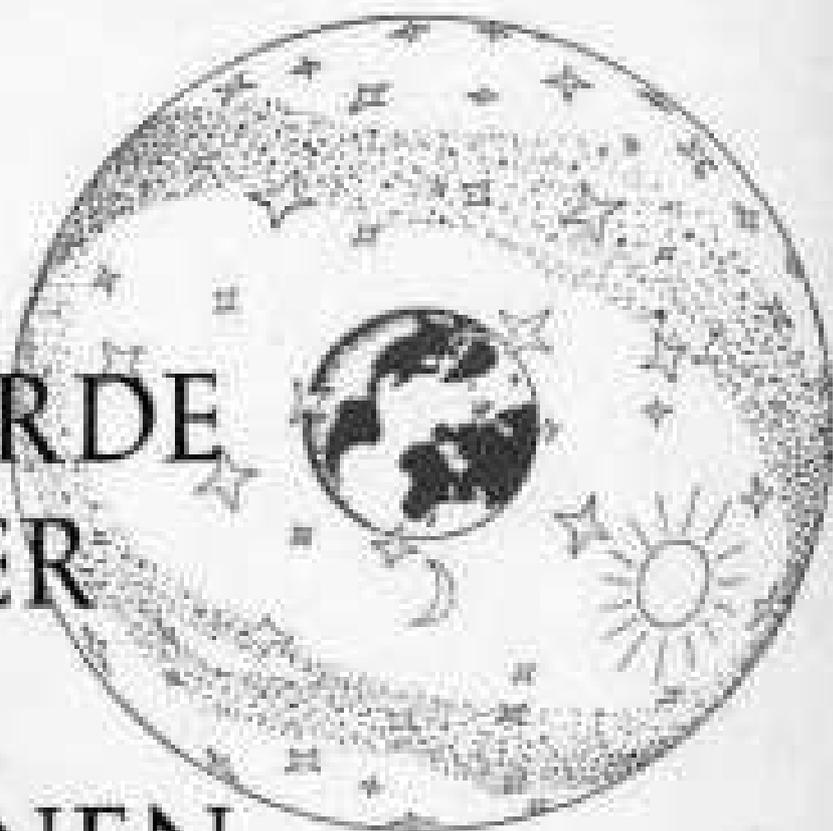


MARTIN WAGENSCHHEIN

DIE ERDE
UNTER
DEN
STERNEN



EIN WEG ZU DEN STERNEN FÜR JEDEN VON UNS

R. OLDENBOURG · MÜNCHEN

Die elektronische Fassung dieses Büchleins von Martin Wagenschein (geschrieben 1943-1950, erschienen 1955) wurde erstmals von Michael Soostmeyer, Universität Essen, erstellt und auf CD-Rom zur Verfügung gestellt. Udo Backhaus, Universität Duisburg-Essen, überarbeitete 2017 diese Version, ohne an Wagenscheins Text und Bildern etwas zu ändern, und übertrug sie zur besseren Lesbarkeit nach L^AT_EX.

Copyright by R. Oldenbourg Verlag München
Gesamtherstellung: R. Oldenbourg, Graphische betriebe GmbH, München;
Gesetzt in der Baskerville 8 Punkt.
Die graphische Gestaltung betreute Heinrich Mayr, Gauting bei München

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Erd-Kugel	1
3	Der Himmel	5
4	Der drehende Himmel	7
5	Der Sonnengürtel	9
6	Die Mondkugel	10
7	Der Sonnenball	13
8	Wandelsterne	13
9	Zweifel	15
10	Die wälzende Erde	15
11	Die Sonnenbahn	21
12	Die Wege der Planeten	22
13	Die fliegende Erde	23
14	Die Auflösung des Sterngewölbes	25
15	Der unendliche Raum	29
16	Zusätze	31
17	Hinweise zu einigen Bildern	34
18	Nachweis der Zitate	36

Es ist kein Geheimnis, daß fast niemand über die Dinge des Himmels etwas Rechtes weiß; es sei denn Gelerntes, und nicht Erfahrenes und Erlebtes.

Das Buch wendet sich besonders an Künstler, an Frauen, an Jugendliche und an jung Gebliebene, an solche überhaupt, die verleitet werden konnten, zu glauben, das Feld der astronomischen Einsicht sei hinter einer hohen mathematischen Mauer verborgen. Um das astronomische Wissen glaubhaft zu machen, muß dem Denken möglichst lange das Geleit des Herzens gegeben werden. Muß das Denken dieses Geleit dann einmal hinter sich lassen, so bleibt es doch immer dessen eingedenk, daß die Frage nach dem Sinn am Ende wie am Anfang steht.

Ist es nicht, als verharre der Sternhimmel unter dem schon erhobenen Taktstock seines Dirigenten, um sogleich seine ungeheure Musik unmittelbar zu unseren Herzen sprechen zu lassen? Als wäre aber unsere Lebensstunde zu kurz und zu träge, diese Sinn-Erfahrung zu erleben? Als wäre vielleicht erst der eigene Tod das Signal für den Einsatz?

Es bleibt uns hier und jetzt einstweilen nichts, als von außen denkend in Raum und Zeit das Äußere zu erfassen, das Herz aber wach und bereit zu halten.

So wendet sich dieses Buch an alle, die kindlichen Herzens sind. Denn vor dem Großen werden wir alle klein.

1 Einleitung

Die Wahrheit über die Sterne und ihre Bewegung liegt nicht offen zutage. Sie ist wie verschlossen hinter vielen Türen. Wenn wir sie von Grund auf und auf natürliche Art einsehen wollen, müssen wir diese Türen eine nach der anderen öffnen. Deshalb wird die volle Wahrheit erst am Ende dieses Buches hervortreten, und manches, was in der Mitte als neu und wahr erschien, das wird zum Schluß als vorläufig und überholt wieder hinter uns liegen. Der Leser möge sich darin nicht überrumpelt fühlen oder glauben, es werde hier mit ihm gespielt. Die ganze Menschheit ist diesen Stufenweg gegangen, und der Einzelne wäre vermessen, wollte er sich eine Abkürzung zutrauen, ohne Schaden für sein rechtes Verstehen.

Auch wird niemand hoffen können, durch das bloße Lesen etwas Wirkliches zu erfahren. Immer wird er dabei oder danach den Himmel selber anschauen, um dort mit eigenen Augen nachzuprüfen, wo es möglich ist, und um dann erst im eigenen Urteil das Gelesene selber mit- und nach-zu-denken. (Dabei werden die kleinen Himmelsjahrbücher nützlich sein, wie sie von den populär-naturwissenschaftlichen Zeitschriften herausgegeben werden.)

2 Die Erd-Kugel

„Unbegreiflich ist's, wie Menschen so lange den Schatten ihrer Erde im Monde sehen konnten, ohne zugleich zu fühlen, daß alles auf ihr Umkreis, Rad und Veränderung sei.“
(J. G. Herder)

Wie eine riesige Apfelsine erhebt sich der Vollmond hinter dem östlichen Waldrand, zur gleichen Zeit, da gegenüber, im Westen, die Sonne versinkt. Das ist bei Vollmond immer so; nur dann ist das Nachtgestirn rund und ganz zu sehen, wenn ihm die Sonne „mitten ins Gesicht“ scheint; und das tut sie nur, wenn sie ihm gerade genau gegenüber bleibt (siehe Zusatz 1, Seite 31). Denn der Mond gibt uns ja nicht *eigenes* Licht, wie die Kerze oder der Leuchtkäfer, er strahlt nur wider wie ein Stein im Scheinwerfer-Strahl der Sonne. Verlöschte sie, so versänke auch er im Dunkel.

Wenn Vollmond ist, dann ruhen wir und unser Erd-Reich also *zwischen* Sonne und Mond. So, als wollten die beiden Versteck spielen um uns herum, wie zwei Kinder um einen Baum. Es ist auch wie bei einer Wippe: der eine steigt, wenn der andere sinkt.

Man wundert sich, daß dabei die Erde dem Monde nicht *jedesmal* das Licht absperrt und ihren Schatten auf sein Gesicht legt. Das kommt daher: nicht bei *jedem* Vollmond steht die Erde genau in gerader Linie zwischen den beiden Himmels-Leuchten. Meist steht sie ein wenig seitlich aus der Flucht. Das genügt aber, daß das Sonnenlicht scharf an ihr vorbei den Mond doch noch voll genug anstrahlt. Nur manchmal, bei diesem oder jenem Vollmond, stimmt es ganz: Die Schattensäule der Erde, die weit in die Ferne hinausfällt, zielt dann *genau* auf den Mond und wirft ein kupfernes Dunkel auf die silberne Scheibe. Wir ~~Jede Nacht, wenn der Mond ist, wie eine~~ große Lichtbildervorführung, die der Himmel für die Erde herrichtet, um uns zu zeigen, daß die Erde eine *Kugel* ist, die frei im Raume schwebt:

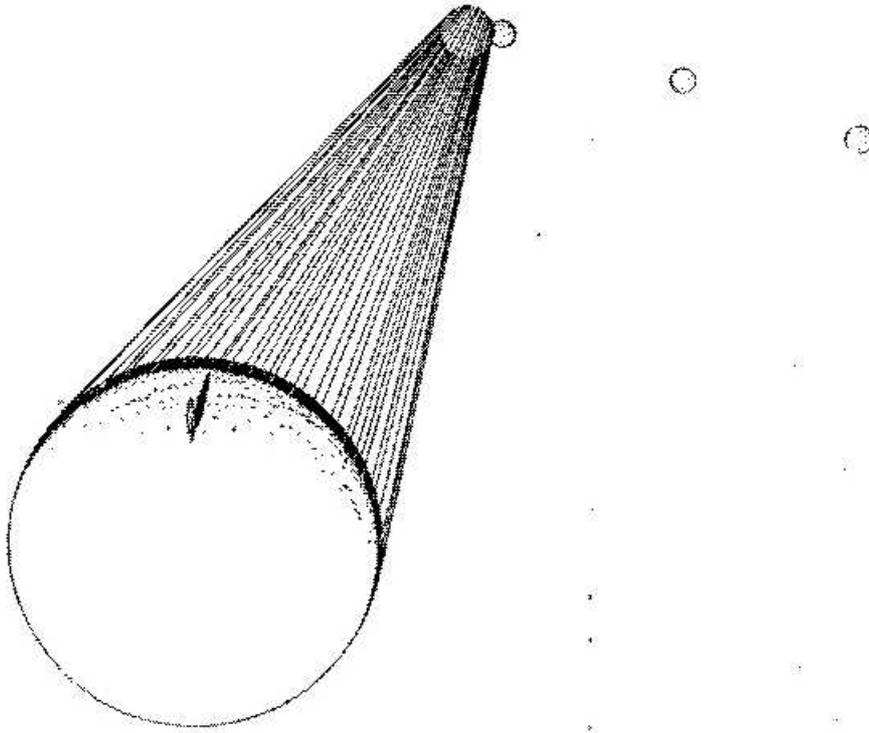


Bild 1

Der Schatten einer Kugel nämlich ist eine dunkle Kreis-Scheibe. Dieser Schattenkreis unserer Erde ist so breit, daß er den Mond ganz zudeckt, wenn er ihn richtig trifft; und seitlich um ihn herum fällt er noch in den ohnehin schon dunklen Nachthimmel und ist dort unsichtbar. Aber wenn er anrückt, wenn die Finsternis *beginnt*, sieht man seine runde, kreisrunde Grenze. Und wenn nach ein paar Stunden der Schatten den Mond wieder verlassen will, kommt sein anderer Rand, *auch* gerundet, und zum Anfang passend, vorbeigezogen. So kann man den ganzen Schattenkreis, über den Mond hinaus an den Himmel gezeichnet, sich ergänzen. Man ahnt den riesigen Schatten-Balken, der von der Erde auf den Mond greift (Bild 1), wie er sich langsam durch den dunklen Raum dreht, und schließlich den Mond verläßt. Man hat das Schattenbild der ganzen Erde am Himmel vorüberziehen sehen und weiß nun gewiß: als Riesen-Kugel schwebt sie mit uns allen im Raum.

Aber auch wenn es keine Mondfinsternis gäbe, bliebe uns das nicht verborgen. Wir sähen ja am Meer, wie die großen Schiffe hinausfahren: sie werden kleiner, sie schweben auf dem Horizont, und dann geschieht das Merkwürdige, daß sie untergehen wie hinter einem Wasserberg, hinter das gewölbte Meer, so daß zuerst ihr Rumpf versinkt und nur der Mast noch herüberschaut, und am Ende nur noch seine Spitze (Bild 2a).

*„Wie es mich umhertrieb an den Bergen und am Meeresufer! Ach, wie ich oft
dasaß mit klopfendem Herzen auf den Höhen und den Falken und Kranichen
nachsah, und den kühnen, fröhlichen Schiffen, wenn sie hinunterschwanden
am Horizont!“*

(Hölderlin)

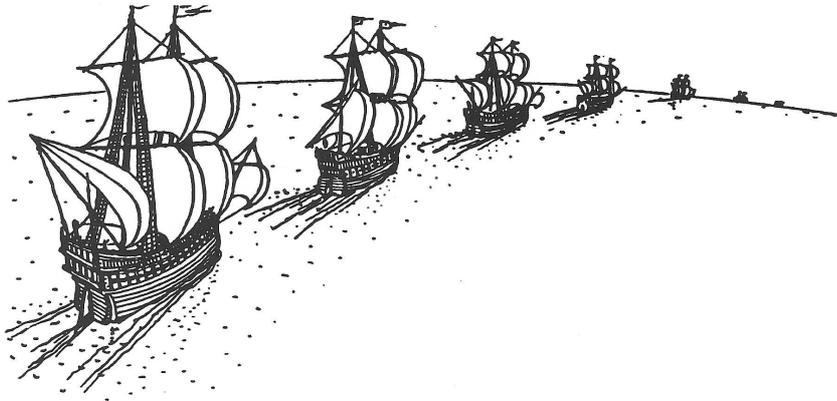


Bild 2a

Wir kennen das gleiche von Bäumen oder Kornhocken, die auf einem gewölbten Acker stehen (Bild 2b).

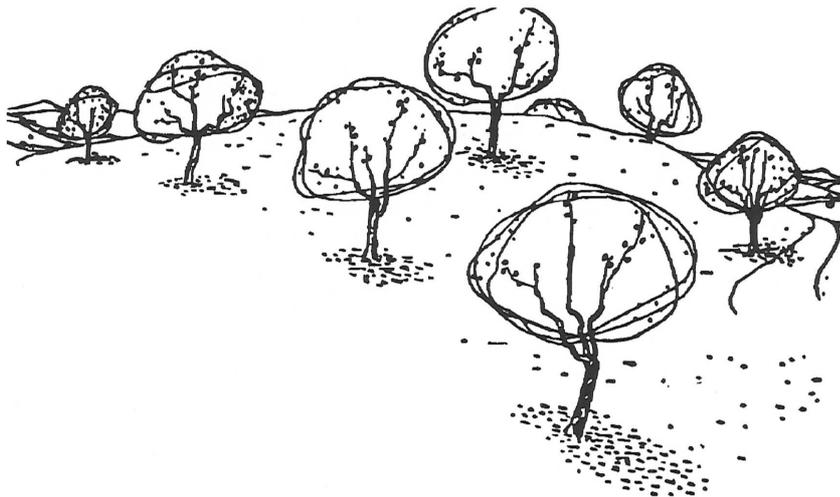


Bild 2b

Auch das feste Land ist gerundet; nur sehen wir das nicht so leicht, weil uns die Wälder, die Berge, die Hügel und schon der Dunst der Ferne den Blick verlegen; weil wir dazwischen sitzen, wie der Käfer im Sturzacker.

Es ist kein Zweifel: nach allen Seiten wölben sich Land und Meer im gleichen Maße. Und wenn man den Schiffen nachsieht, so bekommt man auch einen Begriff von der Größe der Krümmung und ahnt, wie weit man gehen müßte, bis die Wölbung jenseits zur Kugel sich schließt. Knapp drei Jahre nur würde man wandern, den Tag zu 40 Kilometern. (Die Krümmung ist so stark, daß sich der „Wasserberg“ zwischen den Ufern eines nur 3 km breiten Sees um fast 30 cm über die gerade Verbindungslinie der Ufer erhebt. Bei klarer Sicht und glattem Wasser kann der Schwimmer merken, daß er die jenseitige Strandlinie nicht sieht.) Ginge man aber unaufhörlich, ohne Rast, so würde man gerade in einem Jahr wieder heimkommen. So ist des Menschen Gestalt und ihr Schreiten in ein schönes Verhältnis gesetzt zur großen Kugelheimat und ihrem Jahreswandel. Viele haben sie mit Wagen und Schiff umfahren, sie sind richtig wiedergekommen und haben uns den letzten

Zweifel genommen: die Erde ist eine Kugel, und nirgendwo findet man die Stütze auf der sie ruht: sie *schwebt*.

Es ist nichts zu sagen gegen diese Gründe, wir müssen sie zugeben. Trotzdem will es uns schwer in den Sinn. Die Menschen uns gegenüber, auf der Unterseite, warum merken sie nichts davon, daß sie unten sind, warum fallen sie nicht ab? Und die Erdkugel selbst, ungestützt und ungehalten, müßte nicht auch sie als Ganzes stürzen in den Abgrund, der unter ihr sich auftut? Fragen wir einen, der „weit herum“ gekommen ist, nach Amerika vielleicht, fragen wir einen Farmer aus Australien, wie dort die Äpfel von den Bäumen fallen? Nicht anders als bei euch, nach unten, sagt er, und deutet auf seinen Acker.

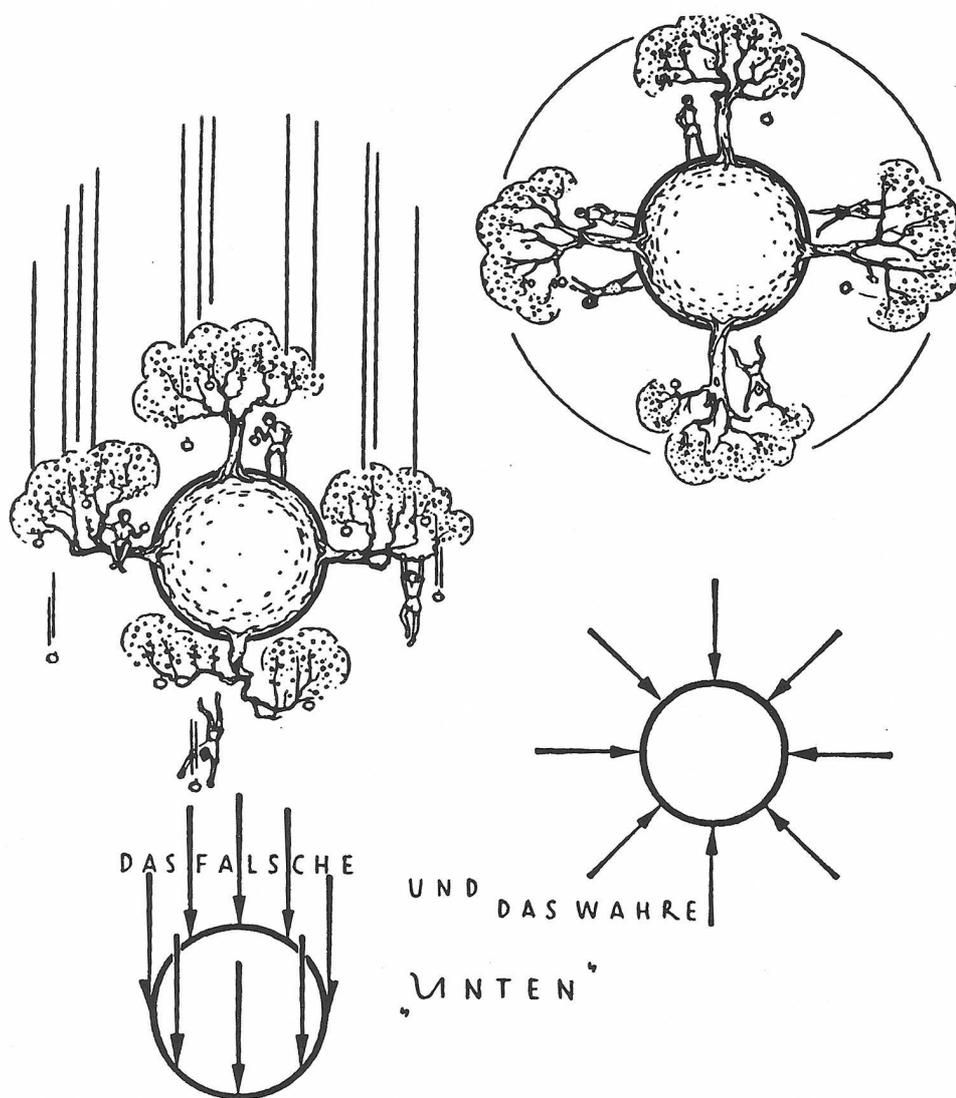


Bild 3

Aber sein Finger deutet nicht *unser* „Unten“, er meint sein eigenes „Unten“, und darin liegt es! Es gibt gar kein Unten, das für uns alle das gleiche wäre. Ein jeder Mensch, ein jedes Land, ein jeder Baum darf sich „oben“ fühlen: Unten ist immer, wo der Erdboden ist! Dahin fallen alle Steine, dahin rinnt aller Regen, drängt jede Last. Dagegen wachsen alle Bäume, dagegen reckt der Mensch sich auf (Bild 3).

So ist auch die Frage zerronnen, warum denn nicht die ganze Erdkugel fällt? Wohin sollte sie wohl fallen, wenn nicht nach unten! Das heißt aber: in sich selbst hinein. Das hat sie längst getan, so sehr sie konnte (und vielleicht ist sie deshalb so schön rund geworden). Es zieht sie nach keiner Seite mehr als nach der anderen; sie wüßte nicht, wohin sie noch fallen sollte. Es gibt kein „Unten“, es gibt nur „Drunten“ und „Drinnen“, dahin zieht es uns, dagegen wehren wir uns. Dieser ungeheure Ball, außen bedeckt mit Wasser und einem Hauch lockerer Erde, aus dem das Leben grünt und wimmelt, umhüllt von einem zarten Luftpelz, der schon in Himalayahöhe sich in atemberaubende Leere verdünnt und verliert, diese Kugel, nach innen in eine felsige und immer heißere Tiefe sich uns entziehend und verschließend, dieses seltsame Kugelwesen schwebt frei in einem offenen, leeren Nichts. Eine Vorstellung, die uns grausen und schwindeln läßt. Wir brauchen uns dessen nicht zu schämen.

3 Der Himmel

Zwei Kleider trägt der Himmel, das lichtblaue am Tag und des Nachts den sternübersäten Mantel. Wenn die Sonne aufgeht, verblassen die Sterne, sie ertrinken in der Lichtflut, im Himmelblau. Dieses Blau ist nicht der Kuppel eigen. Es ist die Farbe der Luft, wenn sie sich über uns im Lichte türmt, dasselbe Blau, daß sich vor die fernen Berge legt. Daß die Sterne auch am Tage noch da sind, das sieht man, wenn es – selten genug – einmal zu einer vollständigen Sonnenfinsternis kommt: Dann schiebt sich am hellen Tage eine schwarze scharfe Scheibe langsam vor die Sonne (es ist der Mond, vorher unsichtbar, weil in sich selber beschattet – die Sonne scheint ihm auf den Rücken – und zudem auch er verborgen hinter dem Himmelblau). In demselben Augenblick, da er die Sonne genau bedeckt, und den Tag zur Nacht macht, sieht man um das verlöschende, schwarzgesichtige, lichtumkränzte Doppelgestirn Sterne am Himmel stehen.

So sind die Sterne nicht nur in der Nacht unsere Wächter. Sie umstehen uns auch am Tage, nur verborgen hinter der lichtblauen, blendenden luftigen Wand.

„Die Sterne leuchten auch am Tag, nur siehst du's nicht, weil deine Augen ganz erfüllet Sonnenlicht.“ (Rückert)

Da ein jedes Volk, ein jedes Land, Himmel und Sterne über sich hat, so wird der Erdball auf allen Seiten von Sternen angesehen. Eine lichter-besteckte Kugel umscheint unsere Erde (Bild 4).

In festen Mustern sind sie darauf eingestickt, unveränderlich über tausend Jahre. – Aber die Figuren, die man in den Sternen-Teppich hineinsieht, sind von Volk zu Volk verschieden. Die Griechen sahen eine Bärin trotten, wo die Germanen ihren Himmelswagen erkannten.

Was aber die Sterne wirklich sind, an dieses Geheimnis wollen wir vorläufig nicht tasten; noch weniger die Frage stellen, was denn *außerhalb* der Kuppel seinen Ort haben mag. – Nur eines müssen wir jetzt schon fragen: Wie weit ist der Himmel fort, wie hoch ragt sein Gewölbe?

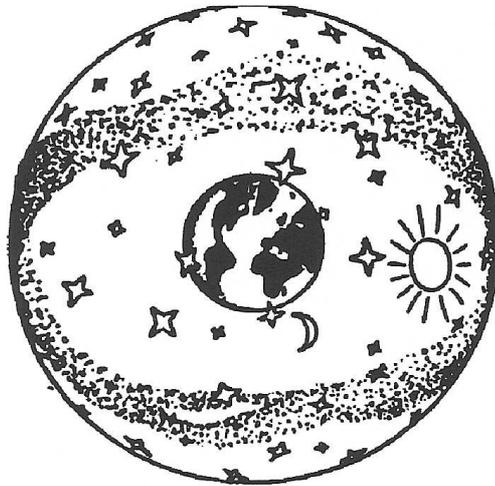


Bild 4

Wer auf einem Wagen oder auf der Eisenbahn lange Zeit gerade Strecken gefahren ist, der weiß, daß alles, was nahe steht, schnell vorüberfliegt: die Bäume, die Felder am Straßenrand. Aber Türme, Wälder, Berge, alles Entfernte, rückt nur langsam zurück. Ein fernes Gebirge begleitet uns durch Stunden. Nun gar der Mond oder ein Stern! Sie rollen und gleiten über den fernsten Wäldern, um immer neben uns zu bleiben. Der Stern geht mit, als wäre er auf die Scheibe unseres Wagenfensters gemalt! Man kann es messen, so genau man will: nicht das geringste Zurückbleiben ist an ihnen zu merken! Schon daran sieht man, daß sie über alle Maßen fern sind, und das Gewölbe unermesslich hoch. (Vergleiche aber später Seite 12 und 26.)

Deshalb müßte im Bild 4 die Erde als ein winziger Punkt gezeichnet sein. Aber dann könnte man die Erdteile auf ihr nicht erkennen. Darum wollen wir das Bild 4, und alle späteren auch, *so* verstehen, als sei die Mitte, die Erde, durch ein Vergrößerungsglas betrachtet.

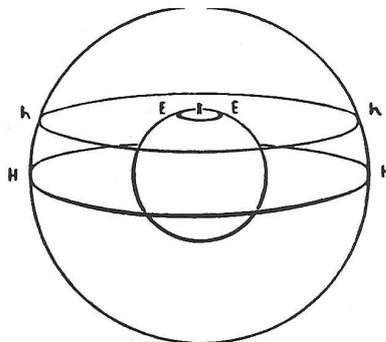


Bild 5

So auch im Bild 5. Der Mann „oben“ auf der Erde sieht nur eine kleines Stückchen der Erde (auch wenn er auf einem Berg steht); sagen wir – noch immer übertrieben –: von E bis E. Es erscheint ihm als die flache, kreisrunde Erdscheibe, aber er meint, sie dehne sich bis zum Himmel von h bis h, wo die Kuppel rings aufsitzt auf dem Erdenrund, „Horizont“. Wollen wir den Horizont *richtig* zeichnen, so nehmen wir das Vergrößerungsglas weg: dann

sinkt er auf die Mitte der Weltkugel herab, und läuft von H bis H, im Kreis herum. So wollen wir ihn in Zukunft setzen, auch wenn die Erdkugel selbst durch die Lupe gezeichnet ist.

4 Der drehende Himmel

*In stiller Bucht, bei finsterner Nacht,
Schläft tief die Welt im Grunde,
Die Berge rings stehn auf der Wacht,
Der Himmel macht die Runde,
Geht um und um, ums Land herum,
Mit seinen goldnen Scharen
Die Frommen zu bewahren.*
(Eichendorff)

Wenn man das Bild 4 sieht, so könnte man meinen, es hätte ein jedes Land seine Sterne über sich und immer dieselben. Aber so ist es ja nicht. Als wollte der Himmel uns möglichst viel zeigen von der Pracht seines Mantels, so führt er ihn immer wieder an uns vorüber; wie die Schöne sich dreht vor ihren Bewunderern.

Wir brauchen nur ein paar Stunden lang genau hinzusehen, um es zu erkennen: Die Sterne gehen auf und gehen unter. Nicht einzeln, auch nicht in Schwärmen wie Zugvögel ziehen sie auf, sondern in schöner, unverrückter Ordnung seines Musters gleitet der ganze Teppich der Sternbilder über uns hinweg.

*„Heerwagen, mächtig Sternbild der Germanen, das du fährst mit stetig stillem
Zuge über den Himmel vor meinen Augen deine herrliche Bahn, von Osten
aufgestiegen alle Nacht!“*

(Gottfried Keller)

Nicht alle gehen unter; manche sind immer zu sehen – so der große Wagen – aber auch diese bewegen sich im Einklang mit den Untergehenden: Wenn man sie ein paar Stunden im Auge behält, so geben sie zu erkennen, wie sie langsam Kreise durchfahren um einen bestimmten Stern herum.

Er liegt nicht weit vom Großen Bären, über der halben Höhe des Himmels im Norden, und man merkt ihn sich leicht. Er heißt „Polarstern“ oder „Nordstern“. – Bald rollt der Wagen unter ihm, bald schwebt er hoch über ihm, auf dem Kopfe stehend; das ist nach zwölf Stunden.

Nur dieser eine Stern steht still. Die anderen, soweit sie ihm ganz nahe sind, umgehen ihn langsam in ganz kleinen Kreisen, die fernere in größeren Bögen und schnellerem Lauf. Weiter ab folgen schließlich die, welche einmal untertauchen müssen unter den Horizont, bis ihre Zeit des Wiederaufgangs gekommen ist (Bild 6). Und nicht nur die Nacht über, auch am Tage hält dieses Auf- und Untergehen an:

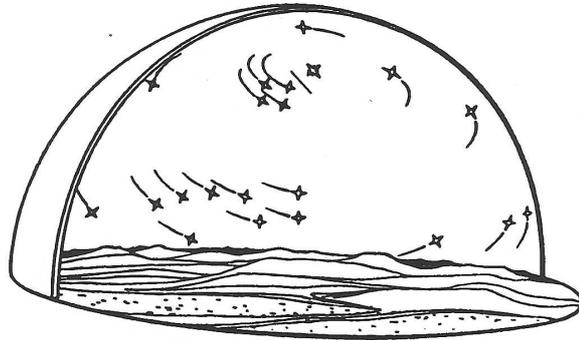


Bild 6

„... *Unterdessen bewegen sich alle am Himmel fort; einige gehen schon am frühen Abend unter und die ganze Nacht hindurch und wenn früh schon die Morgenluft über die Erde weht, und von Dorf zu Dorf das Hahnengeschrei durch die Nacht zieht, gehen immer noch neue auf, und es nimmt kein Ende. Deswegen können wir auch nie alle sichtbaren Sterne des Himmels auf einmal sehen, nicht einmal die Hälfte; denn es ist ausgemacht, daß sie den Tag hindurch ebenso wie bei Nacht ihren stillen Lauf am Himmel fortsetzen, nur daß wir sie nicht wegen der Tageshelle sehen können. Denn wer bei Nacht unter freiem Himmel ist, ich will sagen ein Nachtwächter, ein Feldschütz, ein Fuhrmann, und er gibt ein wenig Acht, der wird finden, abends, wenn es dunkel wird, sind ganz andere Sterne am Himmel, als frühe, ehe es aufhörte, dunkel zu sein. Wo sind diese hingekommen? Wo kommen jene her? Antwort: Sie sind den Tag hindurch untergegangen und auf. ...*“

(Johann Peter Hebel)

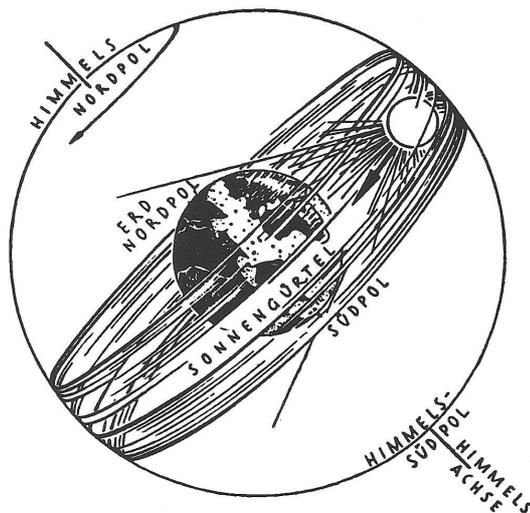


Bild 7

Alle kreisen sie so um den Nordstern, Tag und Nacht, doch ihre Bilder bleiben unverändert und heil. Was bedeutet das aber anderes, als daß sie selber gar nichts dazu tun! Sie werden nur mitgenommen von der Kuppel. Sie ist es, die sich dreht, das ganze

hohle Kugelgewölbe, lautlos, gleichmäßig und unermüdet seit vielen tausend Jahren Tag für Tag. Fast maschinenhaft erscheint uns nun der Himmel, als wäre er aufgesteckt auf eine unermeßliche Stange, eine „Himmels-Achse“, die aus dem Mittelpunkt der Erdkugel kommt und den Himmel im Polarstern erreicht.

Aus den vorigen Bildern wird Bild 7:

Man sieht jetzt die ganze Erdkugel und den ganzen Himmel. Der Polarstern ist zur Abwechslung einmal links am Rande gezeichnet. „Oben“ auf der Erdkugel stehe „ich“. Wende ich mich dem Polarstern zu, so sehe ich Bild 6 sich über meinen Horizont erheben.

Es gibt, wie man jetzt merkt, noch einen zweiten Himmelspol, den Himmels-südpol, dem unseren gegenüber, uns Europäern vom Erdball immer verdeckt.

Man bemerkt auch die Zone, in der die Sterne am schnellsten dahinströmen. Sie gürtet den Himmel genau in der Mitte zwischen den beiden Polen und wird „Himmelsäquator“ genannt (siehe Zusatz 4, Seite 34).

In vierundzwanzig Stunden ist der Umschwung erfüllt. Die Sternenuhr zeigt an, daß ein Tag vergangen ist. Im alltäglichen Leben merken wir es an der Sonne, und sehen daraus: auch sie steigt nicht mit eigenen Schritten den Himmel empor, auch sie wird gefahren, mitgenommen von dem wälzenden Gewölbe.

Wie aber kommt gerade der Polarstern dazu, daß alle anderen Sterne um ihn die kreisende Spur ziehen? Daß sich „alles um ihn dreht“? Kein besonderer Glanz ist ihm eigen, auch im Fernrohr ist er nur irgendeiner unter Tausenden.

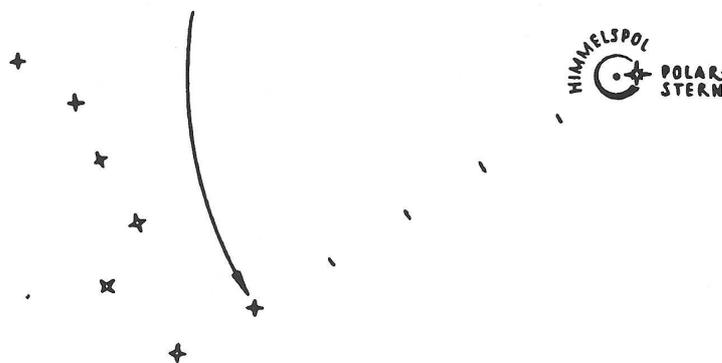


Bild 8

Aber etwas verrät uns das Fernrohr: er ist gar nicht der König (Bild 8). Auch er kreist, schlingt einen engen kleinen Bogen um den *wahren* Himmelspol. Der liegt sehr nahe bei ihm und ist leer und ungestirnt. An diesem leeren Punkt ist nun gar nichts Besonderes mehr. Hat ihm ein Zufall seinen Rang gegeben? Umschwingt die Himmelswelt eine zufällige Achse?

5 Der Sonnengürtel

Eins ist allerdings kein Zufall: Die Orte der Erde, denen die Himmelspole genau zu Häupten stehen, an denen also die gedachte Himmelsachse aus dem Boden hervorkommt, gerade sie sind von ewigem Eis verschüttet. (Das sind die „Erdpole“. An unserem, dem Nordpol, ist das Meer zu einer Eisschollenwüste aufgefroren, und gegenüber am Südpol finden wir

ein Hochland von niemals schmelzenden Gletschern überzogen.) Doch daran sind nicht die Himmels-Pole, daran ist nur die Sonne schuld, der Ort ist schuld, an dem sie am Himmelszelt zu Hause ist: sie wohnt in der Gegend des Himmelsäquators, den beiden Polen fern, sie läuft also mit den schnellsten Sternen um, und schlingt so den heißen Sonnengürtel um den Himmel. Darum scheint sie steil und also mächtig auf die Länder des „Erdäquators“ (der unter dem Himmelsäquator rundum läuft), auf Indien also und den Kongo und den Amazonenstrom. Aber die Erdpole werden von ihren Strahlen nur schräg gestreift und deshalb kaum gewärmt.

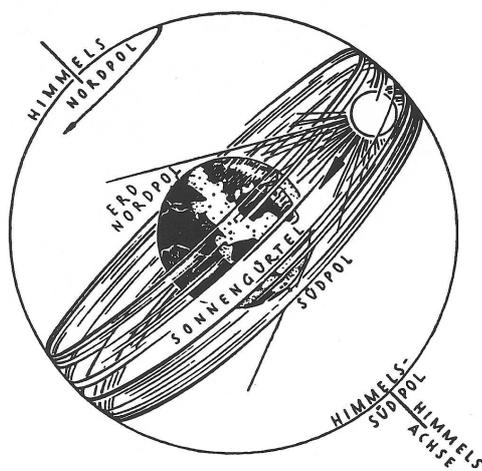


Bild 9¹

Das Bild 9 zeigt uns die Sonne, wie sie von Osten her über die Länder rollt. „Oben“ stehe wieder „ich“, mitten in Deutschland. Aber ich weiß, daß ein jeder Erdbewohner „oben“ denken darf. Darum ist es auch nicht recht, wenn man sagt, die Himmelsachse stehe „schief“. Irgendwo durchstößt sie die Erde, und ich kann nicht verlangen, daß sie gerade durch mein Dorf gehe. – Bild 9 zeigt die Sonne im Absteigen, es ist etwa Mittag für Deutschland.

Übrigens wohnt die Sonne nicht genau in der Äquatorstraße. Darauf werden wir später zurückkommen (Seite 21).

So kreist also die Himmelskugel um den Erdball, ihren Kern und ihre Mitte, mitsamt Sonne, Mond und Sternen. Wir sind es gewohnt, vielleicht wundert es uns nicht. Aber es gibt eine Reihe von Entdeckungen, die machen uns stutzig, ob alles wirklich so ist, wie es den Anschein hat:

6 Die Mondkugel

Zuerst merkte man etwas am Mond. Daß er nämlich keinen festen Wohnort in einem bestimmten Sternbild innehat, sondern daß er langsam durch den Sternenteppich hindurchwandert. Zwei Abende genügen, um uns davon zu überzeugen. Und zwar läuft er *zurück*, der allgemeinen Ost-West-Trift entgegen, von West nach Osten, und auch ein wenig quer zur Drehrichtung des Himmels und nicht so ganz auf dem Himmels-Äquator.

¹Hier scheint sich schon in meine Vorlage das falsche Bild eingeschlichen zu haben. (U.B.)

Zugleich aber wird er von der viel schneller drehenden Kuppel mitgenommen, so daß er täglich auf- und untergeht. Er macht es wie ein Käfer, der auf einem schnell drehenden Mühlrad langsam der Drehrichtung entgegenkriecht.

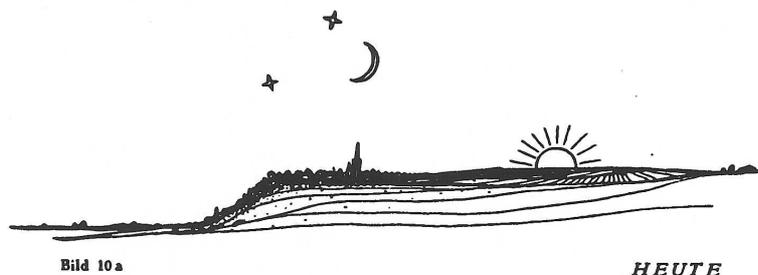


Bild 10a

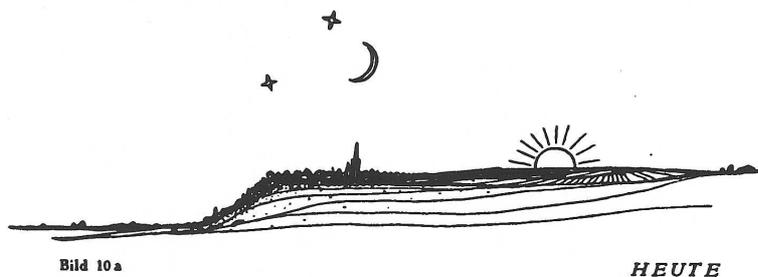


Bild 10b

Aber wir sehen noch etwas anderes, das gibt uns noch mehr zu denken: Wer den Mond selbst einmal genau anschaut, am besten durch ein Fernglas – ein schwaches genügt –, wie sein silbern wachsendes Horn am Abendhimmel steht und von Tag zu Tag immer mehr hinter der untergehenden Sonne zurückbleibt, immer leuchtender, immer mehr zunehmend (Bild 10a, b), der erkennt, daß er keine abgezehrte, langsam sich ersetzende Rinde vor sich hat, sondern immer eine volle runde Kugel, die im Scheinwerferlicht der Sonne hängt, und deren beschatteter Teil, mit dem dunklen Himmelshintergrund zusammenfließend, unsichtbar bleibt.

Also nicht wie Münchhausen, sondern so nur

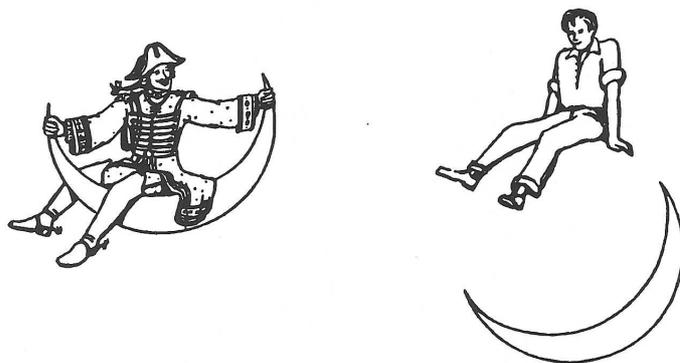


Bild 11

könnte man auf der Mondsichel sitzen.

Wer das einmal richtig gesehen hat, der erkennt dann auch, wo der Scheinwerfer steht: für die Mondsichel unserer Bilder 10: rechts, unten, hinten! Und zwar sehr weit hinten. Weit in der Tiefe des Raumes steht also die Sonne und näher, viel näher schwebt die dunkle Mondkugel in ihrem, der Sonne, Licht.

Es ist also doch nicht ganz so wie bei dem Käfer auf dem Mühlrad. Der Mond sitzt nicht eng auf der wälzenden Himmelskuppel: wie ein Vogel vor fernen Waldgründen, sofern wir eher sagen, schwebt er vor der sternweiten Wand des Domes.

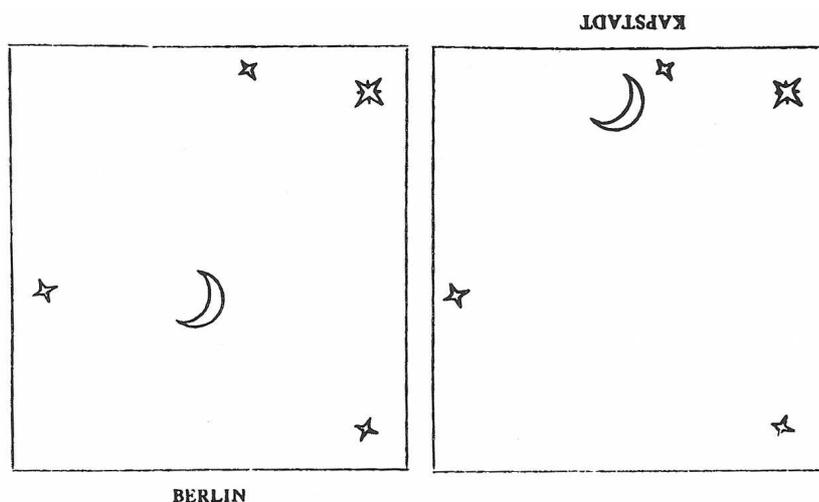


Bild 12

Wohl jeder Junge weiß, was der „Daumensprung“ ist. Man hält den Daumen mit ausgestrecktem Arm vor sich hin und kneift im Wechsel die Augen zu. Dann springt der Daumen vor dem fernen Hintergrund. Halten wir ihn nah, so springt er viel, strecken wir ihn weit ab, so verschiebt er sich wenig. Nach diesem Verfahren kann man auch den Mond springen lassen: Die zwei Augen sind dann zwei Sternwarten, sagen wir: die eine in Berlin, die andere in Kapstadt, zwei Augen der Erde. Die beiden sehen sich den Mond im gleichen Augenblick an. Sie sehen ihn dann vielleicht im gleichen Sternbild noch, doch an verschiedener Stelle: Zweieinhalb Vollmondbreiten (Bild 12) sieht ihn die eine verschoben gegen den Ort, an dem ihn die andere erblickt! Darum, weil er vor den Sternen schwebt. Wenn wir die lange Straße, von der wir auf Seite 5 sprachen, von Berlin bis Kapstadt fahren, dann bleibt also der Mond doch zurück. Die Sterne freilich nicht.

Man braucht keine Mathematik zu können, um zu spüren, daß man aus diesem Mondsprung beurteilen und ausrechnen kann, wie weit der Mond von uns weg ist (siehe Zusatz 2, Seite 31). Hier das Ergebnis (Bild 13): Dreißig Erdkugeln müßte man aneinanderlegen, um eine Riesenperlenbrücke zum Monde zu bauen. Fast dreißig Jahre hätte man zu wandern in Tagesmärschen von etwa 40 Kilometern; das Leben würde noch ausreichen, wieder heimzukommen.

Wenn wir nun die Entfernung wissen, können wir auch leicht ausrechnen, wie groß er ist, denn wir wissen ja, wie groß er aussieht. Das vorige Bild zeigt auch dieses Ergebnis.

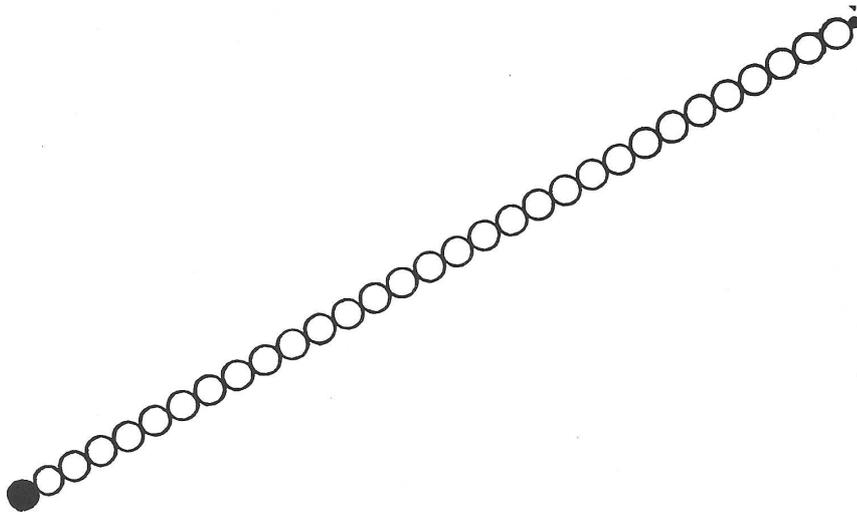


Bild 13

7 Der Sonnenball

Es ist ein weiter Weg zum Mond. Aber der Scheinwerfer Sonne muß ja noch viel tiefer im Raume stehen. Wie weit, kann man abschätzen (und mit etwas Mathematik leicht ausrechnen), wenn man Bild 10 in der Wirklichkeit nachdenklich betrachtet: so weit, daß die helle Halbkugel des Mondes, die ja schräg nach hinten in die Himmelstiefe auf die Sonne weist, gerade soviel um die Ecke lugt, wie sie es tut. Diesen Gedanken hatte der Grieche ARISTARCH schon vor 2200 Jahren (siehe Zusatz 3, Seite 32).

Das Ergebnis der Rechnung ist ungeheuer: etwa 10 000 Wanderjahre –, oder, weniger erschreckend: 400mal weiter als der Mond – liegt die Sonne tief im Raum.

Damit wissen wir zugleich, daß die Sonne auch 400mal so groß sein muß wie der Mond, denn – ein seltsamer Zufall –: sie *erscheint* uns ja ebensogroß wie er. (Er kann sie gerade verdecken; und wenn totale Sonnenfinsternis ist, so tut er das auch.)

So ist sie also eine Riesenkugel von furchtbarer Größe; wie ein ganzes Haus schwebt sie vor unserem Apfel Erde, einen guten Kilometer von ihm abgerückt. Aber der Mond ist ganz klein und nah: eine Nuß in drei Metern Entfernung von dem Apfel, so nah, daß sie ihm das ganze Haus Sonne verdecken kann.

8 Wandelsterne

Der Mond ist nicht der einzige Wanderer durch die Sternbilder. Es gibt eine Handvoll ganz besonderer Sterne – sie heißen Planeten –, die sind nicht wie die tausend anderen, die Fixsterne, in das glitzernde, feste Gerüst der Sternbilder eingefroren. Sie sind, wie der Mond, unterwegs, sie wandern. Man merkt es daran, daß ein vertrautes Sternbild, nach langer Pause wieder angeschaut, uns befremdet. Ein ungewohnter Stern hat sich dort eingenistet. Nun wird man aufmerksam und sieht mit Staunen, wie der Eindringling langsam dahergeht, wie auch sein Glanz im Lauf der Wochen gewinnen, wie ein strahlender König des Nachthimmels aus ihm werden kann; und dann wieder nimmt er ab, verblaßt, wird klein und unauffällig, manchmal für Jahre.

Wir wollen noch nicht darauf achten, was für Wege diese Planeten gehen. Denn das ist ein Rätsel für sich, das wir uns aufheben müssen (Seite 22).

Nicht alle Sternbilder stehen diesen schweifenden Sternen offen. Niemals wird man sie im Großen Wagen antreffen, niemals in der Nähe der Himmelspole. Sie wandern auf einer schmalen Zugstraße, und zwar etwa derselben, die dem Monde vorgeschrieben ist! So sind sie leicht zu finden: der Mond besucht sie alle während seiner Monatsreise. Diese Zugstraße führt rings um die Himmelskugel, merklich schräg zum Himmelsäquator, den sie zweimal quert, an zwei einander gegenüberliegenden Himmelsorten. Sie heißt „Eklip-tik“ (siehe Zusatz 4, Seite 34) und führt durch die zwölf Sternbilder des „Tierkreises“: Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Auf den Spuren des Mondes wird man also die Planeten finden (Bild 16, S. 21). (Ehe man weiterliest, sollte man sie wirklich aufsuchen. Sie sind da und warten nur darauf. Die kleinen astronomischen Jahrbücher oder Himmelskalender, meist auch die Zeitungen, geben von Monat zu Monat bekannt, wo sie sich gerade aufhalten. Sie fallen auf durch ihren weichen Glanz, der sich von dem harten Glitzern der Fixsterne bald unterscheiden läßt.)

Es gibt solche „Wandelsterne“, mit freiem Auge zu erkennen, fünf; und drei davon sind sehr auffällig.

Da ist zuerst der Abendstern, von dem nicht alle wissen: er ist zugleich der Morgenstern, denn er kann zu ihm werden. Er wird Venus genannt, nach der Liebesgöttin der Alten Welt. Ist sie es müde, der Sonne abends nachzufolgen, so eilt sie auf sie zu, ertrinkt in ihrem Glanz, bleibt lange unsichtbar in der Vereinigung, bis sie über die Sonne hinaus vorstößt, aus dem Licht sich löst und nun also vor ihr in der ersten Frühe im Osten aufsteigt: der Morgenstern.

Dann ist Mars da, der rote, der auf die Menschen immer einen beunruhigenden Eindruck machte und nach dem Kriegsgott seinen Namen hat. Auch er kann, wie im Sommer 1939, so strahlend hell werden, daß alle verwundert und besorgt aufschauen zu dem roten Fremdling. Bis sein Feuerbrand verblaßt, verlorengelht, vergessen wird.

Schließlich Jupiter, der Planetenkönig, machtvoll und milde glänzend, manchmal der hellste aller Sterne, gemessen in der Bewegung und im Wechsel seines Lichtes.

Es fehlen noch der kleine, schwer zu findende, die Sonne eng und geschäftig umschwin-gende Merkur und der stille, langsame, unauffällige Saturn.

Die Planeten erst geben dem Himmel sein heimliches Leben. Und wie sehr man ihnen in den alten, naturnahen und naturfrommen Zeiten zugewandt war, das schläft noch in den Namen unserer Wochentage (Mars [germanisch: Ziu]: Dienstag. Französisch: mardi; Venus = Freya: vendredi = Freitag; Jupiter = Donar: jeudi = Donnerstag; Mercur: mercredi = Mittwoch).

Uns soll jetzt nur die Frage angehen: Sind etwa auch diese wandernden Sterne, wie der Mond, im Raume vor der Fixsternkuppel frei schwebende Kugeln? Ist es nicht verdächtig, daß sie heller und wieder schwächer werden können, als kämen sie uns näher und suchten dann wieder die Weite?

Es ist wirklich so. Der Mars zum Beispiel läßt, wenn er hell ist, noch einen „Daumen-sprung“ von 1/100 Mondscheibe erkennen (für die Strecke Berlin-Kapstadt) und verrät damit, daß er viel weiter hinten steht als der Mond. Beginnt sein Licht aber zu schwinden, so wird auch sein Sprung kleiner: er läuft uns davon.

Bei Venus geht es noch einfacher, wenn man ein kleines Fernrohr hat. Da sieht man: sie ist kein Scheibchen wie die anderen Planeten, sie ist ein Mündchen, eine Sichel, die wächst und abnimmt wie unser Mond. Auch sie ist also eine dunkle Kugel, auch sie im Scheinwerfer der Sonne. – Und noch etwas fällt uns auf: Hat sich ihr Scheibchen einmal fast voll erfüllt, haben wir nahezu „Voll-Venus“, scheint ihr die Sonne also mitten ins Gesicht: wo müßten wir dann die Sonne suchen? Gegenüber, denken wir, wie beim Vollmond. Stattdessen steht Venus ganz nah der Sonne, von ihrem Glanz schon beinahe überblendet. Das bedeutet ohne Zweifel, daß sie dann, wenn sie „voll“ ist, hinter der Sonne sich bewegt. Auch sie also schwebt; auch jenseits der Sonne öffnet sich noch freier Raum. Auch die Sonne ist nicht an der Decke des Himmelsgewölbes zu Hause, auch sie schwebt frei!

Keiner von den tausend Fixsternen läßt den geringsten Daumensprung auf der Basis Berlin-Kapstadt erkennen: das Gewölbe ist unermesslich hoch und weit. Vor seinem unendlichen und ewigen Hintergrund schweben die Kugeln der Planeten und ziehen ihre Bahnen wie ferne Vögel vor den festen Linien eines noch viel fernerer Schneegebirges.

9 Zweifel

Ist es nicht ganz rätselhaft, daß sie trotzdem mitgenommen werden von dem schnelleren *täglichen* Umschwung dieses äußersten Gewölbes? Als erzeugte seine Drehung einen ungeheuren Weltenwirbelwind, der auch die Planeten wie lose Blätter, wie schwache Vögel mitzunehmen die Kraft hätte? Welch ein großartiges und unerklärliches Schauspiel!

Noch seltsamer berührt es uns aber, daß die Sonne in ihrer Entfernung von 10000 Wanderjahren ihre Rundbahn (die also rund 60 000 Wanderjahre mißt) in einem einzigen Tage sollte durchlaufen können! Man kann leicht ausrechnen, daß sie dann 1750 km in einer Sekunde durchjagen müßte, um jeden Morgen wieder rechtzeitig aufzugehen. Sitzt in der kleinen Erde eine Macht, die über die klaffende Leere hinweg den vielhunderttausendfach riesigeren Sonnenball dazu bewegen könnte? Wo ist der Rennfahrer, der ihre Riesenmasse immer neu um das Sandkorn Erde in die ungeheure Kurve lenkt, daß sie nicht seitlich aus ihrer Bahn bricht?

Wieviel weiter noch als die Sonne kreist aber der Fixsternhimmel! Seine, wie es scheint, so stillen und friedlichen Fernen müßten in Wirklichkeit durchbraust sein von rasender Hast.

Je mehr wir uns in diese Schwierigkeiten einlassen, desto eher werden wir reif für den großen Gedanken, der sie alle auflöst, daß sie zerfließen wie Nebel in der Sonne:

10 Die wälzende Erde

Wenn wir im tiefen Gras auf dem Rücken liegen, und wenn die großen, weißen Sommerwolken über uns durch das Blau ziehen, dann kann es uns manchmal vorkommen, als lägen wir auf einem grünen Schiff und führen schnell und lautlos unter dem ruhenden Himmel dahin.

Und fahren wir wirklich einmal mit dem Schiff übers Meer und sehen hinten hinab ins strudelnde Wasser, so kann sich auch das umkehren, und nun glauben wir, *wir* ruhten

inmitten der Welt und alles Wasser strömte unter uns fort.

Oder: Ist es *unser* Eisenbahnzug oder der vom Nachbargeleise, der da fährt? Es ist unmöglich, darüber zu entscheiden, wenn wir nicht ein Drittes, etwa den Erdboden, als Anhalt mit dem Blick erreichen können.

Und da es nichts gibt außer der Erde und dem uferlosen Himmel, so sehen wir auf einmal auch den rastlosen Umschwung der ganzen Himmelswelt mit anderen Augen an:

*„Wenn ich's recht betrachten will
und es ernst gewahre,
steht vielleicht das alles still,
und ich selber fahre?“* (Goethe)

Dann wäre es kein Wunder mehr, daß der „nahe“ Mond, die ferne Sonne und die allerfernsten Fixsterne sich verschwören konnten, in fast *derselben* Zeit den Umlauf zu vollenden. Es käme einfach daher, daß unsere Erdkugel selbst – sie allein – sich wie ein Kreisel drehte um eine Achse (die zufällig auf den Polarstern zielte) und daß die ganze Himmelswelt *ruhte*! Daß all ihr Drehen Schein wäre. Dann würde alles einfach werden. – Oder können wir das nicht glauben, kommen uns nicht noch viele Bedenken? Keineswegs kindliche Bedenken, die nicht ernst zu nehmen wären. Es sind dieselben, an denen sich vor vierhundert Jahren die klügsten Gelehrten erhitzen, als Nikolaus Kopernikus (S. 23) die uralte Lehre von der unbeweglichen Erde ins Stürzen brachte. – Es sind etwa solche Zweifel:

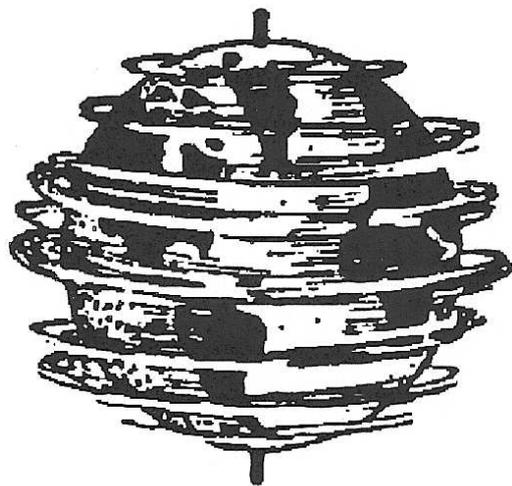


Bild 14

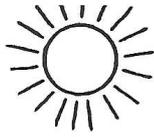
Grete Du, ich glaube es *doch* nicht, daß die Erde sich dreht!

Hans Aber die Begründung ist doch gut!

Grete Schon, aber ich verlange mehr!

Hans Und was?

Grete Siehst du, schon wenn ich Karussell fahre, wird mir schwindelig; und geht die Erde nicht viel schneller als ein Karussell?



Hans Schon, aber *drehen* tut sie doch viel langsamer als ein jedes Karussell. In 24 Stunden einmal herum, davon wird keiner dormelig!

Grete Ja, das ist wahr, es ist kaum schlimmer als ein Geradeausfahren. Aber das ist auch schlimm genug. Wo die Erde so groß ist, muß sie doch *außen sehr* eilen, um in 24 Stunden einmal herumzukommen.

Hans Am Äquator meinst du?

Grete Ja, da wo es sehr schnell geht.

Hans Das läßt sich abschätzen: 40 000 km rundherum in 24 Stunden, sagen wir rund in 20 Stunden. Das machte in der Stunde 2000 km, genauer etwas weniger, sagen wir 1800. In der Minute den 60. Teil, macht 30 km, in der Sekunde also einen halben: 500 m etwa in der Sekunde!

Grete Siehst du, Hans, ich glaube es nicht! Das würde man merken, schätze ich.

Hans Bei uns geht's ja nicht so schnell wie am Äquator, 300 Meter.

Grete Ist mir auch noch zu schnell! Wie schnell fliegt ein Flieger?

Hans Noch nicht so schnell, aber doch schon über 200.

Grete Denk doch an den Wind, den der sich macht! Die Haare müßten mir flattern.

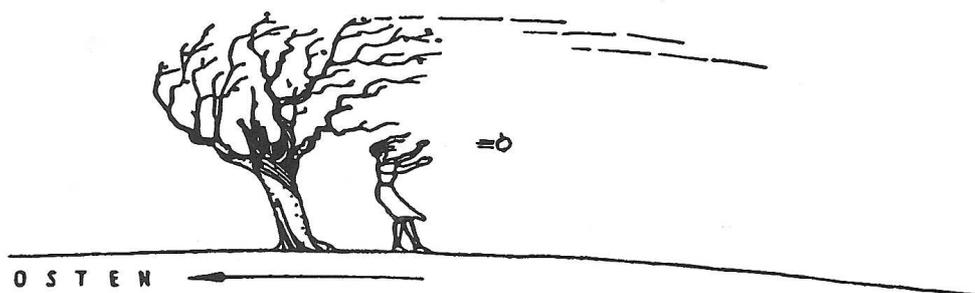


Bild 15

Hans Im Eisenbahnzug tun sie's auch nicht.

Grete Weil die Fenster zu sind! Aber das große Himmelsfenster ist offen!

Hans Im Zug flattern sie nicht, weil eben die Luft mitgenommen wird. Vielleicht wird der Luftpelz unserer Erde auch mitgenommen, nicht von den Wänden natürlich.

Grete Aber wovon?

Hans Ich denke, sie ist von Anfang an dabei gewesen, die Luft; ist damals sozusagen vom lieben Gott mit angedreht worden. Warum soll sie aufhören, wo doch die Erde selber auch immer weiter dreht?

Grete Ja, das verstehe ich ja *auch* schon nicht, daß die Erde niemals müde wird. Alle Bewegung hört auf mit der Zeit. Wer treibt sie immer wieder an?

Hans Niemand, Grete, niemand mehr. Anfangs muß es sie einmal gepackt und ins Wälzen gebracht haben. Jetzt macht sie es weiter.

Grete Gerade das verstehe ich nicht. Sieh, wie die Buben ihre Kreisel peitschen. Jedes Karussell bleibt stehen, wenn das Pferd nicht mehr zieht.

Hans Warum bleibt es stehen? Manches dreht sich noch lange, manches bleibt gleich stehen.

Grete Wenn's gut geölt ist.

Hans Sieh, wo man ölt: da wo es knirscht, wo das Bewegte am Festen reibt, an der Achse; da sitzt die unvermeidliche Bremse, die es schließlich zur Ruhe bringt.

Grete Du meinst, die Erde reibt sich nirgends, weil sie ja *schwebt*?

Hans Ja, die läuft besser als auf den besten Kugellagern. Sie ist ja nicht auf eine stählerne Achse gesteckt, die am Pol aus der Erde guckt, ihre Achse ist eine *gedachte* Linie! Und an der *Luft* reibt die Erde auch nicht, denn die geht ja mit.

Grete Ja, *wenn* die Erde sich überhaupt dreht!

Hans Du glaubst es also noch immer nicht?

Grete Ich glaube jetzt, daß es so sein *kann*, aber nicht, daß es so ist, so sein *muß*.

Hans Da hast du ganz recht. Mehr habe ich dir bis jetzt nicht bewiesen.

Grete Siehst du! Und mir fällt jetzt sogar wieder etwas ein, weshalb es gar nicht sein *kann*!

Hans Du hast also einen Rückfall?

Grete Ja! Wie eben der Apfel vom Baum gefallen ist, fiel mir's ein: der dürfte dann ja gar nicht senkrecht herunterfallen; er müßte, wenn wirklich wir und alles sich dreht – nach Osten ?

Hans Ja, wir gehen nach Osten, der Sonne entgegen, und so scheint es, als ginge sie dort auf.

Grete Also müßte der Apfel nach Westen zurückbleiben! Weil er doch nicht mehr mitgenommen wird, sobald er fällt (Bild 15).

Hans Das ist eigentlich kein neuer Einwand. Es ist dasselbe wie vorhin, als du sagtest, es müßte immer Wind sein. Wenn die Luft zurückbleibt, muß es auch der Apfel tun. Aber die Luft bleibt ja nicht zurück, sahest du es nicht ein?

Grete Weil sie schon immer mitgemacht hat?

Hans Ja, der Apfel etwa nicht?

Grete Ja, – *dann* sehe ich es auch beim Apfel ein: er war ja mitgedreht. *Er hat noch den Schwung?*

Hans Ja, der Baum *wirft* ihn gleichsam nach Osten. Wenn du im Eisenbahnabteil einen Stein fallen läßt, der bleibt ja *auch* nicht zurück und fliegt nicht gegen die Rückwand. Du selbst müßtest ja sonst, wenn du im fahrenden Zug hochsprängest, zurückbleiben und gegen die Rückwand geworfen werden.

Grete Ja, das ist wohl so, ich gebe zu: es *kann* sein, daß die Erde sich dreht, ohne daß wir's merken.

Hans Und nun paß auf: Jetzt werde ich dir beweisen, daß sie es auch wirklich *tut*. Und zwar mit dem Apfel! Wo also, meinst du, daß der Apfel auf den Boden kommt?

Grete Genau unter dem Ast, an dem er hing. Das hast du selbst mir ja gerade beigebracht. Genau da, wohin er fiel, wenn die Erde sich *nicht* dreht! Also . . .

Hans Ja, aber paß auf: Denk dir, daß du auf einen sehr hohen Turm steigst und da oben, zum Fenster hinaus, einen Stein losläßt. *Wenn* sich nun die Erde dreht, dann ist er da oben, beim Loslassen, weiter von der Erdachse weg als der Erdboden. Der Stein bewegt sich dort also *schneller* als der Erdboden, einfach weil er weiter außen ist. – Wenn er also *oben* losgelassen wird, dann hat er einen schnelleren Schwung nach Ost in sich, als wir unten am Boden. Und diesen Schwung *nimmt er mit* beim Fallen!

Grete Aber das würde ja bedeuten . . .

Hans Ja, das würde es bedeuten!

Grete Er müßte vorfliegen nach Osten? – Du, wenn er *das wirklich* tut, dann glaube ich's, daß die Erde sich dreht!

Hans Du wirst nicht verlangen, daß ich es dir hier vorführe?

Grete Es wird nicht viel ausmachen?

Hans Nein, aber doch genug, um es vom Zufall zu unterscheiden! Man hat den Versuch in Kirchen, Türmen und Bergwerksschächten gemacht. Die größte Tiefe hatte ein Schacht in Freiberg in Sachsen: 159 Meter. Man rechnete erst aus, wieviel die Bleikugeln voreilen müßten, das gab 2,8 cm.

Grete Und was kam beim Messen heraus?

Hans 2,7 nach Osten! Ein Mittelwert natürlich. Manche Kugeln eilten etwas weiter vor, manche weniger. Zufälle spielen da herein, Luftströmungen und ähnliches. Aber das Mittel ist 2,7.

Grete Dann muß ich's glauben!

Hans Und du würdest es noch viel mehr, noch viel sicherer glauben, wenn du auch die vielen, ganz anderen Proben kenntest. *Alle* sagen: Ja, man muß es glauben, ob man will oder nicht. – Und schließlich kriegt man auch ein Gefühl dafür. Man *sieht* dann auch die Sonne gar nicht mehr „aufgehen“; man fühlt es dann anders, so wie es *ist*: man fühlt *sich mit* der Erde nach Osten rollen, auf die Sonne zu. Wir wälzen uns *unter sie*, und dann, nachmittags, wieder von ihr weg. Ich erinnere mich eines Gedichtes, ich glaube von Werfel:

„Ich will mich auf den Rasen niedersetzen
und mit der Erde in den Abend fahren.“

Es *scheint* nur, daß die Sonne untergeht. In Wahrheit steht sie treu an ihrem Ort und wartet auf uns, bis wir wieder an die Reihe kommen.

Grete Und auch die Sterne kreisen also nicht.

Hans Die ganze glitzernde Sternenwelt *steht*. Nur wir kreiseln klein in der Mitte. Die Himmelskugel steht rund und gleich nach allen Seiten. Kein Unten und kein Oben, kein Nord und kein Süd stört das gleiche Recht aller ihrer Fixsterne. Der Nordstern weiß nichts davon, daß die Achse des kleinen Erdkreisels zufällig gerade auf ihn deutet. Die Himmelskugel kennt keine Pole und keinen Äquator. Sie sind nur Abbilder der Erdpole und des Erdäquators, die wir in riesiger Vergrößerung an die Wand des Himmels hinausmalen. Diese ganze ferne, starre Welt weiß nichts von unserem Drehen.

Grete Aber die Planeten, *die* stehen nicht?

Hans Sie allein nicht. Aber ihre Wege sind langsam. Zwischen der fernen Fixsternmauer und dem kleinen Erdkreisel schweben sie, spielend, wie gleitende Vögel, der eine nah, der andere fern.

Grete Das ist seltsam.

– Diesem Rätsel wollen wir jetzt nachgehen. –

Um es recht zu verstehen, müssen wir aber vorher noch einmal die Sonne mit größerer Sorgfalt verfolgen:

11 Die Sonnenbahn

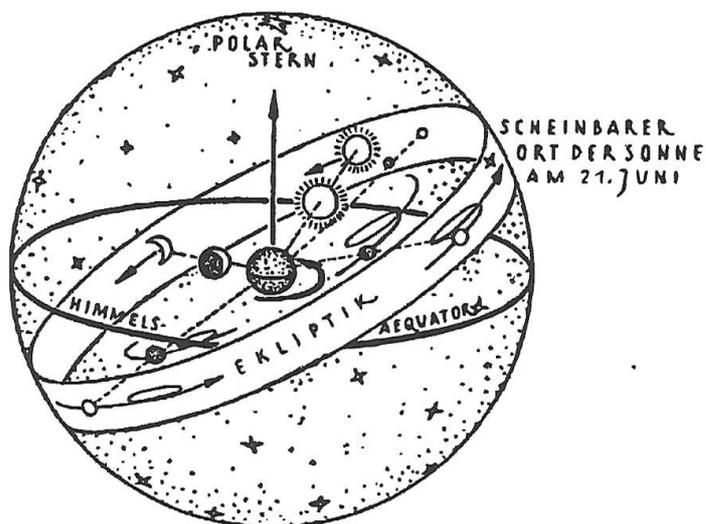


Bild 16

Wo eigentlich am Himmel, in welchem Sternbild, die Sonne ihren Wohnort hat, davon war bis jetzt absichtlich nicht die Rede. Denn hier wartet ein neues Rätsel, das sich mit dem vorigen nicht vermengen sollte. Das eine sahen wir: daß sie in der Nähe des „Äquators“ zu Hause ist (Seite 9).

Jetzt ist es Zeit, die genaue Wahrheit zu erfahren: sie *hat* gar keinen festen Wohnsitz, kein eigenes Sternbild, in dem sie steht (oder, wie wir jetzt sagen müssen: vor dem sie schwebt). Auch sie ist ein Wandelstern!

Stünden die Sterne auch tags sichtbar neben ihr, so wäre es ein leichtes, zu verfolgen, wie die Sonne durch ihre Bilder fortschreitet. Wir sähen, wie sie auf etwa demselben Wege, der dem Mond und den Planeten vorgezeichnet ist, langsam, *sehr* langsam, die ganze Sternkugel umwandert, um genau in einem *Jahr* herum zu sein! Ihre Bahn ist also wieder die „Ekliptik“, der Gürtel des Tierkreises (Seite 14). Er ist, wie wir wissen, nicht dasselbe wie der Äquator, er ist zu ihm geneigt, wie das Bild 16 zeigt. So *umspielt* die Sonne (wie auch Mond und Planeten) den Äquator. Und zwar macht sie sommers einen Vorstoß nach dem Nordstern zu (sie begünstigt unseren Norden), und um Weihnachten ist sie am weitesten dem Himmelssüdpol nahegerückt.

Da sie die Sterne überblendet, kann man sich von ihrer langsamen West-Ost-Trift durch die Sternbilder hindurch am *Tage* also niemals überzeugen, und nachts ist sie nicht da. Wenn man aber (Bild 10, Seite 11!) auf *die* Fixsterne achtet, die ihr *heute* im Untergange nachfolgen (die gerade aufblinken in der frühen Nacht des Westhimmels), so merkt man, wie sie im Lauf der *folgenden* Tage im Augenblick des Sonnenuntergangs der Sonne *immer näher* stehen, immer schwerer zu erkennen in ihrem Glanz. Bis sie darin untergehen, und nicht mehr zu sehen sind, bis sie Tagsterne geworden sind. Die Sonne rückt also gegen sie an, sie *geht*, und zwar, genau wie der Mond, umgekehrt zur Drehung des Himmels, also von West nach Ost. (In *derselben* Richtung aber, in der der Erdkreis sich dreht.)

Man kann sich auch von der Nacht her den Polarstern und den Himmelsäquator für

den Tag merken, und sieht dann, wie die Sonne im Sommer *über* dem Äquator steht, nördlicher, steiler, und im Winter unter ihm. Das wissen wir ja alle. Denn keinen anderen Grund haben ja die gewaltigen Jahreszeiten Sommer und Winter, als daß in *einer* Hälfte des Jahres die Sonne an der nördlichen, unserer, Himmelshalbkugel schräg hinaufgestiegen ist, auf uns Nordländer also höher, steiler und deshalb wärmer hinabscheint und uns so einen Sommer macht; in der anderen Jahreshälfte aber südlich des Äquators geht und uns nur schräge Winterstrahlen senden kann. Läge die Ekliptik, der Sonnenweg, *nicht* schief zum Äquator, so gäbe es nicht diese mächtige Welle der Jahreszeiten, in der wir und alle Geschöpfe mitschwingen.

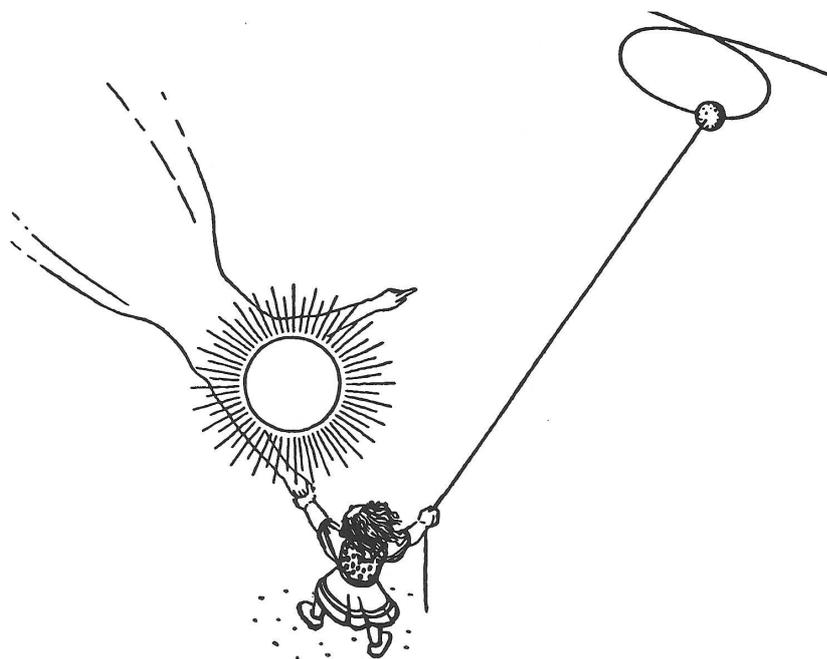


Bild 17

Warum macht die Sonne diesen schrägen Jahresrundgang am Himmelshang? Und wie überhaupt ist es möglich, daß die riesige Frau Sonne um die winzige Erde schwingt (Bild 17), ein Berg um ein Sandkorn? Wenn wir uns das recht vor Augen stellen, dann macht es unserem Denken sehr zu schaffen, wie die kleine Erde das fertig bringt!

12 Die Wege der Planeten

Aber noch viel mehr müssen wir uns wundern, wenn wir ein paar Monate oder Jahre lang die Wege der *Planeten* genau verfolgen und aufzeichnen, die sie durch die Sternbilder ziehen (Bild 18): Zwar bleiben sie alle einigermaßen ordentlich nahe der Straße der Ekliptik, aber sie laufen sie nicht einfach entlang, rund um den Himmel herum, ohne Umschweife von West nach Ost, wie es der Mond (schnell) und die Sonne (langsam) tun. Sie können *zögern*, ihre Bewegung erstarren, sie bleiben stehen! Ja, sie *kehren um*, als reute sie ihr Weg, und durchfahren eine nachdenkliche Schleife. Aber dann erinnern sie sich ihres Ziels, wenden wieder und stürzen eilig davon, als wollten sie alles Versäumte nachholen, wieder

in der Hauptzugrichtung West-Ost. Zugleich schwankt ihr Licht; wir hörten es schon. Sie sind bald nah, bald ferner.

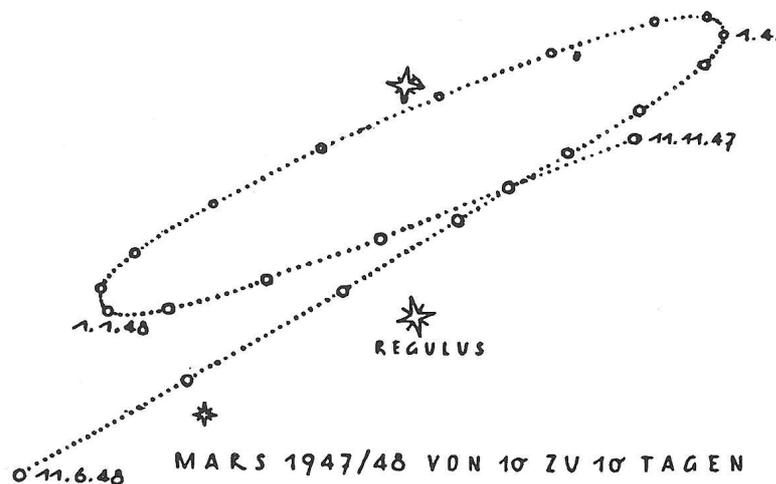


Bild 18

Eine geheime, verschlungene Ordnung scheint hier zu walten, schwer zu deuten. An welcher Schleuder schwingt die kleine Erde diese Kugeln in Schleifenwirbeln um sich herum? Und dabei muß sie auch noch die große Sonne halten (Bild 17)!

13 Die fliegende Erde

Es ist erst vierhundert Jahre her, daß der große Kopernikus (der ein vornehmer Domherr war in Frauenburg, nachdem er 12 Jahre lang Mathematik, Rechtswissenschaft, Astronomie und Medizin studiert hatte in Krakau, Padua, Bologna; ein kluger, gemessener, zurückhaltender Gelehrter und Politiker), daß Kopernikus diesen verschlungenen Knoten aufgelöst hat. Zwei Jahrtausende vor ihm war sein Gedanke, die Wahrheit, schon einmal aufgeleuchtet bei einigen griechischen Gelehrten, so bei Aristarch (Seite 13). Dann wurde er aber wieder vergessen.

Auch die täglich sich umwälzende Erde schon ist Kopernikus' Gedanke. Und was er hier im kleinen erprobte, das hat er nun noch einmal im großen wiederholt:

Wie auf einer großen Waldwiese *steht* die kleine Erde im Sternendom, und die große Sonne geht um sie herum. Die Erde *sieht* es ja daran, wie die Sonne die Stämme des fernen Waldrandes – die Fixsterne – verdeckt, einen nach dem andern, reih-um. Nur daran merkt sie es, denn in der Wirklichkeit des Himmels ist ja keine Wiese da, nur leerer Raum und die Sterne.

Und nun, so etwa sagt Kopernikus, stellt euch einmal vor, es wäre gerade umgekehrt – und das wäre natürlicher! –, denkt euch, daß das Kind Erde um die große Mutter Sonne liefe, und Frau Sonne stünde fest! Wie würde sich *das* der kleinen Erde kundtun? – Es würde *genau so* aussehen wie vorher, *für uns* Erdenbewohner, wir würden keinen Unterschied merken!

Diese Meinung kommt uns seltsam vor, aber wir wollen es ausprobieren: wir wollen zu zweit auf eine *große* Waldwiese gehen. Einmal stehst du still und läßt mich um dich

herumgehen: ich verdecke im Kreis die Bäume des Waldrands für dich. Dann stelle *ich* mich in die Mitte, und du läufst um mich herum, und dabei blicke immerfort auf mich und achte, wo du mich siehst. Natürlich auf der Wiese, immer auf derselben Stelle. Wenn aber keine Wiese da ist, sondern nur der sehr ferne Fixsternwald, so siehst du *nur*, wie ich mich wieder *vor ihm* verschiebe, ganz gleichmäßig rundherum, als liefе ich selbst wirklich im Kreise.

So wären wir denn also wirklich nicht imstande, zu unterscheiden, wer von beiden um den anderen herumläuft. Höchstens vielleicht an den Fixsternen selber. Aber die sind ja so weit weg, sagte Kopernikus seinen Gegnern, daß wir nicht merken, ob wir einmal der einen und nach einem halben Jahr der anderen Seite der Fixsternkuppel etwas näher sind.

Können wir es wirklich glauben, nicht nur daß unsere Erde ein Kreisel ist, sondern auch, daß er ewig davonfliegt, wie von einer Hand geführt, ewig im Kreise um die Sonne?

Hören wir erst *alle* Gründe des Kopernikus, hören wir auch den zweiten, den besten: *Das Rätsel der Planetenschleifen löst sich nun von selbst, wenn es wahr ist, daß die Erde um die Sonne läuft:*

Nicht um uns – sagt Kopernikus – schlingern die Planeten so seltsam. Auch sie müssen, als Geschwister der Erde, um die ruhende Mutter Sonne gehen; und *nicht* in solchen seltsamen zögernden Schleifen, sondern auch sie wie wir, die Erde, in glatten Kreisen. Die Schlingen aber, die wir sie fahren *sehen*, sind Täuschung, sind nur Abbilder unseres *eigenen* Kreisens um die Sonne, seine Spiegelung an der fernen Himmelwand!

Wie das zu verstehen sei, wollen wir wieder die Waldwiese fragen. In der Mitte steht jetzt ein großer Baum, die Sonne. Du selbst umgehst ihn als Erde. Einen Bruder hast du mitgebracht; das soll etwa Saturn sein. Den stellen wir auf, viel weiter ab vom Baum als dich, aber immer noch lange nicht so weit wie der Waldrand entfernt ist, der die Wiese umzäunt, und der uns die Fixsterne vorstellen soll. Mit ihm, dem Bruder Saturn, machst du jetzt das Kopernikus-Spiel. (Siehe auch Bild 20b)

Aber erst ein Vorspiel: Saturn soll *erst* einmal *fest* stehenbleiben, wo er steht. Du gehst um den Baum herum und siehst unverwandt auf Saturn. Dann scheint es dir, als ginge er vor dem fernen Fixsternhimmel einmal hin und her während du einen Umlauf machst. Es ist nichts als wieder der Daumensprung.) Und wenn er *kleiner* ist als du, so daß sein Kopf dem Boden näher ist als deiner, so siehst du etwas steiler auf ihn hinab, wenn du ihm am nächsten bist, und flacher nach einem halben Jahr, wo du ihm am fernsten gehst. So verschiebt sich sein Kopf nicht nur seitlich hin und her, sondern auch ein wenig auf und ab. Das heißt: er schreibt eine dünne, flache *Schleife* auf den Hintergrund des Waldes.

Wenn nun der Bruder Saturn *nicht* steht – und das wäre das eigentliche Kopernikusspiel –, sondern *auch* umläuft um die Sonne, wie du selbst, nur weiter außen und viel langsamer: welchen Schriftzug wird er dann auf den Wald malen? Er wird Schleifen machen wie bisher im Takte *deines* jährlichen Umschwungs, aber *außerdem* wird er selbst rund umlaufen vor den Bäumen. Die Schleifen werden sich seinem Lauf *überlagern*, die *Täuschung* wird sich also mit *der Wirklichkeit* verschmelzen, und es wird genau so sein, wie wir es kennen (Bild 18).

Dies meint Kopernikus, wenn er – um 1510 – schreibt (Übersetzung aus dem Lateinischen):

„Alles, was an Bewegung am Fixsternhimmel sichtbar wird, ist nicht von sich aus so, sondern von der Erde aus gesehen.“

„Was bei den Wandelsternen als Rückgang und Vorrücken erscheint, ist nicht von sich aus so, sondern von der Erde aus gesehen.“

„... daß der Planet manchmal rückläufig ist, ... rührt nicht von der Planetenbewegung her, sondern von der Bewegung der Erde im großen Bahnkreis, die den Anblick verändert. Da diese nämlich den Planeten an Geschwindigkeit übertrifft, gewinnt sie über die Bewegung des Gestirns die Oberhand, wobei der Sehstrahl am Fixsternhimmel nach rückwärts wandert.“

„Wenn aber der Sehstrahl mit gleicher Geschwindigkeit der Bewegung entgegenläuft, scheint er stillzustehen infolge der entgegengesetzten Bewegungen, die sich so gegenseitig aufheben.“

Und hundert Jahre später, als der Kampf um die neue Lehre erst recht eingesetzt hat, wiederholt es Kepler in seiner bilderstarken Sprache.

„... mit denen halt Ichs auch, das die Son mitten in der Welt stehe, vnd niemalen auß disem ort hinweg verrucke, vnd das hingegen die Erde ein Jahr ein mahl vmb die Sonne ... herumb schieße, wie sonsten noch andere fünff schwebende sterne ...“

„... wir astronomj erweisen, das solliche planeten, die dahinten pleiben, ... das diser lauff, ... nur ein scheinlauff seye, vnd daher khompt, weil die Erd mit vns vmbgehet, ...“

Welch ein Geistesmut dazu gehörte, diesen Gedanken zu fassen, die Vorstellung einer den Raum durchstürmenden Erde nicht zu fliehen, sondern bis ans Ende zu denken, das können wir uns heute gar nicht mehr recht klarmachen. Aber auch uns wird noch Angst, weil die Erde ja dann etwa 30 Kilometer in einer Sekunde durchjagen müßte, um in einem Jahr schon den Riesenkreis fertigzubringen um die 10 000 Wanderjahre (oder 150 Millionen Kilometer) entfernte Sonne. Deswegen zögern wir noch und denken wieder: es *kann* so sein, wie Kopernikus es denkt, aber muß es so sein, ist es gewiß? Ja, es gibt einen zwingenden Beweis:

14 Die Auflösung des Sterngewölbes

Als sich die Planeten als *nahe* Kugeln herausstellten aus der Himmelswand, da war wenigen Nachdenklichen ein neuer Gedanke gekommen, auch wieder ein erschreckender: ob nicht auch die andern tausend Sterne, die Fixsterne, Kugeln sind, Sonnen vielleicht? Und nicht Lichter, an die Himmelswand gesteckt, sondern in den Raum gestreut wie von einer säenden Hand? Schwebende Glutbälle, der eine näher, der andere ferner, aber alle *sehr* viel weiter als die Planeten? Ist die ganze geschlossene Himmelskuppel, das Himmelszelt, in dem wir uns so heimatlich geborgen fühlen, *auch* eine Täuschung? öffnet sich überall das klaffende Nichts, von flammenden Kugeln spärlich bevölkert. Ist doch der ferne Waldrand keine Wand; wir können eintreten, die Stämme umgeben uns. Stehen wir so vor einem Sternenwald, einem tiefen, vielleicht endlosen?

Gerade dann aber muß es sich *verraten*, ob wir auf einer festgewurzelten Erde wohnen oder einer die Sonne im Kreis umstürmenden! Und zwar so:

Geh nah heran an den Waldrand, damit du es besser siehst, oder gar in den Wald hinein. Stelle dich breitbeinig und schwanke mit dem ganzen Körper, jedenfalls mit dem Kopf, im Kreis herum; denke, dein Kopf sei die Erde. Dann siehst du, wie die nächsten „Sterne“ (die Stämme, die Äste, die Blätter) vor den entfernteren in deinem eigenen Takt hin- und herschwanken. (Es ist wieder der alte Daumensprung, dasselbe, was die nahen

Planeten in ihren größeren Schleifen tun.) Wenn es also wahr ist, daß wir am Himmel in einen tiefen Sternenwald hineinsehen, dann müssen *manche* Fixsterne (das wären dann die *nächsten*) im Vergleich mit den anderen (ferneren) im Takte unseres Jahres einen kleinen Hin- und Hergang machen.

Da uns Sterne *allenthalben* umgeben, müssen wir uns vorstellen, daß wir auch in den Wald *hineingehen* und auf die Blätter und Zweige achten, die *über* uns stehen, das wären dann Sterne „über“ der Erdbahn. Sie, die auf das Rund der Erdbahn draufblicken, durchfahren, wie du im Walde sehen kannst, jeder einen kleinen *Kreis*. Für solche, die *schräg* auf die Erdbahn sehen, und das sind die meisten, wird der Kreis gedrückt zu einem Kringel (einer Ellipse).

So müßte es überall um uns her *einige* schaukelnde Sterne geben. Nahe der Ekliptik nur schwankende, abseits von ihr *kringelnde*, fernab von ihr fast *kreisende*. Manche müßten es viel tun, manche weniger, aber *alle* im Takte *unseres* irdischen Jahres! So müßte sich der Kreislauf der Erde im Himmelswald widerspiegeln.

Und so ist es wirklich! Aber erst vor gut 100 Jahren, als die Fernrohre groß und mächtig genug geworden waren, fand der deutsche Astronom Bessel den ersten, lang gesuchten, schaukelnden Stern. (Er steht im Sternbild des Schwans und hat dort die Nummer 61 bekommen.) Heute kennt man schon viele. Aber selbst der heftigste Schaukler schwankt um weniger als den tausendsten Teil der Mondbreite! So tief steht er im Raum.

Diese wunderbare Art der Messung entdeckte uns mit einem Male zweierlei:

I

Der Erdball, fliegt wirklich im Kreis um die Sonne. Es gibt keinen Zweifel. Nur wer glaubt, daß die Fixsterne sich verabredet haben könnten, alle im Takt des Jahres uns etwas vorzugaukeln, der mag noch an die ruhende Erde sich klammern. Aber wir würden ihn als irre ansehen müssen.

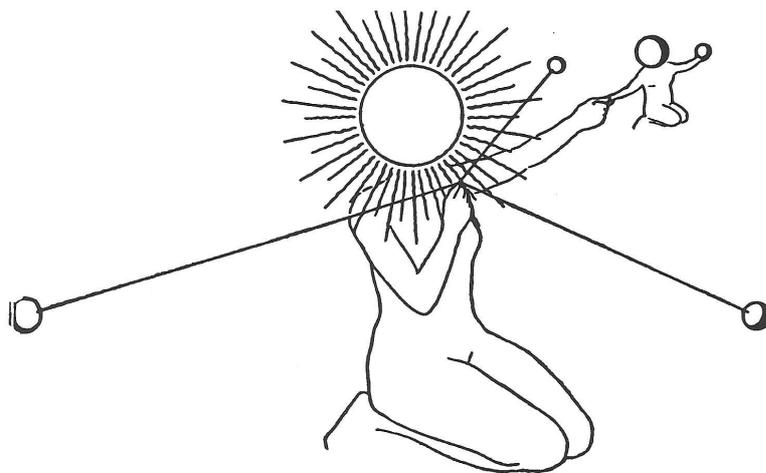


Bild 19

Dreißig Kilometer durchstürzt die Erde in jeder Sekunde. Die Sonne ist Mitte und Mutter, die Planeten sind Geschwister der Erde. Sie tun dasselbe wie sie; manche mehr

innen, wie Venus und Merkur, die meisten weiter draußen: Mars, Jupiter, Saturn. Je weiter außen, desto langsamer ihr Lauf (Bild 21). – In des Kopernikus eigenen Worten:

„So lenkt die Sonne, auf dem königlichen Throne sitzend, die sie umkreisende Familie der Planeten.“

Ob näher oder ferner: alle laufen sie aber auf demselben „Feld“.

Dieses Lauffeld, dieser Spielplatz der Planeten – unsere Waldwiese, unser Waldboden – ist ausgespannt in den Ring, den wir als Ekliptik sehen. Früher glaubten wir uns in seiner Mitte (Bild 20a), jetzt wissen

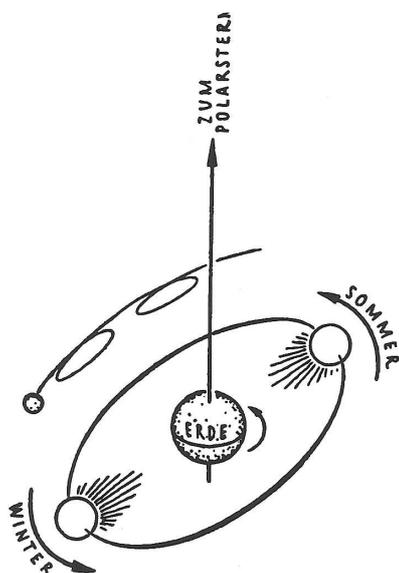


Bild 20a (siehe Seite 35)

wir uns als Mitlaufende in ihm (Bild 20b); die Ekliptik ist auch *unsere* Bahn. *Hinter* der Sonne, so weit hinter ihr, wie wir jetzt vor ihr stehen: dort werden wir in einem halben Jahre sein! (Und *wenn* wir *dort* sind, an diesem 800 Mondweiten fernen Ort, dann hat sich der Anblick der in den Raum gestreuten Fixsterne *kaum merklich* geändert: der nächste hat sich um weniger als ein Tausendstel Mondbreite vor den anderen, ferneren verschoben!)

Warum, so fragten wir (Bild 16, Seite 21), läuft die Ekliptik, warum also laufen Erde und Planeten schräg zum Himmelsäquator (Bild 20a)?

Da dieser Himmelsäquator ja der *Erdäquator* ist, nur ausgeweitet bis zur scheinbaren Himmelswand, und ebenso die Ekliptik das ebensoweit ausgedehnte Lauffeld der Planeten, so sehen wir jetzt, was hinter dieser Schräge steckt, was *wirklich* schief zueinander steht: Die Erdkreisachse (von Pol zu Pol), sie steht *nicht* lotrecht auf dem Feld unseres (und aller Planeten) Laufes. Warum sollte sie auch müssen, sie hat ihren eigenen Kopf und beharrt auf irgendeinem Eingriff aus ferner Vergangenheit, der sie so schief eingerenkt hat. Stünde sie lotrecht, so wäre die Welt ebenmäßiger, aber auch eintöniger: dieser Schräge allein danken wir das große Auf und Ab der Jahreszeiten.

Den *Mond* hätten wir fast vergessen. Aber jetzt erst entscheidet sich's leicht: da die Erde schon um die Sonne kreist, so kann sie nicht zugleich den Mond umlaufen. *Sein* monatlicher Umgang durch den Tierkreis ist also echt. Er ist der einzige von allen, der

uns treu bleibt, uns noch als Mitte nimmt, Gefolgsmann der Erde. Und das ist in Ordnung, denn er ist kleiner als sie. Die Nuß umschwingt den Apfel und mit ihm das Sonnenhaus.

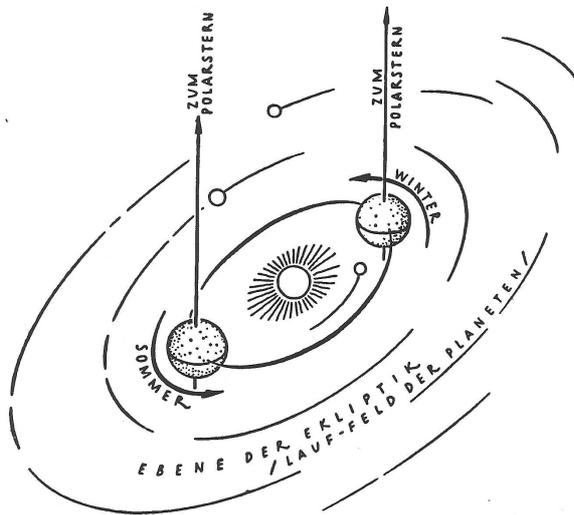


Bild 20b (siehe Seite 35)

Von den eigentlichen Planeten übrigens sind manche kleiner als die Erde, manche auch größer. Die riesige Sonne aber verhält sich zu ihnen allen „wie ein hoher Berg zu den wandernden Männern, welche an seinem Fuße herumgehen“. (G. H. v. Schubert)

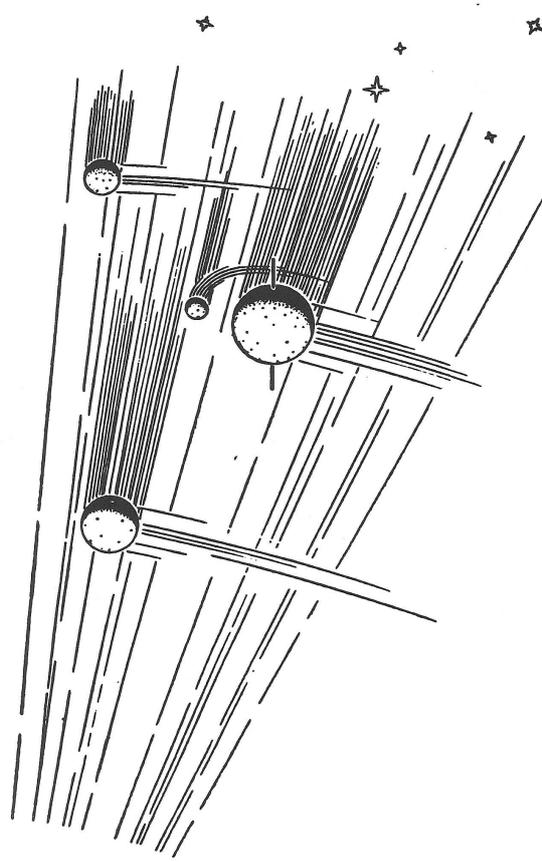


Bild 21 (siehe Seite 35)

II

Das Gewölbe des Fixsternhimmels löst sich auf. Es ist also wahr, daß wir in einem tiefen Sternwald leben.

Da die nahen Fixsterne viel, die ferneren wenig schwanken, so fällt uns noch ein großer Gewinn von selber zu: es läßt sich für jeden einzelnen Schaukelstern sein *Abstand* mit Sicherheit bestimmen, eben aus dem Maße seines Schwankens und im Vergleich mit der Strecke, um die sich die Erde im Laufe ihres halben Jahresumlaufes versetzt.

Das Ergebnis nimmt uns den Atem: Denken wir uns die Sonne als einen Stecknadelkopf, den das kaum sichtbare Staubkorn Erde umschwebt, eine Handbreite entfernt, und setzen wir diesen Nadelknopf mitten nach Berlin, so finden wir den nächsten Fixstern als eine ähnliche winzige Glutperle bei Potsdam, dann kommt eine bei Brandenburg, zwei bei Braunschweig, und so geht es fort. Im Durchschnitt kann man sagen: Stecknadelköpfe in 30 Kilometer Abstand voneinander.

Wir stehen also gar nicht auf einer Lichtung des Sternenswaldes. Wir wohnen mitten im Wald. Aber er ist selbst so sehr licht, daß ein *jeder* Baum um sich eine Lichtung sieht. Und wenn du zwei Sterne ansiehst, die für uns nahe beieinander stehen, so kann es wohl sein, daß es von einem zum anderen ebensoweit ist, wie von uns zu jedem von ihnen. So tief ist dieser Wald.

15 Der unendliche Raum

So fühlen wir uns aus dem bergenden Sternendom wie in einen tiefen, endlosen Wald verstoßen, einen Wald von Millionen weit und spärlich verstreuter Glutbälle, von denen einer unsere Mutter Sonne ist.

„Ja, es ist glaublich, daß, wenn ein Sternseher auf den letzten obersten Stern sich hinaufschwingen könnte, der von hier aus noch zu sehen ist, so wäre er noch nicht am Ende, sondern ein neuer Wunderhimmel voll Sterne und Milchstraßen würde sich vor seinen Augen aufthun, bis ins Unendliche hinaus.“

(Johann Peter Hebel)

Wir haben einen tiefen Blick in die Himmel getan, und die Aussicht mag manchen erschrecken. Es schwindelt uns, in solcher Kleinheit in so viel Raum zu hängen, ja zu wirbeln durch ihn hindurch.

„... in der Nacht hebt der Mensch sich und sein Auge empor von der verworrenen kleinen Erde und schauet in die langen gestirnten Felder der Unermeßlichkeit ...

Die Nacht ist groß, ja zu groß für den Menschen ...

Als ich ... mich auf den Berg hingelegt und gleichsam hineinsank in die aufgeschlossene Unermeßlichkeit, in die dicke Wildnis von Sonnen, welche Zeiten und Menschen und Erden verschlingt: so kam mir mein alter Schmerz ... zurück. Wie oft, wenn ich ... den Sternenhimmel zu lange unverrückt ansah, bis

mir vor dem von Abgrund in Abgrund hineinfliegenden Lauffeuer aus Sonnen die Höhe ordentlich zur Tiefe einwuchs, hab ich dann zu sterben gewünscht, um nur unserer Kleinheit oder der Unermeßlichkeit auf einmal los zu sein.“

(Jean Paul)

So kommen wir uns nichtig und vergessen vor. Kommt es auf uns noch an, uns Menschen, unsere Erde? Diesen „Tropfen am Eimer“ der Schöpfung, wie Klopstock sie nannte?

Aber es gibt kein Zurück von dieser Erkenntnis. Wie ein jedes Kind das Elternhaus einmal verlassen und in die offene Welt der vielen Häuser und Städte eintreten muß, so ist die Menschheit mit Kopernikus und Bessel aus ihrem Heimathimmel hinausgetreten.

Wir dürfen die Augen nicht verschließen, wir dürfen das Neue aber auch nicht mißverstehen:

Vergessen wir nicht, daß wir nur eine Säule unserer menschlichen Natur so überhoch haben treiben dürfen, daß sie uns diese Erkenntnis finden ließ, nur die Säule des Denkens, des Rechnens, des Fernrohres (das ja auch ein Werk des Denkens ist), eine Säule, die uns immer nur die Wunder des Raumes und seiner Ordnungen eröffnen kann.

Wer wollte darauf verzichten, ein ganzer Mensch, ein Mensch mit Kopf und Herz zu sein?

Und während wir in unserem irdischen Tun und Treiben, ein jeder auf seinem Acker, beides sein können: hier, vor der Sternenwelt, in ihr, in sie hineingelockt, in all dieser „Vermessenheit“: hier sind wir notgedrungen halbe Menschen nur, einäugige, außerstande, den Sinn zu ahnen, der allein uns niederdrücken oder auch erheben könnte. Glauben wir aber nicht, es gäbe den Sinn nicht, da wir doch nur das Organ dafür nicht mehr unmittelbar anrufen können!

Wir haben uns verstiegen. Aber es ahnt uns Ungeheures. Das macht uns nicht nur klein, es macht uns auch groß:

„Durch die Ausdehnung umgreift mich das Weltall und verschlingt mich wie einen Punkt; durch den Gedanken umgreife ich es.“

(Pascal)

Ich umgreife es, aber ich begreife seinen Sinn nicht. So bleibt das stolze Denken ehrfürchtig, denn es ahnt, es sucht seine Ergänzung.

„... Ein Halt steht im Weltenmeer, der Gedanke, daß wir den Gott in uns tragen, der selber wieder das Sonnen-All in sich trägt, und daß in diesem Ur- und Übergeiste ... sich alle Weltengrößen, Weltenfernen und Ichsunzahlen selig sammeln ... und durchdringen müssen.

(Jean Paul)

So geschieht uns wohl daran, zu sehen, wie die Erde nur eine kleine Beere ist an einem kleinen Strauch in dem großen Sterngarten Gottes.

*“Wir messen unsre trägen Tritte nach Raum und Zeit;
und sind (und wissen's nicht) in Mitte der Ewigkeit.*

(J. G. Herder)

16 Zusätze

Diese Zusätze gehen einen vorsichtigen Schritt (weiter als der Haupttext) ins Mathematische hinein und werden vielleicht besonders den Lehrern unter den Lesern nützlich sein können.

Zusatz 1 (Vollmond und Sonne; zu Seite 1).

Daß der Mond nur alle vier Wochen „voll“ ist, inzwischen aber nicht „ganz“ erscheint, das wissen wir alle. Daß bei Vollmond die Sonne immer gegenüber steht, davon kann sich jeder überzeugen. Wie es aber zugeht, daß der Mond zeitweise nicht ganz zu sehen ist, „*und ist doch rund und schön*“ (Matthias Claudius), das brauchen wir hier noch nicht unbedingt zu wissen und verschieben es auf später (S. 10). Jedenfalls ist klar, daß der Erdschatten mit dieser (allmonatlichen) Verminderung der Mondscheibe *nichts* zu tun hat, denn gerade nur bei Vollmond zielt er auf den Mond.

Zusatz 2 (Entfernung des Mondes; zu Seite 12).

Man braucht fast gar keine Mathematik zu können, um dieses Ergebnis selber nachzuprüfen. Jedes Kind von etwa zwölf Jahren an kann das: Ein Apfel, ein Gummiball, ein Globus, das soll die Erde sein. Auf ihm bezeichnen wir Kapstadt und Berlin. Wie weit diese beiden Orte voneinander entfernt sind, muß das Kind sich sagen lassen und wird es glauben: nicht mehr als fast genau ein Viertel des Erdumfanges (genauer: $86^{\circ}27'$, die Summe der geographischen Breiten). Da sie auf geradestem Wege vom Nordpol zum Südpol liegen (einem „Meridian“) – sie sind so ausgesucht – haben sie den Äquator zwischen sich. Ein Streichholz, mit Knetgummi aufgesetzt, zeigt den Berliner, ein schwarzes Streichholz, knapp einen Viertelkreis davon entfernt in Kapstadt aufgesetzt, den Kapstädter. Ich kann den Ball so halten, daß der Berliner „oben“ steht, oder auch so, daß der Kapstädter „oben“ steht. Jeder von beiden hat das Recht, so zu sagen. – Jeder sieht nur einen kleinen Umkreis, den er für die ebene Erdscheibe hält. Deshalb setze ich jedem noch einen Papierteller unter, das ist sein Horizont. – Beide sehen nun den Mond. Der schwebt, ich weiß noch nicht genau wo (das wollen wir gerade herausbekommen), irgendwo draußen, nicht allzuweit seitlich von der Ebene des Äquators (denn er bleibt ja immer nahe dem Sonnengürtel), und die beiden, der Berliner und der Kapstädter, warten mit ihrer Beobachtung nun, bis er gerade (für beide gleichzeitig) seinen höchsten Stand hat, über dem Horizont eines jeden von ihnen. Der Berliner sieht ihn dann irgendwo im Süden (man kann die Windrose auf seinem Horizont - Pappeller zeichnen), und der Kapstädter sieht ihn im Norden, über dem Nordpunkt seines Horizontes. Eine aus der Geschichte der Sternkunde berühmte, zweihundert Jahre alte Messung vom 23. Februar 1752 ergab, daß der Berliner den Mond $57^{\circ}55'$ über seinem Südhorizont erblickte, und gleichzeitig sah ihn der Kapstädter $34^{\circ}17'$ über seinem Horizont im Norden stehen. Wir stecken dem Berliner ein Holzstäbchen in seinen Plastilinsockel, das diese Blickrichtung zum Mond angibt und ebenso dem Kapstädter. Diese beiden Stäbchen zielen auf einen ganz bestimmten Punkt, recht weit weg vom Erdball: dort steht der Mond.

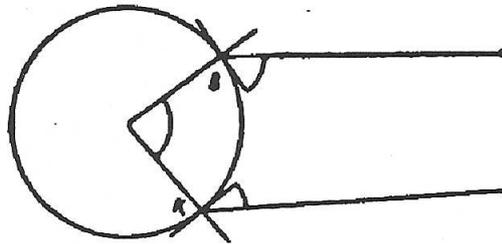


Bild 22

Das zeichnen wir uns nun, um es genauer zu haben, heraus auf einen sehr langen Streifen Papier oder auch auf den Fußboden (Bild 22): Ein Kreis von etwa 10 cm Durchmesser sei die Erde. Etwa 90° voneinander entfernt stehen der Berliner B und der Kapstädter K, jeder auf seinem Horizont. Ihre Blickrichtungen zum Mond, die eben genannten Winkel also, zeichnen wir nun ein. Die Blickrichtungen laufen nicht ganz parallel, sie zielen auf den fernen Mond. Wir verlängern sie mit dem Lineal, bis wir ihn haben. Er liegt weit draußen. Das Papier muß über drei Meter lang sein. Und je genauer wir zeichnen, desto genauer liegt er drei Meter vom Erdmittelpunkt weg. Also dreißigmal muß der Erdball aneinandergesetzt werden, um bis zum Mond zu reichen.

Das ist alles. Daß hierzu Trigonometrie gehöre, ist, wie man sieht, der reine Aberglaube. (Trigonometrie ist nur nötig, um eine größere Genauigkeit zu liefern, als sie bei unserer langen Zeichnung auf dem Fußboden möglich ist.)

Zusatz 3 (Entfernung der Sonne nach Aristarch; zu Seite 13):

Auch seine Rechnung läßt sich in ihren Grundzügen schon von einem Kinde verfolgen und prüfen.

Das Geniale seines Gedankens ist es, daß er wartet, bis der Mond, immer weiter abrückend von der Sonne, sein „erstes Viertel“ erreicht hat. Das ist also genau an dem Tag, der in der Mitte liegt zwischen Neumond und Vollmond. Der Mond sieht dann *so* aus,

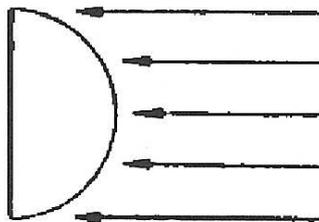


Bild 23

und es ist klar, wenn er eine Kugel ist, so müssen die Sonnenstrahlen, die ihn beleuchten, gerade *quer* (90°) zu unserer von der Erde herkommenden Blickrichtung anlaufen. Es ist unbedingt notwendig, ehe man weiterliest, sich dies mit einem schwarzen

Ball und einer Taschenlampe im dunklen Zimmer klarzumachen, und es ist auch unerlässlich für den, der es wirklich erfahren will, sich dann noch einmal das erste Viertel des Mondes anzusehen, möglichst noch am hellen Tag zu einer Zeit, wo auch die Sonne noch am Himmel steht, die nun der Taschenlampe entspricht. Erst wenn man diese beiden Anblicke immer wieder miteinander vergleicht (den des beleuchteten Balles und den des beleuchteten Mondes), wird man bereits – „spüren“, wie ungeheuer weit die Sonne entfernt sein muß. Und jetzt erst wird man das innere Recht haben, zum Papier zu greifen und sich die Sache so hinzuzichnen, wie sie, von weit außerhalb gesehen, sich darstellen müßte. Man kann dann *genauer* herausbekommen, wie weit (Bild 24). „Zur Sonne“ steht in der Figur. In dieser Richtung steht sie (man denke das aber nicht nur auf dem Papier, man übertrage es sofort auf den Himmel und in den Raum, während man Mond und Sonne wirklich sieht!). Wo die Sonne, wie weit sie auf dieser geraden Linie seitlich fort steht, das sehe ich ja von meiner Erde aus:

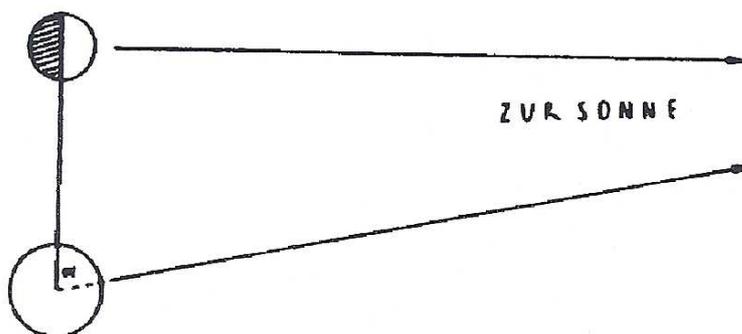


Bild 24

Ich sehe ja die Sonne zugleich mit dem Mond (im ersten Viertel). Ich deute auf den Mond und deute auf die Sonne. Ich deute auf den Mond und drehe den Arm, bis er dann auf die Sonne zeigt. *Diesen* Winkel q kann ich messen. Man muß das einmal versuchen! Man findet: ungefähr einen Viertelkreis (90°). Das kann natürlich genau nicht richtig sein, denn dann wäre die Sonne „unendlich weit“ entfernt. Aristarch maß diesen Winkel und fand ihn zu „*einem Dreißigstel des Viertelkreises weniger als einen Viertelkreis*“, wofür wir auch 87° schreiben können. – Nun machen wir uns wieder eine verkleinerte Zeichnung auf einem sehr langen Papierstreifen oder auf dem Fußboden: hier die Erde, hier, etwa einen Meter davon, der Mond, der Winkel beim Mond ein rechter, der Winkel bei uns *beinahe* ein rechter. Je näher dieser letzte Winkel a dem rechten Winkel kommt, desto weiter rückt der Schnittpunkt, die Sonne, hinaus. Wenn Aristarch recht hätte mit seinen 87° , so läge die Sonne in unserer Zeichnung etwa 20 Meter weit von der Erde weg. Aber Aristarch hatte nicht recht, man braucht moderne Instrumente, um diesen Winkel (auf Umwegen, die uns hier nicht zu interessieren brauchen) genau genug messen zu können: $89^\circ 51'$! Wenn man das Dreieck Erde-Sonne-Mond mit diesem Winkel genau zeichnen wollte, so brauchte man einen Streifen, eine Straße, von etwa 400 Metern Länge: vierhundertmal weiter als der Mond ist die Sonne von uns entfernt!

Man sieht: um den Gedankengang Aristarch's zu begreifen, um zu verstehen, wie man die Sonnenentfernung herausbringen kann, dazu bedarf es weder der „Ähnlichkeitsätze“ noch der „Kosinusfunktion“, aber man versteht auch, wie ungenau das zeichnerische Vorgehen bleiben muß und wie nützlich solche Tabellen wären, welche die Seitenverhältnisse bei den verschiedenen Winkeln mit großer Genauigkeit darstellen. (Diese Tabellen sind die Grundlage der Trigonometrie.)

Zusatz 4 (zu den Seiten 9 und 14):

Der Fachmann wird gebeten, sich nicht daran zu stoßen, daß hier, in dieser vorbereitenden Darstellung, die Ekliptik (und ähnlich auch der Äquator) nicht im exakten Sinne einer Linie, sondern einer Zone, einer Zugstraße eingeführt wird.

17 Hinweise zu einigen Bildern

Bild 1 Mondfinsternis. Der Schatten der Erdkugel fällt auf den Mond. Der Schattenkreis ist in der Wirklichkeit nicht zu sehen.

Bild 6 Die Erde ist hier noch als runde Scheibe gezeichnet, wie sie erscheint, bevor man die Kugelgestalt erkennt. Auf die Scheibe scheint die Himmels-Halbkugel aufgesetzt zu sein. Sie ist vorne weggenommen. Man sieht in die Kuppel hinein. – Der Übergang zur Erd-Kugel ist erst auf dem nächsten Bild vollzogen.

Bild 12 Nicht nur ist der Mond verschoben, der ganze Anblick steht Kopf. Das kommt daher, daß ein Berliner, der nach Kapstadt wandert, immer das linke Bild vor Augen, seinen Kopf immer mehr in den Nacken legen muß, da ja die Erde rund ist (siehe Seite 32, Bild 22). Einmal ist es soweit, daß er den Mond genau über seinem Kopfe hat. Von da an bescheint er seinen Rücken. In Kapstadt angekommen, muß sich der Berliner umwenden, wenn er den Mond wieder sehen will. Mond und Sternbild stehen jetzt nicht mehr im Süden, wie es von Berlin aus war, sondern im Norden, und sie stehen Kopf, weil der Mann in Berlin und der Mann in Kapstadt beinahe auch zueinander Kopf stehen.

Bild 16 Dieses Bild ist vorläufig. Es hält einen mittleren Stand unserer Erkenntnis fest. Man vergleiche seine Vorläufer, Bild 6 (Seite 8) und 7 (Seite 8). Sie zeigen die Stufen, die wir bereits überwunden haben.

Bild 6: die Erde als Scheibe.

Im Bild 7 ist sie zur Kugel geworden. Noch glauben wir aber, sie ruhe und die Kuppel wälze sich täglich herum. Sonne, Mond und Planeten verlegen wir noch in dieselbe Entfernung wie die Fixsterne, wir glauben, daß sie *auf* der Kuppel gleiten. Jetzt (Bild 16) steht die Fixsternkuppel *fest*. Die tägliche Drehung ist nur noch Sache des kleinen Erdkreisels in der Mitte. Seine Drehachse zeigt zufällig auf den Polstern. Quer zu ihm spannen wir in Gedanken rundum den Himmelsäquator aus. In der Nähe der Erde (viel näher als das Fixsterngewölbe, das im Bild vieltausendmal zu klein gezeichnet werden muß!) umschweben die Erde: recht nah der Mond, recht weit die Sonne, zum Teil noch weiter draußen die Planeten (von denen drei angedeutet

sind). Wie Zirkuspferde umlaufen sie langsam die in der Mitte gebietende Erde. (Die Fixsterne sind gleichsam die weit entfernten Ränge der zahllosen Zuschauer.) Sie laufen in ihren verschiedenen Abständen, doch alle *nah* im Vergleich mit den Zuschauern, und alle auf *derselben* Rennbahn. Sie entspricht der Zirkus-Arena. Der äußerste Umfang dieser Arena ist die auf die Sternkarte gezeichnete Ekliptik. *Auf* sie verlegten wir fälschlich die Planeten. Wir glaubten, sie liefen *auf* der Kuppel. (Das ist so, als meinte der in der Mitte stehende Dompteur, die Gestalten seiner Pferde liefen *über* die Gesichter der Zuschauer, die sie gerade verdecken.) Wir wissen jetzt: die Planeten laufen ganz nahe – Seltsamerweise ist das Lauffeld (die Arena, die Ekliptik) schräg zum Äquator gestellt, d.h. sie läuft nicht senkrecht zur Drehachse der Erde. Das ist also so, als tanzte kreisend der Dompteur in der Mitte, aber nicht senkrecht dabei sondern immer schräg geneigt zum Boden seiner Arena, und immer in dieselbe Richtung weisend mit seiner Körperachse auf irgend eine, immer dieselbe, Stelle des Zirkuszeltens. Dort steht sein „Polarstern“. Zwei von den „Zirkuspferden“, Sonne und Mond, laufen gewöhnliche Kreise. Die anderen aber weit kunstvollere und rätselhafte Figuren, die im Bilde angedeutet sind, und die im folgenden Abschnitt zum Hauptgegenstand unserer Untersuchung werden. Die Deutung dieses Schleifentanzes durch Kopernikus bringt die endgültige Klärung: Bild 20.

Bild 20a und 20b Bild 16 verwandelt sich jetzt: sein Mittelstück (Bild 20a) wird zu 20b. Die Fixsterne sind nicht mehr angedeutet. Sie liegen weit in den Raum hinein verstreut. Wie weit, deutet die auf den Polarstern weisende Achse des herumgehenden Erdkreises an. Noch immer ist aber, wie in allen Bildern, die Erdkugel viel zu groß, wie unter der Lupe, gezeichnet. Man muß sich immer bewußt machen, daß sie sich zur Sonne wie ein Apfel zu einem kleineren Haus verhält. Man lege das Blatt schließlich schräg vor sich, so daß die „Ebene der Ekliptik“ parallel zur Kante der Tischplatte läuft, auf welcher das Buch liegt. Man hat dann die letzte Anlehnung an das persönliche Oben-und-Unten und das irdische Nord-und-Süd preisgegeben und kann den Schritt zu Bild 21 tun.

Bild 21 Die Erde mit ihrem Mond ist gerade dabei, den außen (oben) langsam nach links laufenden Planeten zu überholen. Von der Erde aus gesehen verschiebt er sich aber nicht nach links (wohin er in Wirklichkeit schwebt), sondern er bleibt nach rechts zurück. Er beschreibt vor dem Hintergrund der Fixsterne gerade das rückläufige Stück einer Schleife.

Der andere, „innere“ (im Bild unten gezeichnete), Planet hat seinerseits die Erde eben überholt. Sie sieht ihn in der Richtung ziehen, in welcher er wirklich läuft. Die Sonne steht außerhalb des Bildes, da, wo ihre Strahlen herkommen. Die anderen Planeten müssen irgendwo anders vorgestellt werden, auch jenseits der Sonne, aber jedenfalls in der Ebene der Ekliptik (dem „Lauf-Feld“). Ihre gegenseitige Stellung wechselt fortwährend in einer komplizierten aber durchaus nicht „unberechenbaren“ Weise.

18 Nachweis der Zitate

Seite 1 Johann Gottfried Herder (1744) - 1808) Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit (Deutsche Bibliothek, Berlin, 1914, Seite 9)

Seite 2 Friedrich Hölderlin (1770 - 1845): Hyperion

Seite 5 Friedrich Rückert (1788 - 1866)

Seite 7 Josef von Eichendorff (1788 - 1857): Die Tiroler Nachtwache

Seite 7 Gottfried Keller (1819 - 1890): Gottfried Kellers letztes Gebet Aus dem Insel-Almanach 1921.

Seite 8 Johann Peter Hebel (1760 - 1826): Die Fixsterne Entnommen aus: Adalbert Stifter und J. Apprent: Lesebuch zur Förderung humaner Bildung; Facsimile-Druck, Verlag R. Oldenbourg, München und Berlin, 1938, Seite 209.

Seite 24 Die Sätze von Kopernikus und Kepler sind entnommen aus: Nikolaus Kopernikus: Erster Entwurf eines Weltsystems sowie eine Auseinandersetzung Johannes Keplers mit Aristoteles über die Bewegung der Erde; nach den Handschriften herausgegeben, übersetzt und erläutert von Fritz Roßmann, Verlag Hermann Rinn, München, 1948, Seite 11, 20, 21, 78, 87.

Seite 28 Gotthilf Heinrich von Schubert (1780 - 1860) Die Sonne Aus Meyers Volksbibliothek, Band 28, S. 12, Hildburghausen und New York, 1855.

Seite 30 Jean Paul (Richter) (1763 - 1825): Junius Nachtgedanken

Seite 30 Friedrich Gottlieb Klopstock (1724 - 1803): Die Frühlingsfeier

Seite 30 Blaise Pascal (1625 - 1662): Pensees

Seite 23 Bei Bild 18 wurde die Abbildung 3 (S. 4) des Buches „Das Himmelsjahr 1948“ mit freundlicher Erlaubnis der Frankh'schen Verlagshandlung, Stuttgart benutzt.