



auf Entdeckungsfahrten
HEFT 10

BESUCH IM WELTALL

von
Wilhelm
Richard



HEFT 10

WILHELM RICHARD

Besuch im Weltall



MITTELDEUTSCHER VERLAG HALLE (S)

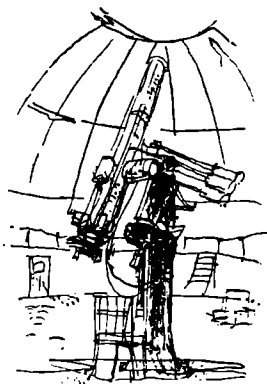
TITELBILD UND ILLUSTRATIONEN: GERD HÖHME. HALLE (SAALE)

MITTELDEUTSCHER VERLAG GMBH. HALLE (SAALE)

LIZENZ 111 §MAD — 5988/49 — 6971/49

ALLE RECHTE VORBEHALTEN

DRUCK: H (33) MITTELD. DRUCKEREI UND VERLAGSANSTALT GMBH.
ZWEIGSTELLE KUPFERTIEFD RUCK, HALLE (SAALE), GEISTSTRASSE 47



„Du, Peter! Du hast doch Latein. Kannst du mir genau sagen, was eigentlich ein Astronom ist?“

„Na Mensch, Werner, das weißt du doch aus der Schule!“

„Wir haben gelernt, daß die Astronomen mit ihren großen Fernrohren die Sonne und die Sterne beobachten und erforschen, wie die Sterne laufen und wie sie überhaupt beschaffen sind.“

„Ist ja auch ganz richtig, Werner.“

„Aber wie können sie denn dann ausrechnen, was jemand für einen Beruf hat, oder wann jemand krank wird?“

Peter sah seinen Freund prüfend von der Seite an. Es juckte ihn, den guten Werner ein bißchen zu frozzeln, aber er kannte dessen Empfindlichkeit. Ausrechnen, wann jemand krank wird, so ein Blödsinn, dachte er bei sich. Wahrscheinlich hatte Werner etwas vom Kartenlegen gehört, und nun brachte er alles durcheinander. Als Peter nicht gleich antwortete, sagte Werner:

„Du weißt doch, meine Schwester hatte gestern Geburtstag, und da waren ein paar Freundinnen bei ihr.“

Was hat denn das nun wieder mit Astronomie zu tun, dachte Peter, und sah seinen Freund wieder so merkwürdig an, als ob er ihn in Verdacht hätte zu spinnen. Aber schließlich kannte er Werners bedächtige Art, die Gedanken zu ordnen und auszusprechen.

„Ich bin gespannt, wie du von den Freundinnen deiner Schwester auf die Sterne kommen willst“, sagte er mit einem netten Lächeln.

„Paß nur auf“, entgegnete Werner. „Du kennst doch die Lisbeth Winkler, die hatte ein Blatt mit einem Kreis und lauter Linien und Zeichen drauf. Die Zeichen bedeuteten Sterne. Das sollte ein — warte mal, ich hab’ mir’s aufgeschrieben — — —“

Er suchte in seinem kleinen Notizbuch.

„Horoskop! Ein Horoskop sollte das sein, und das hat ein A sternom —“

„Astronom“, verbesserte Peter gutmütig.

„Natürlich!“ sagte Werner. „Seit ich weiß, daß ein Stern auf lateinisch aster heißt, liegt mir das so im Ohr. Also das Horoskop hat ein Astronom ausgerechnet, und daraus kann er ablesen, was für einen Charakter man hat, und wie es einem mal geht und so. Lisbeth ist ein Skorpion.“

„Das weiß ich schon lange“, lachte Peter; „Mutter hat neulich auch gesagt, daß sie eine falsche Schlange ist.“

„Und ich bin ein Stier“, fuhr Werner fort und kam sich dabei selbst ein bißchen komisch vor.

„Stimmt ganz genau! Diesmal stimmt's aber haargenau!“ brüllte Peter und klopfte dem Freund auf die breiten Schultern.

„Und weißt du, was du bist?“ fragte Werner durchtrieben.

„Quatschkopf — —“

„Das außerdem“, nickte Werner, „du bist ein Zwilling!“

„Na, hör' mal“, sagte Peter, „jetzt mach' aber 'n Punkt. Das müßte ich ja wissen.“

„Nicht richtig natürlich“, belehrte ihn Werner, „nach den Sternen bist du ein Zwilling — —! Du, der Mann soll ganz fabelhafte Sachen gesehen haben, die ganz genau stimmen! Kannst du dir das erklären?“

„Ob auf dem Mars wirklich Menschen wohnen?“ sagte Peter ganz unvermittelt; denn er war mit seinen Gedanken längst weitergesprungen.

„Wieso denn Mars?“ fragte Werner, der Peters lebendiger Phantasie nicht so rasch folgen konnte. „Die Lisbeth — —“

„Laß doch den alten Quatsch, Werner. Diese alberne Kartenlegerei und so 'n Zeug. Aber weißt du, ich habe mal in einer Zeitschrift gelesen, bei Onkel Felix war das, daß auf dem Mars richtige Menschen leben sollen. Sie haben Kanäle gebaut, die man durchs Fernrohr sehen kann!“

Jetzt packte es auch Werner.

„Durchs Fernrohr. Hat dein Onkel so ein Fernrohr?“ fragte er interessiert.

„Ach wo“, sagte Peter, „das sind doch die ganz großen Dinger auf den Sternwarten. Du, da möchte ich mal hin. So richtig die Sterne sehen! Den Mond — du, der Mond soll ganz nahe herankommen, durch die starke Vergrößerung nämlich, und man soll ganz genau alles erkennen — die Berge und Täler.“

Peters Augen leuchteten. Das war doch interessanter als Lisbeth Winklers Halsschmerzen oder was ihr sonst fehlen mochte. Jetzt war auch Werner mit seinen Gedanken bei dem großen, unendlichen, gestirnten Firmament.

„Wollen wir deinen Onkel mal besuchen und uns die Bilder ansehen? — Er hat doch gesagt, daß wir kommen dürfen, wenn wir etwas wissen wollen!“

„Auf eine richtige Sternwarte möchte ich mal“, sagte Peter, der mit seinen Wünschen ebenso rasch war wie mit seinen Gedanken. „Die Sterne mal selber sehen — —“

„O ja“, fiel Werner begeistert ein. „Kann uns dein Onkel da mal mit hinnehmen?“

Kennt er denn so eine Sternwarte?"

„Kennen“, sagte Peter, „der wird schon wissen wie er das anstellt. Aber hier gibt es ja keine. Ach, du Schreck! —“

„Was ist denn passiert?“ fragte Werner.

„Mein Feuer ist ausgegangen, und es ist gleich sieben. Halb acht kommt meine Mutter, und die Kartoffeln sind noch nicht gekocht.“

„Wo arbeitet denn deine Mutter jetzt?“ fragte Werner.

„Bei dem Kohlenhändler neben der Schule. Sie näht da, glaube ich, einen Mantel für die Tochter“, antwortete Peter und spaltete auf dem Fußboden das Anmachholz.

„Wenn Mutter das sieht, schimpft sie, aber ausnahmsweise“, entschuldigte er sich selber. „Hier, kannst inzwischen die Pellkartoffeln waschen.“

So hantierten die beiden Freunde noch eine Weile; dann verabschiedete sich Werner, nachdem sie verabredet hatten, am kommenden Sonntag Onkel Felix aufzusuchen. Onkel Felix kennt durch seine Zeitungsschreiberei so viele Leute; vielleicht weiß auch der Professor Ohlsen in der Moritzburg Rat! Man wird schon sehen. Jetzt, wo der Plan gefaßt war, ließ Werner schon nicht wieder locker. Was sich bei dem festgesetzt hatte, das wurde durchgeführt. Er war eben doch ein „Stier“ . . .

Als die beiden am Sonntag nachmittag bei Onkel Felix erschienen, war dieser schon vorbereitet. Peter hatte am Tage vorher seinen anderen Onkel getroffen, den Onkel Karl, der ihnen die Saline gezeigt hatte, und der hatte ihm die kleinen wissensdurstigen Abenteurer im Reiche des Geistes angezeigt. Onkel Felix hatte immer einen Heidenspaß an den Fragen seiner jungen Freunde, und im großen und ganzen war er diesen ja auch gewachsen, denn er hatte mancherlei studiert, ehe er sich hier als Schriftsteller niederließ. Diesmal aber war ihm doch nicht so ganz geheuer, und so hatte er seinen Studienfreund Dr. Eberhard Möller eingeladen, den Fachmann für Sternkunde bei der gleichen Zeitung, für die auch er selber arbeitete. Dr. Möller hatte seinen Himmelsglobus mitgebracht, den man innen erleuchten konnte. Außerdem war gerade ein schöner, klarer Sternenhimmel, und in ein bis zwei Stunden würde man schon die herrlichsten Beobachtungen machen können; es war Januar, und eine milde, leicht erträgliche und klare Kälte machte den Aufenthalt im Freien zum Vergnügen.

Als Peter mit Werner ankam, war erst einmal der Kaffeetisch gedeckt. Aber die Augen der beiden gingen trotz ihres gesegneten Appetits gleich zu dem erleuchteten Himmelsglobus.

„Da wären also die neuesten Jünger der Astronomie“, stellte Onkel Felix die Freunde vor. Es dauerte auch gar nicht lange, da war man mitten im Thema angelangt. Vorher aber gab es noch eine große Freude. Ein Studienfreund von Dr. Möller war Direktor der Sternwarte in J. Er erwartete den Besuch schon in den nächsten Tagen. Man konnte den 8-Uhr-Zug benutzen und in J. übernachten. Mit der Mutter, mit Werners Eltern und der Schule hatte Onkel Felix schon alles ins Reine gebracht.

Das gab ein großes Freudenfest. Vorher aber war manches zu lernen, damit man vor dem großen Fernrohr nicht wie die Kuh vor dem Scheunentor stehen würde. Wenn jemand eine Reise nach Florenz oder Rom macht, fährt er ja auch nicht unvorbereitet, falls er nicht ein großer Stumpfbock ist. Goethe studierte die italienischen Kunstdenkmäler und sogar die Bodenbeschaffenheit der Gegenden, durch die er mit seinem Reisewagen hindurchfuhr, sehr genau, ehe er die berühmte italienische Reise antrat. Daran erinnerte Dr. Möller, ehe er die Jungen in den Garten führte, um sie das mit Bewußtsein schon zu lehren, was sie bisher nur als Kinder wahrgenommen hatten. Zuerst aber schmeckten die Sirupschnitten, und dabei fand auch Werner Gelegenheit, sein Wissen an den Mann zu bringen — freilich an den falschen, denn Dr. Möller war erst recht ärgerlich, als Werner ihm von Lisbeth Winkler erzählte, die immer zum Astronomen ginge, um sich die Zukunft sagen zu lassen.

„Das ist kein Astronom, Werner“, erklärte er, „ein Astronom ist ein ernsthafter Gelehrter, der die Bahnen und die Natur der Sterne erforscht. Was du meinst, ist ein Astrologe, der glaubt, aus den Sternen das Schicksal der Menschen errechnen zu können. Ich halte das für Humbug. Ich weiß“, fuhr er zu Onkel Felix gewendet fort, „daß Sie anders denken, aber ich möchte von diesem Hokusfokus nichts wissen.“ Onkel Felix hütete sich, ihm zu widersprechen, denn dann wäre es mit der guten Laune vorbei gewesen.

„Der Mensch ist vor dem Sternenraum wie ein winziges Stäubchen“, fuhr Dr. Möller fort, „und ein Menschenleben ist wie eine Blitzlichtaufnahme vor der Ewigkeit der Welten. Wer sich mit den Sternen beschäftigt, denkt in Jahrtausenden. Da erscheint einem das menschliche Dasein nicht mehr so wichtig. Habt ihr schon einmal darüber nachgedacht, wie alt die Welt ist oder wie sie entstanden sein mag?“

„Ich denke, die Welt ist ewig?“ fragte Peter mit großen Augen.

„Das Wörtchen ewig wird gern gebraucht, wenn man von einer Sache keine klare Vorstellung hat“, entgegnete Dr. Möller. „In diesem Fall ist das nun freilich verständlich, denn über das Alter und vor allem über die Entstehung des Universums, wie man das Weltall zu nennen pflegt, bestehen keine genauen Kenntnisse. Außerdem sind wir da auch gleich bei einer der schwierigsten Fragen hängengeblieben, die es für den Astronomen, geschweige denn für euch Jungens, überhaupt gibt. Ich will trotzdem versuchen, euch eine Vorstellung davon zu geben, welche Vermutungen die Wissenschaft hat, und was ich für meinen Teil für wahrscheinlich halte.“

Dr. Möller machte hier eine Pause und schaute versonnen vor sich hin. Dann stand er auf, legte seinen Mantel über, winkte ihnen und ging voraus in den Garten.

„Die Astronomie“, sagte er, „ist eine Wissenschaft, die viele physikalische und mathematische Kenntnisse voraussetzt, die ihr nicht besitzt. Dafür habt ihr Jungens aber etwas anderes, und das ist — Vorstellungskraft, und die müßt ihr jetzt in Bewegung setzen. Zunächst macht mal die Augen auf! Was seht ihr?“

Von einem klaren, stählernen Blau hob sich die mild leuchtende, die unruhig funkelnde Pracht der Sterne ab.

„Da steht der große Bär“, schoß Peter hervor. „Da der Orion“, wußte er noch; „und der Mond ist abnehmend.“

„Es sieht aus wie ein großes Zelt mit vielen, vielen Lämpchen“, sagte andächtig Werner.

„Bloß daß das Zelt da oben nicht aufhört“, entgegnete Peter, „es geht immer weiter, und je länger man hinsieht, um so mehr Sterne sieht man.“

„Hat nicht mal jemand ausgerechnet, wieviel Sterne man mit dem bloßen Auge sehen kann?“ fragte Onkel Felix. „Ihr Astronomen rechnet doch die Seele im Leibe aus!“

„Die eben gerade nicht, mein lieber Dr. Elzner, diese Rechnung überlassen wir Ihren Astrologen“, antwortete Dr. Möller, „aber innerhalb des Ausrechenbaren ist die Astronomie schon zu ganz hübschen Ergebnissen gekommen. Ich kann Ihnen Ihre Frage beantworten und kann Ihnen darüber hinaus auch verraten, wieviel Sterne sich mit Fernrohren beobachten lassen. Natürlich müssen Sie bei diesen hohen astronomischen Ziffern Meßfehler einkalkulieren.“

„Jetzt bin ich gespannt“, sagte Onkel Felix.

„Ich auch“, platzte Peter vorlaut heraus, während Werner mit andächtigem Gesicht und großen Augen zuhörte.

„Ratet lieber erst einmal“, ermunterte Dr. Möller, „wieviel Sterne seht ihr an einem so schönen klaren Abend, wenn ihr nach allen Seiten zählt?“

„Hunderttausend!“ sagte Werner. — „Eine Million!“ rief Peter.

Dr. Möller lächelte. „Seht ihr, so geht das in der Astronomie. Die großen Zahlen werden stets viel zu klein geschätzt, und die kleinen viel zu groß. Das, was ein gutes Auge ohne Fernrohr erblickt, ist gar nicht viel — mengenmäßig ein Tröpfchen aus einem großen Faß, das der Gesamtzahl der Sterne entspricht. Es sind bei besonders guter Sicht noch keine 3000 Sterne. Wenn ihr die südliche Halbkugel dazu nehmt, sind es etwa 5000.“

„Ooch“, sagte Peter enttäuscht, und das Universum schien ihm gewaltig an Geheimnis einzubüßen.

„Und die Gesamtzahl —?“ fragte Onkel Felix interessiert. „Es interessiert mich auch, wie man sie überhaupt errechnen kann!“

„Ganz einfach“, sagte Dr. Möller, „wir wiegen sie.“

Jetzt blieb allen dreien das Uhrwerk ihres Gehirns einen Augenblick stehen.

„W—wiegen?!“ staunte Werner.

„Nicht wahr, das klingt märchenhaft?“ fragte Dr. Möller. „Und in Wahrheit ist es auch gar nicht so einfach, selbst für Astronomen nicht; ich habe da ein bißchen renomméiert, als ob wir Zauberer wären, die solches Wissen aus dem Ärmel schütteln.“

„Sie sagten doch, man zählt die Sterne mit den großen Fernrohren?“ fragte der pffiffige Peter.

„Auch das hat man getan, Peter“, antwortete Dr. Möller, befriedigt über Peters Einwand.

„Mit jedem größeren Fernrohr wächst die Zahl der Sterne, aber die Fernrohrtechnik hat ihre Grenzen. Jetzt entspricht die Sternzahl noch nicht der Zahl der Menschen auf der Erde — also? Ich will euch nicht in Verlegenheit bringen: es gibt ungefähr 1800 Millionen Menschen; die Zahl der beobachteten Sterne erreicht aber nur eine Milliarde. Aber selbst wenn wir mit neuen Instrumenten das Doppelte zählen, kommen wir der Wirklichkeit nicht nahe; nein, da hilft nur das Wiegen.“ Werner macht ein ganz sorgenvolles Gesicht. „Keine Angst, Werner, ich plage euch hier draußen nicht mit schwieriger Mathematik und Physik. Heb' einen Schneeball auf, Werner! So, streck' die Hand aus und laß ihn los. Was tut er?“

„Er fällt.“

„Ganz recht. Aber — denkt doch bitte einmal etwas zurück; als ihr noch kleiner wart, wie habt ihr da als aufgeweckte Jungen immer gefragt, wenn ihr etwas beobachtet habt?“

„W a r u m fällt der Schneeball!“ rief Werner. „Weil er schwer ist!“

„Weil er von der Erde angezogen wird“, meinte Peter, „durch die magnetische Anziehung.“

„Das ist ganz falsch, Peter“, sagte Dr. Möller mit schmerzlichem Gesicht. „Mit Magnetismus hat das gar nichts zu tun.“

„Die Schwerkraft der Erde zieht den Schneeball an“, meinte Werner.

„Auch das ist noch nicht ganz richtig, Werner“, erklärte Dr. Möller, „sondern alle

Körper ziehen sich gegenseitig an!“

„Also auch der Schneeball die Erde?“ fragte Werner erstaunt.

„Auch der Schneeball die Erde“, bejahte Dr. Möller.

„Nur ist die Kraft, mit der so ein kleiner Körper einen andern anzieht, so gering, daß sie für uns nicht spürbar wird. Außerdem bewegt sich ein großer Körper um so weniger, je mehr der Unterschied an Masse zwischen ihm und dem kleineren beträgt. Also ‚fällt‘ der kleine Schnee-



ball, d. h. er bewegt sich auf die Erde zu, während die große Erde sich seiner wegen gar nicht bemüht. Diese Kraft der gegenseitigen Anziehung der Körper müßt ihr euch nun ständig wirksam denken. Und nun paßt auf: jetzt nehme ich noch einen Schneeball und — werfe ihn kräftig dem Mond ins Gesicht! Was geschieht?"

„Der Schneeball fällt s p ä t e r auf die Erde zurück!“

„Und weshalb?“

„Durch den Schwung, den der Wurf ihm gibt!“

„Jede Kraft“, erklärte Dr. Möller, „ist die Ursache einer Bewegungsänderung. Der Schneeball, den ich loslasse, fällt infolge der Schwerkraft zur Erde; er fliegt so lange, wie die Gegenkraft wirksam ist. Nun denkt an die Himmelskörper. Peter, du hast vorhin auf den abnehmenden Mond hinter dem Schornstein dort aufmerksam gemacht. Wo ist er geblieben?“

„Er ist weiter gewandert. Noch nie ist mir aufgefallen, wie schnell das geht!“ stellte Peter fest.

„Und der Orion?“ fragte Dr. Möller.

„Der ist auch ein Stück weitergerückt“, konstatierte Peter.

„Also die Sterne stehen nicht still“, bestätigte Dr. Möller. „Darüber werden wir uns noch unterhalten. Jetzt wollen wir uns mit dem begnügen, was ihr beide vom Mond wißt. Du sagtest vorhin, Peter, der Mond sei abnehmend — was bedeutet das? Woher kommen diese sogenannten Mondphasen?“

„Der Mond dreht sich um die Erde.“

„Das ist richtig. Wie lange dauert diese Reise?“

„Einen Monat!“

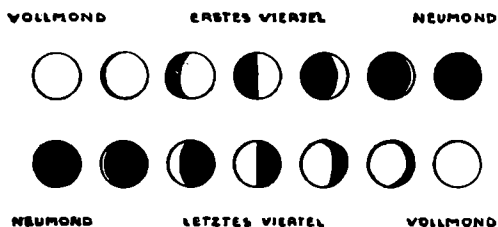
„Rund einen Monat. In dieser Zeit steht der Mond also einmal zwischen Sonne und Erde, einmal steht die Erde zwischen Sonne und Mond. Aber das erklärt immer noch nicht, warum er so wechselnd beleuchtet ist?“

„Der Mond hat kein eigenes Licht, er wird von der Sonne angeleuchtet!“ erinnerten sich die Jungen.

„Seht ihr! Also können wir, wenn er zwischen uns und der Sonne steht, nur die unbeleuchtete Hinterseite sehen, während er auf der anderen Seite die volle helle Scheibe zeigt.“

Und so erkennen wir aus dieser Veränderung die Bahn unseres alten Freundes, der im Kreise um uns herumsaust. Mehr wollen wir von ihm vorerst nicht wissen. Stünde er still, so würde — was passieren?“

Die beiden Freunde sahen sich ratlos an.



Mondphasen; Zwischenzeit je $2\frac{1}{2}$ Tage.

„Denkt doch“, ermunterte Dr. Möller, „an den Schneeball!“

„Er würde auf die Erde fallen!“ riefen beide zugleich.

„Und warum? Warum nicht die Erde auf den Mond?“

„Weil die Erde sich dreht“, rief Peter.

„Das hat mit der Drehung der Erde nichts zu schaffen!“ sagte Dr. Möller. „Erinnert euch doch: Erde und Schneeball ziehen sich gegenseitig an —“ half er.

„Die Erde ist größer als der Mond!“ rief Werner.

„Die beiden großen Körper ziehen sich an; aber die größere Masse der Erde gewinnt die Oberhand. Stünde der Mond still, würde er in die Erde hineinsausen. Weil die Gegenkraft wirksam ist, kann ihn die Erde nicht ganz heranziehen, aber er kann auch nicht von ihr weg, und so bewegt er sich um die Erde herum. Wenn nun die Erde diese Kraft ausübt, d. h. den Ball anzieht, den Mond in bestimmter Nähe zu bleiben zwingt, können wir errechnen, welche Masse sie haben muß, um diese Kraft ausüben zu können. Mit Hilfe der Schwerkraft rechnen wir die Masse der Erde, der Sonne und der Sterne aus. Wir wissen, nach welchem Gesetz die gegenseitige Anziehung abnimmt, wenn die Körper sich voneinander entfernen. Wir wissen, daß die Anziehung zunimmt, je mehr Masse ein Körper hat. Aus diesen Faktoren und unter Berücksichtigung der Bewegungen errechnen wir, wie schwer die Erde ist. Nämlich? Nun, in Tonnen ausgedrückt, eine 6 mit 21 Nullen, das sind 6 Tausend Trillionen Tonnen. — Und nun wollen wir noch einmal nach oben schauen. Was zieht sich denn da über den ganzen Himmel für ein heller Streifen hin?“

„Die Milchstraße“, riefen die beiden Jungen.

„Und was ist die Milchstraße?“

„Das sind auch Sterne, die sehr weit weg sind“, rief Peter.

„Die Milchstraße“, ergänzte Dr. Möller, „ist scheinbar der Rand einer ungeheuren Linse, oder eines Riesenrades, ein Rand, den ihr euch um den gesamten, auch den südlichen Himmel herum denken müßt. Ich sage scheinbar, weil der Vergleich nicht ganz stimmt. Denkt euch, ihr stündet in einem Wald von ungeheurem Ausmaß, aber mit sehr weiten Baumabständen. Trotz der lichten Ordnung der Stämme würde euch die Tiefe des Waldes als dicht erscheinen, als ein dunkler ferner Gürtel. So verdichtet sich dem Auge des Beobachters, der sich im Innern des Sternwaldes befindet, die Vielzahl der Sterne zu dem Lichtgürtel, als der uns die Milchstraße erscheint. Sie ist also ‚in Wirklichkeit‘ nicht der Rand der Linse, sondern erscheint nur dem Auge als dieser Rand. Wir selber aber stehen im Innern dieser Linse, die mit unendlichen Ausmaßen um einen Kern, oder wenn wir den Vergleich des Rades wählen wollen, um eine Nabe schwingt, und wir kleine Erde mitsamt Sonne und Mond und unserem ganzen Sonnensystem sind ein winziges Teilchen dieses Riesenrades, das wir gewöhnlich das Milchstraßen-System oder — mit einem Fremdwort, das ‚galaktische System‘ nennen, und zu dem die vielen, vielen Sterne gehören, die wir mit bloßem Auge oder im Fernrohr sehen können. Und weil wir die Geschwindigkeit kennen, mit denen sich

die Sterne um diese Nabe bewegen, so können wir, ähnlich wie wir die Masse der Erde oder unserer Sonne berechnen, die Masse dieses ganzen Sternensystems schätzen, das der Laie meist für das Universum, d. h. für das Weltall, hält. Und weil der Durchschnitt der Sterne unserer Sonne entspricht und wir unsere Sonne bereits gewogen haben, so erlaubt uns dieses Wissen, Schlüsse auf die großen, die Welten-Gewichte zu ziehen. Und da kommen wir zu einer ganz hübschen Sternlein-Zahl, die natürlich nur ungefähr sein kann. Sie schwankt zwischen 100 und 300 Milliarden.“ „Kleinlich seid ihr nicht mit großen Zahlen“, warf lächelnd Onkel Felix ein.

„Gewiß nicht“, gab Dr. Möller zu; „es handelt sich hier um Größenverhältnisse, zu denen die menschliche Vorstellung ohnedies kaum ausreicht. Um einen deutlicheren Begriff von dieser Sternenmenge zu geben, will ich einen Vergleich anführen, den ein bekannter Astronom anwandte: Angenommen, wir könnten die Sterne mit einer Geschwindigkeit von 10 pro Sekunde, d. h. also 600 in der Minute, zählen, dann brauchten wir 700 Jahre, um damit zu Rande zu kommen. Und nun stellt euch vor, welch winziges Pünktchen unsere Erde in dieser unvorstellbaren Menge darstellt!“ Die beiden Freunde hörten mit weit offenen Augen zu.

„Aber wir waren hinausgegangen“, fuhr Dr. Möller fort, „weil ich euch etwas ver-raten wollte über die Gedanken, die sich die Astronomen über das Alter und die Entstehung der Welt machen. Dazu gehört aber, daß ihr eine annähernde Vorstellung von der Größe des Universums habt. Wenn ihr nun die Milchstraße als die Gesamtheit der mit unseren Augen sichtbaren Welt erkennt und wißt, daß dahinter viele solcher Welten oder, astronomisch ausgedrückt, Sternsysteme liegen, die in unseren Fern-rohren als ferne nebulöse Gebilde erscheinen, dann bekommt ihr eine schwache Vor-stellung von den ungeheuren Ausmaßen des Universums. Von diesen fernen Stern-systemen, die man auch Sternstädte oder Weltinseln genannt hat, also von den-jenigen, die außerhalb des von Menschen erschaubaren Raumes liegen, jenseits der Milchstraße, von solchen Sternsystemen sind mit unseren Instrumenten etwa zwei Millionen beobachtet und 100 Millionen geschätzt worden! Jede von ihnen entspricht einer Masse von 100 000 Millionen unserer Sonne! Und nun stellt euch vor: diese nebelhaften Welten entfernen sich. Aus dieser Tatsache hat man die Folgerung ge-zogen, daß das Universum sich nicht in Ruhe befindet, sondern sich ausdehnt! Im Gegensatz dazu stellte man sich die Entstehung unserer Welten bis vor wenigen Jahrzehnten noch so vor, daß sich die Sterne aus einer gasförmigen Masse zusam-men-gezogen haben, was man auch von den fernen Nebelhaufen vermutete, genau wie andererseits die vorhandenen Sterne an Substanz, d. h. an Masse mit zunehmendem Alter wieder verlieren. Wenn wir uns diesen Vorgang des Zusammenziehens und wieder Sichverflüchtens vergegenwärtigen, dann drängt sich uns der Vergleich eines mächtigen Aus- und Einatmens auf, und der Begriff der Zeit verschwindet hinter dem des ewigen Atmens, oder auch eines ewigen Wechsels von Leben und Tod. Mit dem Ausatmen verdichtet sich die gasförmige Materie der Welt zu festen Kernen, die

Kerne wirken aufeinander, sie geraten in Bewegung, die Bewegung ins Strömen, die Strömungen ins Rotieren, und aus dem Rotieren und Schleudern riesenhafter, aber immer noch gasähnlicher Gebilde verdichten sich die Sterne, die sich wieder nach ihrer Masse anziehen und umeinander bewegen; die Masse mancher solcher Sterne, und damit stehen wir wieder auf sicherem Boden, erkaltet und bildet eine Kruste, wie unsere Erde, und auf dieser Kruste entwickelt sich das, was wir Leben nennen. Da erst sind wir im Bereich unserer Zahlen. Denn das Alter unserer Erdrinde, d. h. den Anfang des Erkaltingsprozesses können wir ungefähr errechnen.“

Dr. Möller schwieg. Versonnen sah er auf zu dem Firmament, hinter dem dieses große Geheimnis der Ewigkeit lag. Dann schüttelte er den Kopf und sagte fast bedauernd: „Diese Vorstellung von der Entstehung der Sterne hat aber der wissenschaftlichen Nachprüfung noch nicht standgehalten. Tatsächlich wissen wir über den Entwicklungsgang der Sterne, worüber es auch noch andere Theorien gibt, wenig. Sehr wenig!“ Damit ging er still in das warme Zimmer zurück. Onkel Felix und die Freunde folgten ihm. Drin angekommen lachte er fröhlich auf. „Es ist euch wohl ein bißchen heiß im Kopf geworden — trotz des Schnees?“

„Ein bißchen viel für den Anfang“, meinte Onkel Felix.

„Die praktische Astronomie ist zum guten Teil Mathematik und verlangt exakte rechnerische Arbeit“, wandte Dr. Möller ein und ging dabei auf und ab, während Werner und Peter schon wieder vor dem Globus standen. „Aber sie ist auch wunderbar und geheimnisvoll wie alle Naturwissenschaft“, fuhr er fort, „und deshalb habe ich nicht mit dem Nächsten, sondern mit dem Fernsten angefangen. Mathematik läßt sich erlernen. Die Liebe zur astronomischen Wissenschaft muß man in sich haben.“

„Ihre Theorie von der Entstehung der Sterne war mir übrigens ganz geläufig“, spann Onkel Felix den Traum der Weltentwicklung noch weiter. „Schade, daß sie falsch ist!“ „Vermutlich!“ sagte Dr. Möller. „Vielleicht belehren uns die künftigen Astronomen eines besseren!“ Womit er die Jungen lächelnd von der Seite ansah.

„Und über das Alter der Welt weiß man also auch nichts — vermutlich“, meinte Onkel Felix.

„Das Alter der Welt schätzt man heute mit ziemlicher Sicherheit auf 10 bis 20 Milliarden Jahre“, gab Dr. Möller bekannt.

„Wie alt ist denn die Kruste auf der Erde?“ wollte Peter wissen, und zeigte damit, daß er gar nicht so rasch zu verblüffen war.

„Ooch, die ist gar nicht so alt“, belehrte ihn Dr. Möller, „es ist so etwa zwei Milliarden Jahre her, seit die Erde anfang zu erkalten. Aber es ist gut, daß du uns auf die Erde zurückführst“, sagte er zu dem lachenden und erstaunten Jungen, „und damit auf die notwendigsten Grundbegriffe, die ein Junge, der sich für Sterne interessiert, kennen muß.“ — „Darf ich mal fragen?“ schoß Werner hervor.

„Ich bin gespannt, womit du anfangen wirst“, sagte Dr. Möller, und Onkel Felix verpflichtete ihm bei.

„Sie sagten vorhin, die Sterne drehen sich. Wir haben doch in der Schule gelernt, daß die Erde sich dreht!“

„Das war die beste Frage, die du stellen konntest, Werner“, sagte Dr. Möller. „Die Drehung des Himmelsgewölbes mit den Sternen ist eine Täuschung. Wenn du im Zug sitzt, scheint es ja auch, als ob der Zug still stünde und die Häuser und Telegraphenpfähle vorbeisausten. In Wirklichkeit bewegt sich die Erde. Aber wie?“

„Die Erde dreht sich um die Sonne“, antwortete Peter.

„Und auch um ihre eigene Achse“, fügte Werner eifrig hinzu.

„Das wißt ihr also schon“, bestätigte Dr. Möller die beiden Antworten.

„Wie lange dauern denn diese Bewegungen?“

„Die Drehung um die Sonne dauert ein Jahr, und die Drehung um sich selber einen Tag“, antworteten die Jungen, „von der Drehung um die eigene Achse kommt Tag und Nacht —“

„Ja — —“ bestätigte Dr. Möller, „und der Kreislauf um die Sonne bewirkt — —?“

„Frühling, Sommer, Herbst und Winter!“

„Das ist ganz richtig. Und zum besseren Verständnis wollen wir uns diesen Vorgang einmal im Bild vor Augen halten — —“

„Acht!“ entfuhr es Werner.

„Was fällt dir so auf, Werner“, fragte Dr. Möller interessiert.

„Der Kreis ist so zusammengedrückt gezeichnet. Ist das nur wegen des Platzes?“ fragte Werner.

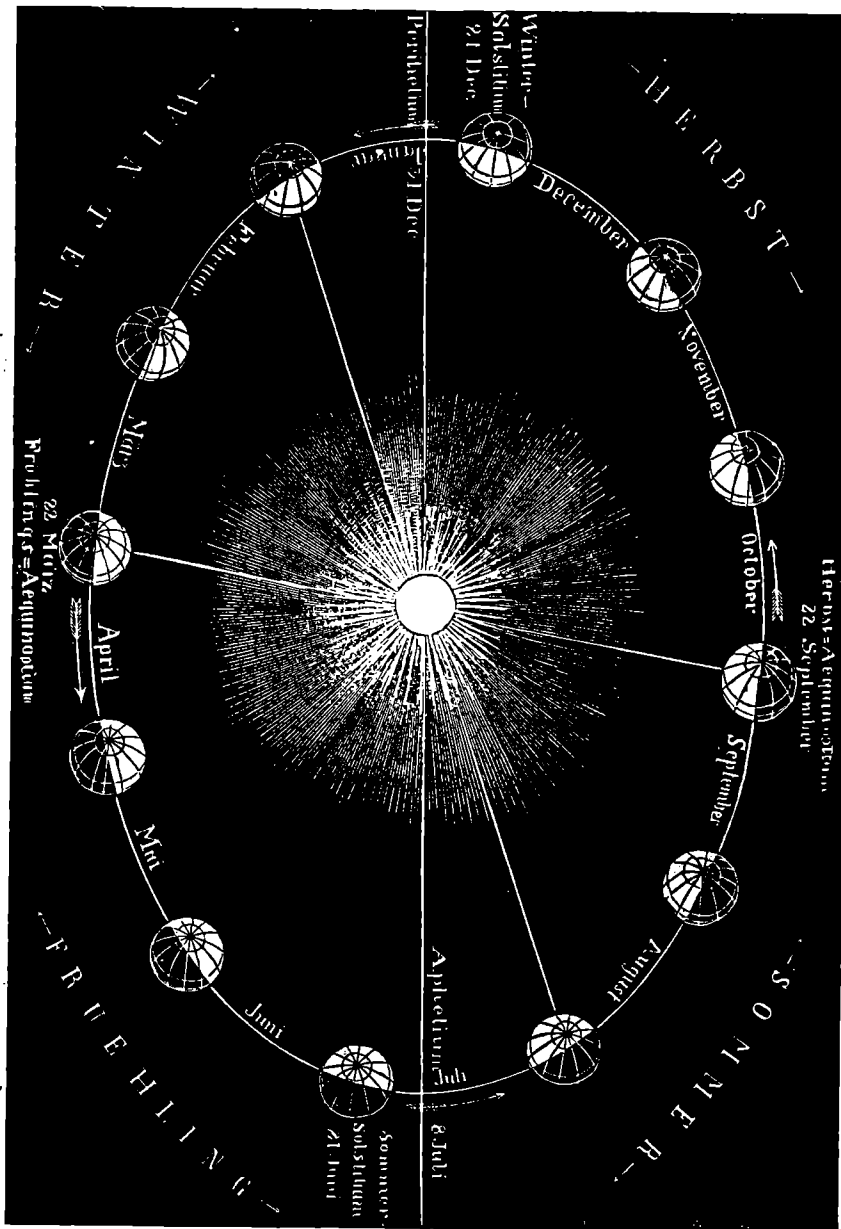
„Das ist doch eine Ellipse“, korrigierte Peter.

„Ja, Peter, aber warum?“ fragte Dr. Möller. „Werner hat die Frage im Prinzip ganz richtig gestellt. Also wollen wir dieser Schwierigkeit mal auf den Leib rücken.“ Dabei holte er Onkel Felix' Erdglobus vom Regal herunter und stellte ihn vor die Jungen hin.

„Es weiß heute jedes Kind, daß die Erde eine Kugel ist. Übrigens, seit wann weiß man denn das?“

„Seit Galilei“, rief Peter. „Wurde der nicht verbrannt, weil er das behauptete?“

„Das geht ein bißchen durcheinander bei dir, Peter. Es war so: Die Kugelgestalt der Erde kannte bereits der griechische Gelehrte Aristoteles, der sie mit dem kreisförmigen Erdschatten während einer Mondfinsternis nachwies. Aristoteles lebte im 4. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, also vor 2300 Jahren. Aber vielleicht haben schon die alten Babylonier lange vorher solche Beobachtungen aufgestellt. Dann ging dieses ganze Wissen wieder verloren, und die Erde galt während des Mittelalters als der vom lieben Gott gewollte Mittelpunkt der Welt; man stellte sie sich meist als eine Scheibe vor. Als aber Columbus Amerika entdeckte und mit ihm den südlichen Sternenhimmel und eine ungewöhnliche Ablenkung der Magnetnadel, und als ein paar Jahrzehnte später Magelhaes gar den ganzen Erdball umsegelte, da brach die alte Vorstellung von der scheibenförmigen Erde zusammen, die Menschheit begann an



Die Bahn der Erde um die Sonne.

den verbrieften Thesen zu zweifeln, und das moderne Zeitalter der naturwissenschaftlichen Forschung nahm seinen Anfang. Der erste Astronom aber, der eine These von der Bewegung der kugelförmigen Erde um die Sonne aufstellte, war der Domherr Köppernigk aus Thorn, der sich nach der damaligen Mode lateinisch Kopernikus nannte.

„Ach richtig! Das habe ich verwechselt“, fiel Peter ein.

„Du hast noch etwas verwechselt, Peter“, ergänzte Dr. Möller.

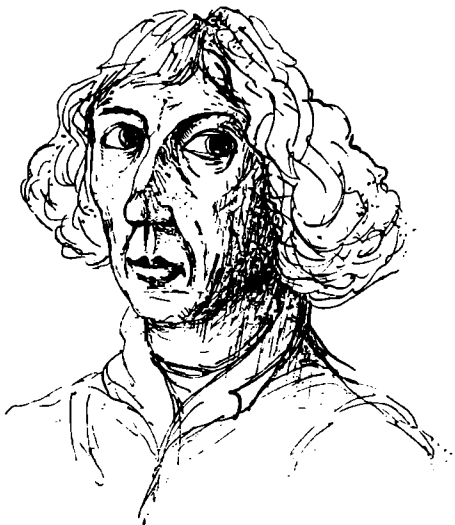
„Kopernikus ist nämlich ganz friedlich gestorben, wahrscheinlich weil er ganz in der Stille gearbeitet hat. Sein berühmtes Werk über ‚Die Kreisbewegung der Himmelskörper‘

wurde erst nach seinem Tode gedruckt. Es wurde dann von dem Italiener Galilei benutzt und weitergeführt. Das war aber fast hundert Jahre später. Kopernikus war ziemlich gleichaltrig mit Luther, der die neue Lehre noch kennenlernte und — im Gegensatz zu Melancthon! — recht beschränkt das folgende Urteil abgab: ‚Der Narr will die ganze Kunst Astronomia umkehren, aber die Heilige Schrift sagt aus, daß Josuah die Sonne stillstehen hieß und nicht die Erde‘.“

„Und sie bewegt sich doch!“ lachte Onkel Felix.

„Ja, das erscheint uns heute ganz selbstverständlich“, sagte Dr. Möller. „Damals aber war die Hörigkeit der Menschen gegenüber der Kirchenlehre noch so stark, daß nur wenige über diesen Schatten springen konnten. Und zu diesen wenigen gehörte auch der von dir vorhin genannte —“ — „Galilei!“ rief Peter. „Was hat denn der aber gefunden, daß er so berühmt und sogar verbrannt wurde?“

„Er wurde gar nicht verbrannt, Peter. Er war der Ketzerei angeklagt, und es wurde ihm, als er schon ein alter Mann war, der Prozeß gemacht. Aber er blieb am Leben, weil er nachgab und die Kopernikanische Lehre abschwor. Natürlich nur zum Schein. Das war 1633 — genau 300 Jahre vor einer anderen geistigen Verdunkelung, die wir selber erlebt haben. Verbrannt wurde 33 Jahre vorher ein ganz anderer: der italienische Mönch und Naturphilosoph Giordano Bruno, der ebenfalls für Kopernikus eingetreten war. Was Galilei aber so berühmt gemacht hat, das waren seine über Kopernikus hinausreichenden astronomischen Erkenntnisse, die er mit Hilfe einer neuen Erfindung gemacht hat. Welche war das wohl?“



Kopernikus.

Die beiden Freunde sahen sich ratend an. Dann blitzte es in beiden auf, und wie aus einem Munde kam es:

„Die Sternwarte!“

„Na, ganz so rasch erfinden auch die Astronomen nicht!“ lachte Dr. Möller.

„Von dem Fernrohr, das Galilei im Jahre 1609 zum ersten Male in der Geschichte der Menschheit auf die Sterne richtete, bis zu einer richtigen Sternwarte, war noch ein ganz tüchtiger Schritt... Aber mit diesem Fernrohr, das er sich nach den Erfahrungen, die ein paar holländische Brillenschleifer gemacht hatten, selbst herstellte, machte er eine wichtige Feststellung. Er sah nämlich, daß nicht nur unser Trabant, der Mond, zu- oder abnehmendes Viertel zeigt, sondern auch die beiden Planeten Merkur und Venus. Und damit war was erwiesen?“

„Daß auch die anderen Sterne sich drehen!“ riefen die beiden Jungen.

„Halt!“ sagte Dr. Möller. „Jetzt müßt ihr unterscheiden zwischen der Bahn bestimmter Himmelskörper und der scheinbaren Bewegung des Himmelsgewölbes, die wodurch zustande kommt?“

„Durch unsere Erddrehung! — Oh — ich glaube, ich weiß“, sagte Peter. „Ein Teil steht fest und bewegt sich nur scheinbar, und andere bewegen sich wirklich.“

„Und wie?“ fragte Dr. Möller und fuhr gleich fort: „Sie bewegen sich wie die Erde um die Sonne. Galileis Verdienst bestand also — unter anderem! — darin, daß er durch Beobachtung bestätigte, was Kopernikus theoretisch gefunden hatte: die Bahn der Planeten, zu deutsch Wandelsterne, um die Sonne.“

„Aber wir drehen uns doch auch um die Sonne!“ rief Werner.

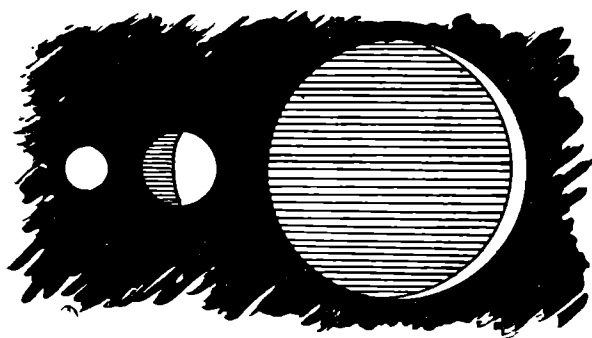
„Richtig, Werner! Ausgezeichnet! Und was folgt daraus?“ fragte Dr. Möller.

„Auch die Erde ist ein Planet!“ rief Peter.

„Stimmt!“ bestätigte Dr. Möller, „und welche sind dann die andern? Weil ihr euch ja doch nicht so viel auf einmal merken könnt, zeichne ich euch die ganze Gesellschaft

in ihrem Größenverhältnis zueinander und zur Sonne auf:

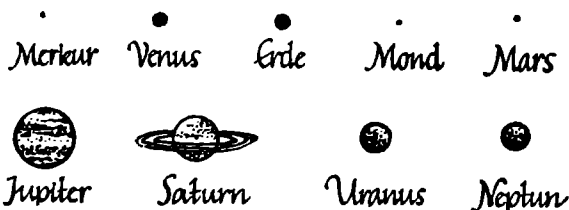
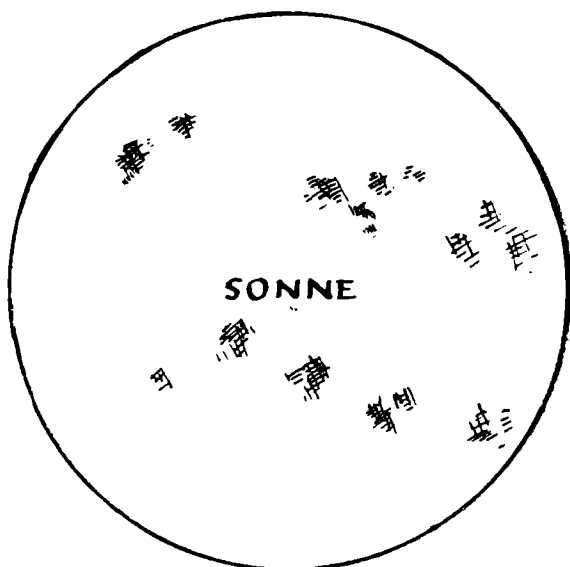
„Wir haben also am Himmel zwei Arten von Sternen: die Wandelsterne oder Planeten und die feststehenden — besser scheinbar feststehenden, denn ganz fest steht im Universum gar nichts! —, die wir Fixsterne nennen. Nun wollen wir uns



Phasen des Planeten Venus.

Die Größenverhältnisse entsprechen der scheinbaren Größe in weitester, mittlerer und nächster Erdentfernung. Die Sichelform rechts wurde von Galilei 1610 zum erstenmal erkannt.

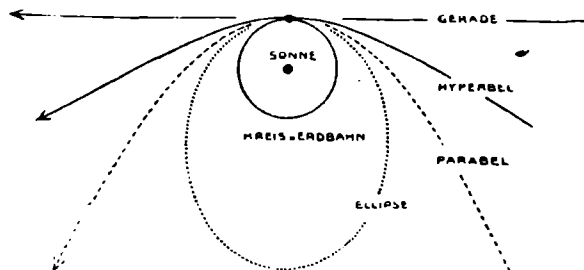
mit der Bahn des Planeten Erde befassen, und da müssen wir noch einmal den Schritt in die Zeit Galileis zurück tun. Gleichzeitig mit Galilei lebte ein anderer berühmter Astronom, dessen Namen ihr vielleicht im Zusammenhang mit Wallenstein gehört habt, der Schwabe Johannes Kepler, der 1571 geboren wurde. Kepler fand, daß die Planeten nicht, wie Kopernikus meinte, in Kreis-, sondern in Ellipsenbahnen um die Sonne laufen! Und damit wären wir wieder bei unserer Erde angelangt. Wie kommt es nun aber zu dieser Ellipse? Das ist gar nicht so schwer zu verstehen. Ihr habt an der Abbildung der Planeten gesehen, daß die Sonne eine gewaltige Masse darstellt, die 332 000 Erden entspricht, eine Masse, die eine mächtige Anziehung auf andere Himmelskörper ausübt. Würden diese stillstehen, dann müßten sie geradenwegs in den Sonnenball hineinfallen. Also wenn unsere Erde heute aufhören würde zu fliegen, dann sauste sie ziemlich rasch in die Feuerhölle der Sonne hinein; der ganze Vorgang würde bloß 64 Tage dauern. Vor diesem Schicksal schützt die Planeten ihre Bewegung. Je schneller sich ein Körper bewegt, um so weniger kann ihm die Anziehungskraft eines anderen etwas anhaben. Jetzt versteht ihr auch, warum die Planeten, die der Sonne am nächsten sind, rascher fliegen als die fernern. Würde die Erde nun sehr viel schneller durch den Raum sausen, als sie es tut, dann würde sie an der Sonne vorbei in den Raum hinausfliegen. Was meint ihr wohl, wieviel Stundenkilometer unser Naturflugzeug so schafft?"



Sonne und Planeten in ihren wahren Größenverhältnissen. Die schwarzen Flecke auf der Sonne sind Sonnenflecke, deren Durchmesser den der Erde beträchtlich übertrifft.

„Ich rate nicht mehr“, sagte Peter, „es geht doch schief.“

„Die Erde bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 29 Kilometer in der Sekunde um die Sonne. Wären es beispielsweise 60 Kilometer, dann würde das zu einer vorübergehenden Anziehung genügen, die die Gerade in eine, Hyperbel genannte, gekrümmte Linie biegen würde; bei 42 Kilometer wäre diese Linie eine Parabel, und wenn die Geschwindigkeit sich noch etwas verlangsamt, dann reicht die Kraft der Sonne aus, die Erde zu zwingen, in einer Ellipsenbahn um sie zu kreisen. Bei genau 30 Sekundenkilometer wäre die Bahn ein Kreis. Hier seht ihr diese fünf



Die möglichen Erdbahnen,
wenn die Erde eine andere Geschwindigkeit hätte.

möglichen Bahnen im Bilde:

„Wie lange dauert denn eigentlich eine solche Erdreise um die Sonne?“

„Genau 365 Tage“, rief Peter.

„Wenn du nicht gesagt hättest ‚genau‘, dann würde es stimmen“, sagte Dr. Möller.

„Ich denke, die Bahn der

Erde um die Sonne dauert genau ein Jahr?“ fragte Peter erstaunt.

„Nun stimmt es wieder, Peter“, sagte Dr. Möller lachend. „Dein Irrtum besteht nur darin, daß ein Jahr genau 365 Tage hat!“

„Es gibt Schaltjahre!“ warf Werner ein.

„Werner hat's getroffen! Welchen Zweck hat nämlich das Schaltjahr?“ bohrte Dr. Möller weiter. „Nun, das Jahr hat nicht genau 365 Tage, sondern ungefähr $\frac{1}{4}$ Tag mehr, und diese Vierteltage summieren sich alle vier Jahre zu einem Tag. Und nun wollen wir uns die Bahn der Erde noch einmal vergegenwärtigen. Wir stellen sie uns dazu am besten als einen Apfel vor, durch dessen Blüte und Stiel wir einen Bleistift gestoßen haben. Dieser Bleistift zeigt immer nach der gleichen Richtung, während der Apfel sich alle 24 Stunden einmal um ihn herum dreht. Nach welcher Richtung?“

„Nach Norden! Da steht der Polarstern.“

„Ja. Für unsere nördliche Erdhälfte nach Norden, dahin, wo der Polarstern steht. Denken wir uns die Bewegung der Sterne mit der Zeitlupe aufgenommen, dann würden sie scheinbar alle an diesem einen Stern aufgehängt sein, und von ihm aus um das Himmelsgewölbe herumgeschwenkt werden. In Wirklichkeit schwingt die Erde um sich selber, die Achse immer auf den Polarstern gerichtet, den Äquator der Sonne zugekehrt, und so entsteht, durch tägliche Ab- und Zukehr von und zur Sonne, Tag und Nacht. Und gleichzeitig fliegt diese rotierende Kugel alle Jahre einmal um die

Sonne. Wenn ihr euch die Karte dieser Erdbahn genau anseht, dann fällt euch eine Unregelmäßigkeit auf.“

„Der Pol liegt mal innerhalb und mal außerhalb der Bahn!“ fand Werner heraus. „Die Pfeile zeigen ja linksherum; rechtsherum dreht sich doch die Kaffeemühle!“ fiel es Peter auf.

„Beides ist auffallend. Die Drehung geschieht von West nach Ost. Das stimmt. Aber das, was für unser ganzes Leben auf der Erde entscheidend wichtig ist, das fand Werner heraus, wenn er sagte, daß der Pol mal außerhalb, mal innerhalb der Ellipse liegt. Warum ist das so wichtig? Was bedeutet das und welche Auswirkungen hat es?“ Dr. Möller machte eine kleine Pause. Als die beiden Freunde keine Antwort fanden, fuhr er fort:

„Ich will euch eine andere Frage stellen. Wie erklären sich denn die Jahreszeiten? Wieso ist es bei uns im Winter kalt und im Sommer warm?“

„Das kommt von dem Schatten, den die Sonne wirft – oder der Mond, wenn er vor der Sonne steht“, meinte Peter.

Aber da mußte Peter hören, daß er ganz daneben gehauen hatte.

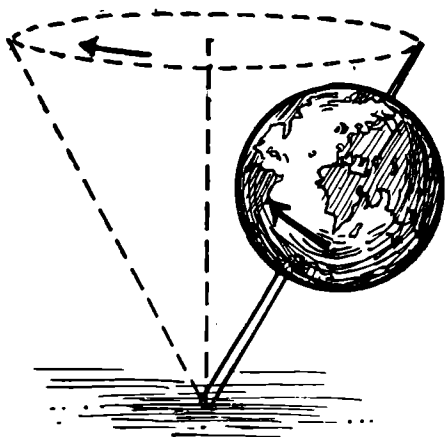
„Was du meinst, Peter“, erklärte ihm Dr. Möller, „ist eine Sonnenfinsternis. Die hat mit den Jahreszeiten gar nichts zu tun. Sie dauert ja auch nur kurze Zeit. Nein, für den Wechsel der Jahreszeiten gibt es eine ganz einfache Erklärung, die Werner eigentlich schon gefunden hatte. Seht euch mal den Erdglobus an.“

„Die Achse steht schief!“ rief, nein, schrie Werner vor Entdeckerfreude.

„Einen 'rauf, Werner!“ rief Dr. Möller. „Weil die Erdachse schief steht, ist sie bald mehr, bald weniger der Sonne zugekehrt, und daher fallen die Sonnenstrahlen im Winter schräger ein als im Sommer, oder anders ausgedrückt: steht die Sonne im Sommer höher als im Winter. Und da wir einmal bei der Erdbahn sind, wollen wir gleich noch eine andere Unregelmäßigkeit oder besser Eigentümlichkeit vermerken. Wo zeigt die Erdachse hin, Peter? Das haben wir ja schon gewußt.“

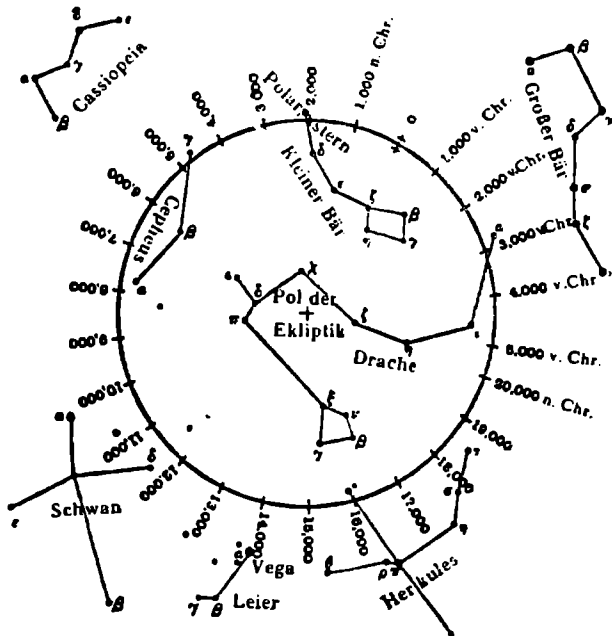
„Auf den Polarstern.“

„Richtig. Aber wenn ich euch vorhin sagte, daß die Erde das immer tue, dann habe ich einen Fehler gemacht. Unsere Erde macht nämlich, außer der Drehung um sich selbst und ihrer Bahn um die Sonne, noch eine dritte Bewegung, von der ihr wohl noch nichts gehört habt.



Kreiselbewegung der Erde.

Schaut euch diese Zeichnung an — was seht ihr?“ — „Eine Tüte“, sagte Werner. — „Einen Kreisel!“ rief Peter. — „Ihr seht unsern Erdapfel, aufgespießt auf seiner eigenen Achse, um die er sich dreht“, berichtigte und ergänzte Dr. Möller, „und gleichzeitig in einer Kreiselbewegung. Während die Erde auf einer schief gestellten Achse um die Sonne fliegt, beschreibt diese Achse, von der wir glaubten, daß sie ewig auf den Polarstern zeigt, eine sehr langsame Kreiselbewegung, die im ganzen 26 000 Jahre dauert. Die Achse bleibt dabei immer gleich schief, aber nur die verlängerte Erdachse hat von Jahrtausend zu Jahrtausend einen andern Himmelspol, wie euch die folgende Skizze verdeutlicht, die ihr euch in Ruhe ansehen mögt.



Die Wanderung des Pols. Vor 300 Jahren lag der Pol 17° weiter südlich als jetzt, so daß man in Europa Teile des südlichen Himmels sehen konnte, die jetzt unsichtbar sind.

„Wenn man die hinteren beiden Sterne fünfmal verlängert, stößt man auf den Polarstern“, setzte Werner noch hinzu.

„Und wie kommt der Name ‚Großer Bär‘ wohl zustande? Was sind das überhaupt für komische Namen, mit denen die Sterne und Sternbilder benannt werden? Was kennt ihr denn noch für Bilder?“

„Den Orion“, rief Werner.

Jetzt wollen wir rasch noch einen Blick auf den Himmel werfen, den wir hier auf unserem Himmels-globus zur Hand haben, damit euer astronomisches Handwerkszeug noch eine kleine Auffüllung erhält!“ Damit drehte Dr. Möller das elektrische Stubenlicht aus, so daß die Sterne des Globus hell leuchteten. (Vgl. die Sternkarte am Ende des Buches.)

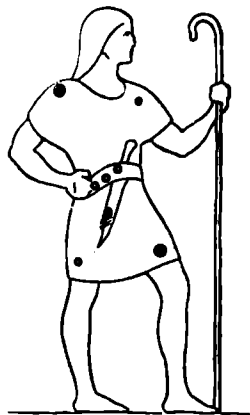
„Den großen Bär“, fuhr Dr. Möller fort, „hat uns Peter schon gezeigt. Treffender wäre aber ein anderer Ausdruck, der der Anordnung der Sterne mehr gerecht wird —“

„Der große Wagen“, riefen die Jungen, „weil das Sternbild wie ein Wagen mit Deichsel aussieht!“

„Die Betonung liegt auf dem i, Werner“, erklärte ihm Dr. Möller.

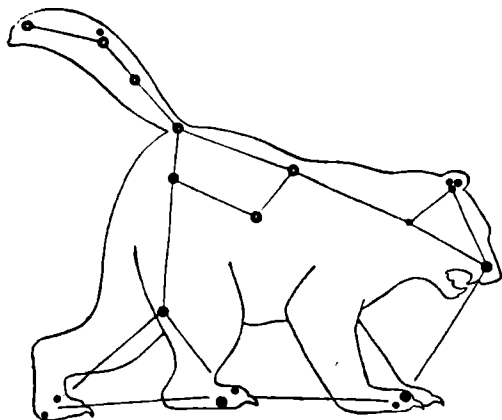
„Den Skorpion und die Zwillinge“, fügte Werner noch hinzu, und Peter kannte die beiden Hauptsterne der Zwillinge, Castor und Pollux, und wußte, daß das ein berühmtes Brüderpaar aus der griechischen Sage war.

„Aus der griechischen Sage“, fuhr Dr. Möller fort, „stammen eine Menge Sternnamen, wie z. B. Kassiopeia, die eine äthiopische Königin gewesen sein soll; sie war sehr stolz auf ihr schönes Haar und rühmte sich dessen vor den Nixen. Die waren deshalb beleidigt und beklagten sich bei dem Meeresgott Poseidon, der nun einen riesigen Walfisch — ihr findet ihn, wenn ihr eine Linie vom Polarstern über Kassiopeia zieht — vor die Küste Äthiopiens legte. Das Ungeheuer sollte dadurch befriedigt werden, daß man ihm die Prinzessin Andromeda — ihr Sternbild liegt auf der gleichen Linie! — zum Fraße vorwarf. Schon war Andromeda an einen Felsen gekettet — da kam auf dem Flügelrosse, dem Pegasus, als Retter in der Not Perseus, der der schrecklichen Medusa den Kopf abgeschlagen hatte. Wer dieses Haupt ansah, wurde zu Stein. Der Walfisch verwandelte sich so in einen Felsen und Perseus heiratete Andromeda. Den Perseus findet ihr als Sternbild gleich neben der Andromeda. Ähnliche Sagen gibt es nun um den großen Jäger Orion, der nach einer anderen Überlieferung ein Hirte gewesen sein soll, und um viele andere Sternbilder ebenfalls.



Orion als Hirte.

Sicherlich hat die Phantasie der Hirten bei der Erfindung der Sternbilder eine große Rolle gespielt. Eine Reihe von Sternbildern, wie z. B. die Eidechse, Giraffe, sind



Sternbild des Großen Bären.

erst sehr viel später, erst seit dem 17. Jahrhundert, eingeführt. Wie der ‚Große Bär‘ aber zustande kam, seht ihr auf dieser Zeichnung, aus der auch hervorgeht, daß der Wagen nur ein Teil dieses Sternbildes ist.“ „Ach, Werner“, fuhr Dr. Möller darauf fort, „du erwähntest vorhin das Sternbild des Skorpion. Wie sieht denn das aus?“

Da kam Werner in große Verlegenheit. Er hatte es nämlich noch nie gesehen und kannte den Namen nur durch Lisbeth Winkler.

„Dachte ich mir's doch“, lächelte

Dr. Möller. „Du wirst es auch vermutlich sobald nicht zu Gesicht bekommen, weil es nämlich auf der südlichen Halbkugel liegt. Denkt euch mal mitsamt unserer Erdkugel in die Mitte dieses Himmelsglobus hinein, so daß ihr das ganze runde Weltall vor euch bzw. um euch habt. Wieviel von diesem Weltall seht ihr dann? Ich meine mit bloßem Auge!“ — „Von der Mitte aus?“ fragte Peter. „Alles natürlich.“

„Du hast etwas vergessen, worüber wir schon gesprochen haben, Peter“, suchte Dr. Möller ihm auf die Sprünge zu helfen.

„Nur unser Sonnensystem sehen wir!“ rief Werner.

„Unser Sonnensystem ist selber nur ein Teil des größeren“, sprach Dr. Möller weiter und fuhr wie unabsichtlich mit der Hand den weißen Streifen entlang, der sich über den ganzen Himmelsglobus zog. — „Das Milchstraßensystem!“ fiel es Peter ein.

„Ganz recht, was ein Beobachter von der Mitte des Himmelsglobus mit seinen Augen sehen kann, ist das Milchstraßensystem. Ihr erinnert euch: das Wagenrad. Und um es nicht wieder zu vergessen, wollen wir gleich noch einmal zusammenfassen:

Unsere Erde gehört als Planet der Sonne zum Sonnensystem. Unsere Sonne mitsamt ihren Planeten und deren Monden ist ein Bestandteil des Milchstraßensystems. Unser Milchstraßensystem wiederum ist nur ein Bestandteil der Sternsysteme im Raum.

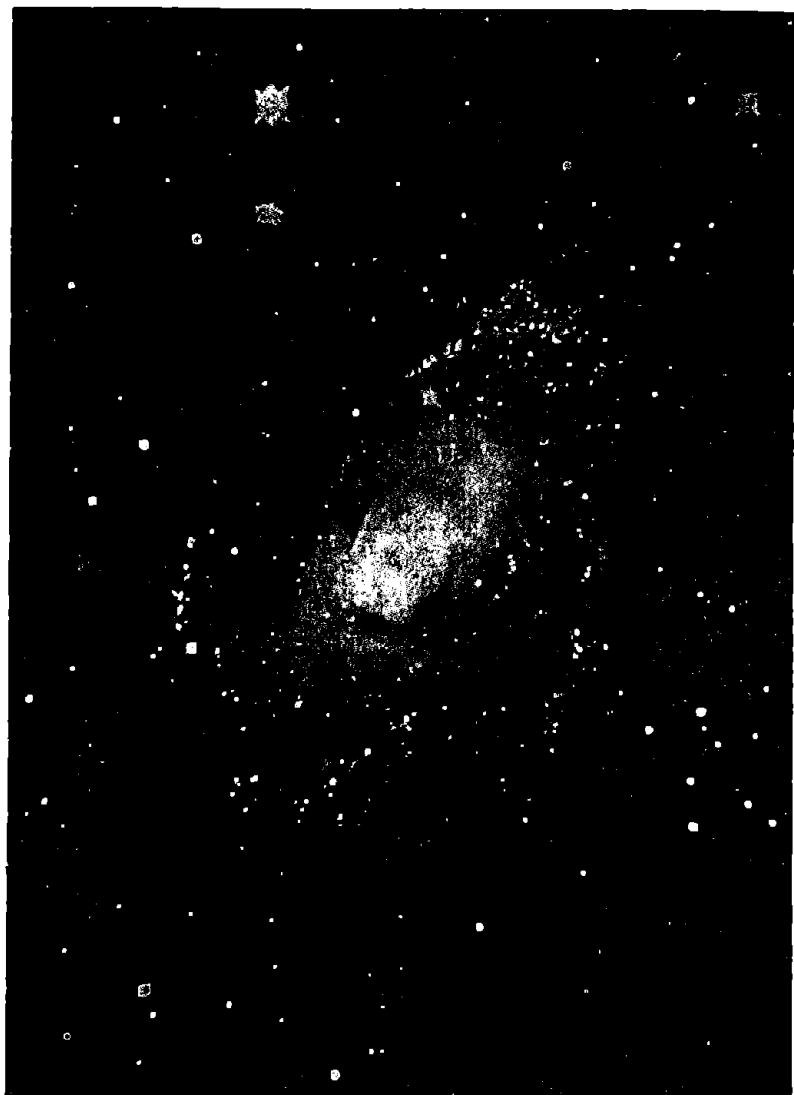
Es ist gar nicht so einfach, sich vorzustellen, daß das, was wir im allgemeinen unter dem All verstehen, unser sichtbarer Sternenhimmel nämlich, nur unsere allernächste Nachbarschaft ist, sozusagen unsere Heimatstadt, deren entfernteste Teile wir noch mit der Straßenbahn erreichen können, und während uns die D-Züge, Überseedampfer und das Flugzeug erst einen Begriff von der Größe der Erde geben, erlauben uns die Photographien der fernen Sternsysteme erst eine ungefähre Vorstellung von der Größe und Weite des Raumes. Wegen der Undeutlichkeit, mit der selbst die photographische Platte — natürlich mit Hilfe der stärksten Fernrohre! —, geschweige denn das Auge, diese Sternstädte wahrnimmt — nennt man sie ‚Nebel‘. Der Name hat noch eine doppelte Berechtigung, weil einige dieser ‚Nebel‘ tatsächlich in der Hauptsache aus gasförmigen Gebilden bestehen. Wir wollen uns solch eine Photographie einmal ansehen, und zwar den großen Nebel M 81 im Großen Bären, und zum Vergleich den sogenannten Nebel M 33 und den großen Nebel M 31 in der Andromeda. Diese Vergleiche sind deshalb interessant, weil sie uns etwas erkennen lassen. Was denn?“

„Es sieht aus, als ob Milch in der Zentrifuge geschleudert wird!“ fand Werner heraus.

„Werner ist ein guter Beobachter, und man merkt, daß er vom Lande kommt“, lobte Dr. Möller. „Wir sehen die Rotation, auf deutsch Drehung des ganzen Systems gleichsam im Modell vorgeführt. Aber noch eines fällt auf, weshalb ich euch diese Nebel jetzt zeige. Denkt bitte an unser Milchstraßensystem.“

„Die Linsenform — oder das Wagenrad!“ fand Peter.

„Siehst du wohl!“ fiel Dr. Möller ein. „Was uns von der Erde aus, also aus dem Innern des Milchstraßensystems kaum vorstellbar erschien, daß unsere riesenhafte



Der Nebel M 81 im Großen Bären.

M 81 ist die schönste aller Sternstädte im Raum und die erste, deren Rotation festgestellt werden konnte. Ihr Licht braucht 1 600 000 Jahre, um zu uns zu gelangen.

scheinbare Himmelskugel ein etwas dick geratener Kartoffelpuffer ist, das erscheint uns plötzlich ganz leicht verständlich.“

„Wie weit sind denn diese Nebel von uns entfernt?“ wollte Peter wissen.

„Das ist eine Frage, Peter, die ich dir nicht direkt beantworten kann. Dazu fehlt uns noch der Maßstab, den ich euch erst einmal geben und erklären muß. Mit unseren kleinen Kilometermaßstäben kommen wir in Verlegenheit. Die Nullen summieren sich derartig, daß sie unübersichtlich werden. Die Astronomen haben sich daher ein eigenes Maß geschaffen, und das hängt mit der Geschwindigkeit des Lichtes zusammen. Wie groß ist diese?“

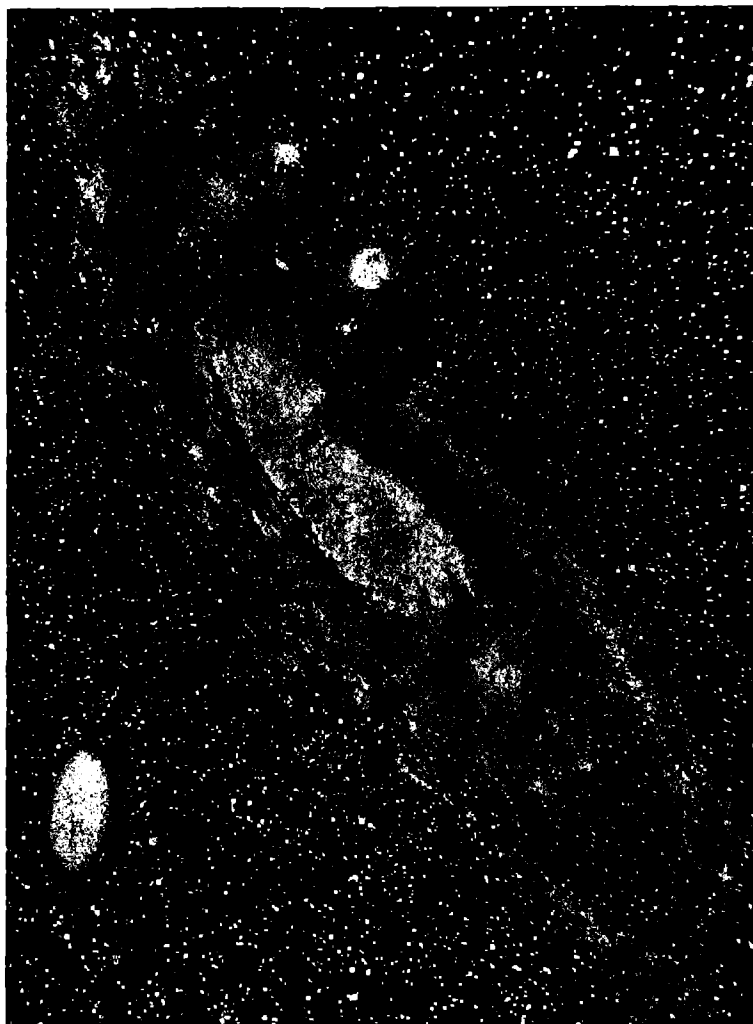
„333“ — begann Peter; aber er korrigierte sich gleich wieder: „das ist ja der Schall.“

„Wenn du an die 333 Meter, die der Schall in der Sekunde zurücklegt, drei Nullen anhängst und aus den Metern Kilometer machst, dann stimmt es ungefähr. 300 000 Kilometer pro Sekunde beträgt die Lichtgeschwindigkeit, d. h., in einer Sekunde läuft das Licht siebenmal um den Erdball, der einen Umfang von 40 000 Kilometer hat. Rechnen wir uns diese Geschwindigkeit pro Minute aus, so kommen wir auf 18 Millionen, und pro Jahr auf 9,5 Billionen Kilometer. Damit haben wir ein Metermaß gefunden, das für den Astronomen brauchbar ist. Er rechnet nach Lichtjahren oder nach Lichtmeilen. Ein Lichtjahr ist also die Strecke, die das Licht in einem Jahr zurücklegt, d. h. 9,5 Billionen Kilometer. Eine Lichtmeile sind 10 Billionen Kilometer. Während wir unseren nächsten Nachbarn, der Sonne, den Planeten oder gar unserem Mond, noch mit dem Kilometermaßstab auf den Leib rücken, können, brauchen wir im Verkehr mit den Nebeln das Lichtjahr oder die Lichtmeile. Zum Vergleich ein paar Zahlen: Unser Mond ist von der Erde 384 000 Kilometer entfernt, die Sonne rund 150 000 000 Kilometer; also 400mal so weit.

Das Licht der Sonne braucht demnach bis zur Erde wie lange? Etwa acht Minuten. Das sind also ganz nahe Wege, Katzensprünge für den Weltreisenden, wenn wir daneben die Entfernung des nächsten Sternes (außerhalb des Sonnensystems) halten. Er liegt auf der südlichen Halbkugel und ist von uns 270 000 mal so weit weg wie die Sonne, d. h., 40 Billionen Kilometer, also Lichtmeilen. Der Sirius, unser hellster Stern nächst Mond und einigen Planeten, ist acht Lichtmeilen entfernt. Die Planeten selber staffeln sich entfernungsmäßig in der folgenden Weise:

Am nächsten der Sonne dreht sich Merkur mit 58, als zweitnächster

die Venus	„ 108, dann
die Erde	„ 150,
Mars	„ 228,
Jupiter	„ 778,
Saturn	„ 1430,
Uranus	„ 2870,
Neptun	„ 4490 und
Pluto	„ 5900 Millionen Kilometern.



Der große Nebel M 31 in der Andrómeda.

Die am besten erkennbare Sternstadt im Raum. Das Licht von M 31 braucht 900 000 Jahre, um uns zu erreichen, und der Nebel selbst ist so groß, daß das Licht fast 50 000 Jahre braucht, um ihn zu durchkreuzen.

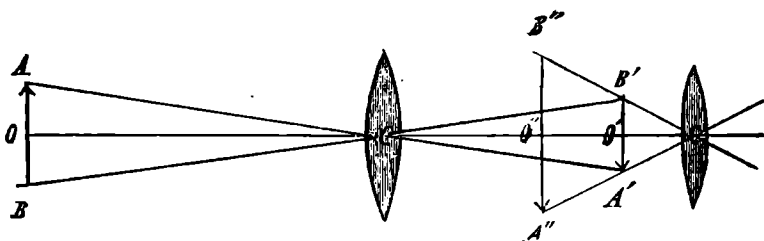
Das sind also wirklich nur Vorortentfernungen. Wie anders sieht das jedoch aus, sobald wir über das Milchstraßensystem in den Raum hinausfahren! 5,9 Milliarden Kilometer, das ist noch nicht einmal ein einziges Lichtjahr. Der allernächste Nebel aber, der Nebel M 33 — die Buchstaben und Nummern sind Katalogbezeichnungen — ist fast eine Million Lichtjahre entfernt, ebenfalls der Nebel in der Andromeda, der einzige, den wir schon mit bloßem Auge zu erkennen vermögen. Fast eine Million Jahre sind also die Lichtwellen ununterbrochen auf der Reise, ehe sie durch unsere Fernrohre in menschliche Augen oder auf eine photographische Platte treffen! Was sie uns heute zeigen, das geschah vor einer Million Jahren! Das fernste Sternsystem aber, das wir mit unseren Apparaten bisher feststellen konnten, die fernste kosmische oder Weltraumsiedlung sozusagen, befindet sich in einer Entfernung von 500 Millionen Lichtjahren! Dabei sind die Möglichkeiten, die durch den Bau des neuesten Riesenspiegelteleskops in Kalifornien entstanden sind, noch gar nicht erschöpft.“

„Was ist denn das, ein Teleskop?“ warf hier Werner ein.

„Entschuldige, Werner!“ sagte Dr. Möller. „Die Wissenschaft arbeitet mit so vielen Fremdwörtern, daß der Gebrauch ihr gar nicht mehr zum Bewußtsein kommt. Teleskop heißt auf deutsch Fernseher; es ist also ein Fernrohr. Und da du gerade beim Fragen bist, wollen wir auch gleich das beantworten: wieso Spiegelteleskop?“

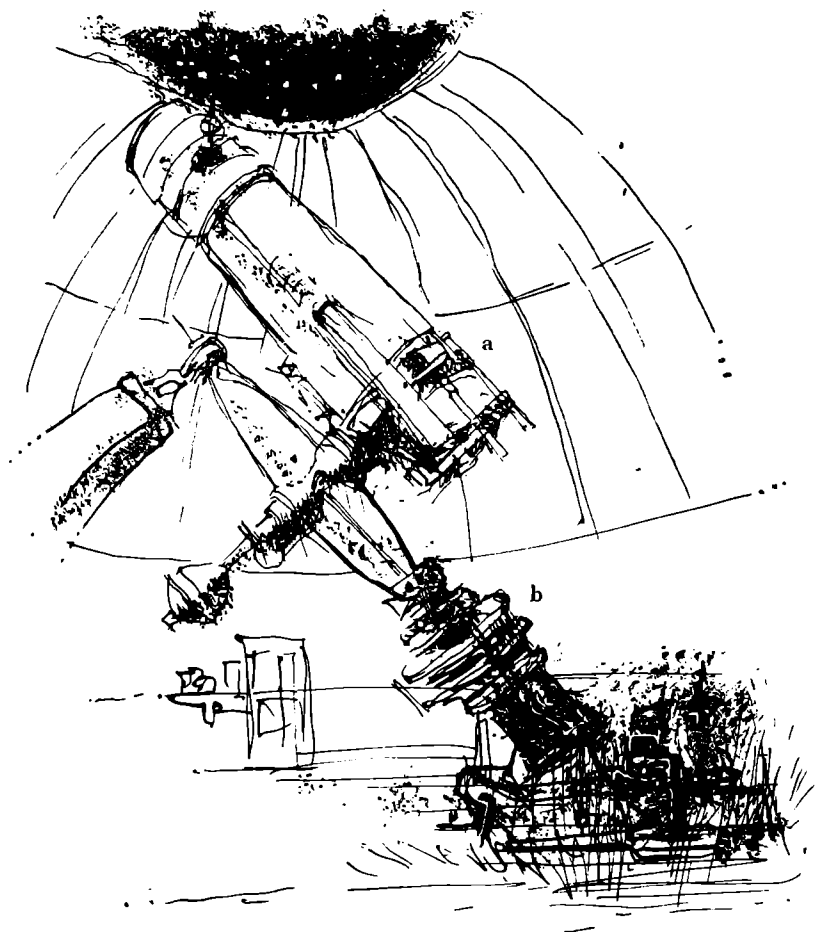
„Weil wir den Stern in einem Spiegel sehen?“ meinte Peter.

„Nicht in einem Spiegel“, berichtete Dr. Möller, „sondern von einem Spiegel reflektiert, d. h. zurückgeworfen. Und diese indirekte Methode wählt man, weil durch Lichtbrechung und Farbenzerstreuung in den astronomischen Fernrohren Unklarheiten entstanden. Ihr könnt euch den Unterschied der beiden Fernrohrtypen leicht klarmachen, wenn ihr euch das Schema des astronomischen Fernrohrs, wie es Kepler konstruiert hat, einmal anseht — —“



Von dem Gegenstand A — B laufen die Strahlen durch die doppelkonvexe Objektivlinse C und vereinigen sich zu einem Bild A₁ — B₁, das auf dem Kopf steht. Der Beobachter sieht durch das Okular (= Augenlinse) C₁, welches ebenfalls doppelkonvex (konvex = nach außen gewölbt) ist, wie durch eine Lupe, die das Bild A₁ — B₁ zu A₂ — B₂ vergrößert.

„— — und wenn ihr dieses Schema vergleicht mit dem des Spiegelteleskops, wie es Newton baute — —“



Am Boden eines vorn offenen Rohres ist ein Hohlspiegel eingesetzt. Die einfallenden Lichtstrahlen vereinigen sich zu einem umgekehrten Bild bei a). Ein unter 45° zur Rohrachse geneigter Spiegel läßt das Bild in b) zustande kommen, wo man es mit einem Okular betrachten kann.

„Nach diesem Ausflug in die Technik wollen wir wieder zu unseren Sternen zurückkehren. Peter, du scheinst etwas auf dem Herzen zu haben?“ fragte Dr. Möller.

„Als Werner nach dem Teleskop fragte, hatten Sie von den weiten Entfernungen der Sterne erzählt. Wie kriegt man denn die heraus?“ fragte Peter.

„Uijeh, Peter! Mit deiner Frage stellst du mir eine viel schwerere Aufgabe als du glaubst. Das ist nämlich leichter zu wissen, als zu erklären. Also: Ihr habt doch sicher schon einmal gesehen, wenn Landmesser an der Arbeit waren, eine Straße oder ein Grundstück zu vermessen. Was taten sie da?“

„Sie steckten das Gelände ab und maßen — —“

„Das andere ist gar nicht so wichtig, Peter: die Hauptsache, sie visierten einen Punkt mit Hilfe eines Meßstabes, von verschiedenen Stellen aus, an.

Wenn wir das beispielsweise mit dem Mond machen, dann können wir aus einer Basis und zwei Basiswinkeln die Länge der anderen Dreieckseiten und damit die Entfernung zum Mond berechnen. Diese Vermessungsmethode versagt aber, wenn wir sie auf die Sterne anwenden. Warum?“ — „Die Sterne sind zu weit entfernt.“

„Ja. Sie sind so weit weg, daß unsere Erdentfernungen praktisch gleich Null sind. Wenn wir uns die Spitze C eines Dreiecks



unendlich, also sternensweit entfernt denken, dann schmilzt die Basis A—B praktisch zu einem einzigen Punkt zusammen, so daß eine Winkelmessung nicht mehr möglich ist. Immerhin kommt uns, wenn wir im Bereiche unseres bekannten Himmels bleiben, eine Tatsache zu Hilfe, die es uns erlaubt, von zwei Punkten aus zu messen, die weit außerhalb des Erdumfangs liegen. Welche sind das? Wie kommen wir so weit in den Raum hinaus? Welches Flugzeug trägt uns dahin?“

„Wir nehmen eine gedachte Linie“, meinte Peter.

Aber Dr. Möller schüttelte den Kopf. „Mit einer gedachten Linie können wir keinen unbekannten Winkel messen; wir müssen schon selbst hin!“

„Wenn wir um die Sonne fliegen. Ich meine, während der Bahn der Erde um die Sonne!“ rief Werner und fand Dr. Möllers Zustimmung, der nun auch gleich wissen wollte, wie weit diese beiden äußersten Meßpunkte voneinander entfernt liegen. Aber da mußte er Werner wie Peter erst mit einer neuen Frage zu Hilfe kommen.

„Wie weit liegt doch unsere Erde von der Sonne ab?“ half er ihnen auf die Sprünge. Da dämmerte es bei beiden.

„Am anderen Ende der Erdbahn“, erklärte Peter, „sind wir doppelt so weit von unserem jetzigen Standpunkt fort, wie die Entfernung der Erde von der Sonne ausmacht.“

„Und da ihr diese noch nicht im Kopf habt, will ich sie wiederholen“, fuhr Dr. Möller lächelnd fort. „Unsere weiteste Weltreise führt uns 299,4 Millionen Kilometer ins All hinaus; nämlich das doppelte der Entfernung Erde — Sonne! Diese Strecke durchlaufen wir also alle —“

„Sechs Monate!“ fielen die beiden Freunde ein und zeigten auf die Erde. „Ja. Und dieser kleine Weg erlaubt es uns, mit sehr feinen Instrumenten nach dem üblichen Meßverfahren die Entfernungen wenigstens der nächsten Sterne zu ermitteln. Aber auch hier sind wir mit unserem Latein bald am Ende. Bei den weiteren Sternen versagt auch diese Messung, weil die Meßbasis von lumpigen 298 Millionen Kilometer zu klein ist. Doch auch da hat man einen Ausweg gefunden, oder vielmehr mehrere, die wieder von der Beschaffenheit der Sterne abhängig sind. Soweit die Sterne nämlich eine einheitliche Lichtstärke haben, kann man die Entfernung aus der Helligkeit ablesen, sobald man von einem einzigen weiß, wie hell er ist. Nun gibt es aber Querköpfe unter den Sternen, die uns zum besten haben wollen. Sie sind bald hell, bald dunkel, so, als ob jemand das elektrische Licht abdrosselt und wieder freigibt. Diesen Vexiersternen ist der Astronom jedoch auf die Spur gekommen, indem er feststellte, daß die Schwankung dieser Helligkeitswechsel ganz regelmäßig auftritt. Und nun kommt eine etwas komplizierte Rechnung, bei der die wahre Leuchtkraft und die scheinbare Helligkeit eine Rolle spielen und mit der man die Entfernung feststellt. Und da uns Sterne dieser Art in einer Entfernung zu Gebote stehen, die meßbar ist, so gestattete ihm wiederum der Vergleich, die Entfernungen der Unbekannten auszurechnen. Man nennt diese launischen Sterne die Veränderlichen. Ihrer Erforschung gilt ein wesentlicher Teil der astronomischen Arbeit. Überall, wo solche ‚Veränderlichen‘ festgestellt werden, können wir ziemlich sichere Schlüsse auf die Entfernungen ziehen. Das gilt auch für einen Teil der ganz weit im Raum kreisenden Nebel.“

„Manche Sterne sehen doch ganz rot aus — sind das auch solche Veränderlichen?“ fragte Werner.

„O nein!“ korrigierte Dr. Möller. „Das ist wieder ein ganz anderes Problem. Richtig ist aber, daß die Sterne tatsächlich verschiedene Farben haben und daß die Farbe wieder ein wichtiges Hilfsmittel ist. Aber wozu? Worauf können wir aus der Farbe der Sterne Schlüsse ziehen — — —?“

Darauf wollte sich die Antwort jedoch nicht so rasch einstellen, und so fuhr Dr. Möller fort:

„Wart ihr schon einmal in einem Hochofen?“

„Jetzt will er die Sterne gar noch kochen!“ rief Onkel Felix erheitert aus.

„Wenn auch nicht gerade kochen, so doch vielleicht schmelzen!“ wich Dr. Möller geschickt aus.

„Ich war schon mal in einer Eisengießerei“, sagte Werner.

„Da hast du doch auch mal in einen der großen Öfen hineingesehen?“

„Das kann man gar nicht aushalten“, fiel Werner eifrig ein, „die Hitze ist so groß, daß man richtig geblendet ist — —“

„Nicht die Hitze blendet dich, Werner“, erklärte Dr. Möller, „sondern — die Farbe.“

„Ja — die Feuerung wird ganz weißglühend, genau wie das geschmolzene Eisen!“

besann sich Werner. „Das ist auch beim Schmied zu sehen, wenn er das Eisen in die Glut hält und den Blasebalg zieht.“

„Das ist ausgezeichnet, Werner, was du da beobachtet hast. Wenn der Schmied das Eisen erhitzt, sieht es nämlich erst wie aus?“

„Rot!“

„Erst ist es rot und mit zunehmender Hitze wird es — — gelb und schließlich weiß. Und damit hätten wir eine Ursache für die Farben der Sterne. Nämlich —?“

„Ihre Temperatur“, antwortete Peter. „Die kältesten — — — aber das ist ja gerade das Gegenteil von dem, was ich glaubte! Dann wären ja die roten — — —“

„— — — die kältesten“, ergänzte Dr. Möller. „Gelbe Sterne wie unsere Sonne sind viel heißer. Wenn wir nun die Temperatur eines Sternes kennen, dann wissen wir noch mehr von ihm. Wir können dann nämlich die Strahlung berechnen, die von ihm ausgeht, und damit verrät er uns seine Größe. D. h. also: Der Astronom errechnet auf Grund der Farbe in Verbindung mit der Helligkeit eines Sternes dessen Größe! Und da kommen wir zu zwei überraschenden Ergebnissen. Das eine, das wir schon erwähnten, besagt, daß alle Sterne im Durchschnitt unserer Sonne gleichen. Das zweite zeigt uns Ausnahmen von ungeheurer Dimension. So ist z. B. der Stern Beteigeuze im Orion so gewaltig, daß 25 Millionen Sonnen darin Platz hätten. Trotzdem aber enthält dieser ‚Rote Gigant‘, wie man ihn nennt, nur etwa 40mal so viel Masse wie die Sonne — ein Zeichen, daß er sehr viel lockerer ‚gepackt‘ ist als diese!“

„Was heißt denn das, gepackt!“ fragte Peter.

„Ihr habt doch auf eurer Reise zum Atomkern gesehen“, erklärte ihm Dr. Möller, „daß ein Atom ein Sonnensystem im Kleinen ist: der Kern ist die Sonne und die Elektronen sind die Planeten. Dazwischen aber ist viel leerer Raum. Bei sehr großer Hitze wird das Atom gespalten und die meisten Elektronen fliegen ihm davon. Auf diese Weise kann, wenn die Ordnung des Atoms zerstört ist, der leere Raum von den ungeordneten Teilchen vollgepackt werden. Bei so kalten Sternen wie der Beteigeuze aber halten die Atome zusammen und beanspruchen viel Platz.“

„Wohnungsknappheit gibt es also bei Familie Stern nicht!“ warf Onkel Felix lächelnd ein.

„Das Komische ist nur“, fiel Dr. Möller lachend ein, „daß gerade die kalten Burschen sich so viel Platz lassen, während die viel heißeren, die ‚Weißen Zwerge‘, sich auf eine unvorstellbare hohe Dichte zusammenpressen, eben weil die winzigen zerstäubten Atomteilchen durch den hohen Druck des ganzen Sterngewichtes, genauer gesagt, durch die Gravitation oder Schwerkraft, so eng zusammengepfercht werden. Wenn wir auf der Erde so zusammengequetscht würden, dann bliebe von unserem locker gebauten Globus nur noch ein kleines, weißglühendes Modell übrig. Oder, um einen anderen Vergleich zu gebrauchen, dann könnten wir die heute so wichtigen Kohlen tonnenweise im Handkörbchen nach Hause tragen.“

„Wie heiß ist denn ein ‚Weißer Zwerg‘?“ wagte der wißbegierige Peter schon zu fragen.

„Die ‚Weißen Zwerge‘ haben eine Temperatur von etwa 8000 Grad“, antwortete Dr. Möller, worauf den beiden Jungen ein Ruf der Verwunderung entfuhr.

„Ja — aber das sind nur 10 Prozent der Temperatur unserer allerheißesten, der O-Sterne!“ fuhr Dr. Möller fort.

„80 000 Grad?“ fragten die beiden Freunde gleichzeitig.

„Stimmt“, meinte Dr. Möller. „So heiß sind diese verhältnismäßig jungen Sterne, während die ‚Weißen Zwerge‘ vermutlich das Endstadium, die letzte Station im Leben eines Sternes vorstellen. Man kann sie einen Haufen unendlich dicht gepackte, glühende Asche nennen, unfähig, noch eine Energie zu entwickeln.“

„Sind viele von den Sternen solche ‚Weißen Zwerge‘?“ fragte Peter.

„Die ‚Weißen Zwerge‘ sind nicht so sehr häufig, noch weniger die ‚Roten Riesen‘; die anderen entsprechen etwa unserer Sonne. 80 Prozent aller Sterne gehören zu dieser Mittelsorte, wir können ruhig sagen Mittelgewichtsklasse. Wenn wir uns diese Sterne einmal zusammenstellen und die betreffenden Farben dazu, dann kommen wir zu einem interessanten Resultat, das euch gleich auffallen wird. Die heißen wechseln vom Weiß bis zum Blau, ja Violett hinüber, während die kühlen bis zum dunkeln Rot leuchten. Von Rot über Gelb bis Blau und Violett — was haben wir da?“

„Die Regenbogenfarben!“ rief Werner.

„Wir haben das Spektrum, das ihr ja längst aus der Schule kennt. Und mit diesem Spektrum haben wir eines der wichtigsten Handwerkszeuge der Astronomie in der Hand. Bedenkt, daß es die Strahlung ist, die unseren Verkehr mit den Sternen, überhaupt mit dem ganzen Universum vermittelt. Der Strahl ist die Botschaft, die uns ein Stern zusendet. Diese Botschaft aufzufangen dienen Fernrohr und Photographie, und ihre Ausdeutung besorgen optische Geräte, die das Licht zerlegen. Diese Schau der Spektren nennen wir die Spektroskopie, die Instrumente Spektroskope, und ihre Erforschung die Spektralanalyse. Die Spektren ist die Mehrzahl von Spektrum — wieso Mehrzahl?“

„Wir wissen“, erklärte Dr. Möller, als die beiden sich ratlos ansahen, „wenn wir einen Körper zum Glühen bringen, sendet er Lichtwellen aus. Dieses Licht ist anders, wenn Eisen glüht, als wenn ein Gas glüht. Entsprechend ändern sich die Spektren. Und da wir den Charakter der Stoffe im Laboratorium untersuchen können, kennen wir deren Spektren und können nun aus dem jeweiligen Spektrum Rückschlüsse ziehen auf die Beschaffenheit des Körpers, von dem das Licht ausgeht. Wir wissen noch etwas anderes — nämlich, daß die Farben verschieden lange Wellen haben, und daß die langen Wellen — die roten, weniger abgelenkt werden als die kurzen — die blauen. Wodurch werden Lichtwellen abgelenkt?“

„Durch die Schwerkraft?“ riet Werner.

„Licht ist doch nicht schwer!“ wandte Peter hitzig ein.

„Das glaubte man bis vor wenigen Jahrzehnten, Peter! Heute wissen wir, daß Energie und Masse gleichartig sind und daß infolgedessen auch das Licht ‚schwer‘ ist. Aber diese Schwere ist praktisch gleich Null, und so hättet ihr beide recht. Nein, Werner, Lichtwellen werden durch etwas anderes im Wege gehemmt und abgelenkt. Welchen Weg nehmen denn z. B. die Sonnenstrahlen, um in unser Auge zu gelangen?“

„Durch die Luft!“ entfuhr es beiden zugleich.

„Das heißt also“, nickte Dr. Möller, „durch eine ziemlich dicke Materie, und auf diesem Wege verliert das Lichtbündel, das von der Sonne unterwegs ist, reichlich viel Blau, das in alle Richtungen zersprengt wird und erst auf diesen Umwegen in unser Auge dringt.“

„Ach, deshalb —!“ entfuhr es Peter.

„Ja, Peter, ganz recht. Deshalb ist —?“

„— — der Himmel blau!“ konstatierte Peter.

„Und aus dem gleichen Grunde ist der Sonnenauf- und -untergang —?“

„Rot — weil — — das ist gar nicht so einfach, wenn man es ausdrücken soll!“

„Aber auch nicht schwer“, tröstete Dr. Möller. „Er ist rot, weil der Weg durch die Erdatmosphäre bei tiefstehender Sonne länger ist als mittags im Sommer, und weil auf diese Weise mehr Blau weggefiltert wird — ja?“ — „Ja, natürlich!“

„Natürlich ist alles in der Natur. Man muß sie nur verstehen. Und was uns in diesem Falle die Lichtwellenfilterung durch die Erdatmosphäre klar macht, das ist eine für unser irdisches Leben höchst wichtige Tatsache: daß wir ohne diese Atmosphäre in einem gnadenlosen, stählernen Weiß leben würden, ohne die vielen und schönen Tönungen des Lichts. Wir werden das feststellen — ihr vielleicht, Peter oder Werner, werdet es noch erleben, wer weiß? — wenn wir dereinst über die Atmosphäre in den Raum hinausfliegen — —“

„Nach dem Mars!“ jubelte Peter, denn den ganzen Nachmittag hatte es ihn schon gejuckt, auf sein Lieblingsthema zu sprechen zu kommen.

„Einigen wir uns auf den Mars, Peter! Kannst mir einen Platz reservieren, wenn du soweit bist!“ pflichtete Dr. Möller bei. „Aber hab' noch einmal Geduld — wir gucken uns dann deinen Mars etwas näher an. Ich hatte eigentlich vorher noch eine andere Frage erwartet! Wir sprachen von den Strahlungen, die von den Himmelskörpern, speziell von unserer Sonne ausgehen. Diese Strahlungen — an Licht wie an Wärme — sind doch ungeheuer hoch. Mit wieviel Kerzen leuchtet wohl die liebe Sonne? Das könnt ihr nicht erraten. Die Leuchtkraft unserer Sonne entspricht 3000 Quadrillionen Kerzen. Die Nullen mögt ihr euch selber zusammenzählen. Und der Sirius hat eine Licht- und Wärmeausstrahlung von 26 Sonnen!“

„Sie können uns nicht mehr verblüffen“, wandte Onkel Felix ein. „Wir sind an Zahlen gewöhnt!“

„Ja, aber hinter den Zahlen stehen ja Tatsachen!“ entgegnete Dr. Möller. „Wo kommt diese ungeheure Leuchtkraft her?“

„Die Sonne ist eine glühende Kugel“, antwortete Peter.

„Gewiß, Peter, aber jede glühende Masse erkaltet doch. Wo nimmt die Sonne, woher nehmen die durch Jahrmillionen strahlenden Sonnen ihre Reserven her? Das ist doch die Frage! So ein Ofen brennt doch nicht ewig?“

„Vielleicht verbrennt die Sonne und erkaltet irgendwann wirklich einmal?“ meinte Peter.

„Das ist ein ganz logischer Einwand, Peter“, sagte Dr. Möller. „Die Sterne verlieren tatsächlich an Substanz. Und trotzdem macht sich dieser Substanzschwund wenig bemerkbar. Wir können uns die Sonne als eine mächtige Kraftanlage vorstellen, die nämlich durch die Umwandlung von Wasserstoff in Helium ständig neue Energien entwickelt. Bis vor kurzem glaubte man, daß bei diesem Vorgang ungeheure Explosionen entstünden, durch die unvorstellbar riesige Fontänen glühenden Gases ins Weltall hinausgeschleudert würden, die sogenannten Protuberanzen. Wir müssen dabei bedenken, daß die Sonne schon an der Oberfläche Temperaturen von 6000° C hat, während im Innern die über jede menschliche Vorstellung hinausgehende Temperatur von 20 Millionen Grad oder mehr herrscht. In letzter Zeit wird aber der Zusammenhang zwischen dieser ständigen Energieentwicklung und den Protuberanzen durch eine andere Erklärung ersetzt.“

„Hängen die Protuberanzen auch mit den Sonnenflecken zusammen?“ wollte Peter wissen.

„Sicher“, sagte Dr. Möller. „Die Sonnenflecken sind Gebilde von riesigem Ausmaß, oft von der Größe mehrerer Erddurchmesser. Man hat sie als Wirbel bezeichnet, die die Sonnengase umrühren. Scheinbar umkreisen Elektronen, die aus dem Sonnenkern hinausgeschleudert werden, diese Wirbel und verursachen magnetische Kraftfelder die unsere Magnetnadeln ablenken können.“

„Ich dachte immer, es wäre nur Aberglauben, wenn immer gesagt wird, die Sonnenflecken wären an schlechter Witterung und so schuld. Haben die wirklich so großen Einfluß?“

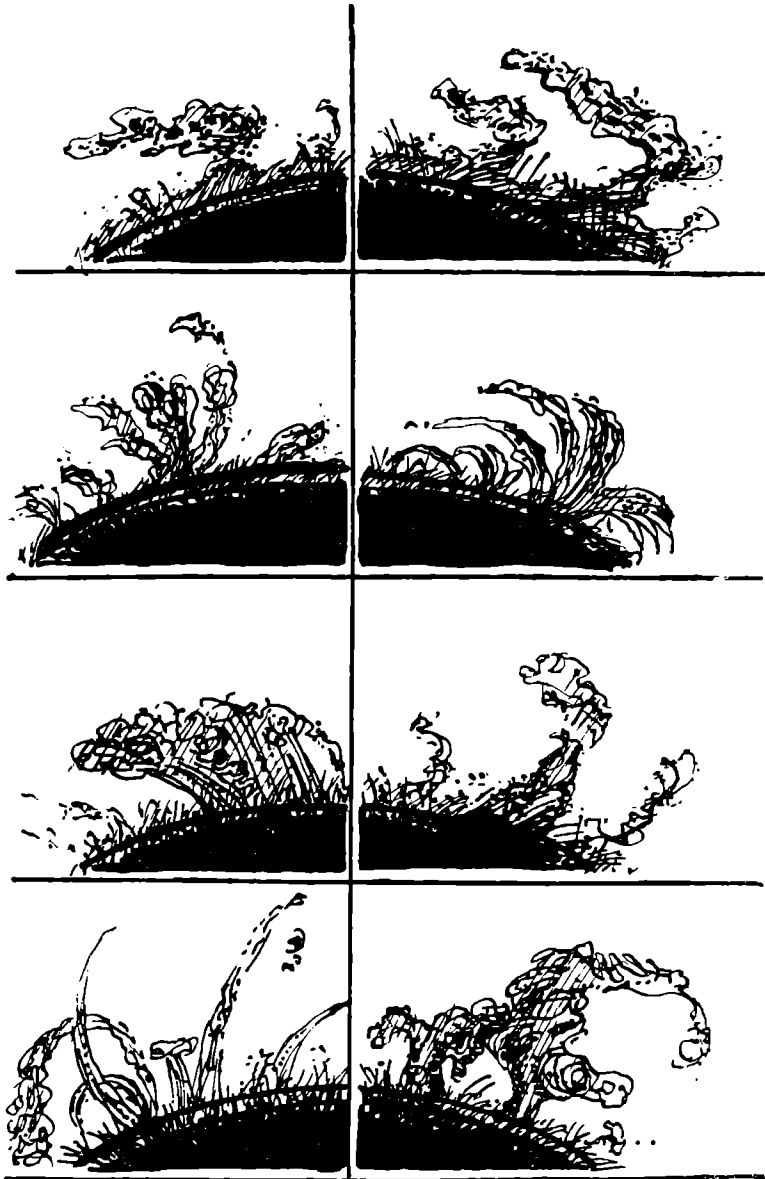
„Sicher stehen sie zur Witterung wie zum Erdmagnetismus, z. B. auch zum Polarlicht, in Beziehung. Aber genaue Gesetze sind uns noch nicht bekannt. Ein örtlicher Zusammenhang zwischen den Protuberanzen und Sonnenflecken scheint aber zu bestehen.“

„Woher kennen wir denn die Zusammensetzung der Sonne?“ wollte Peter wissen.

„Na, Werner“, sagte Dr. Möller, „ich merke, das kannst du dem Peter schon klar machen.“

Das gab dem Peter aber einen mächtigen Stich und Antrieb, und ehe Werner noch antworten konnte, sprudelte er das Wort „Spektroskop!“ hervor.

„Ganz recht, Peter“, stimmte Dr. Möller zu, „das Spektrum der Sonnenatmosphäre verrät uns die Zusammensetzung der Materie. Wir machen dabei eine ganz inter-



Acht verschiedene Protuberanzen der Sonne.

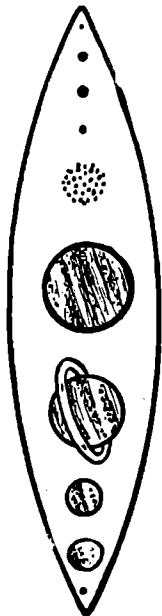
essante Feststellung, die uns auch gleich wieder zum Mars hinlenken wird. In den Sonnengasen finden wir z. B. Blei, Platin und andere Metalle, alles alte Bekannte von der Erde. Was würdest du daraus folgern, Peter?"

Peter dachte einen Augenblick nach. „Es erinnert mich“, sagte er, „an etwas, das wir gerade in der Schule hatten. Ich meine die Inseln zwischen Amerika und Asien. Wie die beiden Erdteile früher zusammenhingen, so sind vielleicht Sonne und Erde ganz früher einmal eine große Kugel gewesen?"

„Wunderbar, Peter“, sagte Dr. Möller, „und nicht nur Sonne und Erde, sondern Sonne und alle Planeten. Aber wie haben diese sich selbständig gemacht? Wie ging dieser Geburtsakt vonstatten? Darüber gibt es freilich keine genaue Kunde, denn niemand war dabei, und schließlich war es ja auch nicht vorgestern gewesen. Aber es gibt einige Erklärungen, die ganz hübsch sind, obwohl noch keine von ihnen wissenschaftlich standgehalten hat. Seht euch zuerst mal die Größenverhältnisse der Planeten gleichzeitig mit ihrer Entfernung von der Sonne an.“

„Sie werden größer und nehmen dann wieder ab“, konstatierten die beiden Freunde. „Sieht aus wie eine Zigarre“, lachte Werner.

„Wir wollen uns das etwas näher ansehen“, sagte Dr. Möller. „Es handelt sich ja schließlich um uns und unsere nächste Nachbarschaft, also gleichsam um kosmische



Planet	Durchmesser	Entfernung in km
MERKUR	5000 km	58 Millionen!
VENUS	12 000 km	108 Millionen!
ERDE	13 000 km	149 Millionen
MARS	7000 km	[228 Millionen
ASTEROIDEN	—	—
JUPITER	143 000 km	778 Millionen
SATURN	121 000 km	1400 Millionen
URANUS	50 000 km	2900 Millionen!
NEPTUN	53 000 km	4500 Millionen
PLUTO	5000 km	5900 Millionen

Entfernung der Planeten von der Sonne.

Heimatkunde. Der Astronom Jeans erklärt sich diese Planetengeburt auf die folgende Weise: In Urzeiten geriet die Sonne in das Schwerfeld, also in den Bereich der Anziehungskraft eines gewaltigen Sternes. Wäre sie selbst kleiner gewesen, so hätte das ihr Ende bedeutet. Weil sie selber ein solcher Koloß war, kam sie mit einem mächtigen Aderlaß davon. Ihr wißt doch, daß das Meerwasser vom Mond angezogen wird — es entsteht dadurch Ebbe und Flut. Nun denkt euch diese Anziehungskraft, diese Flutwelle so gesteigert, daß das Wasser in der Form einer Windhose nach oben gezogen wird. So ging es mit der Sonnensubstanz: sie wölbte sich nach oben, stieg zu einem steilen Berg auf und wurde schließlich der Mutter Sonne buchstäblich aus dem Leib gerissen. Auf diese Weise kann man sich die Zigarrenform ganz gut erklären — und die paßt auch genau — wozu?“

„Zu der Größe der Planeten!“ rief Peter. „Ich glaube, ich weiß jetzt auch, wie das — wie — —“

„— wie dieser Prozeß weiterging, willst du sagen?“

„Ja. Die herausgerissene Sonnenmaterie erkaltete und zog sich zu den Planeten zusammen?“

„So ungefähr muß es gewesen sein. Und wenn man sich vorstellt, daß dabei von dem einzelnen Planeten wieder einzelne Stücke herausgerissen wurden, die nun wieder von deren Anziehungskraft festgehalten werden, und zwar bei der Erde ein Stück, beim Saturn gleich neun bis zehn, so haben wir gleichzeitig eine Erklärung für die Entstehung der Monde. Wir können also ganz gut einen beliebten Vergleich anwenden und sagen, die Sonne sei die Mutter der Planeten und die Großmutter der Monde. Folgerichtig zu dieser Theorie sind also der sonnennächste Planet Merkur und der sonnenfernste Pluto die kleinsten; Jupiter in der Mitte ist der größte — abgesehen von einer ganzen Gruppe Planeten-Miniaturausgaben, die zwischen Mars und Jupiter ihre Bahnen zugewiesen erhielten. Wie kommen die wohl dahin? Sie zerstören uns doch die ganze Theorie von der herausgezogenen Flutwelle, die in der Mitte am stärksten ist!“

„Es sind Monde!“ meinte Peter.

„Nein, Peter, dann müßten sie ja um einen Planeten kreisen. Sie kreisen aber um die Sonne!“ belehrte Dr. Möller. „Es sind echte Planeten, wegen ihrer Kleinheit Planetoiden genannt. Es gibt für sie eine ganz einfache Erklärung, die diese Theorie nicht aufhebt, sondern bestätigt! Die Planetoiden sind Reste eines geplatzten Sternes, der zwischen Mars und Jupiter lag. Das war also ein ziemlich großer Planet, etwa so groß wie die Erde. Wir kennen aber noch ein sehr interessantes Beispiel eines ehemaligen Mondes, der seinem Planeten zu nahe auf den Leib rückte, auseinanderplatzte und nun, in viele Brocken zerrissen, um ihn kreist. Das werdet ihr nicht erraten. Aber ich will euch den Planeten mitsamt seinem, ja — man kann schon sagen Klamotten-Mond, nun im Fernrohr zeigen.“

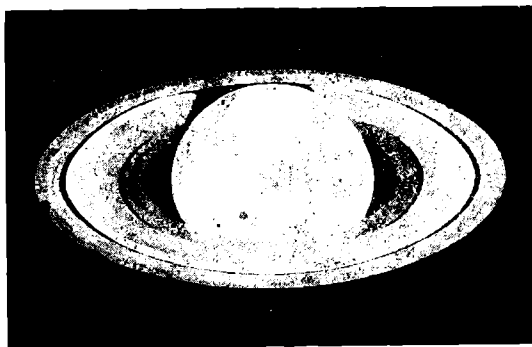


Am Refraktor einer Sternwarte.

Damit drehte Dr. Möller, wie Aladin die Wunderlampe, die Zeit ein wenig vor, und die beiden Freunde saßen vor einem großen Fernrohr, in dem sie beide zusammen Platz gehabt hätten, und durch dessen Länge hindurchzukriechen sie ein paar Minuten gebraucht hätten.

Sie hörten mit Spannung das leise Surren des Motors, als von dem jungen Assistenten der Sternwarte das große Rohr gerichtet wurde. Werner durfte als erster hindurchsehen; auf der Reise war das von ihnen ausgeknobelt worden. Er war fast erschrocken, als das kleine Pünktchen, das er mit bloßem Auge wahrgenommen, gleichsam herangeschossen kam und den Ring deutlich erkennen ließ. Peter wieder machte sich daraufhin übertriebene Vorstellungen und war enttäuscht, als er die vergrößerte Wirklichkeit ungenauer sah als die bereits bekannte photographische Ab-

bildung. Er ließ sich erklären, daß das Auge des Menschen längst in seiner Bedeutung für die Astronomie hinter dem der astronomischen Kamera zurückstehen mußte. So nahm er verständigerweise die Beobachtung, die ihm durchs Fernrohr vergönnt war, als eine reizvolle Neugierbefriedigung und Zugabe zu Dr. Möllers einführenden Er-



Saturn.
Der Ring besteht aus Gesteinsbrocken,
Resten eines zerstörten Mondes.

klärungen und erkannte abermals, daß die Wissenschaft kein Spiel, sondern eine ernste und entsagungsreiche Arbeit ist.

„Da seht ihr also den Planeten mit dem zertrümmerten Mond“, erklärte Dr. Möller. „Aber er hat ja genug von der Sorte. Neun sind ihm noch verblieben. Nicht auszudenken, daß es der Sonne ebenso ergangen wäre, hätte sie sich damals länger im Anziehungsbereich des Weltriesen befunden. Leichter vorstellbar ist es aber, daß einem

uns nah bekannten Freund, den wir uns jetzt besehen wollen, das gleiche Schicksal ereilen könnte, wenn er in seinem Bestreben nach Anlehnung, der Anziehungskraft der Erde einmal in zu gefährliche Nähe rücken würde.“

Damit ließ er Peter ans Fernrohr, der nun freilich diesmal begeistert war von dem Bild, das sich ihm bot, so daß er rasch seinem Freunde Werner Platz machen mußte, der auch gleich einmal hindurchsehen wollte.

„Glauben Sie denn, daß unser Mond auch einmal zertrümmert wird?“ fragte Peter beinahe ängstlich.

„Nicht mehr, Peter“, meinte Dr. Möller. „Auch das ist eine veraltete Theorie. Wir wissen heute, daß der Mond sich nicht der Erde nähert, sondern daß er sich von ihr entfernt“, tröstete er lachend. „Also behalten wir ihn, unseren alten Begleiter. Was macht er denn für einen Eindruck?“

„Ziemlich gespenstisch“, meinte Peter. „Wie lauter Vulkane. Ist das ringsum so tot?“

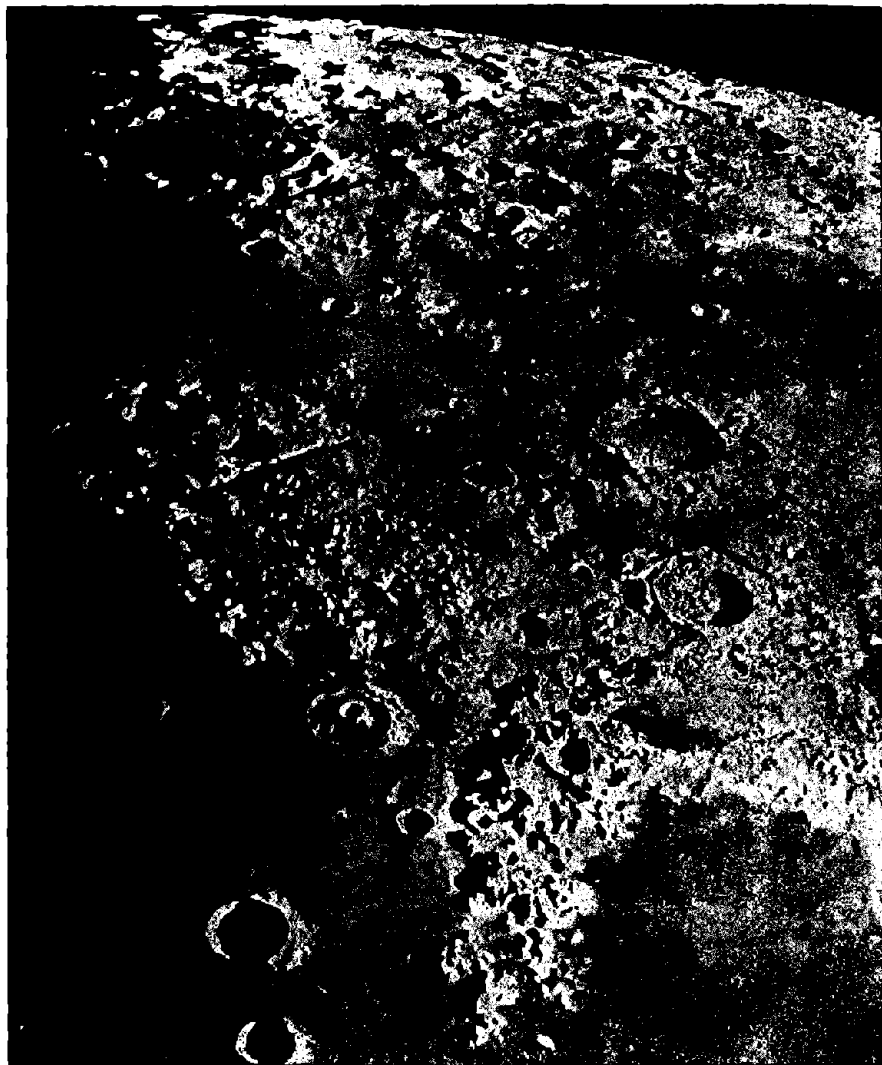
„Vermutlich, Peter. Da der Mond uns immer die gleiche Hälfte zukehrt, bekommen wir die abgekehrte Seite nie zu Gesicht.“

„Das sieht alles so flach aus“, meinte Peter, und Werner bestätigte den Eindruck.

„Das täuscht“, meinte aber Dr. Möller. „Die Gebirge des Mondes, die wir uns einmal auf einer vergrößerten Teilkarte ansehen wollen, erreichen die ganz hübschen Höhen von 5000 bis 6000 Meter, die zu ersteigen übrigens gar keine Mühe machen würde. Warum?“

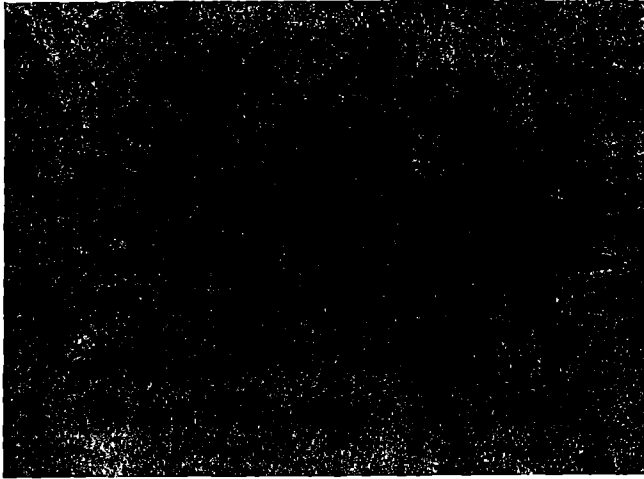
„Die Luft ist dünner?“ riet Peter.

Dr. Möller lachte rund heraus. „Ich würde dir nicht raten, ohne Sauerstoffapparat auf dem Mond auszustiegen!“ sagte er. „Der Mond hat überhaupt keine Atmosphäre. Und zwar aus demselben Grunde, der uns das Bergsteigen auf den Mondbergen so leicht macht. Die Anziehungskraft des Mondes ist nur $\frac{1}{6}$ so stark wie die der Erde.



Alpen- und Kaukasusgegend des Mondes.

Wir können also mit der gleichen Kraft sechsmal so weit springen wie bei uns. Nun dreht sich der Mond nur einmal im Monat um sich selber. Die eine Hälfte wird also 14 Tage lang von der Sonne ununterbrochen geröstet. In dieser Hitze würden sich die Luftmoleküle in einer so hohen Geschwindigkeit bewegen, daß sie dem Mond davonflögen. Der Mond kann mit seiner geringen Anziehungskraft eine Atmosphäre nicht festhalten. Es wäre also praktisch recht reizlos, sich auf Kletterpartien auf dem Mond einzulassen, zumal der großen Hitze auf der Sonnenseite, die etwa 90° C, mittags sogar 130 bis 150° beträgt, eine Kälte von 100 bis 150° auf der Schatten-



Vulkanlandschaft
(aber diesmal auf der Erde).

seite entspricht. Und auch sonst ist es ungemütlich. Seht euch mal die folgende Abbildung an: Das ist diesmal eine Vulkanlandschaft vom Erdvesuv, die den vulkanischen Charakter des Mondes deutlich illustriert. Er läßt sich auch noch durch etwas anderes nachweisen, nämlich durch den auffallenden Temperaturwechsel während einer Mondfinsternis. Man stellte fest, daß

die Temperatur rapid, und zwar in Minuten, von $+ 90^{\circ}$ auf $- 100^{\circ}$ fiel, als der Erdschatten die Sonnenstrahlen vom Mond abhielt. Ihr wißt doch, daß die Mondfinsternis — — — auf welche einfache Weise zustande kommt?"

„Die Erde stellt sich vor den Mond und verdeckt ihm die Sonne“, erklärte Werner. „Vorzüglich, Werner“, nickte Dr. Möller. „Und zur Verdeutlichung rufen wir uns das rasch noch ins Gedächtnis, indem wir uns die Skizze der Finsternisse ansehen.“

Wenn nun die Temperatur infolge des Erdschattens so rapid zurückgeht, so ist das nur damit zu erklären, daß der Boden über keine Wärmereserven verfügt, und das wieder setzt eine Materie voraus, die keine Wärme leitet. Das ist aber vulkanische Asche. Der Mond ist also ein toter Körper, ohne Eigenwärme, ohne eigenes Licht, ohne Atmosphäre, ohne Wasser, zwischen Siedehitze und Eisestarre wechselnd. Es gibt übrigens unter den Planeten einen, der ganz ähnlich beschaffen ist, das ist der

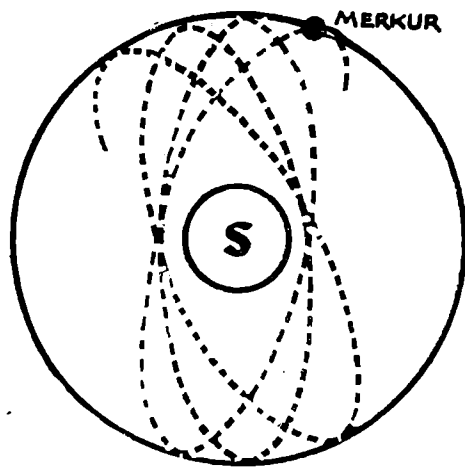
kleine Merkur, dessen eine Hälfte noch dazu ständig in der Sonne schmort. Wenn ihr euch einmal eingehender mit der Astronomie beschäftigt, werdet ihr auf die Relativitätstheorie stoßen und im Zusammenhang damit auf eine Merkwürdigkeit des kleinen Merkurs, die ich nur erwähnen will, um eure Forscherneugier anzuspornen: ich

meine die Merkurbahn um die Sonne, die so eigenartig ist, daß man längere Zeit glaubte, es handle sich um zwei Planeten. Man hatte dem vermeintlichen zweiten sogar schon einen Namen gegeben: Vulkan! Den Vulkan gibt es also gar nicht, wohl aber die seltsame Merkurbahn.

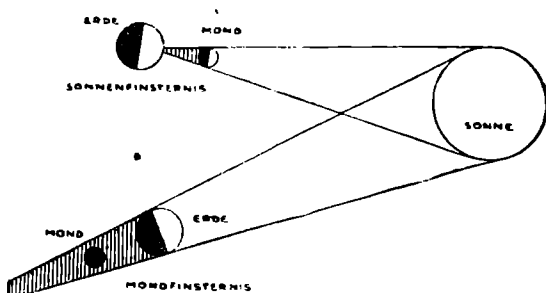
Der Merkur läuft in einer Ellipse um die Sonne, die Ellipsenbahn dreht sich ihrerseits langsam um die Sonne — sie braucht dazu drei Millionen Jahre!“

Während dieser Erklärung war das Fernrohr neu gerichtet, und Peter konnte sich nicht enthalten, Dr. Möller leise zu fragen: „Kommt jetzt der Mars?“

„Du sagst es“, bestätigte ihm Dr. Möller freundlich lächelnd. „Sag uns aber vorher, was du dir so Spannendes von dem Anblick erwartest.“



Rosettenbahn des Planeten Merkur.



Schema der Finsternisse.

„Die Marskanäle! Ich möchte gern wissen, ob es Menschen auf dem Mars gibt!“

„Da steht gerade einer und winkt!“ sagte der Assistent, der am Okular saß. „Es muß ein besonders großes Exemplar sein, daß man ihn erkennen kann.“

Die beiden Freunde sahen sich einen Augenblick verblüfft an. Dann fiel der Groschen, und beide lachten.

„Wenn ihr lacht, geht er in seine Höhle“, sagte der junge Mann, „auf dem Mars gibt es nichts zu lachen.“ Damit machte er Peter Platz. Peter sah ziemlich lange hindurch. Dann ließ er Werner ans Okular. Er selbst machte ein nachdenkliches Gesicht.

„Na, hast du ihn stehen sehen?“

„Ich habe überhaupt nichts gesehen“, sagte Peter traurig. „Das heißt natürlich, helle Teile und dunkle, wie man sie auf dem Mond mit bloßem Auge sieht, konnte ich unterscheiden. Aber sonst — — —“

„Von Kanälen keine Spur“, pflichtete Werner bei.

„Ich sagte doch, daß es auf dem Mars nichts zu lachen gibt!“ sagte der Assistent.

„Wieder eine Bestätigung, daß die Augenbeobachtung zurücktritt hinter der Photographie“, erklärte Dr. Möller. „Seht euch trotzdem des Interesses halber einmal eine Zeichnung der sogenannten Marskanäle an.“

„Da sind ja aber die Kanäle!“ riefen Peter und Werner. „Wie hat man denn die gefunden?“

„All diese Linienkarten sind mit visuellen, d. h. Augenbeobachtungen zustande gekommen“, erklärte Dr. Möller. „Viele Astronomen haben unendliche Mühe darauf verwandt, auf diese Weise Marskarten nachzuzeichnen und den Beweis zu erbringen, daß auf dem Mars Menschen existieren. Mit Sicherheit ist aber bis heute noch nicht einmal erwiesen, ob es überhaupt Lebewesen auf dem Mars gibt. Da euch das so sehr interessiert, wollen wir zuerst fragen, wovon denn Leben abhängig ist.“

„Von der Wärme“, meinte Werner.

„Vorausgesetzt, daß sie richtig dosiert ist“, sagte Dr. Möller.

„Von der Luft“, meinte Peter.

„Auch die gehört dazu. Notwendig ist eine mittlere Temperatur, eine Atmosphäre, die die Wärme hält und die den wichtigen Sauerstoff aufweist. Schließlich der Wechsel der Jahreszeiten, den wir nicht vergessen dürfen, und der die Voraussetzung für die ewige Erneuerung in der Natur ist. Wenn wir das alles zusammenrechnen, dann erscheint uns die Bewohnbarkeit des Mars doch mindestens zweifelhaft. Die Atmosphäre ist dünn. Die Oberfläche besteht offenbar auch wie bei Mond und Merkur zum Teil aus vulkanischer Asche, was wir aus der Art des Lichtes schließen, das der Mars zu uns sendet; ein solcher Boden hält die Wärme schlecht fest. Man schließt daraus, daß es in der Nacht selbst am Äquator, an dem es tagsüber erträglich wäre, unerträglich kalt ist. Einen Wechsel der Jahreszeiten hatte man noch bis vor kurzem



Marskanäle.

aus den vermeintlichen Schneefällen am Pol gefolgt; aber dieser angebliche Schnee hat sich als die Ausstrahlung einer Wolkendecke entpuppt. Trotzdem gibt es wahrschein-

lich wenig Regen, da der Wasserdampfgehalt gering ist. Was nützte auch der Regen, wenn er auf totes Land fällt?"

„Aber die Kanäle?" fragte Peter.

„Sind vermutlich Täuschungen", meinte Dr. Möller. „Die photographische Platte hat sie noch nicht bestätigt."

„Schade", meinte Peter, „ich hatte gehofft, die Marsbewohner noch kennenzulernen."

„Mit dem was ich sagte, ist die Unmöglichkeit der Bewohnbarkeit ja noch nicht erwiesen, Peter. Und wenn du dich begnügst und nicht gerade Menschen verlangst — Leben, d. h. Pflanzenwuchs, wirst du vielleicht doch feststellen können. Es ist noch gar nicht lange her, seit der russische Gelehrte Tichow mit Hilfe der Spektralanalyse (ihr erinnert euch!) die Existenz von Chlorophyll, d. h. Blattgrün, auf dem Mars nachwies. Aus der Lage der Spektrallinien läßt sich ja die chemische Natur eines Stoffes erkennen. Mit Hilfe moderner Lichtmeßmethoden hat man auch Eis und Kohlensäure festgestellt. Also wenn wir auch kein tierisches oder gar menschliches Leben mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, so doch sicherlich pflanzliches. Menschen scheint es tatsächlich, innerhalb unseres Sonnensystems jedenfalls, nur auf der Erde zu geben. Ob andere Sonnen, soweit sie Planetenmütter sind, bewohnbare und von Menschen bewohnte Körper um sich herum scharen, irgendwo draußen im Raum, das wissen die Götter."

„Sehr schön!" tönte es da vom Fernrohr her. Der Assistent rief es. Dann machte er Dr. Möller Platz.

„Da hätten wir ja den Haufen im Herkules — stimmt das?" fragte Dr. Möller.

„Stimmt", bestätigte der Assistent, der inzwischen die Aufmerksamkeit der beiden Jungen auf den Punkt am Himmel lenkte, auf den das Fernrohr gerichtet war. Aber mit bloßem Auge war kaum etwas zu erkennen. Um so erstaunter waren die beiden, als das Teleskop ihnen eine herrliche Häufung von großen Sternen nahe brachte.

„Ihr seht hier einen der sogenannten ‚Kugelförmigen Sternhaufen'“, erklärte dabei Dr. Möller. „Das Licht, das ihn euren Augen sichtbar werden läßt, ist 33 000 Jahre unterwegs, um hierher zu gelangen. Der Haufen sendet eine Lichtmenge aus, die 2½ millionenmal kräftiger ist als die der Sonne, und trotzdem konntet ihr ihn mit bloßem Auge kaum wahrnehmen. Von dieser Sorte kennen wir etwa 100, von denen der weiteste 185 000 Jahre entfernt ist. Wißt ihr auch noch, wie wir diese Entfernungen abschätzten? Erinnert euch — es gab da überall so merkwürdige Querköpfe — —"

„Die Veränderlichen!"

„Richtig, Peter. Hast du gut gewußt! Wo die vorkommen, lassen sich die Entfernungen ziemlich genau angeben."

„Gehören diese Sternhaufen auch zu den Nebeln?" fragte Peter.

„Nein, Peter, die Sternhaufen gehören zum Milchstraßensystem. Der nächste Nebel aber, den wir vielleicht ins Fernrohr bekommen, wenn auch nicht so schön wie er auf der photographischen Platte erschien, ist — wißt ihr's noch — —?“

„Ich glaube, ich weiß noch: fast eine Million Lichtjahre entfernt — stimmt's?“

„Genauer sind es ca. 850 000 Lichtjahre, also zehnmal weiter als der Durchschnitt der Kugelhaufen. Und nun hätte ich gern noch einen Blick in den Teil der Milchstraße geworfen, in dem wir die Nabe unseres Milchstraßensystem-Wagenrades vermuten. Entsinnt ihr euch? Um diese Nabe kreist das ganze galaktische System, auch — —?“

„Auch unsere Sonne!“

„Ja. Unsere Mutter Sonne mitsamt ihren Kindern und Enkeln. Sie wandert in einem ganz rüstigen Wanderschritt von 300 Kilometer pro Sekunde, und sie braucht für diese Rundreise um den Angelpunkt unseres ganzen Milchstraßensystems 200 bis 300 Millionen Jahre. Der Punkt aber, um den sich alles dreht, liegt — leider — im Schützen, zu weit südlich, so daß wir ihn nicht sehen können. Aber weil wir auch nichts wesentlich anderes sehen könnten, als in unserer nördlichen Milchstraße, so begnügen wir uns, ein wenig in das weiße geheimnisvolle Band hineinzusehen, von dem wir nun schon eine ganze Menge zu erzählen wissen.

Was hätten wir denn da?“

„Ein Stück Milchstraße im Schwan“, erklärte befriedigt der Assistent.

„Nun seht euch an, wie sich das milchige Band recht deutlich in viele einzelne Sterne auflöst. Die große Sonne, die links oben leuchtet, ist der Stern Deneb im Sternbild des Schwans. Und links von ihm habt ihr auch gleich einen Nebel, auf den wir uns noch einmal stärker konzentrieren wollen. Man nennt ihn den Amerika-Nebel wegen seiner Form, die an Nordamerika erinnert.“

„Erkennt man ganz deutlich“, sagte Werner, der durchs Okular schaute.

„Und nun stellt euch vor, daß es zu der Zeit, als der Lichtstrahl von dem Nebel ausgesandt wurde, der jetzt in euer Auge fällt, noch gar keine Menschen auf der Erde gab“, sagte Dr. Möller. „Wenn damals also ein Bewohner dieses himmlischen Amerika ein Lichttelegramm losgelassen hätte, um im Milchstraßensystem anzufagen, ob es bewohnt sei, so käme das glücklich heute hier an.“

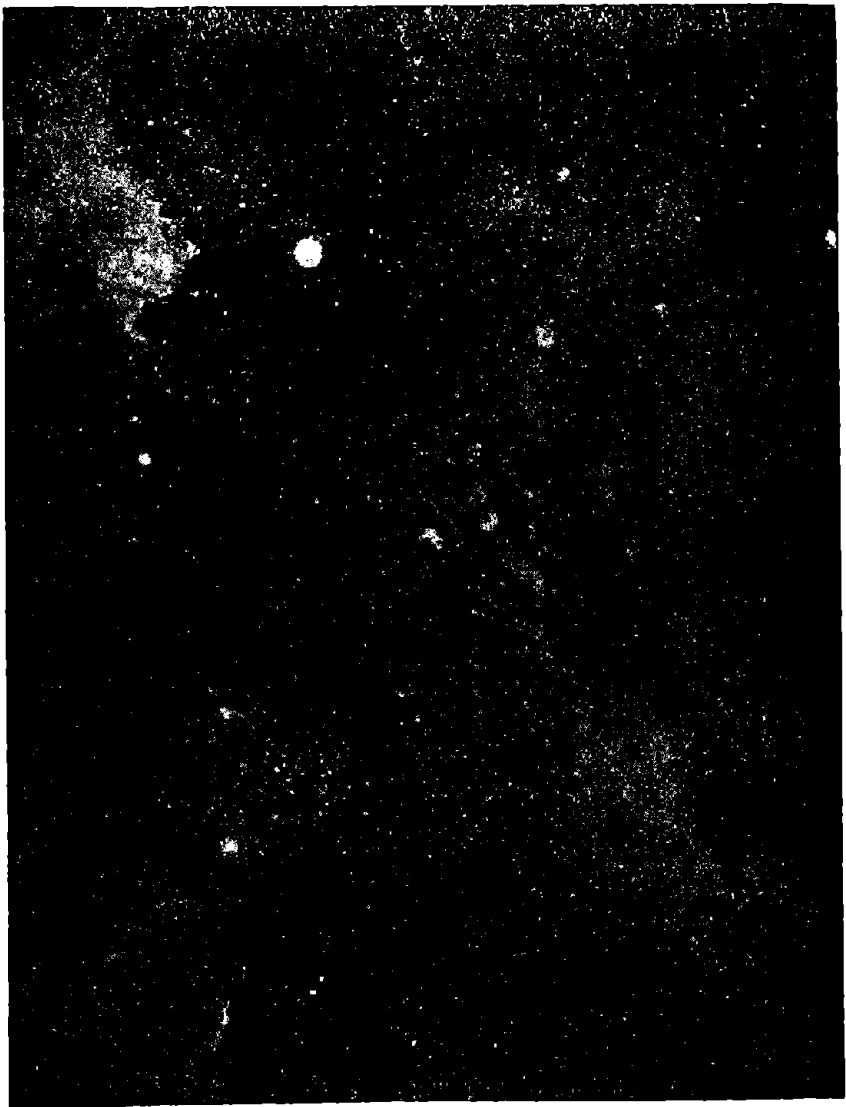
Plötzlich schrie Werner auf, als ob ihn der Große Bär gebissen hätte. Der Assistent lachte:

„Hast du sie gesehen?“

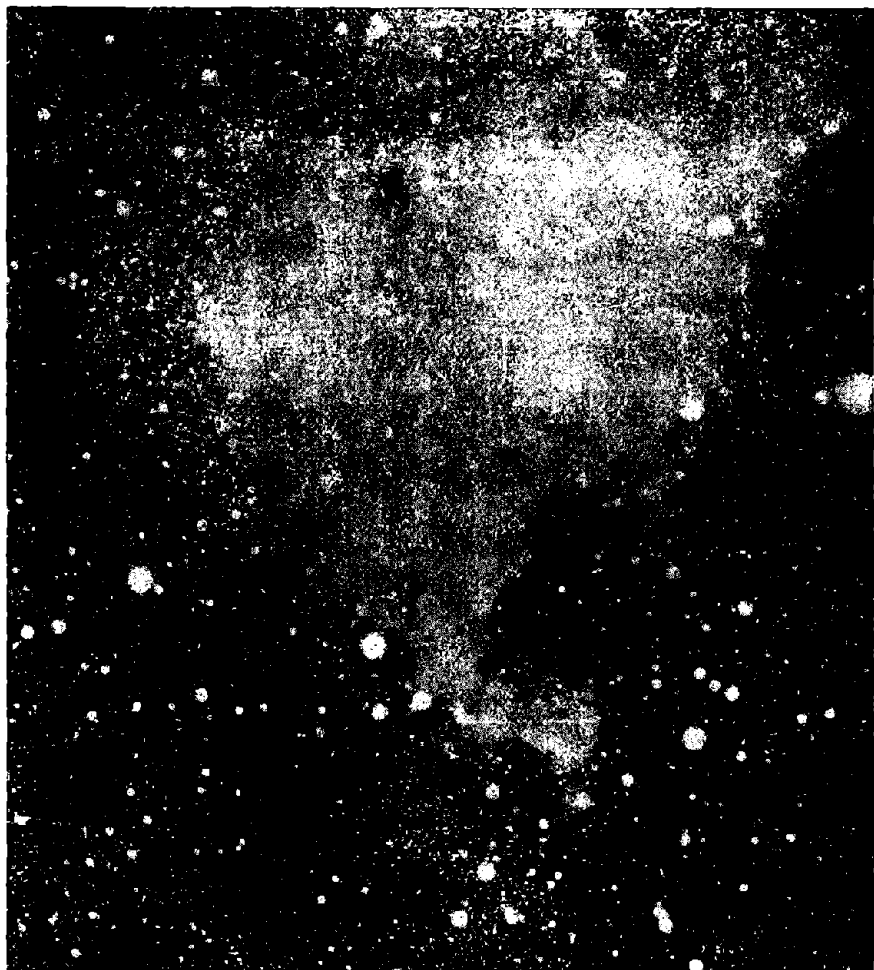
„War das — —?“

„Eine ganz gewöhnliche Sternschnuppe“, sagte der Assistent.

„Ich vermute, daß ihr uns nun auch schon erklären könnt, was eine Sternschnuppe ist“, meinte Dr. Möller.



Milchstraße.



Amerikanebel.

„Ein Stück Sternmaterie, das durch den Himmel fliegt“, riet Peter.

„Natürlich, Peter, von einem Stern muß es stammen“, gab Dr. Möller zu. „Es gibt“, fügte er hinzu, „neben unseren Planeten und Planetoiden noch eine Reihe kleiner Himmelskörper, die ebenfalls um die Sonne fliegen, aber in sehr großen Bahnen, so daß man sie nur gelegentlich sehen kann: dann nämlich, wenn sie in das Licht der Sonne kommen. Wenn sie dann plötzlich auftauchen, verursachen sie gewöhnlich eine

Panik unter den Menschen, die ja bekanntlich zum Aberglauben neigen. Man nennt sie ‚Kometen‘. Hier und da wird einer von ihnen zertrümmert, und dann fliegen die kleinen Reste durch den Raum, die Sternschnuppen oder Meteore, die oft in Schwärmen auftreten — warum?“

„Weil sie eigentlich zusammengehören — sie bildeten doch den Kometen.“

„Richtig. Werner. Und von diesen abgeplatzten Stücken geraten manche in die Erdatmosphäre. Dort pressen sie die Luft zusammen, fangen an zu glühen und werden dadurch für uns sichtbar. Manchmal fällt auch einer oder ein paar auf die Erde herunter. Der größte Meteor, der in letzter Zeit beobachtet wurde, fiel vor 40 Jahren in Sibirien. Er rief im Fallen einen so gewaltigen Sturm hervor, daß 250 Quadratkilometer im Umkreis kein Baum stehen blieb. Ich will euch bei dieser Gelegenheit die Geschichte von einem Meteorfall erzählen. Merkt sie euch für den Fall, daß ihr selbst einmal Gelehrte werdet, damit ihr nicht in den gleichen Dünkel verfallt, der leider unter den Wissenschaftlern gar nicht selten ist. Im Jahre 1790 fiel in Kroatien ein eiserner Meteor von 71 Pfund; in vielen Gegenden Deutschlands hatte man den Feuerstrudel gesehen, der seinen Fall begleitete. Der Direktor des Naturalienkabinetts in Wien aber schrieb: ‚Daß das Eisen vom Himmel gefallen sein soll, mögen wohl 1751 selbst aufgeklärte Köpfe bei der damals noch herrschenden Ungewißheit geglaubt haben; aber in unseren Tagen wäre es unverzeihlich, solche Märchen auch nur wahrscheinlich zu finden.‘ Ähnlich äußerte sich die Pariser Akademie im gleichen Jahr. Sie bezeichnete den Bericht von einem Steinregen bei Roquefort, der von 300 Augenzeugen unterschrieben war, als ‚Dokument menschlicher Dummheit‘! Ihr seht, wie gefährlich es ist, wenn die Wissenschaft verknöchert und für neue Erfahrungen unzugänglich wird.“

„Meine Mutter kann sich noch gut an einen Kometen erinnern. Sie hat mir erzählt — als sie noch ein Kind war —“

„Ich kann dir genau sagen, wann das war, Werner“, unterbrach Dr. Möller, „es war im Mai 1910.“

„Stimmt!“ rief Werner.

„Damals brachte der berühmte Halleysche Komet die Welt in Aufregung. Ihr könnt auf der Zeichnung seine Bahn erkennen. Alle 76 Jahre hat er sie vollendet. Seine Geschwindigkeit ist in Sonnennähe 60mal so groß wie zur Zeit seiner größten Sonnenentfernung, in der er sich noch jenseits der Neptunbahn bewegt. Ihr erinnert euch: Neptun —“

„— ist ein Planet, der sehr weit von der Sonne entfernt ist!“ antwortete Peter.

„30 mal so weit wie die Erde“, ergänzte Dr. Möller. So weit schwingt also der Halleysche Komet zurück, immer langsamer werdend, bis er wieder mit gewaltig zunehmendem Schwung an der Sonne vorbeisaut.



Der Halleysche Komet, der vor 300 Jahren noch als Zeichen kommenden Unheils für die Menschheit galt.

Wie kommt es übrigens, daß ein so großer Körper, der einen Schweif von 30 Millionen Kilometer hinter sich herzieht, ohne nachhaltigen Einfluß so dicht an der Erde vorbeilaufen kann? Denkt doch an die Planetengeburt! Aber nicht einmal eine Flutwelle hat die rasende Kugel mit ihrem Riesenschweif verursacht!

„Der Komet scheint vielleicht größer als er ist?“ meinte Peter.

„Ja, Peter. Wenigstens als Masse ist er zu unbedeutend, um mit seiner Anziehungskraft einen Einfluß auf die Erde auszuüben.

„Ich kann mir aber ganz gut denken, daß die Menschen es mit der Angst bekamen, als er so dicht an der Erde vorbeisauste — —“ sagte Werner.

„Zumal sie immer ein schlechtes Gewissen haben!“ meinte lakonisch Onkel Felix.

„Ich finde es überhaupt merkwürdig, daß nicht öfter Zusammenstöße passieren“, fuhr Peter in seiner Überlegung fort. „Bei den vielen Sternen, die im Raum ihre Bahn ziehen!“

„Sind das wirklich so viel?“ fragte Dr. Möller skeptisch.

„Sie haben doch selber erzählt: allein mit dem Fernrohr können ein bis zwei Milliarden festgestellt werden — —“

„Ja Peter, und das Milchstraßensystem hatten wir auf 100 bis 300 Milliarden geschätzt! Trotzdem aber“, beharrte Dr. Möller, „selbst angesichts der Tatsache, daß du in einen durchschnittlichen Stern wie z. B. unsere Sonne, eine Million Erden hineinpacken kannst,

bleibe ich bei meiner Frage. Es gibt zwar ungeheuer viele Sterne, gemessen an unserem Vorstellungsvermögen. Aber es gibt noch viel mehr Raum. Selbst wenn wir das am dichtesten besiedelte Raumstück auswählen, das nämlich, in dem unser Sonnensystem sich bewegt, und uns die Sterne darin vorstellen, so ist das ungefähr so, als wenn wir einen kleinen Apfel mit ein paar Rosinen und Mohnkörnern auf den Raum über der Stadt Halle verteilen. Und wenn wir einen Vergleich auf den ganzen Raum ausdehnen, so ist das nach Ansicht Jeans ungefähr so, als ob drei Wespen über Europa fliegen! Wir kennen etwa zwei Millionen außergalaktische Nebel, d. h. also Nebel — —“

„— außerhalb des Milchstraßensystems!“ riefen Werner und Peter.

„— und jeder ist so weit vom andern entfernt, daß das Licht von einem zum andern im Durchschnitt zwei Millionen Jahre braucht!“

„Ein Überfüllungsproblem gibt es demnach im Weltenraum vorläufig nicht!“ konstatierte Onkel Felix.

„Womit wir wieder auf unserer Erde mit ihren Sorgen und Freuden angelangt wären“, pflichtete lachend Dr. Möller bei. „Und von ihr aus wollen wir uns für heute von unseren fernen Nachbarn verabschieden! Der Kreislauf wäre für diesmal geschlossen!“

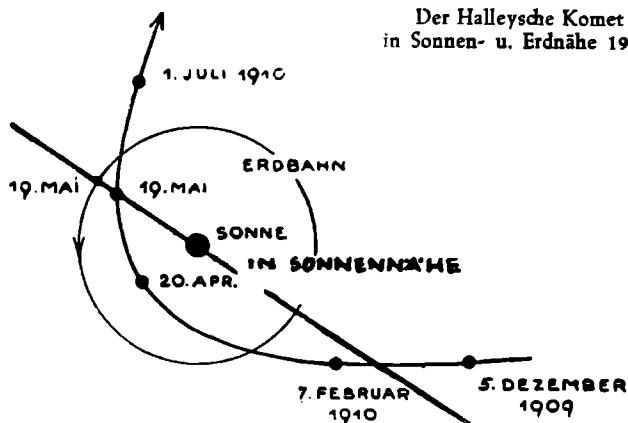
„Der Ellipsenlauf!“ korrigierte Peter schalkhaft.

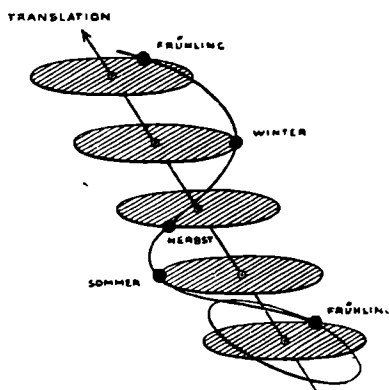
„Der scheinbare Ellipsenlauf!“ berichtete Dr. Möller. „Wenn wir schon genau sind, dann wollen wir zum Abschluß einmal ganz genau sein — und gleichzeitig erkennen, daß trotz der präzisen Mathematik in unseren astronomischen Berechnungen immer noch ein Rest bleibt, der unberechenbar ist.“

„Es stimmt also gar nicht, daß die Erdbahn um die Sonne eine Ellipse ist?“ fragte Peter enttäuscht.

„Es stimmt und stimmt nicht, Peter. Das kommt in der Astronomie immer darauf an, von welcher Stelle aus man das ansieht. Es stimmt, wenn wir uns die Sonne als fest-

Der Halleysche Komet
in Sonnen- u. Erdnähe 1910.





Sonnentranslation.
Schraubenbahn der Erde.
Erdbahn waagerecht schraffiert.
Schräger Kreis = Äquatorebene.

stehend denken. Wenn wir aber in Betracht ziehen, daß auch die Sonne Bewegungen ausführt, dann wird die Ellipse durch diese Bewegungen auseinandergezogen. Und das ist so: Die Sonne bewegt sich — sehr langsam mit nur 20 Kilometer in der Sekunde! — auf einen Punkt im Sternbild des Herkules zu. Diese Bewegung nennt man die Sonnentranslation und das Ziel dieser Bewegung den Apex (= Zielpunkt) der Sonnentranslation. Der Pfeil auf dieser Zeichnung zeigt euch die Richtung der Sonnenbewegung zum Herkules, und zeigt euch außerdem, wie der Erdkreis um die Sonne (bzw. die Ellipse) auseinandergezogen wird zu einer Schraubenlinie!"

„Also schrauben wir uns an der Sonnenbahn hoch?“ fragte Onkel Felix.

„Scheinbar!“ mahnte Dr. Möller. „Immer scheinbar! Oder wissenschaftlich ausgedrückt: relativ!“

„Mir wird von alledem so dumm —“ zitierte Onkel Felix. „Was, Werner?“

„Ich verstehe das ganz gut“, sagte Werner, der aufmerksam gefolgt war. „Das ist so, als wenn man eine Rolle Stacheldraht auseinanderzieht —“

„Herrlich, Werner!“ rief Dr. Möller, begeistert über Werners praktische Phantasie.

„Die Stacheln sind unsere Erde, die sich an der Schraube hinaufwindet —“

„Scheinbar nicht vergessen!“ mahnte Onkel Felix lachend.

„Scheinbar ist richtig“, sagte Dr. Möller, „aber man muß auch wissen warum!“

„Ich bin neugierig“, sagte Onkel Felix. „Schwere Rätsel geben Sie zum Abschied auf!“

„Scheinbar!“ lachte nun Dr. Möller. „Nur scheinbar. Ich vermute, unsere beiden aufmerksamen Freunde können uns sogar sagen, warum auch diese Bewegung der Sonne, ich meine die Translation, noch in einer anderen, größeren aufgeht!“ Und damit zeigte er auf den hellen Streifen am Himmel.

„Die Milchstraße!“ fiel es Peter ein. „Die Sonne, oder richtiger das Sonnensystem, dreht sich um die Nabe des Milchstraßenrades!“

„Ganz richtig, Peter“, sagte Dr. Möller. „Zu der Translation kommt die rasche Bewegung unseres ganzen Sonnensystems um den Punkt im Schützen, an dem wir den Mittelpunkt des Milchstraßensystems vermuten, und diese Bewegung (mit 300 Kilometer pro Sekunde) zieht unseren Stacheldraht noch weiter auseinander, so daß man fast von einer Geraden als wirklicher Erdbahn reden kann. Und damit wären wir mit unserem letzten Blick doch wieder im großen Weltenraum haften geblieben. Und von

ihm wollen wir nun Abschied nehmen in dem Wunsche, daß er euch nicht nur zu stimmungsvollen Betrachtungen, sondern auch zu ernsthafter Beschäftigung mit seinen Gesetzen anregen möge!“

Werner und Peter schwiegen nachdenklich. Jetzt erst erfaßten sie ganz den Sinn der Einleitungsworte Dr. Möllers; sie wußten nun, daß zur Astronomie wirklich viele physikalischen und mathematischen Kenntnisse gehören, und heimlich nahm sich wohl jeder von ihnen vor, auch in diesen Fächern möglichst fleißig zu sein, damit sie später alles Wissen, das sich der winzige Mensch durch die Jahrmlionen des großen Weltenraumes erarbeitet hat, voll begreifen können.

Dr. Möller aber bedankte sich bei der gastlichen Sternwarte und nahm mit Onkel Felix und unseren Freunden den Weg zum Bahnhof. In einer Nebenstraße, die nur schwach vom

Schnee erhellt war, blieben sie wie auf Verabredung stehen und sahen zu ihren Häuptern die flimmernden Sterne am nachtdunklen Himmel. Der Große Bär war ein Stück weiter um seinen Angelpunkt, den Polarstern, geschwenkt, und tief unten am Ende der Straße funkelte diamanten der Sirius. Die Freunde fühlten sich von der Flugkraft des



menschlichen Geistes erhoben und genossen die frische Nachtluft im erstarkten Bewußtsein ihres Fassungsvermögens und der reichen, herrlichen Möglichkeiten, die die rätselhafte Welt noch zu bieten hatte. Wohl war der Mensch klein im Angesicht der Jahrmlionen, die aus dem Raum herabschauten, aber war er nicht auch groß und stark und weitgreifend? War es nicht etwas Wunderbares, daß ein so winziges Pünktchen wie dieses kleine Ich mit Namen Werner oder Peter mit seinen Gedanken und Vorstellungen den ewigen Bahnen der Gestirne folgen und in ihre ferne Beschaffenheit eindringen konnte? Wohl war hier auf Erden alles vergänglich, und die Sorgen, mit denen sie alle zu kämpfen hatten, und die Streitigkeiten der Mächtigen, sie verloren sich klein und nichtig im gewaltigen Raum;

aber war nicht trotzdem der einzelne Mensch, wenn er nur seine Fähigkeiten zu nutzen wußte, ein mächtig strahlendes Kristall, das im Nahen wie im Fernen zu wirken vermochte?

Als die Freunde am Ende dieses denkwürdigen Abends noch für kurze Zeit bei Onkel Felix verweilten, die Ferne wieder der nächsten Nähe wich und die Abendbrotschnitten auf die irdischen Notwendigkeiten verwiesen, als die Gedanken wieder heim zu Müttern und Geschwistern eilten, da erschien ihnen die Welt doch wunderbar abgerundet; das Weite rückte näher heran, und das Allzunahe gewann Abstand; sie fühlten sich bereichert und gestärkt durch das gemeinsame Erlebnis. Zwar hatte sie das Gespräch wieder einmal gelehrt, daß nur Arbeit zur wissenschaftlichen Erkenntnis führt — aber war es nicht herrlich, daß sie dazu die Kraft und das Vermögen in sich fühlten? Nicht auszudenken, was das Leben, dieses wunderbare, geheimnisvolle, reiche Leben, das den Erwachsenen so dunkel und gefährlich erschien, noch alles zu verschenken hatte!

ANHANG 1

Die Erde

hat einen durchschnittlichen Radius von	6 370 km
einen Durchmesser	von rund 13 000 km
einen Umfang	von 40 000 km

Die Sonne

hat einen Durchmesser von	1 390 600 km
	= 109 Erddurchmesser
eine Masse von	332 000 Erden
eine Entfernung von der Erde von	rund 150 Millionen km
einen Rauminhalt von	1 300 000 Erden

Der Mond

hat einen Durchmesser (= rd. $\frac{1}{4}$ Erddurchmesser) von	3 476 km
ist entfernt von der Erde	384 400 km

Die Planeten

haben einen Durchmesser von:

Merkur	5 000 km
Venus	12 000 „
Erde	13 000 „
Mars	7 000 „
Jupiter	143 000 „
Saturn	121 000 „
Uranus	50 000 „
Neptun	53 000 „
Pluto	5 000 „ (?)

ANHANG 2

Sternbezeichnungen

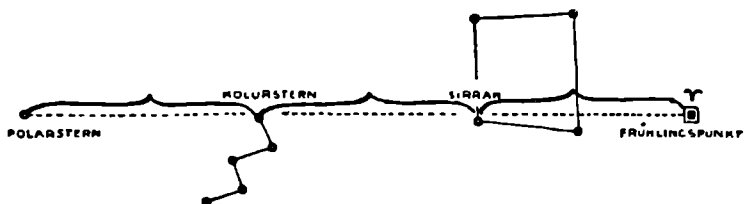
Alpha, Beta, Gamma, Delta, Epsilon, Eta usw.

sind die Buchstaben des griechischen Alphabets, mit denen die Sterne in den Sternkarten gewöhnlich bezeichnet werden.

Hilfslinien zum Auffinden der wichtigsten Sterne

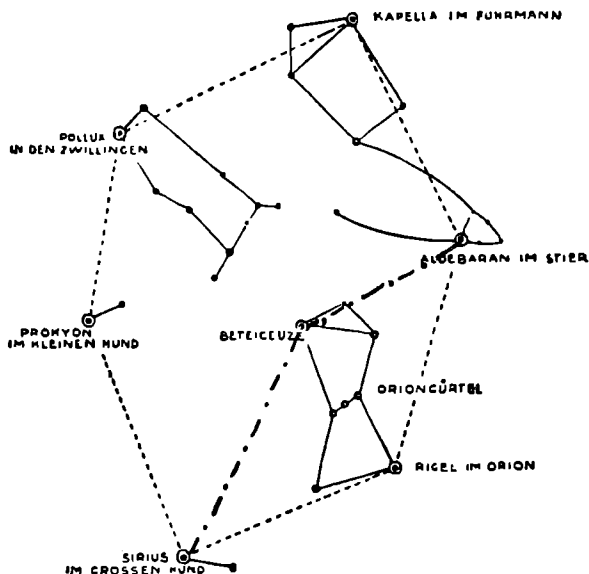
Der Astronom verbindet wichtige Sterne durch Linien zu geometrischen Figuren und spricht dann vom Großen Dreieck, von der Kolurlinie, vom Ptolemäischen Dreieck usw. Er erleichtert sich auf diese Weise die Verständigung über die interessantesten Sterngrößen, und von diesen Hilfs-Konstruktionen seien hier ein paar wiedergegeben.

1. Die Kolorlinie



Sie besteht aus drei gleichen Teilen, beginnt am Polarstern, führt über den Stern in der Kassiopeia (dem großen W), genannt der Kolorstern, dann über Sirrah in den Andromeda und endet in einem gedachten Punkt: dem Frühlings- oder Widderpunkt.

2. Geometrie rund um den Orion



Ein großes Sechseck bilden die Sterne erster Größe Sirius — Rigel — Aldebaran — Kappella — Pollux — Prokyon; Rautenform hat das Viereck Sirius — Rigel — Aldebaran — Beteigeuze.

ANHANG 3

Die Sterne erster Größe

(nach Helligkeitsgraden)

Nr.	Name	Sternbild	scheinbare Größe	Entfernung in Lichtmeilen
1	Sirius	Großer Hund	— 1,58	8
2	Kanopus	Schiffskiel	— 0.86	193
3	Toliman	Zentaur	— 0.06	4
4	Wega	Leier	0.14	25
5	Kapella	Fuhrmann	0.21	49
6	Arkturus	Bootes	0.24	3,6
7	Rigel	Orion	0.34	514
8	Prokyon	Kleiner Hund	0.48	10
9	Achernar	Eridanus	0.60	68
10	Beta im Zentaur	Zentaur	0.86	154
11	Atair	Adler	0.89	15
12	Beteigeuze	Orion	0.92	257
				(veränderlich)
13	Alpha im Kreuz	Kreuz des Südens	1.05	205
14	Aldebaran	Stier	1.06	54
15	Pollux	Zwillinge	1.21	28
16	Spika	Jungfrau	1.21	181
17	Antares	Skorpion	1.22	154
18	Fomalhaut	Südl. Fisch	1.29	25
19	Deneb	Schwan	1.33	616
20	Regulus	Löwe	1.34	56

Die Helligkeitswerte nehmen zu nach der Minusseite und nehmen ab nach der Plusseite!

ANHANG 4

Die Sonnenfinsternisse

während der nächsten 50 Jahre:

1954	30. 6.	total
1961	15. 2.	„
1966	20. 5.	„
1976	29. 4.	ringförmig
1990	22. 7.	total
1999	2. 8.	„

Astronomische Maßstäbe:

1. Planetarer Maßstab

$$\begin{aligned} 1 \text{ Lichtmeile} &= \text{Lm} = 10\,000\,000\,000\,000 \text{ km} \\ &\quad (10 \text{ Billionen km}) \\ &= 10^{13} \text{ km} \end{aligned}$$

2. Stellarer Maßstab

Um bei ganz großen Entfernungen nicht zu große Zahlen zu erhalten, erfand man den stellaren (Sternen-) Maßstab im Verhältnis 1:1000 Billionen. Demnach sind:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Lm} (= 10\,000 \text{ Billionen m planetar}) &= 10 \text{ m stellarer Maßstab} \\ 100 \text{ Lm} &= 1 \text{ km} \quad \text{,,} \quad \text{,,} \end{aligned}$$

Das galaktische (Milchstraßen-) System im stellaren Maßstab:

$$\text{Durchmesser} = 900 \text{ km} (= 90\,000 \text{ Lm im planetaren Maßstab})$$

Und wieviel Nullen?

1 Million	hat	6	Nullen
1 Billion	„	12	„
1 Trillion	„	18	„
1 Quadrillion	„	24	„
1 Quintillion	„	30	„

WERNER UND PETER AUF ENTDECKUNGSFAHRTEN

Bisher erschienen:

- Heft 1 Fahrt auf der Lokomotive
- Heft 2 Reise zum Atomkern
- Heft 3 In der Saline
- Heft 4 Auf alten Straßen
- Heft 5 Bei den Wettermachern
- Heft 6 Im Steinkohlenbergwerk
- Heft 7 Rund um den Funk
- Heft 8 Ein verschollenes Dorf wird entdeckt
- Heft 9 Vom Blutgummi zum Buna
- Heft 10 Besuch im Weltall**
- Heft 11 Die Feinde des Waldes
- Heft 12 Eine Zeitung entsteht
- Heft 13 Rüben, Säfte und Kristalle

MITTELDEUTSCHER VERLAG G. M. B. H.,
HALLE (SAALE), GEISTSTRASSE 47