Und dabei ergeben sich zwischen den dreien die unterschiedlichsten Stellungen. Von den vielen Möglichkeiten sind hier nur zwei dargestellt. Eine von beiden deutet darauf hin, daß die freundliche Göttin besonders hell strahlt. So könnte sie damals gestanden haben, als sie den Kaiser von Frankreich ärgerte. Und schon mancher Sternwartenbesucher wird sie in ähnlicher Stellung für den Mond gehalten haben. So aus der Luft gegriffen ist der Anfang unseres Kapitels nämlich nicht.

## **Eine unbequeme Wahrheit**

Wieder hatte Galilei mit seinem Fernrohr eine Stütze für das neue Weltbild gefunden. Er brannte darauf, seine Widersacher endlich zu überzeugen.

Also lud er einige hohe Geistliche zu sich ein. Einfach zeigen wollte er's ihnen. Darum richtete er sein Wunderrohr auf den Jupiter. In dessen Nähe leuchteten vier Pünktchen, die mit unbewaffnetem Auge nicht zu sehen waren. Demnach konnte sie außer Galilei noch niemand erblickt haben. Nur er wußte um ihre Besonderheit.

Wie würden sich die Kardinäle diesmal aus der Schlinge ziehen? Nach der Meinung, die sie vertraten, drehten sich alle Himmelskörper um die Erde. Ohne Ausnahme. Doch gerade das taten jene vier offensichtlich nicht. Im Fernrohr war deutlich zu erkennen, daß sie den Planeten Jupiter umkreisten. Freilich gehörten etwas Geduld dazu und mehrere Beobachtungen in einer Nacht.

Galilei fühlte sich schon als Sieger. Aber die Auseinandersetzung fand gar nicht statt. Jedenfalls nicht so, wie er sich das vorgestellt hatte. Die Würdenträger lehnten es rundweg ab, der Wahrheit ins Angesicht zu sehen. Sie diskutierten

Galilei: „Am 13. Beobachtungstag erblickte ich erstmals vier Sterne in folgender Stellung um Jupiter.“



und philosophierten, waren aber nicht zu bewegen, durchs Fernrohr zu schauen. „Wenn einer was nicht sehen will“, lautet ein Sprichwort, „so hilft ihm weder Licht noch Brill.“

Natürlich schafften die Verteidiger des Alten die Sache damit nicht aus der Welt. Im Gegenteil. Ungewollt sorgten sie dafür, daß sich immer mehr Menschen für die „neuen Sterne“ interessierten. Die erwiesen sich als Monde des Jupiter. Heute kennen wir zwölf. Aber noch immer sind die vier erstentdeckten ein besonderer Anziehungspunkt. Man nennt sie auch die Galileischen Monde. Viele Sternwartenbesucher fragen zuerst nach ihnen. Sicherlich wegen ihrer berühmt gewordenen Geschichte im Kampf um das neue Weltbild.

Welche Möglichkeiten haben wir, das interessante Mondquartett zu sehen? Für den Astronomieunterricht in der Klasse 10 besitzen viele Schulen ein Fernrohr. Aber so lange wollen wir sicherlich nicht warten. Vielleicht leihen wir uns von Bekannten oder Verwandten einen Feldstecher. Schon der kann uns zu diesem Erlebnis verhelfen. Wir sollten ihn beim Beobachten auflegen, weil wir sonst vor lauter Zittern schlecht ins Geschick kommen. Oft zeigen sich nur drei Monde. Der vierte versteckt sich dann entweder hinter einem der anderen oder hinter dem Jupiter selbst.

Der Planet Jupiter wurde nach der obersten Gottheit der Römer benannt. Jupiter kommandierte

alle anderen Götter. Er gebot über Regen, Blitz und Donner. Bei den Griechen tauchte er unter dem Namen ‚Zeus‘ auf. (Und dessen Gemahlin verbannte Kallisto, die eine Bärin wurde.)

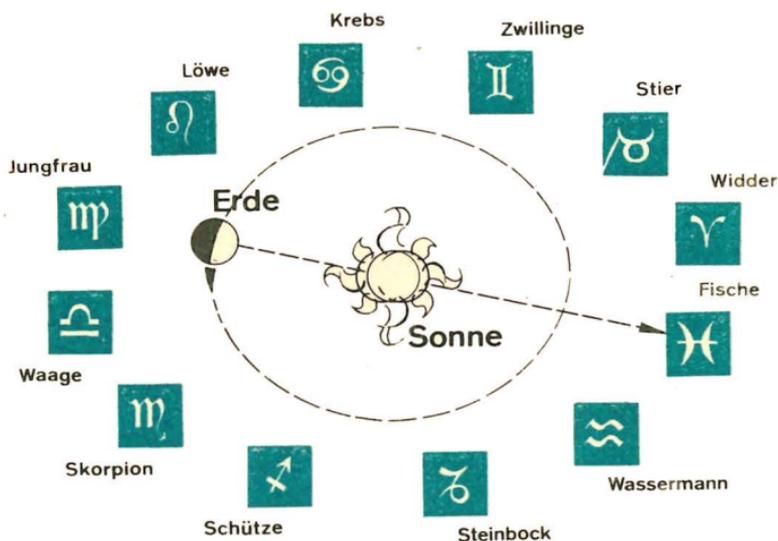
## **Der Himmel unterm Dach**

Ein vielstimmiges „Ah“ und „Oh“. Die Lichter in dem kuppelförmigen Raum verlöschen, und am „Himmel“ leuchten die Sterne auf. Wie geht das vor sich? In der Mitte steht ein Projektionsgerät, etwas verkorpelt anzusehen, mit vielen beweglichen Teilen. Die werfen die Gestirne, vor allem die Sonne, den Mond und die Planeten, als Lichtpunkte an die gewölbte Decke und lassen sie wandern. Alles wirkt täuschend echt. „Wie unter freiem Himmel“, hört man flüstern. Doch ganz so ist es nicht. Vor allem nicht so schwierig. Warum? Wo befinden wir uns? In einem Planetarium. Dort geht alles viel schneller.

Tycho Brahe und Johannes Kepler brauchten viele Jahre, um die Launen des Mars zu ergründen, um von der scheinbaren auf die wirkliche Bahn zu schließen. Hier lernen die Zuschauer die verworrenen Planetenbewegungen in Sekundenschnelle kennen: die Schleifen, die Recht- und die Rückläufigkeit. In der Natur erscheint es beinahe unglaublich, daß die Sonne von Westen nach Osten

unter den Sternen weiterwandern soll. Geht sie etwa im Westen auf und im Osten unter? Unter dem künstlichen Himmel ist leicht zu erkennen, daß sie sich auf ihrem täglichen Weg von Osten nach Westen in entgegengesetzter Richtung gegen die Sterne verschiebt. Wie jemand, der im fahrenden Zug nach hinten geht.

Von einem Sternbild zum anderen zieht die Sonne. Linksherum. Beim zwölften schließt sich der Kreis, den sie um die Kuppel beschreibt. Es ist die Ekliptik, ihr scheinbarer Wanderweg im Laufe eines Jahres. (In Wirklichkeit kurven ja wir um sie herum.) Die zwölf Sternbilder, die sie dabei aufzusuchen uns vortäuscht, bilden den sogenannten Tierkreis. Sie heißen: Widder, Stier, Zwillinge,



So wandert die Sonne scheinbar durch den Tierkreis



Ein Teil des Tierkreises

Spika – hellster Stern in der Jungfrau

Regulus – hellster Stern im Löwen

Prokyon – hellster Stern im Kleinen Hund

Sirius – hellster Stern im Großen Hund

Aldebaran – hellster Stern im Stier

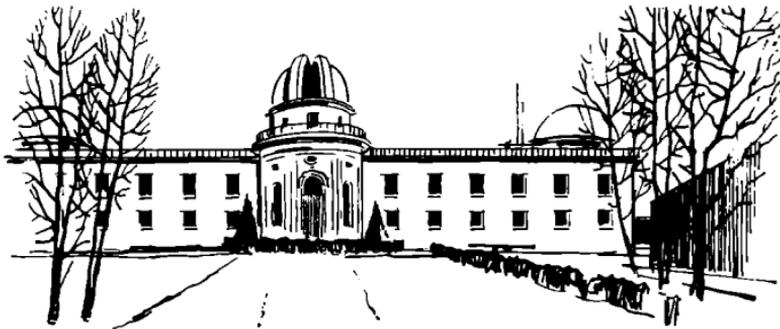
Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Ein halber Zoo. Daher der Name „Tierkreis“. Im Widder steht die Sonne von Mitte April bis Mitte Mai. In der angegebenen Reihenfolge geht es dann weiter bis zu den Fischen (Mitte März bis Mitte April).

Am Himmel fallen uns am meisten der Stier (im „Kampf“ mit Orion), die Zwillinge, der Löwe und die Jungfrau auf. Zur Zeit ihrer Sonnennachbarschaft können wir sie natürlich nicht sehen. Im

Planetarium gibt es diese Einschränkung nicht. Dort ist selbst Unmögliches möglich. Ein Besuch wird uns tief beeindruckend. Es muß nicht unbedingt eine Fahrt nach Jena zum größten Planetarium unserer Republik sein. Kleinere Planetarien finden wir in vielen Orten. So in Bautzen, Berlin, Dessau, Dresden, Eilenburg, Halle-Kanena, Herzberg, Hoyerswerda, Klingenthal, Leipzig-Lindenthal, Magdeburg, Potsdam, Radebeul, Rostock, Senftenberg, Schwerin, Stralsund, Straußberg und Suhl.

## **Eins zu tausend**

Manche Planetariumsbesucher ziehen lange Gesichter, wenn sie den Vorführraum betreten. „Wo soll denn hier bloß das Fernrohr sein?“ fragen sie sich mit einem Gefühl, als säßen sie im falschen Zug. Schuld an ihrer Enttäuschung ist, daß sie



zwei Fremdwörter verwechselten. Sie hielten das Planetarium für ein Observatorium. Aus dem Englischunterricht kennen wir das Verb „to observe“ – beobachten. Und genau damit hat ein Observatorium zu tun. Auf deutsch: eine Sternwarte.

Von außen erkennen wir ein solches „Institut für Himmelsbeobachtungen“ an dem Spalt in der Kuppel. Wozu mag der wohl dienen? Er gibt den Blick zum Himmel frei. Es versteht sich, daß die Öffnung verschließbar ist und die ganze Kuppel drehbar.

Zur Einrichtung einer Sternwarte gehören: verschiedenartige Beobachtungsinstrumente, genaue Uhren, Rechenmaschinen, meist auch ein Fotolabor zur Auswertung von Himmelsaufnahmen, Sternkarten.

Können wir uns einen Winkel von einem dreitausendsechshundertstel Grad vorstellen? Wohl kaum. Das ist die Größe einer *Bogensekunde*. Wir teilen so:

$$1^\circ = 60'$$

$$1' = 60''$$

$$\text{Daraus folgt: } 1^\circ = 60 \cdot 60'' = 3600''$$

$$\text{und } 1'' = \frac{1}{3600}^\circ$$

Es geht sogar noch weiter. Die Astronomen in den Sternwarten arbeiten mit Winkelmeßfernrohren, die selbst Bruchteile von Bogensekunden anzei-

gen. Haarfein vermessen sie mit diesen Geräten zum Beispiel, wie hoch ein bestimmter Stern zu einer bestimmten Zeit über dem Horizont steht oder wie groß sein Zenitabstand ist. Wir lesen dafür dann solche Zahlenangaben:

23°34'18,3"

Nichts gegen die Messungen. Aber gibt es denn immer etwas Neues zu beobachten? Eigentlich doch. Da ist zuerst die Sonne. Auf ihr spielen sich dauernd Vorgänge ab, die unserem Auge verborgen bleiben. Zum zweiten verlangen besonders die Sterne Aufmerksamkeit, die ihre Helligkeit laufend verändern. Nach welchen Gesetzen geht das vonstatten? Drittens tauchen dann und wann Kometen auf; kleinere Himmelskörper, die größtenteils auf sehr langgezogenen elliptischen Bahnen um die Sonne laufen. Und ein viertes: Nacht für Nacht wird der Himmel fotografisch überwacht. Die Aufnahmen vieler Sternwarten ergeben zusammen ein lückenloses Bild. Von Zeit zu Zeit werden die jüngeren Aufnahmen mit den älteren verglichen. Wo zeigen sich Veränderungen? heißt dabei die Frage. Die meisten Observatorien befassen sich nur mit einem bestimmten Aufgabengebiet.

Wir suchen am besten eine Schul- oder Volksternwarte auf, denn die widmen sich der Verbreitung astronomischer Kenntnisse. Im Rahmen der Jugendstunden zur Vorbereitung auf die Jugend-

weihe wird das bestimmt möglich sein. Vielleicht bedarf es nur eines Vorschlags. Es gibt zahlreiche Schul- und Volkssternwarten in unserer Republik. Wir können sie hier nicht alle aufzählen. Viele tragen die Namen berühmter Astronomen. Zum Beispiel: Johannes Kepler, Galileo Galilei, Nicolaus Copernicus, Bruno H. Bürgel. Die größte Volkssternwarte in der DDR ist die Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow, ganz in der Nähe des sowjetischen Ehrenmals. Unter den Schulsternwarten gehören die in Bautzen, Crimmitschau, Eilenburg, Hartha (Bezirk Leipzig), Radebeul, Rodewisch, Rostock, Schwerin und Suhl zu den bekanntesten.

Ein Blick durchs Fernrohr soll meist der Höhepunkt einer Sternwartenführung sein. Allerdings werden gerade dabei nicht selten die Erwartungen enttäuscht. Die Sterne erscheinen nämlich nicht vergrößert. Nur die Sonne, der Mond und die Planeten. Das ist nicht schwer zu erklären. An den unterschiedlichen Entfernungen liegt es. Welchen Wert hat aber dann ein Fernrohr für die Beobachtung von Sternen? Die Optik macht sie viel, viel heller, macht unsichtbare sichtbar. Im Vergleich zu denen, die mit bloßem Auge zu erkennen sind, ver Hundert- oder vertausendfacht sich ihre Zahl. Je nach der Art des Fernrohrs. Ist das nichts? Oder eine Kleinigkeit?

## **Wenn der Löwe ein Hase wäre**

Im Februar 1524 verließen in mehreren europäischen Ländern eine Anzahl Menschen fluchtartig ihre Häuser in den Niederungen, vor allem an Flußläufen, und verkrochen sich in den Bergen. Reiche rüsteten sich in aller Eile mit großen Booten aus. Was war geschehen? Nichts. Keine Schneeschmelze. Kein Wolkenbruch. Kein Hochwasser. Hatten die Ausreißer den Verstand verloren? Beinahe. Ihnen war der Kopf verdreht und das Denken vernebelt worden. Schlotternd erwarteten die armen Tölpel eine gewaltige Überschwemmung.

Ein bekannter „Sterndeuter“ hatte den Leuten weisgemacht, daß eine zweite Sintflut käme. Von der ersten berichtet die Bibel: Vierzig Tage lang hätte es auf der ganzen Erde ununterbrochen geregnet, und selbst die höchsten Berge seien vom Wasser bedeckt worden. Wörtlich steht geschrieben: „Alles, was einen lebendigen Odem hatte auf dem Trockenen, das starb.“ Furchtbare Überschwemmungen hat es tatsächlich gegeben. Aber stets blieben sie auf bestimmte Gebiete begrenzt. Nur konnten die Menschen im Altertum diese Grenzen schwer oder gar nicht feststellen. Bei der heutigen Nachrichtentechnik ist das kein Problem mehr.

Die Sterne sollten die neuerliche Sintflut herauf-

beschwören. Genauer: drei Planeten, Mars, Jupiter und Saturn. Die näherten sich dem Sternbild der Fische. Und das würde „eine große Wässerung“ bedeuten, hatte der Scharlatan verbreitet. Aber die Planeten manschten nicht. Im Gegenteil. Das Jahr 1524 soll sogar außergewöhnlich trocken und heiß gewesen sein. Da wurde die Katastrophe einfach verschoben. Auf den 15. Juli 1525. An diesem Tage sollte zumindest Berlin in den Fluten versinken. Der Kurfürst von Brandenburg, der die Stadt regierte, „wußte“ es aus erster Hand. Von einem, den er angestellt hatte, aus den Sternen zu lesen. So flüchtete denn Joachim I. mit seinem ganzen Hofstaat heimlich, still und leise auf einen Hügel bei Tempelhof. Sein Schäfchen glaubte er ins Trockene gebracht zu haben, mochten seine „treuen Untertanen“ ruhig erlaufen.

Mittelalterlicher Humbug? Man könnte es denken. Doch der uralte Aberglaube, daß die Sterne, insbesondere die Planeten, je nach ihrer Stellung das Geschehen auf der Erde bestimmen, hat sich bis in unsere Zeit erhalten. Es handelt sich um die Astrologie, eine Irrlehre, die mit der Wissenschaft nicht das geringste zu tun hat. In Westeuropa und in Amerika, in kapitalistischen Ländern trieb sie nach dem zweiten Weltkrieg neue Blüten. Wieder wurden schreckliche Dinge vorausgesagt. Zum Beispiel brach Anfang 1947 in

Frankreich eine Massenpanik aus. Der Grund? In den Mittagsstunden des 17. März begab sich der „böse“ Mars hinter die Sonne. Gesetzmäßig nach Kepler und Newton. Aber die Astrologen nutzten diese Stellung dazu, die Bevölkerung in Angst und Schrecken zu versetzen. Die angekündigten schlimmen Folgen traten natürlich nicht ein. Einige Male faselten die falschen Propheten in jüngster Zeit gar vom Weltuntergang. Einmal, weil sich mehrere Planeten in einem Sternbild „versammelten“, ein andermal, weil ein Planetoid auf seiner elliptischen Sonnenumlaufbahn der Erde näher kam.

Gruben sich die Astrologen mit ihren unsinnigen Voraussagen nicht selbst das Wasser ab? Das müßte man meinen. Aber sie retteten ihre Haut mit tausend Ausreden. So erfanden und erfinden sie Gegenkräfte, die das Unheil verhinderten, und verleg(t)en Ereignisse, die nach ihren Prophezeiungen in diesem und jenem Land stattfinden sollten, kurzerhand in ein anderes. Irgendwo spüren sie nachträglich immer etwas Passendes auf: Überschwemmungen, Dürren, Brand- und Verkehrskatastrophen, Regierungswechsel. Täglich hören und lesen wir von solchen Ereignissen. „Seht ihr, es hat doch gestimmt“, behaupten die Astrologen dann dreist.

Was erreichen sie wirklich mit ihren Weissagungen? Zumindest soviel: Sie lenken viele Menschen

zeitweilig ab. Vom Kampf um bessere Lebensbedingungen und vom weltweiten Friedenskampf. „Es hat doch alles keinen Zweck“, sagen die Irreführten. „Es hängt ja sowieso von den Sternen ab.“

Auch dem einzelnen Menschen offenbaren die Sterndeuter sein „Schicksal“. Gegen gutes Geld verkaufen sie vieldeutige Sprüche. In vielen westdeutschen Zeitungen sind sie täglich unter der Überschrift „Horoskop“ zu lesen. Je nach dem Geburtsdatum findet jeder dort seine „Aussichten“ für bestimmte Tage. Zum Beispiel:

„Gönne dir Sonntag Ruhe und sammle Kraft für die folgende Woche.“ – „Sonntag günstig für kleine Reisen.“ – „Sonntagabend gut für Vergnügungen.“ – „Willst du am Montag Erfolg haben, mußt du dich anstrengen.“ – „Verlasse dich am Montag nicht zu sehr auf andere.“

Ist der Inhalt nicht zum Lachen?

Aus welchen Stoffen zimmern denn die Sterndeuter ihre kleinen und großen Voraussagen zusammen? Aus sogenannten Lehrsätzen. Zwei seien zitiert: „Starke Zeichen sind: Stier, Löwe...“ – „Wohltäter sind: Sonne, Mond, Jupiter, Venus. Übeltäter sind: Saturn, Mars...“

Aus dem Mathematikunterricht kennen wir die Notwendigkeit, Sätze zu beweisen. Die Astrologen können keinerlei Beweise führen. Sie behaupten nur. Dabei schielen sie zuerst nach den Namen.

Welche Eigenschaften dichten sie wohl einem Menschen an, der zu einer Zeit geboren wurde, als die Sonne im Sternbild des Löwen stand (Mitte Juli bis Mitte August)? Nicht schwer zu erraten: die Stärke und die Furchtlosigkeit eines Löwen. Dazu Herrschsucht. Historische Persönlichkeiten, denen die Jacke zufällig paßt, finden sich immer. In diesem Fall Napoleon.

Kein Wunder, daß Mars und Saturn, wenn sie einander begegnen, nach den Faxen der Astrologie das schlimmste Unheil stiften sollen. Beide Namensträger waren in der Sage miese Figuren.

Wir müssen uns fragen, nach welchen Gesichtspunkten die Namen von Sternen und Planeten überhaupt verteilt wurden. Die Antwort kann nur lauten: völlig willkürlich und regellos. Es hätte also der „Löwe“ ebensogut ein „Hase“ werden können und der blutbefleckte „Mars“ ein strahlend schöner, jugendfrischer „Apollo“. Wie sähen dann die



astrologischen Deutungen aus? Es läßt sich denken. Die Stärke wäre Schwäche und das Unglück Glück. So biegsam ist die Astrologie. Eine Pseudowissenschaft.

## **Verwandte in nah oder fern?**

Noch vor wenigen Jahrzehnten wurde es für möglich gehalten, daß auf dem Mars oder auf der Venus menschenähnliche Wesen leben könnten. Warum gerade dort? Entscheidend ist das Verhältnis zur Sonne. Bruno H. Bürgel schreibt darüber: „Wir sehen, daß unsere Erde einen günstigen Platz in diesem großen Reich“ (dem Sonnensystem) „hat, nicht zu nahe, nicht zu fern der leuchtenden, wärmenden Königin. Flögen wir hinaus bis in jene Gebiete, wo die Planeten Uranus, Neptun, Pluto stehen, die Sonne wäre fern und klein, ihre Strahlungskraft nur noch gering; auf den fernsten jener Planeten ist es kalt und dunkel.“ Aus einem ganz anderen Grund kommt Merkur als bewohnter Himmelskörper nicht in Betracht. Wie hätte sich Leben in einem Schmelztiegel entwickeln können? Über die Aussichten auf unseren beiden Nachbarplaneten lesen wir im „abc der Astronomie“, einem astronomischen Nachschlagewerk: „Die Temperatur an der Venusoberfläche beträgt etwa 500°C, wie Messungen

mit Raumsonden ergaben. Die Bedingungen für die Existenz von Leben sind daher außerordentlich ungünstig.“ Und: „Das Vorhandensein von hoch organisierten Lebewesen auf dem Mars ist sehr unwahrscheinlich.“ Die Wissenschaft hat sich also bereits auf anderen Himmelskörpern unseres Sonnensystems umgesehen. Dadurch konnten Hypothesen aus früherer Zeit entweder bestätigt oder widerlegt werden.

Unbemannte sowjetische und amerikanische Flugkörper erreichten den Mond, den Mars, die Venus und den Jupiter beziehungsweise deren Umgebung. Die Apparaturen dieser Raumsonden nahmen dort Messungen vor und funkten die Ergebnisse zur Erde. Auch Bilder gelangten auf diese Weise zu uns. Vom Mond kehrten sogar mehrere sowjetische Automaten zurück. Nicht zur Rückkehr bestimmt war Lunochod, das erste ferngesteuerte Mondfahrzeug. Am 17. November 1970 begann es seine Forschungen. Auf dem Funkweg übermittelte es Informationen in großer Zahl zur Bodenstation in der Sowjetunion.

Von Menschen zum erstenmal betreten wurde der Erdtrabant am 20. Juli 1969. An diesem Tage um 21 h 17 min MEZ landeten auf ihm die amerikanischen Astronauten (Weltraumfahrer) Neil Armstrong und Edwin Aldrin. Sie konnten sich mit eigenen Augen davon überzeugen, daß dort kein Grashalm wächst, geschweige denn Leben in

höheren Formen existiert. Eine tote Wüste, unser steinalter Begleiter.

Trotz all dieser „Fehlmeldungen“ bleibt die Hypothese bestehen, daß die Erde bei weitem nicht der einzige bewohnte Himmelskörper ist. Wo vermuten wir nun unsere Verwandten? Weit weg von uns. Außerhalb unseres Sonnensystems.

### **Vorsicht, Schmelzgefahr!**

Dädalus, ein geschickter und einfallsreicher griechischer Baumeister, wurde zusammen mit seinem Sohn Ikarus auf der Insel Kreta (im Mittelmeer) gefangengehalten. In ihrem finsternen Verlies bewegte die beiden nur der eine Gedanke: in die Freiheit zu gelangen. Sie hörten das Meer rauschen und wußten, daß Schiffe vorüberfahren würden. Aber Ikarus war Nichtschwimmer. Über das Wasser führte also kein Weg zum ersehnten Ziel. Übrig blieb nur eine Möglichkeit: die Flucht nach oben. Ein Flugzeug mußte her.

Hier müssen wir einflechten, daß wir uns mit Dädalus und Ikarus in grauer Vorzeit befinden. Bis der deutsche Ingenieur Otto Lilienthal mit seinen „Schwingenflüglern“ einige hundert Meter wie ein Vogel durch die Luft gleiten wird (zwischen 1891 und 1896), ist es noch weit, sehr weit. Aber Dädalus ersann genau das Richtige, nämlich die



Nachahmung des Vogelflugs. So fertigte er denn für sich und seinen Sohn Flügel aus Federn. Zum Kleben und Befestigen verwandte er Wachs. Eine großartige Erfindung. Die Flucht glückte.

Mit kräftigen Flügelschlägen erhoben sich Vater und Sohn in die Lüfte. Übermütig der Junge, ein wenig gelassener der Alte. Dem schnellte Ikarus zu hoch empor. „Nicht zu nahe an die Sonne!“ rief er ihm zu. Doch der schlug, wie Kinder manchmal so sind, die Warnung in den Wind. Noch behagte ihm die Hitze. Doch schon war es um ihn geschehen. Das Wachs schmolz, die Flügel fielen ab, und er stürzte in der Nähe der Insel Samos (vor der türkischen Küste) ins Meer und ertrank. Der Vater entkam. Vorher begrub er noch seinen Sohn auf der Insel Icaria (heute Nikaria). Den Namen des allzukühnen Fliegers tragen zum Beispiel die uns allen bekannten Omnibusse aus der Volksrepublik Ungarn.

Soweit eine alte griechische Sage. Unsinnig ist sie nicht. Der Weg zum Flugzeug begann tatsäch-

lich so ähnlich. Und noch etwas stimmt: die ungeheure Wärmestrahlung der Sonne. Es gibt keinen Ofen, der es mit ihr aufnehmen könnte. In ihrer Nähe schmilzt alles. Selbst Eisen und Stahl. Doch nicht nur das. Was ihr zu nahe kommt, verschlingt sie vermöge ihrer großen Anziehungskraft. Darum wäre Ikarus nicht nach „unten“ gefallen, zur Erde, sondern nach „oben“, in die Sonne. Fast 6000 Grad Wärme hätten ihn dort erwartet.

Im Inneren der glühenden Gaskugel, die wir „Sonne“ nennen, herrscht gar eine Temperatur, die unser Verstand kaum zu fassen vermag: 15 Millionen Grad! Die Königin unseres Sonnensystems ist nämlich – es wird Zeit, daß wir alle Umschreibungen fallenlassen – ein Stern. Ein ganz normaler, gewöhnlicher Stern wie viele tausend andere. Kleinere und größere, heißere und nicht ganz so heiße schweben in großer Zahl am Himmel. Arktur und Sirius, Kapella und Wega, die Sterne des Orions, der Bären, des Schwans und all der anderen Zeichen – sie alle sind Sonnen. Ob sie auch über ein Reich von Planeten, Monden und Kometen gebieten, das wissen wir noch nicht mit Sicherheit. Also kennen wir heute Tausende von Sonnen, aber nur ein planetenreiches Sonnensystem. Unseres. Es ist zu erwarten, daß in den nächsten Jahren weitere derartige Systeme entdeckt werden. Anzeichen wurden schon beobachtet.

Verwunderlich erscheint, daß es noch größere Sonnen geben soll. Wir sehen sogar viele größere. Darunter Riesensonnen. Dazu gehört beispielsweise der Polarstern. Er stellt sich klein und unscheinbar. Aber er ist ein Koloß mit dem 100fachen Durchmesser und der 5000fachen Leuchtkraft unserer Sonne. Im Gewand eines Liliputaners steckt ein gigantischer Hüne. Wie ist das möglich? Ein „Eilbote“ kann es uns am besten erklären. Wir halten uns an einen, der so schnell dahinrast, daß niemand und nichts ihm zu folgen vermag. In einer einzigen Sekunde würde er siebeneinhalbmal um die Erde sausen. Würde! Denn die Kurven bewältigt er nicht. Geradlinig will er davonschießen.

Unser Rekordläufer ist ein Lichtstrahl. Schickt die Sonne ihn zu uns, dann trifft er bereits nach 8 Minuten ein. Vom Polarstern abgesandt, braucht er dagegen 650 Jahre. Das heißt, daß ein Blinksignal, das dort im Jahr 1325 gegeben worden wäre, erst 1975 auf der Erde sichtbar würde. Mehr als 4 Jahre dauert's von jedem anderen Stern aus, außer von dem einen, der uns das Leben ermöglicht. Nur wegen seiner Nähe bilden wir uns ein, er sei der größte und mächtigste von allen.

Der Weg, den das Licht in einem Jahr zurücklegt, wird als 1 Lichtjahr bezeichnet. Der zweitnächste Stern ist mehr als 4 Lichtjahre von der Erde ent-

fernt (die Sonne dagegen nur 0,000015). Da bleibt optisch von vermuteten Planeten kaum etwas übrig. Selbst unsere derzeit stärksten Fernrohre spürten (indirekt) bisher nur ganz, ganz wenige auf. Angenommen wird aber, daß sehr viele Sterne einen ähnlichen Staat regieren wie unsere Sonne. Von unserem Stern noch ein paar Zahlen:

#### **Mittlere Entfernung**

von der Erde: 149,6 Millionen km

(Diese Größe heißt 1 astronomische Einheit)

Durchmesser: 109 Erddurchmesser

Masse: 330 000 Erdmassen

Mittlere Dichte: 1,41 g/cm<sup>3</sup>

(Zum Vergleich: Wasser: 1; Glas: 2,5; mittlere Erddichte: 5,5; Eisen: 7,8; Blei: 11,3; Gold: 19,3 g/cm<sup>3</sup>)

### **Ein Gipfel ohne Untergrund**

Viele Rätsel lösten die Pioniere der sechsten Klasse in G. an ihrem Gruppennachmittag zum Thema „Wer weiß es?“ im Handumdrehen. Nur eins verblüffte sie. Die Frage lautete: „Wann ist Mittag?“ Da gab es erstaunte Gesichter, Kopfschütteln und Bemerkungen wie: „Das weiß doch jeder“, „Komisch!“ oder „Was soll denn das bedeuten?“. Die Antworten fielen sehr unterschiedlich aus. Zum Beispiel: „Nach dem Unterricht.“ – „Wenn es Mittagessen gibt.“ – „Von 11 bis 13 Uhr.“ – „Überall auf der Welt um 12 Uhr.“ –

„Wenn die Sonne am höchsten steht.“ Einige Zettel blieben leer. Auf einem stand: „Sinnlos!“

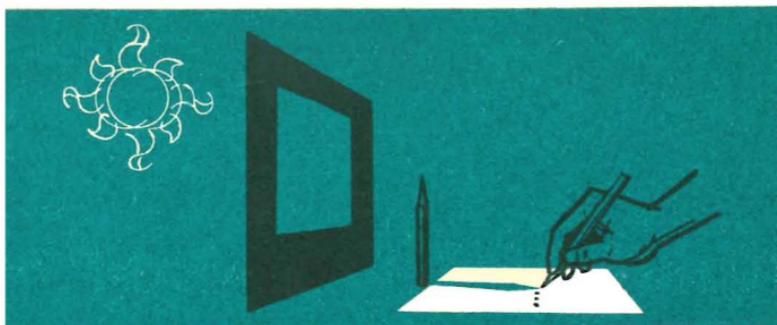
Ja, hat es denn überhaupt Sinn, dieser Frage nachzugehen? Unbedingt. Es hat. Wer sich auf der Erde und am Himmel gut zurechtfinden will, der muß über den Mittag Bescheid wissen. Von den wiedergegebenen Antworten trifft nur eine ins Schwarze. Wann Mittag ist, das bestimmt nämlich die Sonne. Auf ihrer scheinbaren Wanderung von Ost nach West erklimmt sie täglich einen Gipfel: den höchsten Punkt ihrer Bahn. Dort geht ihr Aufstieg in den Abstieg über. Und der Augenblick, in dem sie weder steigt noch sinkt, in dem sie also am höchsten steht, heißt Mittag. Die Astronomen sagen dazu: „Die Sonne kulminiert.“ Dieser Fachausdruck ist von dem lateinischen Wort „culmen“ abgeleitet. Es bedeutet: „höchster Punkt“, „Gipfel“, „Kuppe“, „First“, „Dach“. Daran erinnert zum Beispiel der Collmberg bei Oschatz im Bezirk Leipzig.

In der Umgangssprache wird „Mittag“ oft gleichgesetzt mit „Mittagspause“. Hier befassen wir uns jedoch nur mit dem Zeitpunkt, zu dem die Sonne ihre tägliche Bergbesteigung vollendet. Der ist darum wichtig, weil ihr Mittelpunkt dann (auf der nördlichen Erdhälfte) genau im Süden steht. Und was nützt es uns, wenn wir das wissen? Es dient vor allem unsrer Orientierung; denn mit Hilfe der Südrichtung können wir alle anderen

Himmelsrichtungen festlegen. Daraus ergeben sich dann weitere Möglichkeiten. Zum Beispiel das Aufstellen einer Sonnenuhr oder das „Ablesen“ der Jahreszeit von der Sonne.

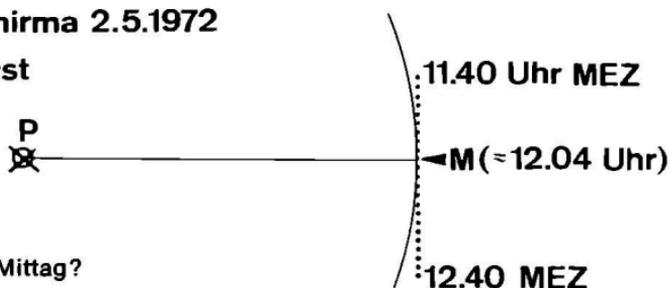
Es lohnt sich also, daß wir den Kulminationszeitpunkt durch einen Versuch ermitteln. Die Frage dazu heißt: Wann kulminiert die Sonne bei uns an einem bestimmten Tag? Wer meint, das Ergebnis schon im voraus zu kennen, der irrt sich. Überlegen wir: In dem Moment, da die Uhren in Görlitz zwölf schlagen, tun sie's auch in Eisenach und in Köln. Kann die Sonne in den drei Städten etwa gleichzeitig im Süden stehen? Muß sie nicht im Osten früher kulminieren als im Westen?

Da wir den gelbglühenden Gasball wegen der Gefahr für unsere Augen nicht direkt beobachten dürfen, halten wir uns an seinen Schatten. Der verrät genau das, was wir wissen wollen. An einem unterrichtsfreien, sonnigen Tag verfolgen wir seinen Weg. Als schattenwerfenden Gegenstand stellen wir einen nicht zu kurzen, gut gespitzten Bleistift auf ein weißes A-4-Blatt. Darauf ist zu notieren: der Beobachtungsort, seine geographische Länge und das Datum. Zum Beispiel: Großschirma;  $13^{\circ} 17'$  Ost; 4. 8. 1974. Am Rand wird – als Standort der Bleistiftmine – ein Punkt P angegeben. Außerdem brauchen wir: einen kleinen Tisch oder einen Hocker als Unterlage, eine ge-



**Großschirma 2.5.1972**

**13°17' Ost**



**Wann ist Mittag?**

naugehende Uhr und einen zweiten Bleistift. Das Blatt muß so befestigt werden, daß es nicht verrutschen kann.

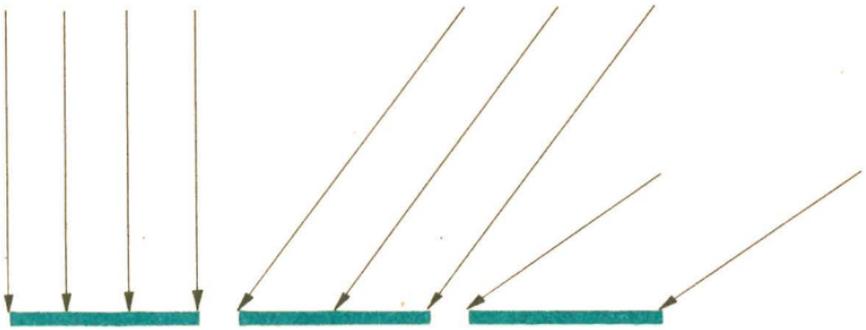
Von 11.40 Uhr bis 12.40 Uhr markieren wir genau alle 3 Minuten das Schattenende, das von der Bleistiftspitze herrührt. Auf diese Weise entsteht eine Kette von Punkten. Die Zeit wird nur an den ersten und an den letzten geschrieben. Die anderen sind abzuzählen.

Nun kommt die zweite, genauso wichtige Seite unsres Versuchs. Die Auswertung. Zu fragen ist dabei, welcher Punkt den Mittag anzeigt. Wir wissen, daß zwischen der Sonnenhöhe und der

Schattenlänge ein Zusammenhang besteht. Sonst wüchse unser Schattenbild nicht vom Zwerg zum Riesen. Je höher die Sonne steht, ... Die Fortsetzung drängt sich auf: ... desto kürzer ist der Schatten. Demnach gilt es, den Punkt zu ermitteln, der P am nächsten liegt. Ihn nennen wir M wie Mittag. Der Zirkel erleichtert uns das Suchen. Neben M ist die dazugehörige Zeit zu schreiben. Angenommen, es wäre der zwölfte Punkt, dann ergäbe sich 12.13 Uhr als Kulminationszeit der Sonne.

Wenn das Blatt in seiner ursprünglichen Lage verbleibt, liefert auch die Gerade durch M und P ein Versuchsergebnis. Welches? Aus der Mittagstellung der Sonne geht es hervor: die Nord-Süd-Richtung. Aber die werden wir durch einen anderen Versuch noch zuverlässiger erhalten. So ganz präzise arbeitet unser Bleistift nämlich nicht.

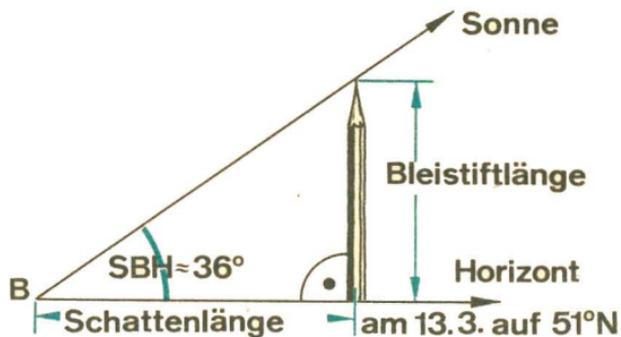
Wir können aber noch ein weiteres Experiment damit verknüpfen; denn aus der Strecke  $\overline{PM}$  und der Länge des Schattenwerfer-Bleistifts ergibt sich die Mittagshöhe der Sonne. Sie verändert sich wie die Dicke eines Abreißkalenders. Und aus dem Sonnenstand zu Mittag hätte Dornröschen nach ihrem hundertjährigen Schlaf so ungefähr auf den Kalendertag schließen können. Wir zeichnen beide Strecken als Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks und messen den Winkel SBH. Den Versuch sollten wir mindestens je ein-



Je steiler die Sonne steht, um so mehr Sonnenstrahlen fallen auf gleich große Flächen. Daher taut der Schnee an einem Südhang zu-erst

mal in allen vier Jahreszeiten ausführen. Interessant ist, den Winkelunterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Sonnenstand festzustellen (21. Juni und 21. Dezember). Vor allem von der Größe dieses Winkels hängen die Temperaturen auf der Erde ab. Je flacher die Sonnenstrahlen einfallen, um so weniger erwärmen sie die Erdoberfläche.

Im Mathematikunterricht der 10. Klasse lernen wir, Winkel wie SBH zu berechnen. Das Stoffgebiet heißt Trigonometrie.



## **Das Mittagslot**

Früher waren in manchen Schulen Windrosen an die Klassenzimmerdecken gemalt – Kreise mit eingezeichneten Himmelsrichtungen. „Ochse, Siehste Waldheim Nicht“, ulkten die Kinder über die Anfangsbuchstaben der vier Hauptrichtungen. „Ohne Gewähr“ oder besser „Nicht genau“ hätte wohl in den meisten Fällen neben den Zeichnungen stehen müssen. Warum? Weil die Windrosen genau nach dem Kompaß angebracht wurden. Unsere Kompaßnadeln stellen sich aber nicht haarscharf in die Nord-Süd-Richtung ein. Bei uns zeigt die Nadelspitze mit dem „N“ (Norden) ein klein wenig zu weit nach Westen. Das bewirkt der Erdmagnetismus. Er richtet unsere Kompaßnadeln nach der magnetischen Nord-Süd-Richtung aus, und die stimmt mit der geographischen nicht genau überein. (Wir unterscheiden auch magnetische und geographische Erdpole.)

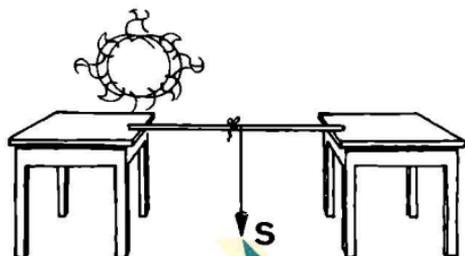
Mit unserem nächsten Versuch leisten wir die Präzisionsarbeit, die nötig ist, um die Himmelsrichtungen exakt festzulegen und um die Abweichung der Kompaßnadel näherungsweise nach Grad zu bestimmen. Doch keine Bange! Es wird kein Kunststück verlangt, sondern nur etwas recht Einfaches.

Wir errichten ein Lot und zeichnen genau zum Zeitpunkt der Sonnenkulmination seinen Schat-

ten nach. Fertig! Wegen der Luftbewegung, die im Freien das Lot nur schwer zur Ruhe kommen läßt, führen wir den Versuch am besten im Zimmer durch. Zuerst müssen wir uns überlegen, wo der Schatten durch einen Bleistiftstrich am besten festgehalten werden kann. Vielleicht auf dem Fensterbrett oder (mit Genehmigung unsrer Eltern) unter dem Teppich. Die Hauptsache ist, daß wir die Kulminationszeit kennen. Und dabei wollen wir uns wegen der erforderlichen Präzision diesmal nicht auf ein eigenes Experiment stützen. Die folgende Tabelle gibt einige Kulminationszeiten für Görlitz (15° Ost) und für alle anderen Orte mit der gleichen geographischen Länge an:

5. bis 20. Februar:	12.14 Uhr
10. bis 20. Mai:	11.56 "
15. Juli bis 5. August:	12.06 "
25. bis 30. Oktober:	11.44 "
Weihnachten:	12.00 "

Die Umrechnung für andere geographische Längen gestaltet sich einfach. Westwärts von Görlitz



Schatten auf 15° Ost am 10.2. 12.14 Uhr MEZ

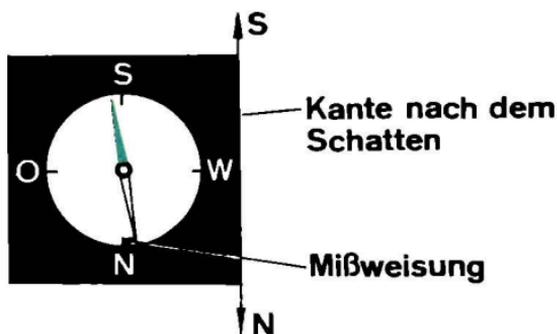
N

verspäten sich die Sonnenkulminationen gegenüber den Tabellenzeiten, und zwar um 4 Minuten je Längengrad. Auf 15 Bogenminuten (15') entfällt demnach 1 Minute Verspätung. Dazu zwei Beispiele:

Vacha im Bezirk Suhl liegt auf  $10^\circ$  Ost. Demnach kulminiert dort die Sonne  $5 \cdot 4$  Minuten = 20 Minuten später als in Görlitz; so Mitte Februar erst um 12.34 Uhr.

Putbus auf der Insel Rügen befindet sich ungefähr auf  $13^\circ 30'$  Ost. Das ist  $90' = 6 \cdot 15'$  westlich von Görlitz. Daher verzögern sich dort alle Meridiandurchgänge der Sonne um 6 Minuten gegenüber der Stadt an der Oder-Neiße-Friedensgrenze.

Nun zum zweiten Teil unseres Versuchs. Dabei geht es um die Größe der sogenannten Mißweisung. Darunter wird ein Winkel verstanden. Den einen seiner beiden Schenkel bildet die geographische Nord-Süd-Richtung, den anderen die, die von der Kompaßnadel ausgewiesen wird. Wir erhalten den Winkel durch Anlegen eines Kompass-



ses an unsere Schattengerade. Da die meisten Kompassse nicht von Grad zu Grad, sondern in größeren Abständen (zum Beispiel  $6^\circ$  von Strich zu Strich) unterteilt sind, müssen wir das Ergebnis schätzen. Kleiner als  $6^\circ$  ist die Mißweisung in der DDR auf alle Fälle. Für Freiberg beträgt sie gegenwärtig reichlich  $1^\circ$ .

Unsere Schattengerade verläuft genau auf unserem Erdmeridian. Den Horizont schneidet sie im Nord- und im Südpunkt. Senkrecht darüber wölbt sich der Himmelsmeridian. Er geht folglich durch unseren Zenit. Daran erkennen wir, daß es unendlich viele Erd- und Himmelsmeridiane gibt. Und doch können wir nicht behaupten, daß jeder Punkt auf der Erde seine eigenen habe. Warum nicht? Denken wir an die Nord-Süd-Beziehung! „Meridies“ (lateinisch) bedeutet übrigens „Mittagszeit“ oder „Süden“.

Alle Sterne kulminieren im Himmelsmeridian des Beobachtungsortes. Das heißt, sie erklimmen dort ihre größte scheinbare Höhe. Die bleibt – anders als bei der Sonne und den Planeten – von Tag zu Tag gleich.

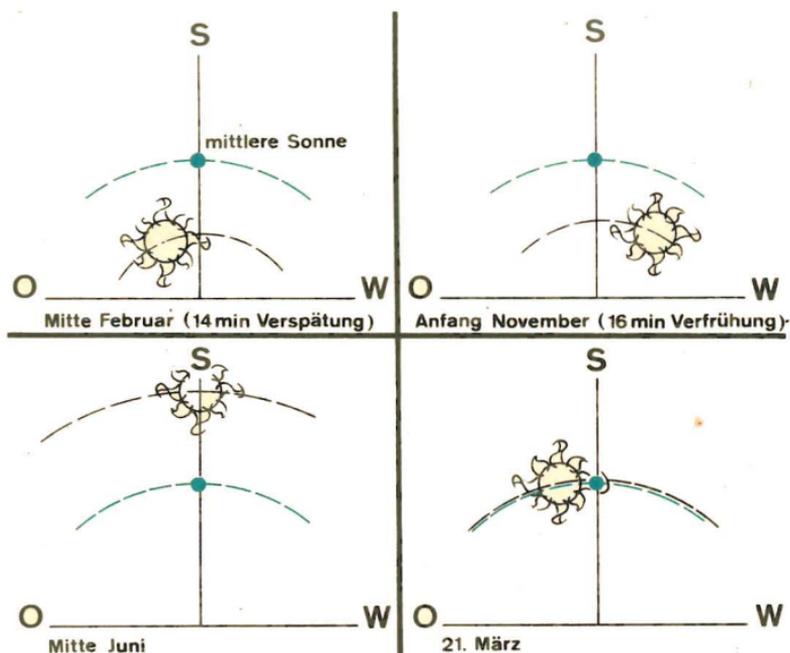
Jetzt verstehen wir, was gemeint ist, wenn von Sportlern oder Künstlern behauptet wird, sie hätten ihren Kulminationspunkt noch nicht erreicht oder bereits überschritten.

## **Die unsichtbare Schwester**

In einem Dorf lebte einst ein Mann, der in jeder Hinsicht ein Vorbild an Pünktlichkeit war. Selbst auf seinem Weg ins Wirtshaus ging er jahraus, jahrein jeden Tag zur gleichen Zeit an der gleichen Stelle vorüber. Ob die Sonne schien, ob es stürmte oder schneite, immer behielt er sein gleichmäßiges Marschtempo bei. „Ein Mensch wie ein Uhrwerk“, sagten die Leute halb spöttisch, halb bewundernd. Viele behaupteten gar, nach ihm ihre Uhren stellen zu können. Das ist übertrieben; denn welcher Mensch brächte es wohl fertig, seinen Tagesrhythmus auf die Sekunde genau zu regeln. Von einer Uhr verlangen wir aber die größtmögliche Genauigkeit und Regelmäßigkeit. Einige Sternwarten verfügen heute über Chronometer, die in tausend Jahren nur um Bruchteile einer Sekunde vor- oder nachgehen. Ohne Regulierung! Da kann die Sonne bei weitem nicht mithalten. Die strenge Gleichmäßigkeit geht ihr ab. Bald kulminiert sie früher, bald später. Immer wieder erscheint sie zu einer anderen Zeit in unserem Meridian. Und damit zu Mittag. Von einem Meridiandurchgang zum anderen handelt es sich bei ihrer Unpünktlichkeit zwar nur um Sekunden, aber die summieren sich allmählich zu Minuten. Die Tabelle mit den Kulminationszeiten beweist es. Wie sollen sich unsere Uhren da der Sonne anpassen? Sie können

ihr bei ihren Zwischenspurts und Tempodrosselungen einfach nicht folgen. Zur Ehrenrettung der Sonne müssen wir aber erklären, daß die Erde an ihrer Unregelmäßigkeit schuld ist. (Weil sie ihre Achse schräg gegen ihre Bahn stellt und beim Umlauf um die Sonne ihre Geschwindigkeit verändert.)

Die Astronomen fanden einen Ausweg. Sie gaben der Sonne eine Schwester zur Seite, die an Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit nicht zu über treffen ist. Sie regelt den Gang unsrer Uhren so, daß es weder kürzere noch längere Tage gibt. Von einem Mittag zum anderen vergehen genau 24 Stunden – und keine Sekunde mehr oder weniger. Nur einen Nachteil hat die Zeitdirigentin. Sie läßt sich nie sehen. Auch nicht im Fernrohr. Sie ist nämlich gar kein Himmelskörper. Vielmehr erinnert sie an eine Märchenfigur; denn sie wurde erdacht. Die Astronomen, ihre Schöpfer (oder sagen wir besser Erfinder?), nannten sie mittlere Sonne. Mit gleichbleibender Geschwindigkeit „bewegt“ sie sich stets auf ein und demselben Bogen. Auf dem Himmelsäquator. (Dort, wo Orions Gürtel läuft.) Wir erhalten ihn, indem wir den Erdäquator an den Himmel projizieren. Das ewige Gleichmaß ihrer erdachten Bewegung befähigt die mittlere Sonne, der Zeit den Takt zu schlagen. Beobachten läßt sich ihr Lauf selbstverständlich nicht. Nur berechnen. Die Zeichnungen zeigen die gegen-



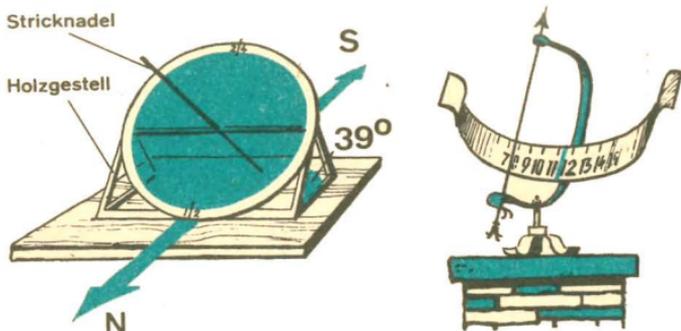
seitige Stellung der beiden Sonnen an verschiedenen Tagen. Zu allen Bildern gehört die gleiche Zeitansage (Radio, Telephon). Sie lautet: „Es ist 12 Uhr.“ Ebenso gut könnte dieser Sachverhalt so formuliert werden: „Jetzt kulminiert die mittlere Sonne in allen Orten auf 15 Grad östlicher Länge.“ Und alle Bahnhofs-, Kirchen-, Küchen-, Taschen-Armband- und ähnliche Uhren von Görlitz an der Neiße bis Köln am Rhein verstecken dann ihren kleinen Zeiger unter dem großen.

## Trübes Wetter unerwünscht

Aus der Uhrenreihe tanzen die Sonnenuhren. Sie haben nur einen Zeiger, und der will beschienen werden. Darum richten sie sich nach der wahren, der strahlenden Sonne. Aus den Gründen, die uns inzwischen bekannt sind, entstehen dadurch schon innerhalb der DDR erhebliche Zeitunterschiede. Noch beträchtlicher werden sie zwischen den beiden deutschen Staaten. So zeigen richtiggehende Sonnenuhren am 25. Oktober um 12 Uhr MEZ folgendes an:

in Görlitz:	11.44 Uhr
in Angermünde:	11.40 "
in Potsdam:	11.36 "
in Halle:	11.32 "
in Erfurt:	11.28 "
in Hamburg:	11.24 "
in Köln:	11.12 "
in Aachen:	11.08 "

Wer Freude am Basteln und am Beobachten hat, kann sich ohne großen Aufwand eine Sonnenuhr bauen. Es gibt verschiedene Typen. Für uns kommt nur eine mit gleichmäßiger Stunden-  
teilung in Frage. Auf eine möglichst große, helle Scheibe (aus Pappe ausschneiden!) tragen wir am Rand die 24 Stunden eines Tages auf. Dazu werden vom Mittelpunkt aus jeweils  $15^\circ$  abgemessen. Es empfiehlt sich, eine weitere Unterteilung



in Sechstelstunden (10 Minuten) vorzunehmen. Auf der Scheibenseite bringen wir, genau deckungsgleich, dieselben Ziffern noch einmal an. Nun muß für dieses doppelseitige Zifferblatt mit ein wenig Erfindungsgeist eine Halterung hergestellt werden (Holz, Draht). Sie hat die Aufgabe, es in schräger Lage festzuhalten, und zwar in einem Winkel gegen die Waagerechte, der dem Polabstand des Beobachtungsortes entspricht. Für Orte auf  $51^\circ$  Nord beträgt er  $39^\circ$ , auf  $52^\circ$  N  $38^\circ$ , auf  $53^\circ$  N  $37^\circ$  und so weiter. Der Neigungswinkel muß stimmen. Beim Befestigen gehört die „12“ an den tiefsten und die „24“ an den höchsten Punkt. Senkrecht zum schräggestellten Zifferblatt (und damit parallel zur Erdachse) ist in dessen Mittelpunkt ein Zeiger anzubringen (unten an der Halterung verankern!). Diesen Zweck erfüllt zum Beispiel eine alte, aber nicht krummgebogene Stricknadel. Sie wirft den Schatten. Im Sommer verläuft er auf der Vorderseite der Schei-

be, im Winter auf der Rückseite, weil die Sonne dann nicht über den Scheibenrand lugt. Daher das doppelt beschriftete Zifferblatt.

Nun fehlt nur noch die richtige Aufstellung. Sie muß so erfolgen, daß die „12“ genau nach Norden weist und die „24“ nach Süden. Wir brauchen dazu unsere Schattengerade aus dem vorigen Versuch. Am besten, wir spannen einen reißfesten Zwirnsfaden von der „12“ zu dem Punkt senkrecht unter der „24“. Dann ist es ein leichtes, die Sonnenuhr in die Nord-Süd-Richtung zu bringen. Noch einfacher (ohne Faden): Zur Kulminationszeit (Tabelle!) hat sie 12 Uhr anzuzeigen. Das Weitere hängt von der Sonne ab. Sobald die scheint, können wir unsere wahre Sonnenzeit ablesen. Nämlich dort, wo der Schatten des Zeigers den Scheibenrand schneidet. Einige Zahlen werden freilich nie geschnitten, denn dazu müßte die Sonne im Norden stehen.

## **Der Mond und die Pilze**

Großvater war nicht zu bewegen, mit seinem Enkel in den nahen Wald zu gehen. Der Junge wollte Pilze sammeln, aber er kannte nur wenige Arten. Ihm half kein Bitten und kein Betteln. Diesmal blieb Opa standhaft. „Heute nicht“, sagte er, „schade um die Zeit! Bei abnehmendem Mond

wächst doch nichts. Da darf man auch im Garten nichts stecken und nichts säen. Warte bis nächste Woche! Da ist Mondwechsel. wirst sehen, wie dann die Pilze aus dem Boden schießen.“

Und des Mondes wegen wurde das Vorhaben verschoben. Aber kurz darauf schleppten Nachbarn die schönsten Pilze körbewise vorüber. „Wachswetter!“ rief einer über den Zaun. „Regen und Wärme, das ist wie Dünger. Scheint auch ein ausgesprochenes Pilzjahr zu sein.“

Großvater schüttelte ungläubig den Kopf. „Das kann doch nicht mit rechten Dingen zugehen“, protestierte er. „Bei abnehmendem Mond!“

„Ach was“, erwiderten lachend die Sammler mit dem vollen Korb, „was kümmert denn die Pilze der Mond!“

Der Junge wußte nicht, was er davon halten sollte. Aus dem Korb heraus sprachen die Tatsachen gegen Großvaters Mondweisheit.

## **Ein launischer Gesell?**

Die abergläubische Vorstellung, daß der Mond alles mögliche auf der Erde besorge oder verhindere, stammt von den Astrologen. Wir kennen ihre Methode. Sie behaupten viel und beweisen nichts. „Der Mond bedeutet Veränderlichkeit“, lautet eine ihrer Behauptungen. Tatsache ist, daß

unser treuer Begleiter ständig seine Gestalt verändert. Ein volles, rundes Gesicht zeigt er uns nur zwölfmal im Jahr. Meist sieht er magerer aus. Seinen Gestaltswechsel schlachteten die Sterndeuter weidlich aus. Ob die Menschen nun so oder so sein wollten, freundlich und aufgeschlossen oder mürrisch und unzugänglich, lehrten sie, letzten Endes käme ihre Stimmung doch vom Mond her. Und der bewirke, daß sie von einer Gemütslage in die andere fielen, daß sie wechselhaft und launisch seien.

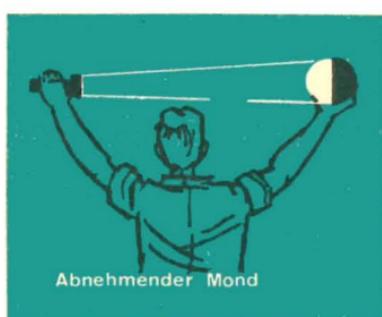
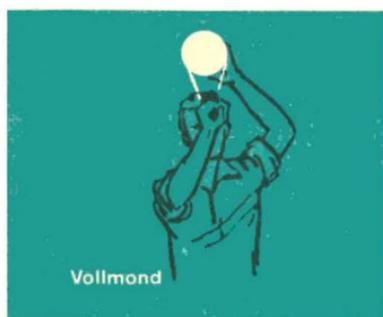
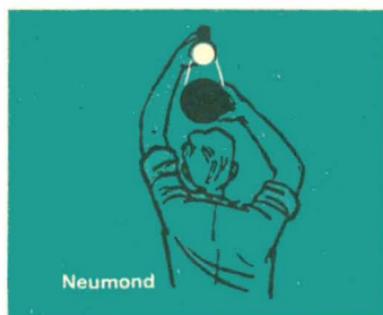
Dieser Aberglaube fand große Verbreitung im Volk. Wir finden ihn im sprachlichen Bereich wieder. So ist unsere „Laune“ vor langer Zeit nach dem lateinischen Wort „luna“ gebildet worden. Es bedeutet „Mond“, und somit heißt „launisch“ eigentlich „wechselhaft wie der Mond“. Auch andere europäische Sprachen übernahmen dieses Denkmal des Aberglaubens von den alten Römern. (Die sprachen lateinisch.) Im Englischen, im Französischen und im Italienischen existieren für das, was wir „Laune“ nennen, ganz ähnliche Wörter.

Heute wird die Mondgestalt von abergläubischen Menschen vor allem für das Wetter und das Pflanzenwachstum verantwortlich gemacht. Wir könnten den ganzen Hokuspokus, der damit getrieben wird, auf eine knappe Formel bringen: zunehmender Mond – alles gut; abnehmender Mond –

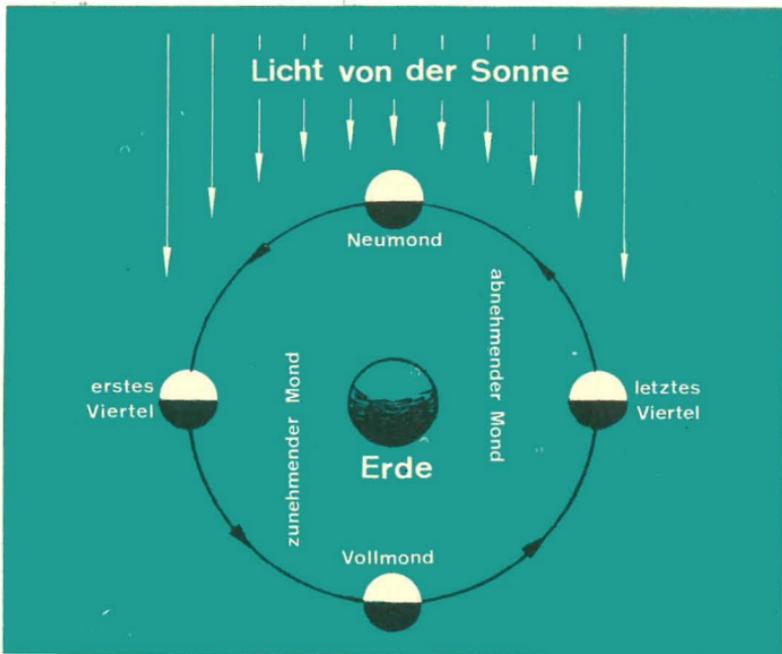
alles schlecht. Und das Schlechte, so hoffen die Mondgläubigen, endet mit dem „Mondwechsel“. Vom Guten befürchten sie allerdings auch, daß dann alle Herrlichkeit ein Ende nehmen könnte. Was ist das eigentlich: zunehmender Mond, abnehmender Mond, Neumond und Mondwechsel? Zuerst schauen wir uns das auf einem Jahreskalender an („Almanach“ sagen die älteren Leute dazu), der in symbolischer Form die vier wichtigsten Mondphasen („Mondgesichter“) angibt. Dort wechseln sich ab: ein schwarzes, volles Mondgesicht; ein schwarzes, halbes, das nach links zeigt; ein helles, volles und ein helles, halbes mit der „Nase“ nach rechts. Dazu ein Beispiel aus dem Jahr 1974:

Tag	Kalenderzeichen	Bedeutung
21. Mai	● schwarz, voll	Neumond
28. Mai	◐ schwarz, halb	zunehmender Halbmond
4. Juni	○ hell, voll	Vollmond
13. Juni	◑ hell, halb	abnehmender Halbmond
20. Juni	● schwarz, voll	Neumond

Die Symbole deuten die jeweilige Lichtgestalt des Mondes an. Nur den Neumond können wir nicht beobachten, da er uns seine unbeleuchtete Seite zuwendet. Wir entnehmen den Kalenderangaben, in welchen Zeitabständen sich die einzelnen Mondphasen wiederholen. Der Begriff „Monat“ hängt damit zusammen.



Wie die Mondphasen entstehen, das stellen wir in einem dunklen Zimmer selbst dar. In die eine Hand nehmen wir einen Ball (als Mond), in die andere eine Taschenlampe (als Sonne). Die lassen wir nacheinander aus verschiedenen Richtungen so auf den Minimond scheinen, daß dessen beleuchteter, heller Teil die verschiedensten Formen annimmt: eine Sichel mit der Schneide nach links und dann auch nach rechts, eine Scheibe, eine halbe Scheibe mit wechselnden Rundungen. Den unbeleuchteten, dunkleren Teil übersehen wir einfach. (Auf dem wirklichen Mond ist er manchmal gut zu erkennen. Dann scheint dort die Erde –



#### Die Mondphasen

so wie bei uns der Mond.) In der Natur geht die Beleuchtung genauso vor sich. Das Sonnenlicht kommt aus wechselnden Richtungen und ruft die verschiedenen Mondphasen hervor.

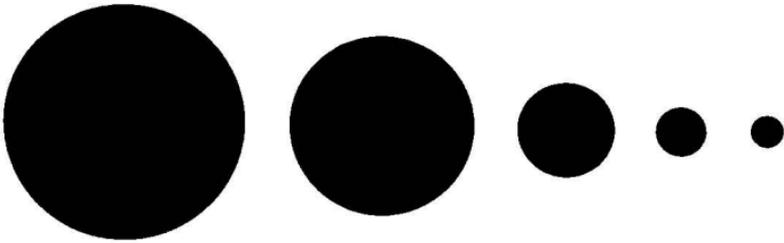
Am Mond selbst ändert sich dadurch überhaupt nichts. Es wird also, wenn er bei voll beschienener Form einmal viel Besuch von der Erde erhalten sollte, anschließend kein Gedränge auf der schmalen Sichel geben. Nur Witzbolde stellen solche Betrachtungen an. Ebenso wenig ist einzusehen, warum der Beleuchtungswechsel dem Wetter auf der Erde einen Ruck und den Pilzen im Boden einen Stoß versetzen soll.

Ein Blick ins Buch, zwei Blicke in die Natur! Wir dürfen nicht versäumen, unsere neuen Erkenntnisse an der Wirklichkeit zu überprüfen. Vor allem ist herauszufinden, wie der Mond zwischen den Sternen weiterwandert. Das erfordert mehrere Beobachtungen innerhalb einer Woche. Es gilt, die Verschiebung gegenüber den Umgebungssternen festzustellen. Wie gewohnt, skizzieren oder fotografieren wir die nähere Himmelsgegend. Allerdings wird uns die Aufnahme eine kleine Enttäuschung bereiten, weil der Mond bei der für die Sterne nötigen Belichtungszeit von etwa 20 Sekunden als unscharfer, heller, großer Fleck erscheint.

Eine Untugend des wechselhaften Gesellen müssen wir noch erwähnen. Er ist sehr unpünktlich. Heute geht er vielleicht 20 Minuten später auf als gestern, und in einer Woche verspätet er sich von einem Tag zum andern womöglich um mehr als 1 Stunde. Im Durchschnitt sind's etwa 50 Minuten täglich. Seine Unregelmäßigkeit erinnert an eine Uhr, die „nach dem Mond“ geht.

## **Der Nächste**

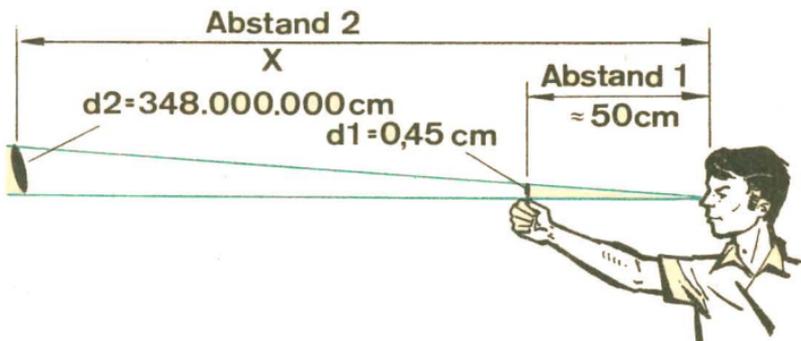
Einer der abgebildeten Kreise, aus Pappe ausgeschnitten, deckt bei ausgestrecktem Arm den Vollmond gerade noch ab.



Welcher ist es? Wer's nicht glaubt, der soll's probieren. Der letzte. Er hat einen Durchmesser von 4,5 mm.

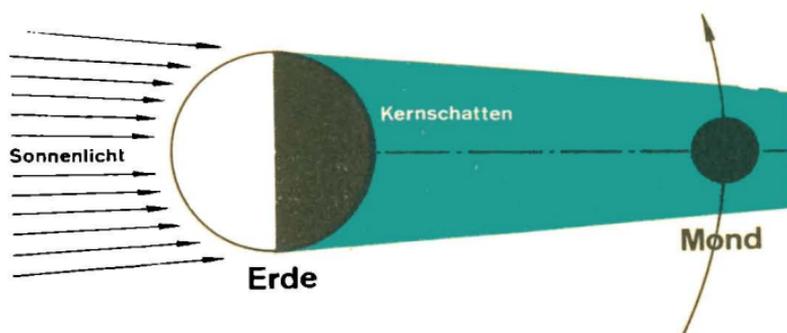
Die scheinbare Kongruenz gibt uns die Möglichkeit, die Größe unseres Trabanten zu errechnen. Die Durchmesser von Abdeckscheibe und Mond stehen nämlich im gleichen Verhältnis wie deren Abstände vom Beobachter. Wir können somit die folgende Verhältnisgleichung (Maße in cm) aufstellen:

$$\begin{array}{rclcl}
 \text{Augenabstand} & : & \text{Entfernung} & = & \text{Scheiben-} & : & \text{Mond-} \\
 \text{der Pappscheibe} & & \text{des Mondes} & & \text{durchmesser} & & \text{durchmesser} \\
 50 & : & x & = & 0,45 & : & 348\,000\,000 \\
 & & 0,45x & = & 50 \cdot 348\,000\,000 & & \\
 & & x & = & \frac{50 \cdot 348\,000\,000 \cdot 100}{45} & & \\
 & & x & = & 38\,600\,000\,000 & & 
 \end{array}$$



Das Ergebnis bedeutet, daß die Mondentfernung  $38600000000 \text{ cm} = 386000 \text{ km}$  beträgt. Im Mittel sind es  $384000 \text{ km}$ .

Hin und wieder, wenn Sonne, Erde und Mond genau auf einer Geraden stehen, schiebt sich tatsächlich ein dunkler Schleier auf das volle Mondantlitz. Das ist der Erdschatten, und die Erscheinung nennen wir Mondfinsternis. Am 29. November 1974 und am 18. November 1975 können wir die nächsten Mondfinsternisse beobachten und fotografieren, falls das Wetter unsere Absicht nicht durchkreuzt.



Unsere Rechnung hat erwiesen, daß die Entfernung Erde–Mond durchaus mit irdischen Strecken verglichen werden kann. Manche Kraftfahrer haben alles in allem schon mehr als diese  $384000 \text{ km}$  unter die Räder genommen. In vielen Jahren. Dagegen erreichten die Raumfahrer den Erdtrabanten in vier bis fünf Tagen. Schließlich ist er unser nächster kosmischer Nachbar überhaupt. Als einziger Himmelskörper gibt er

schon unserem unbewaffneten Auge ein wenig von seiner Oberfläche preis. Galileo Galilei war der erste, der ihre gebirgige Natur klar erkannte. In seinem Fernrohr erblickte er hohe Berge, ausgedehnte Ebenen und mächtige Krater. Seitdem sind über 360 Jahre vergangen.

Heute untersuchen Wissenschaftler in aller Welt Mondgestein, das von amerikanischen Raumfahrern und sowjetischen Automaten zur Erde gebracht wurde. Es soll helfen, ein Geheimnis zu ergründen: die Entstehungsgeschichte unseres Nachbarn. Auch seine Rückseite wurde inzwischen mehrmals fotografiert. Er kehrt uns nämlich, obwohl er rotiert, stets ein und dieselbe Seite zu. Wie er das macht? So ähnlich wie ein Eiskunstläufer, der einen „Mond“ vorführt. Bei einem Umlauf um die Erde dreht sich unser Trabant genau einmal um seine eigene Achse.

### **„Wünsch dir was!“**

Vor einiger Zeit meldete die Zeitung „Neues Deutschland“: „Die italienische Bäuerin Maria Bambina Telga wäre... fast von einem unmittelbar neben ihr niedergehenden Meteoriten erschlagen worden. Die Frau wurde... von dem rund einpfündigen Himmelskörper überrascht, der neben ihr in den Boden schlug.“ Als „höchst



Sternschnuppenfall vor 140 Jahren nach einer sicher übertriebenen zeitgenössischen Darstellung

ungewöhnlich“ habe ein Mailänder Professor dieses Ereignis bezeichnet.

Daß so große Brocken zur Erde fallen, kommt wirklich selten vor. Doch immerfort fängt sie kleinere Meteorite ein (Einzahl: der Meteorit), Metallklümpchen, Steinchen und Stäubchen mit einem Durchmesser zwischen einigen Zentimetern und einem Millimeter. Die dringen, im Vorüberfliegen von der Anziehungskraft der Erde aus ihrer Bahn gerissen, mit großer Geschwindigkeit in unsere Lufthülle ein. Dort werden sie abgebremst und dabei so erhitzt, daß sie verglühen und verdampfen. Wir sehen sie als Sternschnuppen. In jeder Nachtstunde können wir durchschnittlich 8 beobachten. Besonders viele sehen wir um den 3. Januar, den 12. August und den 14. Dezember. „Wünsch dir was!“ heißt es dann nach einem alten Brauch, der mit Aberglauben nichts zu tun hat. Aber so schnell, wie eine Sternschnuppe aufleuchtet und

wieder verschwindet, kommen wir gar nicht dazu, irgendeinen Gedanken zu fassen.

Ganz selten und in unregelmäßigen Abständen fallen Sternschnuppen wie Herbstlaub. Dann können bis zu 100 Leuchterscheinungen in der Minute gezählt werden. Verursacht werden sie von Kometen (sehr kleinen Himmelskörpern also), die sich in viele winzige Einzelteile aufgelöst haben. Wenn eine solche „Teilchenwolke“ der Erdbahn sehr nahe kommt, dann beginnt es Sternschnuppen zu „regnen“. Zur Nachtzeit geschah das zum letztenmal im Jahr 1933. Anfang Oktober 1972 verdeckte das Tageslicht einen ähnlichen „Sternschnuppenregen“.

Große Meteorite erzeugen Feuerkugeln. Sie verdampfen nicht vollständig. Ihre Überreste stürzen herab. Einige Male gingen sogar Riesenmeteorite nieder. Es könnte sich bei ihnen um Trümmer von Planetoiden gehandelt haben. So wurden in Südwestafrika ein 60000 kg schwerer Eisenblock und in Arizona in den USA ein Einschlagkrater mit einem Durchmesser von fast 1300 m und einer Tiefe von 175 m entdeckt.

Diese Naturkatastrophen müssen sich vor sehr langer Zeit ereignet haben, denn die Geschichtsschreibung weiß nichts über sie zu berichten. Dagegen lesen wir im „abc der Astronomie“: „Am 30.6.1908 ging an der Steinigen Tunguskä in Sibirien ein sehr großer Meteorit nieder. Die

Bodenerschütterung und Luftdruckwelle wurden bis nach Mitteleuropa hinein wahrgenommen. Noch Jahrzehnte später waren Waldverwüstungen bis zu 40 km im Umkreis sichtbar.“

Dennoch brauchen wir keine Angst zu haben. Die Erdoberfläche ist groß und zum größten Teil gar nicht bewohnt. (Meere, Seen, Flüsse, Felder, Wälder, Straßen und Plätze!) Und derartige Kolosse fallen nicht alle Tage, nicht einmal alle Jahrhunderte.

Berühmt geworden ist ein Meteorit von 30 cm Durchmesser. Wahrscheinlich fanden ihn Araber einst in einem vorderasiatischen Wüstengebiet. Ob sie ihn für eine Botschaft ihres Gottes hielten? Wir wissen es nicht. Jedenfalls bildet er als „schwarzer Stein“ seit mehr als einem Jahrtausend ein religiöses Heiligtum der Mohammedaner. Die Wallfahrt nach Mekka und der mehrmalige Umgang um den Bau, der den „schwarzen Stein“ beherbergt, gehören zu den Pflichten der Gläubigen. Viele legen dazu unter großen Strapazen Hunderte von Kilometern zu Fuß zurück.

Wir können einen Meteorit von ähnlicher Größe in der Archenhold-Sternwarte in Berlin besichtigen. Er besteht hauptsächlich aus Eisen. Das ist einer von vielen Beweisen dafür, daß die Stoffe, aus denen die Erde aufgebaut ist, auch im Weltraum vorkommen.

## Ein Festtag

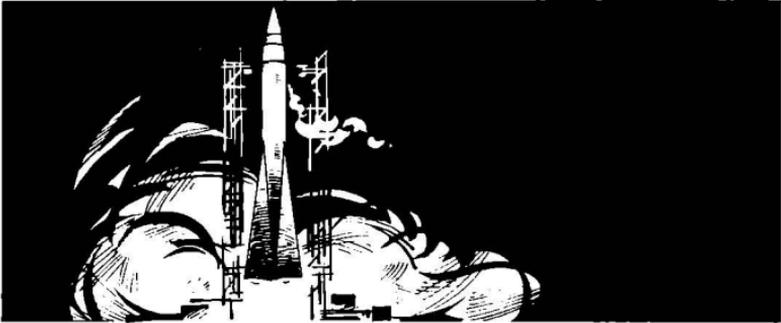
„Der Mensch ist kein Vogel  
Es wird nie ein Mensch fliegen  
Sagte der Bischof den Leuten.“

So endet „Der Schneider von Ulm“, ein Gedicht von Bert Brecht. Es bezieht sich auf eine Legende aus der Zeit der Bauernkriege (15./16. Jahrhundert). Danach wollte ein Schneider mit „so 'nen Dingen, die aussah'n wie Schwingen“, vom Dach einer Kirche in Ulm zu Boden gleiten und kam dabei ums Leben. Was der Bischof für unmöglich hielt, ist inzwischen längst Wirklichkeit geworden. Es erwies sich, daß das Wörtchen „nie“ – auf die Zukunft angewandt – mit Vorsicht gebraucht werden muß.

Daß der Mensch einmal die Erdanziehung besiegen würde, davon wagten Generationen nur zu träumen. Am 12. April 1961 erfüllte sich der Traum. Es war ein Festtag für die Menschheit. Alle Rundfunkstationen unterbrachen ihr Programm. Überall wurden in Windeseile Extrablätter gedruckt. Die Schulstunden verliefen nicht mehr nach dem vorgesehenen Plan. Auf den Straßen und in den Verkehrsmitteln gab es nur noch ein Thema. „Haben Sie schon gehört, ...?“ – „Wissen Sie schon ...?“ fragt einer den anderen. „Neues Deutschland“ schrieb am darauffolgenden

Tag: „Der 12. April des Jahres 1961 wird den... Menschen dieser Erde für immer in lebendiger Erinnerung bleiben. Selten haben ganze Kontinente so vor Spannung gefiebert wie am gestrigen Morgen, als Radio Moskau um 8.02 MEZ die welt-historische Nachricht ausstrahlte, daß in der Sowjetunion zum ersten Male ein bemannter Raumschiffsputnik erfolgreich gestartet ist. Noch niemals haben die Herzen so voll freudiger Erwartung geschlagen wie an diesem sonnigen Vormittag, als sich die Botschaft verbreitete, daß der Fliegermajor Juri Alexejewitsch Gagarin von Bord der ‚Wostok‘ sein Wohlbefinden zur Erde funkt. Und noch zu keiner Zeit löste sich die Spannung der Millionen in solch einem einhelligen Jubel wie an diesem Mittwoch, als bekannt wurde, daß der erste Kosmonaut aus dem Welt-raum sicher, planmäßig und wohlbehalten auf die Mutter Erde zurückgekehrt ist.“

Viele Generationen von Schülern lernten in der Schule: „Die Erde gleicht einer Kugel.“ (Wir wissen, daß das nur näherungsweise der Fall ist.) Juri Gagarin war der erste, der die Kugelgestalt *sah*. Aus einer Höhe von 300 km konnte er mit einem Blick eine Fläche von der Größe fast ganz Europas erfassen. Die Erdoberfläche erschien ihm nicht mehr eben, sondern gekrümmt. Aus unserer Froschperspektive, das heißt mit den Augen dicht am Beobachtungsgegenstand, kann



das nicht erkannt werden. Auch ein Flugzeug fliegt dazu viel zu niedrig.

Die folgenden Ausschnitte aus Juri Gagarins Erlebnisbericht lassen uns die wichtigsten Abschnitte seines Flugs nacherleben. Er schrieb: „Ich trat in die Kabine, sie roch nach dem Wind der Felder, und setzte mich auf den Sessel. Lautlos wurde die Luke geschlossen. Endlich befahl der technische Flugleiter: ‚Start!‘ Ich schaute auf die Uhr. Es war 7.07 Uhr MEZ. Ich hörte ein Pfeifen und immer stärker werdendes Heulen und fühlte, wie der Rumpf der Riesenrakete erzitterte und sich langsam, ganz langsam von der Startvorrichtung löste. Die Rakete nahm den Kampf gegen die Erdanziehungskraft auf. ... Die Beschleunigung wurde immer höher. Ich fühlte, wie eine ungeheure Kraft mich immer fester in meinen Sessel preßte. ...

Nachdem die dichteren Schichten der Atmosphäre durchstoßen waren, wurde die Stromlinienverkleidung, die sich an der Spitze des Raumschiffs befand, automatisch abgeworfen. Ich konnte nun

durch die Bullaugen die weit entfernte Erdoberfläche sehen. Die Wostok überflog gerade einen breiten sibirischen Strom. Deutlich zeichneten sich die Ufer und die einzelnen Inseln ab. Sie waren mit Wald bedeckt und lagen im Sonnenlicht. ‚Wie schön ist das!‘ rief ich unwillkürlich aus und bekam einen kleinen Schreck, denn ich sollte ja ständig über den Flugverlauf berichten und mich nicht an den Schönheiten der Natur ergötzen. ...

Das Schiff hatte seine Bahn, die breite Straße durch den Weltraum, erreicht. Der Zustand der Schwerelosigkeit trat ein. Zuerst war es ein ungewohntes Gefühl, aber bald hatte ich mich daran gewöhnt. ... Die Wostok flog mit einer Geschwindigkeit von nahezu 28 000 km/h. Ein solches Tempo kann man sich auf der Erde schwer vorstellen. ...

Schließlich kam die letzte Phase des Flugs, ... die Rückkehr zur Erde. ... Um 8.25 Uhr MEZ – genau zum festgelegten Zeitpunkt – wurde das Bremstriebwerk automatisch gezündet. ... Jetzt drang das Raumschiff in die dichteren Schichten der Atmosphäre ein. Seine äußere Hülle erhitze sich rasch, und durch die Schutzjalousien, die die Bullaugen abdeckten, sah ich den gelbroten Widerschein der Flammen, die das Raumschiff umtosten. Doch in der Kabine waren nur zwanzig Grad Wärme, obgleich ich mitten im Feuerball

saß, der dem Erdboden entgegenstürzte. ... Die Schwerelosigkeit war vorbei, die wachsende Überbelastung preßte mich in meinen Sitz. ... Die Flughöhe wurde immer geringer. Als ich überzeugt war, daß das Raumschiff die Erde wohlbehalten erreichen würde, bereitete ich mich zur Landung vor.

Zehntausend Meter... neuntausend... achtausend... siebentausend... Unten schimmerte das Band der Wolga. Sofort erkannte ich den großen russischen Strom...

Um 8.55 MEZ landete die Wostok, nachdem sie die Erde umkreist hatte, wohlbehalten im vorgesehenen Raum...“

Am 27. März 1968 starb Juri Gagarin bei einem Flugzeugunglück. Er ging in die Geschichte ein als der Wegbereiter bei der Erschließung des Kosmos. Auch in der DDR tragen viele Schulen, Arbeitsbrigaden und Pionierfreundschaften seinen Namen.

## **Rund um den Erdball**

Juri Gagarins Erdumrundung war das Anfangsglied einer langen Kette, das heißt einer ganzen Reihe von sowjetischen Weltraumexperimenten auf Erdumlaufbahnen. Es folgten unter anderem: längere Flüge mit ein- und mehrsitzigen Raum-

schiffen, der Aus- und Einstiege eines Kosmonauten während des Flugs (Alexej Leonow am 18. März 1965), verschiedene Kopplungsmanöver, der Umstieg von Besatzungen von einem Raumschiff in das (angekoppelte) andere, Schweißversuche.

Hier muß ein Kettenglied ins andere greifen, ein Versuch auf dem anderen aufbauen. Der zweite Schritt kann nicht vor dem ersten getan werden. Alles ist auf ein Ziel gerichtet. Es besteht in der Errichtung von langlebigen Orbitalstationen.

Was bedeutet das? Orbis (lateinisch) heißt Kreis. Eine Orbitalstation beschreibt also eine Kreisbahn um die Erde. Sie soll möglichst lange funktionieren. Sogar mehrere Jahre, nachdem genügend Erfahrungen gesammelt sind. Im ganzen und mit einer einzigen Rakete läßt sich eine sehr geräumige Station zur Zeit noch nicht auf ihre Bahn bringen.

Es wird daher nötig sein, daß „Weltraummonteur“ mehrere Einzelteile im freien Raum zu einem Ganzen zusammenfügen. Auch die Besatzungsmitglieder – Raumpiloten, Ingenieure und Wissenschaftler aus verschiedenen Fachgebieten – werden nicht auf einmal, sondern nach und nach eintreffen und sich in bestimmten Abständen ablösen. Sogenannte Raumtransporter sollen ihnen als Verkehrsmittel auf der Trasse Erde – Orbitalstation dienen. Was für Goethe die Postkutsche

mit ihren 5 Kilometern pro Stunde war und für uns der Omnibus ist, das wird für jene Kosmosforscher ein solches spezielles Raumschiff mit seinen 28000 km/h sein.

Jetzt erkennen wir den Sinn der vielen vorbereitenden Versuche. Wir dürfen aber die Schwierigkeiten beim Bau einer Weltraumstation nicht unterschätzen. Nach unserer bisherigen Darstellung erscheint alles recht einfach. Doch vergessen wir eines nicht: daß der Mensch atmen muß! Schon auf hohen Bergen kommen wir in Nöte, weil die Luft zu „dünn“ ist.

In den Weltraum muß die Atemluft (Sauerstoff) von der Erde mitgenommen werden. Und wehe, wenn sie aus der Kabine entweicht! Das Aus- und Einsteigen im freien Raum erfordert schon deshalb größte Vorsicht. Die Raumschiffe sind dazu mit besonderen Schleusen versehen. Ein Kosmonaut kann sich nur dann ins Freie begeben, wenn er die Luft in einem ganz dicht abgeschlossenen Spezialanzug mit nach draußen nimmt. (Abstürzen wird er nicht, denn er bekommt die Geschwindigkeit des Raumschiffs mit. Etwas Ähnliches erlebt, wer trotz Verbots von einer noch fahrenden Bahn abspringt. Außerdem ist der aussteigende Kosmonaut durch eine Verbindungsleine gesichert.)

Wir müssen uns auch fragen, was mit der verbrauchten Luft geschieht. In der Schulstube

öffnen wir zur Frischluftzufuhr einfach die Fenster. Die Kosmonauten können das nicht. Sie müßten ersticken, wenn die ausgeatmete Luft nicht erneuert würde. Darum gehört zu dem sogenannten Lebenserhaltungssystem des Raumschiffs eine Vorrichtung, die die verbrauchte Luft in Frischluft zurückverwandelt. Ähnliche Probleme gibt es mit dem Wasser. Auch da gilt es, einen Kreislauf in Gang zu bringen, so daß ohne Nachschub von der Erde immer frisches Naß zur Verfügung steht.

So eine Orbitalstation ist eine unvorstellbar komplizierte Einrichtung. Tausend Dinge haben die Konstrukteure zu bedenken. Konstantin Ziolkowski (1857 bis 1935), ein russischer Gelehrter, der als der „Vater“ der Raketentechnik und der Raumfahrt bezeichnet wird, erklärte vorausschauend: „Die Raumfahrt ist mit der Luftfahrt nicht zu vergleichen. Jene ist ein Kinderspiel im Vergleich zu dieser.“

Eine wichtige Überlegung haben wir bis hierher aufgeschoben. Sie geht aber der Errichtung einer Orbitalstation voraus. Am Anfang steht die Frage, welche Aufgaben erfüllt werden sollen. Denkbar wäre, dort Waffen zu lagern, um militärische Vorteile zu erlangen. Doch das stünde im Gegensatz zur Politik der Sowjetunion. Das erste Dekret der jungen Sowjetmacht war ein Aufruf an die Völker und Regierungen aller kriegführenden Län-

der, die Waffen niederzulegen (1917). Lenin erklärte den Krieg zum größten Verbrechen an der Menschheit. An dieser Einstellung hat sich nichts geändert. Folglich werden die künftigen sowjetischen Orbitalstationen der friedlichen Forschung dienen.

Was bedeutet das im einzelnen? Im großen und ganzen zweierlei. Einmal wird das erkundet werden, was uns die Atmosphäre, unsere Lufthülle, verbirgt oder verschleiert. Zum anderen vieles, was die Erde dem fernen Betrachter besser zeigt als dem nahen, dem die Übersicht fehlt. Hilfe werden unter anderem die Land- und die Forstwirtschaft sowie die geologische Forschung erhalten, und zwar durch Beobachtungen und Aufnahmen. Die können zum Beispiel Auskunft geben über die großräumige Wetterentwicklung, über den Zustand der Pflanzendecke, die Ausbreitung von Waldbränden und die Lage von Bodenschätzen. Dabei ersetzt eine einzige Aufnahme vielleicht Tausende von Flugzeug-Luftbildern.

Wann wird es soweit sein? Eine Vorstufe bildete bereits die sowjetische wissenschaftliche Station „Salut“. Sie kreiste 1971, zeitweilig bemannt und mit einem Raumschiff gekoppelt, monatelang um die Erde. Ihre auffallende Helligkeit veranlaßte eine unserer Bezirkszeitungen, einen Fotowettbewerb auszuschreiben.

Seit 1973 umkreist „Skylab“ (Himmelslaborato-

rium), eine amerikanische Raumstation, unseren Planeten. Bis Anfang 1974 waren drei Besatzungen (je 3 Mann) an Bord.

Bestimmt werden wir noch in diesem Jahrzehnt die Spur eines neuen, sehr hellen Himmelskörpers fotografieren können: die einer langlebigen Orbitalstation. Sie wird das Blickfeld unserer Kamera wahrscheinlich innerhalb 2 bis 3 Minuten durchqueren. So lange müssen wir belichten. (Ein Stativ ist erforderlich.)

Die amerikanische Weltraumforschung konzentrierte sich vor 1973 vor allem auf die bemannte Raumfahrt. Dabei gelangen ihr aufsehenerregende Erfolge. Neil Armstrong und Edwin Aldrin, die am 20. Juli 1969 mit dem Raumschiff „Apollo 11“ auf dem Mond landeten, waren die ersten Menschen, die ihren Fuß auf einen fremden Himmelskörper setzten. Dem gingen Hunderttausende Jahre voraus, in denen sich das Menschengeschlecht höherentwickelte.

Die beiden Astronauten sahen die Erde so wie wir den Mond. Frei schwebend. Nur größer, und zwar als „abnehmende Erde“. Hätten sie ihren Aufenthalt bis zum 29. Juli ausgedehnt, dann wäre die Erde an diesem Tag für sie verschwunden gewesen, denn da herrschte „Neuerde“. (Siehe Kapitel „Ein launischer Gesell?“, in dem die Mondphasen erklärt sind. Nur – in bezug auf die Erde kehren sich die Phasen um.)

Im Rahmen des Weltraumabkommens von 1972 vereinbarten die Sowjetunion und die USA gemeinsame Weltraumexperimente. Tatsächlich startete am 15. Juli 1975 das „Apollo-Sojus-Test-Projekt“. An diesem Tag stieg vom Gebiet der UdSSR ein „Sojus“-Raumfahrzeug auf, vom Gebiet der USA „Apollo“. Am 17. Juli, um 17 Uhr 12 Minuten (MEZ) waren beide Raumfahrzeuge miteinander gekoppelt – ein geglücktes Rendezvousmanöver. Wie wichtig die Möglichkeit solcher Kopplungen von sonst raumflugtechnisch unterschiedlich entwickelten Fahrzeugen ist, versteht man, wenn man an gegenseitige Hilfeleistungen im Weltraum denkt, eine der wesentlichen Voraussetzungen für die weitere Entwicklung der Raumfahrt.

Wir werden auf dem Gebiet der Raumfahrt noch vieles erleben. Nur eines nicht: daß bemannte Flüge über unser Sonnensystem hinausgehen. Daran ist wegen der riesigen Entfernungen in den nächsten Jahrzehnten nicht zu denken. Trotzdem

20. Juli 1969: Der Mensch auf dem Mond



wollen wir nicht behaupten, daß das „nie“ der Fall sein wird. Der Bischof von Ulm irrte sich ja auch mit seinem Nie. Nicht geirrt haben sich Kepler und Newton. Daß deren Gesetze richtig sind, wurde durch alle Raumschiffe bewiesen. Die bewegten sich nämlich immer dann, wenn kein Triebwerk sie schob oder bremste, wie natürliche Himmelskörper. Und das mußte vorausberechnet werden. Die Praxis war die Probe auf die Theorie.

## **Alles fließt**

Alexej Leonow verließ sein Raumschiff bei einer Geschwindigkeit von 28 000 km/h. Ob ihm schwindlig wurde von dem rasenden Flug im Freien? Ganz bestimmt nicht. Im Gegenteil. Er empfand seinen „Ausflug“ als ein wunderbares Erlebnis.

„Nach unserer Landung wurde ich gefragt“, berichtete er, „was mir größere Freude bereitet habe: der Ausstieg oder der Wiedereinstieg. Ich erwiderte, ich hätte beim Ausstieg in den Kosmos eine Freude empfunden, die sich mit nichts vergleichen läßt. Die kosmische Landschaft, die Erde, aus dem Weltraum gesehen, die Sonne, die Weiten des Alls – ein einmaliges Schauspiel. Alle Farben sind rein, grell, leuchtender als auf der Erde. So etwas ist unvergeßlich.“

Die Schilderung klingt nicht nach einem atem-



beraubenden Tempo, das keinen Blick nach rechts und links erlaubt. Der Kosmonaut spürte seine enorme Geschwindigkeit gar nicht. Ein Motorradfahrer mit 100 km/h kommt sich viel schneller vor. Warum? Weil ihm der Fahrtwind um die Ohren braust und weil in nächster Nähe Bäume und Häuser an ihm „vorüberfliegen“. Anders bei Leonow. Nichts säumte seine „Straße“. Die Luft in seinem Raumanzug blieb unbewegt. Das Raumschiff neben ihm schien (wegen der gleichen Geschwindigkeit) zu stehen, und die fernen Wälder, Flüsse und Seen auf der Erde verschoben sich ziemlich langsam gegen seine Flugrichtung.

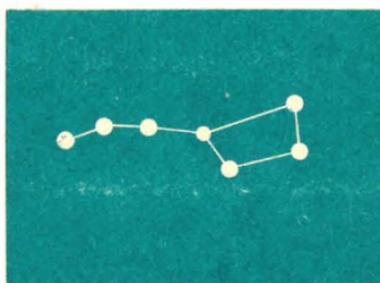
Über alle Maßen täuschen wir uns bei den Sternen. Sie sausen blitzschnell durchs All. Doch wir glauben, sie schwebten auf der Stelle. Wie ein Ballon bei Windstille. Wie kommt es dann aber, daß die Sternbilder zum Beispiel für Johannes Kepler genauso aussahen wie für uns? Die Antwort

können wir uns selbst geben. Der Vergleich zwischen Motorrad- und Raumfahrer deutet in die richtige Richtung. Erst in Jahrtausenden verändert sich der Sternhimmel für uns merklich. So wird der Große Wagen in 100 000 Jahren mit geknickter Deichsel und zusammengequetschtem Kasten um den Pol kutschieren.

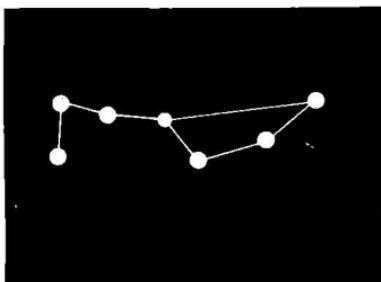
Die Meßinstrumente der Astronomen und stark vergrößerte Aufnahmen lassen die Verschiebung der Sterne viel früher erkennen, zum Beispiel von einem Jahr zum anderen. An der Sternwarte in Pulkovo bei Leningrad und in anderen Sternwarten wurde der gesamte nördliche Sternhimmel auf weit über 1 000 Fotoplatten aufgenommen. Nach 50 Jahren soll das wiederholt werden. Zum Vergleichen.

Wie einfach machen es uns dagegen die Planeten! Sie verrutschen beinahe zusehends. Wir wissen, woran es liegt. Oder nicht?

Bewegen sich alle Sterne? Ja, ausnahmslos alle. Also auch die Sonne. Bei diesem Gedanken könnte



heute



in 100 000 Jahren

einem angst und bange werden. Könnte – wenn ein bestimmtes Naturgesetz nicht wäre! Wir kennen es: das Gesetz von der gegenseitigen Anziehung, der Gravitation. Es wirkt so, als seien die Erde und alle anderen Körper des Sonnensystems (Planeten, Monde, Kometen, Raumschiffe, Meteorite, auch Staub) durch eine mächtige, dehnbare Leine mit der Sonne verbunden. So zieht sie ihren ganzen großen Staat mit sich fort.

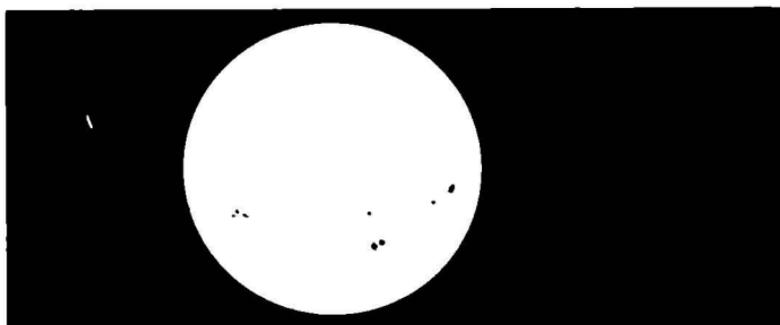
Nirgendwo im Weltall kann es einen Körper geben, der stillsteht. Ein Naturgesetz besagt, daß sich alles, was überhaupt existiert, in ewiger Bewegung und Veränderung befindet. Sehr einfach und anschaulich drückte das im Altertum ein griechischer Denker aus. „Alles fließt“, sagte er. Wir dürfen das aber nicht zu wörtlich verstehen und etwa bloß an eine bestimmte Art des Fortbewegens denken.

Wenn etwas „in Fluß“ ist, dann verstehen wir darunter, daß es sich entwickelt, verändert. Verschiedene Bewegungen, an denen wir teilnehmen, haben wir bereits kennengelernt. Inwiefern verändern sich aber die Planeten und die Sterne? Betrachten wir als Beispiel zuerst die Erde. An ihrer Oberfläche wird ständig gearbeitet. Durch Regen, Wind und Frost. Unsere LPG-Bauern bemerken das täglich. Gestern erst lasen sie die Steine sorgfältig von einem Feld ab, und heute gleicht es schon wieder einer Steinwüste. Die

peitschenden Wassermassen eines Gewittergusses zerwühlten und zerfurchten die oberste Erdschicht. Sie spülten darunterliegende Steine frei. Schon vorher hatten Windböen die feinsten und leichtesten Körnchen fortgewirbelt, auch Gesteinsbröckchen, die im Winter vom Frost abgesprengt worden waren.

Noch bewegter geht es im Erdinneren zu. Dort rumort es ständig. Vulkanausbrüche, Erd- und Wasserbeben zeugen davon. Anderes brauchte seine Zeit. Zehntausend Jahre. Millionen Jahre. Da wurden aus Bäumen Kohlenflöze, aus Meeren Salzlagerstätten. Vielleicht schwammen sogar ganze Erdteile fort. So nehmen einige Forscher an, daß Afrika und Südamerika vor vielen tausend Jahren einmal zusammengehörten.

Das alles sind jedoch nur Kleinigkeiten gegenüber dem, was sich auf der Sonne abspielt. Sie bildet überhaupt keinen festen, starren Körper. Es herrscht dort ein Brodeln, Wirbeln und Flackern. Dabei gehen vielerlei Wandlungen vor sich. Zum Beispiel strömen Gase aus dem Inneren nach außen. Aus Wasserstoff bildet sich Helium. Licht und Wärme werden abgestrahlt. Aber auch winzige Teilchen. Viele Tonnen täglich. Sie wehen als „Sonnenwind“ in den Raum hinaus. Somit verändert sich nicht nur die chemische Zusammensetzung „unseres“ Sterns, sondern auch die Masse. Sie nimmt ab. Aber die Zeitspannen, mit



denen wir zu rechnen gewohnt sind, spielen dabei keine Rolle. 70 Jahre bedeuten ein Menschenalter. Für einen Stern stellen sie nur einen Augenblick dar.

Von der Sonnenunruhe kündeten dunkle Flecken auf ihrem Antlitz. An diesen Stellen wirbelt es. Ihre Lage und ihre Zahl wechselt. Wir müssen sie uns in einer Schulsternwarte zeigen lassen; denn mit bloßem Auge sind sie nicht zu sehen. Außerdem dürfen wir ohnehin nicht in den Glutball schauen. Andere Sterne verhalten sich ähnlich. Unruhig und aktiv. Nur geben sie keine Einzelheiten zu erkennen. Viele signalisieren uns ihre Veränderlichkeit durch dauernden Lichtwechsel. Bei den meisten entsteht er dadurch, daß sie sich ganz regelmäßig aufblähen und wieder zusammenziehen. Sie pulsieren.

Ob die Sonne eines Tages aufhören wird, Wärme und Licht zu spenden und Teilchen auszuschleudern? Die Antwort folgt aus dem Gesetz von der ewigen Bewegung und Veränderung. Danach

werden auch Sterne älter, ruhiger, kühler und schwächer. Nicht einer verharrt für alle Zeiten in dem Zustand, in dem er sich jetzt befindet. Aber die Entwicklung verläuft ganz und gar nicht nach unseren Zeitbegriffen. Sie umfaßt ungeheure Zeiträume. Noch steht die Sonne im besten Alter. An ihren Ruhestand brauchen wir nicht zu denken. Wenn sie dereinst erkaltet, dann wird die Erde in Nacht und Eis erstarren. Bis dahin werden aber noch Milliarden von Jahren vergehen. Und die Menschen verändern sich selbst auch. Ein Blick in die Vergangenheit beweist es uns. Zum Beispiel ist nicht anzunehmen, daß die Jäger und Sammler viel mit der Mathematik im Sinn hatten. Gebrochene Zahlen kannten sie sicherlich nicht, also konnten sie mit ihnen auch nicht rechnen. Heute konstruieren Menschen komplizierte Rechenautomaten. Nicht auszudenken, wozu unsere Nachkommen in Jahrmillionen fähig sein werden. Ob die menschliche Zivilisation dann auf einen anderen Planeten überwechselt?

## **Die längste Straße, die es gibt**

Nicht nur die Planeten sind gefesselt. Auch die Sterne. Keiner kann fliegen, wohin er will. Keiner kann aus seinem Verband ausscheren. Die Gravitation hält sie in riesigen Gruppen zusammen.

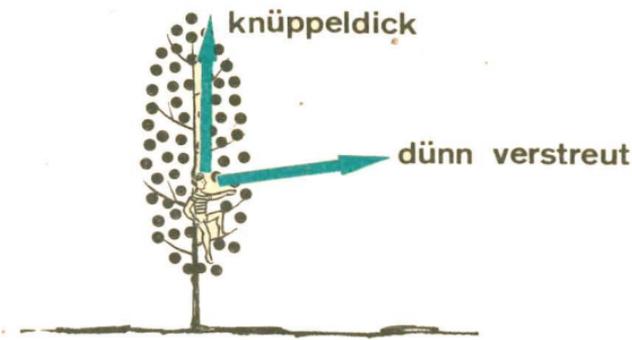
Jede solche Gruppe wird als Sternsystem bezeichnet. Dazu können 100 Milliarden oder gar noch mehr Sterne gehören. (Hundert Milliarden bunte Stecknadelköpfe würden drei große Schulzimmer bis an die Decke füllen.)

Während aber die Erde und ihre Planetengeschwister um die Sonne laufen, haben die Sterne keine „Königin“, um die sich alles dreht. Sie bewegen sich um das Zentrum ihres Systems. Es herrscht also auch Ordnung. Und trotzdem sieht zum Beispiel die Verschiebung des Großen Wagens ziemlich unordentlich aus. Als flögen die einzelnen Sterne nach verschiedenen Richtungen auseinander. Das liegt hauptsächlich daran, daß die einen schneller, die anderen langsamer umlaufen – und die Langsamläufer scheinen dann im Krebsgang zu gehen. Rückwärts.

Die Geschwindigkeiten übersteigen alle unsere Vorstellungen. So durchrast die Sonne in einer einzigen Sekunde zweihundertfünfzig Kilometer. Das entspricht ungefähr der Luftlinie Berlin–Erfurt. Und wir jagen mit. Ein Umlauf um das Zentrum unseres Sternsystems dauert trotz dieser Eile 250 Millionen Jahre. Die versteinerten Bäume, die neben dem Opernhaus in Karl-Marx-Stadt aufgestellt sind, haben schon fast eine solche Runde mitgemacht. Und wie sie sich dabei veränderten! Unsere Sterngruppe trägt einen merkwürdigen Namen. Woher er stammt, das enthüllt uns am

besten eine sternklare Winternacht. Wem fiel dann nicht das helle Band auf, das den Himmel in weitem Bogen überspannt! Unscharf begrenzt. Verästelt. Wie Milch, die sich aus einer umgestürzten Kanne über den Boden ergießt. So wurde aus der milchigen Himmelsbahn die Milchstraße und aus unserer ganzen großen Sterngruppe das Milchstraßensystem. Die Milchstraße ist nur ein Teil davon. Der „Schwan“ schwebt auf ihr hin, und auch andere bekannte Sternbilder halten sich an diese längste Straße, die es gibt. Welche sind es? (Wir können das auch im Sommer beobachten. Der Nachteil ist nur, daß es dann viel später dunkel wird.)

Lange Zeit wußten die Astronomen nicht, was es mit dem milchhellen Streifen auf sich hat. Und wieder löste Galileo Galilei das Rätsel. Dank seinem Fernrohr! „Lauter einzelne Sterne“, stellte er fest. Doch warum ballen sie sich dort so zusammen? Um das zu beantworten, müssen wir



einen Vergleich zu Hilfe nehmen. Die Zeichnung unterstützt unsere Vorstellung. Nehmen wir an, wir säßen auf einem linsenförmig zurechtgestutzten Apfelbaum, und zwar in der Nähe seines Stamms. Die rotbäckigen Früchte denken wir uns schön gleichmäßig über das ganze, möglichst entblätterte Geäst verteilt. Je nach unserer Blickrichtung würden wir sagen: „Donnerwetter! Die hängen ja knüppeldick!“ oder „Sind die aber dünn verstreut!“ Auf ähnliche Weise erhalten wir den Eindruck von der Milchstraße.

Das ganze Milchstraßensystem mit seinen 100 Milliarden Sternen hat die Form einer flachen Scheibe. Ein Diskus sieht ungefähr so aus. Oder eine Linse. Das festzustellen war sehr schwierig, weil wir uns innerhalb dieses Gebildes befinden. Hindurchblicken können wir so oder so. Es gibt da kurze und lange Wege. Wie beim linsenförmigen Apfelbaum. Und auf dem längsten Weg ist das meiste zu sehen. So auch die Milchstraße. „Wie gesät“ scheinen sich dort die Sterne zusammenzudrängen. Nur mit dem Fernrohr gelingt es, einen vom anderen zu trennen, das Band auseinanderzuziehen. „Es aufzulösen“, heißt der Fachausdruck.

Von allen Himmelsobjekten, die wir ohne Fernrohr sehen, gehört nur ein einziges nicht zum Milchstraßensystem. Alles andere ist darin enthalten. Insgesamt 88 Sternbilder. Sie teilen den

Himmel lückenlos auf. Mehr gibt es also nicht. Wo soll aber dann jenes Objekt sein? Wir erfahren es im nächsten Kapitel.

## **Bloß ein Nebel?**

„Meine Damen und Herren, Sie haben Glück“, eröffnet der Fremdenführer den Besuchern auf dem Aussichtsturm in L. „Heute bietet sich Ihnen eine wunderbare Fernsicht. Schauen Sie bitte in diese Richtung!“ Und er deutet mit dem Arm nach Süden. „Sehen Sie die gewellte Linie am Horizont? Dort liegt das Erzgebirge. Und die höchste Spitze – schräg links über dem Hochspannungsmast da drüben –, das ist der Fichtelberg. Einhundertzehn Kilometer Luftlinie!“ Die Zahl spricht er überdeutlich und gedehnt. Er läßt sie förmlich auf der Zunge zergehen. „Seien Sie ehrlich: Haben Sie jemals in Ihrem Leben schon so weit blicken können?“

„Nee, soo weit nich“, wird ihm geantwortet. „Wunderbar!“ deklamiert eine Frau, „ein unvergeßliches Erlebnis.“ Vor Staunen vergißt sie, den Mund zu schließen.

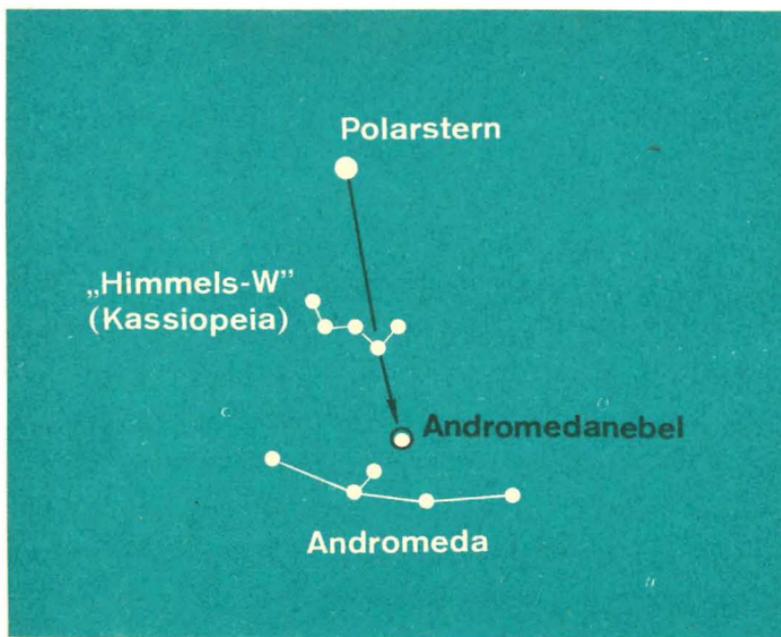
Nichts gegen Aussichtstürme. Aber gar so staunenswert sind die Sichtweiten nun wiederum auch nicht. Es wären hier, in Fahrzeit umgewandelt, 2 Autostunden. Am Himmel können wir mit

bloßem Auge ein Fleckchen sehen, von dem aus ein Lichtstrahl über 2 Millionen Jahre bis zur Erde braucht. Das ergibt 20 Trillionen Kilometer. Eine 2 mit neunzehn Nullen!  $2 \cdot 10^{19}$  km schreiben wir dafür von der 9. Klasse an. Aus solcher Ferne sendet uns der Andromedanebel sein Licht.

Bloß ein Nebel? Aber der leuchtet doch wohl nicht? Die Bezeichnung ist irreführend. Sie wurde nach dem äußeren Schein gewählt. Hinter dem Namen verbirgt sich – es klingt unglaublich – ein ganzes fremdes Sternsystem. So groß wie unseres. Mit 100 Milliarden Sternen. Und wir sehen die riesengroße Scheibe so zusammengedrückt, daß ein Stecknadelkopf sie abdecken kann.

Die Verdichtung braucht uns nicht allzu sehr zu verwundern, denn auf der Erde ist das nicht anders. Je weiter wir uns von einem Gegenstand entfernen, um so kleiner scheint er zu werden. Von weitem betrachtet, schieben sich zum Beispiel die Häuser einer Stadt zu einem dichten Knäuel zusammen. Einzelne Gebäude sind dann nicht mehr zu erkennen. Nur ein Fernglas vermag das Gewirr aufzulösen.

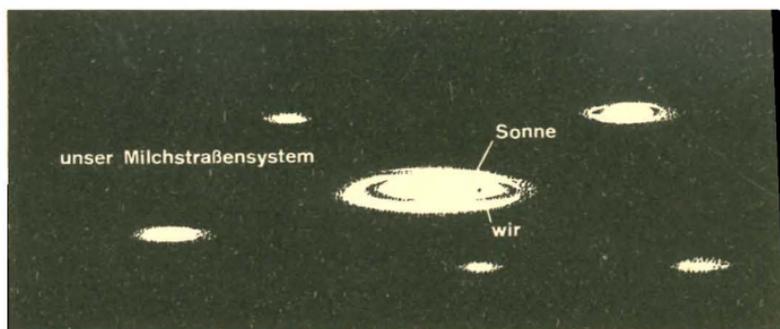
Für uns gibt es ohne Hilfsmittel nichts Ferneres und nichts Gewaltigeres zu beobachten als diesen unscheinbaren, blassen Fleck. Er ist im Sternbild „Andromeda“ zu Gast. Wir finden ihn am ehesten, wenn wir vom Polarstern ausgehen. Die Richtung weist dann das Himmels-W. Weiter



Der Andromedanebel – das sind 100 Milliarden Sterne.

führt uns schließlich die Zeichnung im Buch. In Zenitnähe steht der Andromedanebel Anfang November gegen 22 Uhr, Anfang Dezember gegen 20 Uhr und Anfang Januar gegen 18 Uhr. Im Februar kann er gegen 19 Uhr im Westen, etwa  $60^\circ$  hoch, aufgefunden werden. Er ist das einzige Himmelsobjekt außerhalb unseres Milchstraßensystems, das sich dem bloßen Auge zeigt. Seine Lage wird als extragalaktisch bezeichnet (Galaxis = Milchstraßensystem; extra = außerhalb).

Vor 50 Jahren konnte noch kein einziges extragalaktisches Objekt nachgewiesen werden. Inzwischen wurden die Fernrohre und die Beobach-



tungsmethoden immer besser, und die Astronomen entdeckten Tausende und aber Tausende fremder Sternensysteme. Viele Millionen solcher unermesslich großen Inseln schweben wie unser Milchstraßensystem durch den Weltraum. Ob auf ihnen hochentwickelte Lebewesen existieren? Es wäre beinahe ein Wunder, wenn es die nicht gäbe. Warum sollten von je hundert Milliarden Sternen nicht wenigstens einige tausend ein Planetensystem an sich fesseln? Und müßten sich dann unter den vielen Planeten nicht auch erdähnliche befinden? Solche mit Luft, Licht, Wasser und Wärme?

Unsere Überlegungen gelten natürlich auch für das Milchstraßensystem. Aber das umgibt uns ringsherum. Und wo sollen wir da bewohnte Planeten suchen? Beim Andromedanebel können wir höchstwahrscheinlich mit dem Finger auf sie zeigen. Das regt unsere Phantasie an. Wir malen uns aus, wie unsere fernen Verwandten leben könnten. An solche, die in ihrer Entwicklung

noch weit hinter uns zurück sind, die zum Beispiel mit Steinwerkzeugen hantieren oder mehr grunzen als sprechen, denken wir dabei ungerne. Doch selbst auf der Erde existieren in unzugänglichen Gebieten noch kleine Stämme auf sehr niedrigen Entwicklungsstufen. Lieber träumen wir aber von intelligenten Wesen, die uns viel voraus haben, die auf der langen „Leiter“ vom Niederen zum Höheren schon einige Sprossen mehr erklommen. Von denen wir vieles lernen können.

Vielleicht blicken wir empor zu „Andromedauern“, die in ihrem Kopf ein ganzes Tafelwerk von Formeln und Zahlen mit sich herumtragen, die Vokabeln und Gedichte beim ersten Durchlesen erfassen, die immer Gerechtigkeit üben, denen Raffgier, Neid und Mißgunst fremd sind, die den Krieg nur noch aus Büchern über ihre Urzeit kennen. Vielleicht leben sie in einer Welt, wo seit unvordenklichen Zeiten kein Dichter mehr zu fordern braucht (wie Heinrich Heine in „Deutschland, ein Wintermärchen“):

„Verschlemmen soll nicht der faule Bauch,  
Was fleißige Hände erwarben.“

Vielleicht wüßten sie aber auch mit einem Fußball nichts anzufangen, und sie würden sich totlachen über den Ernst und den Eifer, der die Erdbewohner wegen einer Lederkugel überkommt. Ob wir je von solchen Zivilisationen erfahren? Völlig

ausgeschlossen ist das nicht. Zuerst kommen innergalaktische in Frage.

## **Kein Ende**

Das Weltall ist unendlich. Nirgends hört es auf. Unser Vorstellungsvermögen reicht nicht aus, das ganz zu begreifen, denn wir klammern uns zu sehr an irdische Verhältnisse. Jeder Garten, jedes Feld, die ganze Erde – alles hat seine feste Begrenzung. Es fällt einem schwer, sich die Grenzen wegzudenken.

Aber auch das menschliche Wissen wächst und wächst und erreicht niemals eine Schranke. an der es heißt: „So, das war's, mehr gibt es nicht.“ Immer tiefer dringt der Mensch in die Geheimnisse der Natur ein. Heute erkennt er, was ihm gestern noch verborgen war. Doch schon wieder steht er vor Rätseln. Eines Tages werden auch sie gelöst sein, und von neuem wird Unbekanntes ergründet werden müssen.

Der einzelne Mensch schreitet nicht unbegrenzt fort. Aber die ganze Menschheit kennt kein Halt. Wir haben gesehen, daß der Fortschritt ein Gemeinschaftswerk ist. Von Lebenden und von Toten. Ohne Copernicus. Kepler. Newton und Ziolkowski wäre die heutige Raumfahrt undenkbar. Und Galilei half der Entwicklung voran, indem

er eine neue, bessere Methode der Himmelsbeobachtung einführte: die mit dem Fernrohr.

Einigen Spuren des Fortschritts sind wir nachgegangen. Wir bemühten uns aber auch, selbst Erkenntnisse zu sammeln, anstatt sie bloß entgegenzunehmen. Wenn wir dieses Buch zuschlagen, dann soll die Beschäftigung mit den Sternen für uns nicht zu Ende sein. Besser, das war erst der Anfang!

## Aufgabenlösungen

- Seite 28 Zirkumpolarsterne gehen nicht auf und unter. Bei unbedecktem Himmel sehen wir sie immer dann, wenn die Sonne tief genug unter dem Horizont steht.
- Seite 62 Die Winkel  $z$  und  $z'$  sind kongruente Wechselwinkel.
- Seite 78 Pasewalk, Angermünde und Senftenberg liegen auf  $14^\circ$  Ost.
- Seite 82 Die Entfernung zwischen Erfurt und Mittweida kann nicht so berechnet werden, weil die Meridiane an den Polen zusammentreffen und daher nicht parallel verlaufen. Die Luftlinie zwischen beiden Orten ist demnach wesentlich kürzer als 222 km. (Die Berechnung lernen wir in der 10. Klasse.)
- Seite 140 Der Winkelunterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Sonnenabstand beträgt ungefähr  $47^\circ$ .
- Seite 145 Alle Punkte mit gleicher geographischer Länge liegen auf demselben Erdmeridian und unter demselben Himmelsmeridian.
- Seite 154 Nach den Kalenderangaben ist alle 29 oder alle 30 Tage Vollmond (oder

- Neumond, erstes Viertel, letztes Viertel). Ganz genau sind es 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 3 Sekunden. Daher muß gerundet werden.
- Seite 177 Wegen der riesigen Entfernungen haben sich die Sternbilder seit der Zeit Johannes Keplers (16./17. Jahrhundert) noch nicht so verändert, daß es dem Beobachter auffallen könnte. (Die meisten Sterne verschoben sich seither am Himmelsgewölbe nur um wenige Bogensekunden.)
- Seite 177 Die Planeten verschieben sich um vieles schneller, weil sie der Erde tausendmal näher stehen als die Sterne.
- Seite 183 Auf der Milchstraße oder dicht daran finden wir außer dem Schwan (dem Kreuz des Nordens) unter anderem das Himmels-W, den Fuhrmann mit Kapella und die beiden Hunde des Jägers Orion.

## Stichwortverzeichnis

- Abend- und Morgenstern 56, 92  
Aberglaube 125, 151  
absolut und relativ 53, 54  
Achsendrehung der Erde 30, 34, 35, 41  
*Aldrin, Edwin* 131, 173  
*Amundsen, Roald* 66  
*Andrée, S. A.* 64, 65, 66  
Andromedanebel 186  
Apollo 173  
Arctur 58  
Arktis und Antarktis 59, 60  
*Armstrong, Neil* 131, 173  
Assuanstaudamm 49, 50  
Astrologie 125, 151  
Astronomie 9, 47  
astronomische Einheit 136  
Atair 70  
außerirdische Zivilisation 89, 130, 188
- Bewegung 175  
– scheinbare 30, 31, 33, 102, 103, 104  
Bibel 10, 36, 125  
Bogenminute 65  
Bogensekunde 122  
*Brahe, Tycho* 107  
Breite, geographische 63, 68, 69, 70, 71, 76, 81, 82
- Brennpunkt 110  
*Bruno, Giordano* 9  
*Bürgel, Bruno H.* 46, 130  
*Copernicus, Nicolaus* 9, 105
- Dädalus und Ikarus 132  
Deneb 70  
Drehsinn, positiver und negativer 21, 22  
Drehung der Erde um die Sonne 9, 30, 31, 34, 37, 38, 43, 44, 51  
Drehung der Erde um sich selbst (siehe Achsendrehung!)
- Drehung des Sternhimmels 20, 21, 22  
driftende Nordpolstation 67
- Ekliptik 51, 111  
Ellipse 107  
Erddurchmesser 94  
Erdmagnetismus 142  
extragalaktisch 187  
Exzentrizität 108  
ewiger Tag, ewige Nacht 41
- Ferro (Insel) 79  
Feuerkugel 162  
Fixstern 53, 61, 88, 101, 102, 106, 170, 177

*Foucault, Leon* 32  
 (sprich: fukoh)  
 Foucaultsches Pendel 32, 33  
  
*Gagarin, Juri* 164  
 Galaxis 187, 188, 189  
*Galilei, Galileo* 4, 10, 11, 12, 18, 29, 30, 31, 32, 68, 70, 96, 110, 114, 117, 160, 183  
 Galileische Monde 114  
*Galle, J. G.* 113  
 Gradnetz 76  
 Gravitation 112, 178  
 Greenwich (Sternwarte)  
 (sprich: grienitsch) 80, 81  
 Großer Bär 19, 57, 58, 67, 68, 69  
 Großer Wagen 18, 177  
  
 Himmelsäquator 50  
 Himmelsmeridian 145  
 Himmelspol 26, 27  
 Himmelsrichtungen 142, 143  
 – Auffinden 54  
 Himmels-W (Kassiopeia) 29  
 Horizont 14  
 Horionthöhe 61  
 Horoskop 128  
 Hundstern (Sirius) 47, 94  
 Hundstage 48  
 Hypothese 22  
  
 Ikarus und Dädalus 132, 133  
 Inquisition 9, 10, 11  
  
 Italia (Luftschiff) 66  
  
 Jahreszeiten 38, 39, 51, 52  
 Jupiter 95, 98, 103, 115, 126, 131  
  
 Kapella 30  
 Kassiopeia (Himmels-W) 29  
*Kepler, Johannes* 105  
 Keplersche Gesetze 107  
 Kimm 74  
 Kleiner Bär 19, 58, 59  
 Kleiner Wagen 18  
 Knoten 82  
*Kolumbus, Christoph* 80  
 Komet 123  
 Kompaß 142, 143, 144  
 Koordinaten, eigene 79  
 Kosmos 89  
 Krassin (Eisbrecher) 66  
 Kreuz des Nordens  
 (= Schwan) 70  
 Kreuz des Südens 69  
 Kulmination 137, 138, 139, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148  
 Kulminationszeiten der Sonne (Übersicht) 143  
  
 Länge, geographische 76, 77, 81  
 Leben außerhalb der Erde 89, 130, 188  
*Leonow, Alexej* 175, 176

*Leverrier, U.* 113  
 (spricht: leverjeh)  
 Lichtjahr 135  
*Lilienthal, Otto* 132  
 Lunochod 131

Mars 95, 99, 102, 103, 105,  
 112, 126, 127, 128, 129, 130  
*Marx, Karl* 49  
 Meridian (= Erdmeridian)  
 77, 145  
 Merkur 94, 95, 130  
 Meteorit 160  
 Milchstraße 183, 184  
 Milchstraßensystem 183, 184  
 Mißweisung 144, 145  
 Mittag 83, 84, 136, 137, 138  
 Mittagshöhe der Sonne 136  
 Mond (= Erdmond) 131, 151,  
 152, 157  
 Mondfinsternis 157  
 Mondphasen 155, 156

Nautik 73  
 Neigung der Erdachse 38,  
 39, 40, 41  
 Neptun 95, 113, 130  
*Newton, Isaac* 112  
 (spricht: njuhtn)  
*Nobile, Umberto* 66  
 Nordpol der Erde 26, 59, 61,  
 63  
 – Entfernungsbestimmung  
 61, 62

Nordpol des Himmels 26, 67  
 Nordpunkt und Südpunkt  
 145  
 Nullmeridian 79

Observatorium 122  
 Orbitalstation 168  
 Orion 45, 68

Pendel 33  
 Planet 94  
 – Übersicht 94, 95  
 Planetarium 118  
 – Orte mit Planetarien in der  
 DDR 121  
 Planetoid 95  
 Pluto 57, 59, 65, 78, 95, 97,  
 108, 109, 130  
 Polarstern 19, 20, 21, 22, 23,  
 24, 25, 27, 30, 55, 56, 61, 68,  
 135  
 Polhöhe 63  
 Prokyon 46  
*Ptolemäus* 79, 105  
 pulsierende Sterne 180

Rechtläufigkeit 104  
 Regulus 120  
*Ries, Adam* 81  
 Rotation 35, 36, 37  
 Rückläufigkeit 104

Satellit 6  
 Saturn 95, 96, 99, 126, 129

Schattenversuche 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145  
 Schwan (= Kreuz des Nordens) 70  
 schwarzer Stein 163  
 Schwerkraft 7  
 Seemeile 82  
 Sextant 73, 74  
 Sintflut 125  
 Sirius (= Hundsstern) 47, 94  
 Sommerdreieck 70  
 Sommer- und Wintersternbilder 44, 45, 50, 51  
 Sonne 134, 135, 136, 142, 146, 179, 180, 181  
 – mittlere 147  
 – wahre 149  
 Sonnensystem 95  
 Sonnenuhr 149  
 Sonnenwende 51  
 Spika 120  
 Spuraufnahme 24, 25, 173  
 Sputnik 6, 7  
 Sternbild 15, 16, 111  
 Sterndeutung 125  
 Sternschnuppe 161  
 Sternsystem 182, 186, 188  
 Sternwarte 121  
 – Schul- und Volkssternwarten 123, 124  
 Stier 45  
 Tierkreis 119  
 – Tierkreissternbilder 119, [120  
 Titanic 72  
 Trabant 6  
 Uranus 95, 113  
 Venus 93, 94, 98, 103, 114, 130, 131  
 Wandelstern 94  
 Wega 30, 70  
 Weltzeituhr auf dem Alexanderplatz in Berlin 85  
 Winter- und Sommersternbilder 44, 45, 50, 51  
 Wostok 164  
 Zeitzonen 82  
 – WEZ, MEZ, OEZ, MZ 84  
 Zenit 60, 61, 68, 70, 74, 75, 97  
 Zenitabstand des Polarsterns  
 Zentrifugalkraft 110 [62  
 Zirkumpolarstern 28  
 Zwillinge 120

## **Inhaltsverzeichnis**

- 5 Gewöhnliches und Außergewöhnliches
- 8 Wem nichts auffällt, dem fällt auch nichts ein
- 14 Hell und dunkel
- 15 Wie man sich täuschen kann
- 16 Bären in Sicht?
- 19 Aber der Wagen, der rollt
- 22 Wahr oder falsch?
- 26 Als Ersatz ein Stern
- 28 Kleine Kreise, große Kreise
- 30 Entweder... oder?
- 34 Wie ein Eiskunstläufer
- 35 Irrtum!
- 38 Teils Zuneigung, teils Abneigung
- 42 Vier Minuten täglich
- 45 Wen jagt Orion heute?
- 46 Hundstage
- 51 Ursache und Wirkung
- 53 Wer ruht, bewegt sich doch
- 54 Nicht jeden Kompaß gibt's zu kaufen
- 57 Geheimnisvolle Arktis
- 61 Auf den Spuren der Polsucher
- 63 Rückkehr nach 33 Jahren
- 67 Wenn der Himmelsnagel im Meer versinkt
- 72 SOS!
- 77 Anruf genügt
- 79 Eine begehrte Null

- 81 Nach Adam Ries
- 82 Verschwundene Stunden
- 86 Gestern, heute und morgen
- 90 Ein Wunder?
- 93 Wanderer zwischen den Sternen
- 96 Stern oder Planet?
- 102 Nicht zu fassen?
- 105 Der gefangene Kriegsgott
- 107 Ellipsen statt Kreise
- 110 Gleiche Kräfte
- 114 Die Banane im Fernrohr
- 115 Eine unbequeme Wahrheit
- 118 Der Himmel unterm Dach
- 121 Eins zu tausend
- 125 Wenn der Löwe ein Hase wäre
- 130 Verwandte in nah oder fern?
- 132 Vorsicht, Schmelzgefahr!
- 136 Ein Gipfel ohne Untergrund
- 142 Das Mittagslot
- 146 Die unsichtbare Schwester
- 149 Trübes Wetter unerwünscht
- 151 Der Mond und die Pilze
- 152 Ein launischer Gesell?
- 157 Der Nächste
- 160 Wünsch dir was!
- 164 Ein Festtag
- 168 Rund um den Erdball
- 175 Alles fließt
- 181 Die längste Straße, die es gibt

- 185 Bloß ein Nebel?
- 190 Kein Ende
- 192 Aufgabenlösungen
- 194 Stichwortverzeichnis



Wieviel Sterne hat der Große Bär?  
Gewöhnliches und Außergewöhnliches  
von der Welt der Sterne, von der Sonne,  
den Planeten, der Erde, überhaupt  
von den Vorgängen am Himmel  
erzählt dieses Buch. Vieles kannst  
Du selbst überprüfen, indem Du  
beobachtest – mit bloßem Auge und mit  
einfachen Hilfsmitteln. Du wirst  
entdecken, daß sich alle Erscheinungen  
im Weltall auf Ursachen zurückführen  
lassen und daß die Bewegungen  
aller Himmelskörper nach den gleichen  
Naturgesetzen erfolgen.  
Es gibt nichts Rätselhaftes unter  
der Sonne!