Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 45 (1958)
Heft: 6-7

Artikel: Zur Entstehung und Rotation der Erde
Autor: Jenal, C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-530896

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ler Ernens verlebte Kardinal Schiner als Hirtenbube seine Kindheit. Das Haus steht noch. Rechnet aus, wie alt es sein muß!

Das *Binn!* ein verästeltes, zum Grenzkamm gegen Italien aufsteigendes Tälersystem, voller kleiner Dörfer, Weiler, Kapellen und geschichtlichen Reminiszenzen. Floraberühmt! Nach Zermatt, Saas, über den Simplon, ins Binn fand unmittelbar nach der Eiszeit eine Pflanzeneinwanderung vom Mittelmeer her statt. Zahllose Pflanzenarten sind dem Tal arteigen, kommen nur hier vor. Das Binntal ist von der Wissenschaft dazu als Stätte einzigartiger Mineralienfunde geschätzt. Ein nur im Binntal heimisches Gestein heißt Binnit. Amerikanische Geologen tauften es.

Lebe wohl, du reiches, farbensattes Rhoneland. Nicht zu verachten wäre die Route über die *Furka* zur Gotthardbahn, denn wir könnten da noch einmal niederblicken nach Gletsch und fern, fern ins Blaue des Wallis, bis hinüber zu den Zermatter Gipfeln.

Wir fahren jedoch hinauf über die gezackte *Grimsel*-Straße, übersteigen die Grimsel, rollen mit der Post abwärts. Das Posthorn singt das Schwanenlied der Reise. Unsere Augen spiegeln die Wasserfläche des *Grimselstausees* und die Kontraste der steilen Hänge, das Bild des Fjordes, des Nordlandzaubers auf der bernischen Grimsel.

*

Zum *Schlußwort* wollen wir an ein Wort Friedrich Nietzsches denken: «Das Glück des Erkennenden mehrt die Schönheit der Welt und macht alles, was ist, sonniger. Die Erkenntnis legt ihre Schönheit nicht nur um die Dinge, sondern auf die Dauer, in die Dinge.» Dieser Ausspruch paßt auf das Wallis und auf unsere Walliser Reise. Erkennen und wirkliches Genießen setzt *Wissen* um die Verhältnisse eines Landes voraus. Darum versuchten wenige Striche die Besonderheiten des Begriffes Wallis darzutun. Erst diese Besonderheiten ließen in die Tiefe blicken. Daß das Wallis die höchsten Gipfel, die meisten Gletscher besitzt und auch sonst ein Land vieler Superlative ist, genügt uns nicht. Der *Mensch* ist das Maß der Dinge. Seine Schicksale, seine Wünsche, sein Wollen und Vollbringen... das schenkt einem Land die lebendige Seele – und die Seele allein macht es liebenswert. Wer nur einmal in den Bereich seiner Eisenbahnen gekommen ist, kennt das Wallis nicht. Wenn auch die malerischen Städte der Talebene, ihre Fruchtbarkeit, ihr bewegtes Leben und Treiben jedes empfängliche Gemüt tief beeindrucken können. Die verborgene Welt der Seitentäler, die Schönheit und Kultur der innern Regionen, nicht allein die lockend über der Talebene stehenden Dörfer haben wir erreicht, als Jagdgrund der Göttin Phantasie, als Gedankengegenstand für unser vaterlandsliebendes Herz, als Wanderland. Die Alpenpost hat uns das ursprüngliche Wallis, das Wallis seiner Pässe und Hochtäler, die volkskundlichen und landschaftlichen Schatzkammern des Gebirges erschlossen. Das «Trinkt, ihr Augen, was die Wimper hält, von dem gold'nen Überfluß der Welt» paßt auf unser Walliser Reiseerlebnis. Das Glück des Erkennens macht das an und für sich schöne Wallis schöner, sonniger – die Richtigkeit dieses Satzes wurde uns auf allen Tonleitern der Empfindung *bewiesen*.

Zur Entstehung und Rotation der Erde

Dr. C. Jenal, Kriens

Mittelschule

Die Erdrotation bildet die Grundlage unserer Zeitrechnung. Die Dauer eines Jahres als der Zeit eines Erdumlaufes um die Sonne ist zwar von der Erddrehung unabhängig. Da aber das Jahr in Tagen gemessen wird, hängt auch dieses indirekt damit zusammen. Wäre die Erdrotation langsamer oder schneller, also die Tage, Stunden, Minuten und Sekunden länger oder kürzer, dann hätte das Jahr

wegen seiner Unabhängigkeit von der Erdrotation weniger oder mehr als 365 Tage. Ist nun die Rotationsgeschwindigkeit konstant und damit unsere Zeiteinheit (die Stunde oder Sekunde) eine unveränderliche Größe? Die Jahreslänge, gemessen in Tagen, ist in der Tat schwach veränderlich. Das tropische Jahr (Grundlage unseres Kalenders) dauerte um die Jahrhundertwende 365,24219879 Tage. Es nimmt jährlich um 6 Einheiten der letzten Dezimale ab, so daß es sich in 1000 Jahren um 5 Sekunden verkürzt. Diese Verkürzung wurde früher einer allmählichen Beschleunigung der Präzession (Drehung des Himmelsäquators und damit Wandern des Frühlingspunktes in entgegengesetzter Richtung zur jährlichen Bewegung der Sonne) zugeschrieben. Dafür gibt es aber keinen stichhaltigen Grund, worauf hier nicht eingegangen werden soll. Eine Verlangsamung der Erdrotation hat aber nach den obigen Bemerkungen dieselbe Wirkung und ist die näherliegende Annahme. Als Ursache dafür kommen die Gezeiten und damit die Anziehungskräfte von Mond und Sonne in Frage. Der Einfluß der Sonne ist etwa zweimal geringer als der des Mondes. Der Flutberg wandert mit Sonne und Mond von Osten nach Westen über die Meeresoberfläche hinweg, oder, da sich in Wirklichkeit die Erde von West nach Ost dreht, kann man auch den Flutberg als stillstehend betrachten und die Erde relativ darunter durchgleitend denken. Dieserart muß zwischen den Wassermassen des Flutberges und den tiefer liegenden Wasserschichten eine Schleppung und somit eine Reibung entstehen, die der Erddrehung entgegengesetzt wirkt und diese daher bremst. Es ergibt sich also die Frage, wie stark die Rotationsgeschwindigkeit schon gebremst wurde oder welches ihre Anfangsgeschwindigkeit war. Dieses Problem läßt sich nur in einem größern Rahmen fruchtbringend erörtern, und dazu ist es nötig, auch die Entstehung der Erde und ihrer Achsendrehung zu diskutieren.

Nach der Kant-Laplaceschen Hypothese, deren Grundgedanken auch heute noch Anhänger haben, hätten sich die Planeten von der Sonne abgelöst, indem sich diese infolge der Abkühlung zusammenzog und dadurch schneller rotierte, so daß die Fliehkraft am Äquator größer wurde als die Anziehungskraft, was die Abtrennung von Sonnenmasse zur Folge hatte. Eine andere Hypothese nimmt als Ursache für die Ablösung der Planeten starke Gezeitenkräfte an, die durch vorbeiziehende Fixsterne nahe der Sonne ausgelöst wurden. Solche Ereignisse wären aber wegen der ungeheuren Distanzen im Weltraum derart unwahrscheinlich, daß die Annahme als höchst unzureichend fallengelassen werden muß. Der Vorgang hätte sich ja, da es neun Planeten und den Schwarm der Planetoiden gibt und die meisten Planeten einen oder mehrere Satelliten haben, etwa 40mal wiederholen müssen und zudem noch in gesetzmäßigen Zeitintervallen, denn die Abstände der Planeten von der Sonne befolgen eine eigenartige Gesetzmäßigkeit, die durch die sogenannte Titius-Bodesche Reihe dargestellt wird (dabei soll der Abstand des Merkur = 1 gesetzt werden).

Dieser auffallende Zusammenhang legt die Vermutung nahe, daß die Planeten durch Kräfte von der Sonne abgelöst wurden, die ihren Sitz in dieser selber haben.

Man darf sich nun aber kaum vorstellen, die Planeten seien bei der Abtrennung von der Sonne weit weggeschleudert worden. Es ist vielmehr anzunehmen, daß sich die Sonne durch Kontraktion

Planet	Abstand nach der Titius-Bodeschen Reihe	wirklicher Abstand
Merkur	$1+(0\times0{,}75)=1$	1,00
Venus	$1+(1\times0{,}75)=1{,}75$	1,79
Erde	$1+(2\times0{,}75)=2{,}50$	2,50
Mars	$1+(4\times0{,}75)=4{,}00$	3,93
Planetoiden	$1+(8\times0{,}75)=7{,}00$	verschieden
Jupiter	$1+(16\times0{,}75)=13{,}00$	12,99
Saturn	$1+(32\times0{,}75)=25{,}00$	24,58
Uranus	$1+(64\times0{,}75)=49{,}00$	49,46
Neptun	$1+(96\times0{,}75)=73{,}00$	77,50
Pluto	$1+(128\times0{,}75)=97{,}00$	102,03

verkleinerte und jeder Planet sie in dem Abstand umkreist, der dem jeweiligen Radius der Sonne im Zeitpunkt der Planetenbildung entspricht. Gibt es für solche Riesenausdehnungen der ehemaligen Sonne konkrete Anhaltspunkte am heutigen Himmel? Das ist in der Tat der Fall. Unter den sogenannten roten Riesensternen kennt man z.B. einen, den Riesenstern Epsilon im Sternbild des Fuhrmann, der, an die Stelle der Sonne gesetzt, noch über die Saturnbahn hinausreichte. Weil die Masse der Sterne in verhältnismäßig engen Grenzen schwankt (in der Größenordnung 10^{32} bis 10^{34}; Sonne rund 2×10^{33} Gramm pro cm^3), muß bei diesem Stern die Dichte ungeheuer gering sein, nämlich in der Größenordnung 0,000000000x Gramm pro cm^3. Der Stern Antares im Sternbild des Skorpions hat eine Dichte von 0,0000003 Gramm pro cm^3, Alpha-Orionis (Beteigeuze) 0,0000006 Gramm pro cm^3, Alpha-Tauri (Aldebaran) 0,00002 Gramm. Anderseits haben die sogenannten weißen Zwergsterne Dichten bis zu 600 000 Gramm pro cm^3 (Erde 5,5; Sonne 1,4). Sie haben dementsprechend kleine Durchmesser. Gegen die starke Kontraktion der Sonne, wie sie für die Planetenbildung nach den Kant-Laplaceschen Grundgedanken gefordert werden müßte, sind also kaum Bedenken berechtigt.

Ein rotierender Körper hat wie ein geradlinig bewegter einen Impuls (Bewegungsgröße = Masse mal Geschwindigkeit = $m \times v$). Bei rotierender Bewegung spricht man von Drehimpuls oder auch Impulsmoment. Der Masse bei geradliniger Bewegung entspricht das Trägheitsmoment bei Rotation und der Geschwindigkeit bei jener die Winkelgeschwindigkeit w bei dieser (= Geschwindigkeit im Abstand eins von der Drehachse).

Für die Sonne ergibt sich als Trägheitsmoment $K \cdot R^2$ (R = gesamter Radius), als Impulsmoment $= K \cdot R^2 \cdot w$. Wenn sich der Gasball zusammenzieht, kann K angenähert als unveränderlich betrachtet werden (für diese Behauptung muß hier der Beweis unterbleiben). Anderseits bleibt nach einem Satz der Physik das Impulsmoment einer Gaskugel gleich, wenn sich deren Radius verkürzt. Da sich dabei aber das Trägheitsmoment verkleinert, muß die Winkelgeschwindigkeit größer werden, die Rotationsgeschwindigkeit somit zunehmen, denn es ist: $\frac{K \cdot R_2^2 \cdot w_2}{K \cdot R_1^2 \cdot w_1} \approx 1$ und deshalb:

$$\frac{w_2}{w_1} \approx \left(\frac{R_1}{R_1}\right)^2.$$

Wenn die Sonne bei der Ablösung eines Planeten jeweils einen Radius hatte, der dessen Umlaufsbahnradius entspricht und eine Rotationsgeschwindigkeit analog der Umlaufszeit dieses Planeten, dann müßte aber anderseits auch das 3. Keplersche Gesetz auf die sich kontrahierende Sonne angewendet werden können. Dieses stellt nämlich eine Beziehung auf zwischen Umlaufszeiten und Entfernungen verschiedener Planeten, kann also in abgewandelter Form angewendet werden auf verschiedene Radien und die jeweiligen Rotationsgeschwindigkeiten der Sonne. Nach ihm verhalten sich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten (also Rotationsdauer der Sonne bei verschiedenen Radien) wie die Kuben deren Bahnradien (also Sonnenradien): $U_1^2 : U_2^2 = R_1^3 : R_2^3$. Anderseits ist die Umlaufzeit der Quotient aus Planetenbahn (Sonnenumfang) und Umlaufgeschwindigkeit (Rotationsgeschwindigkeit der Sonne), also: $U = \frac{2 \times R \times \pi}{v}$. Daher läßt sich das 3. Keplersche Gesetz auch folgendermaßen schreiben:

$$\left(\frac{2 R_1 \pi \cdot v_2}{2 R_2 \pi \cdot v_1}\right)^2 = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

Nun ist aber $v/_R$ jeweils nichts anderes als die erwähnte Winkelgeschwindigkeit. Daher nimmt das Gesetz die Form an:

$$\frac{w_2}{w_1} = \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{1,5}.$$

Oben fanden wir dafür $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$, also eine bedeutend stärkere Zunahme der Winkelgeschwindigkeit. Die Keplerbeziehung ergibt sich aber auch aus dem Newtonschen Gravitationsgesetz, so daß sie den wahren Sachverhalt zuverlässiger angibt. Für die Bewegung eines Planeten in einer kreisförmigen Bahn um die Sonne gilt folgende Gleichung: $g = v^2/_R$ (g ist Gravitationsbeschleunigung der Sonne im Abstand R des Planeten, v ist dessen Umlaufgeschwindigkeit). Bewegt sich ein Körper auf einer krummlinigen Bahn, dann entsteht ein zentrifugaler Trägheitswiderstand, den man häufig, jedoch nicht ganz richtig, als Fliehkraft (Zentrifugalkraft) bezeichnet. Da sich diese Bezeichnung stark eingebürgert hat, wollen wir sie im folgenden der Einfachheit halber ausschließlich

verwenden. Kräfte mißt man allgemein durch die Beschleunigung, die sie einem Körper erteilen. Wir haben also einerseits die Gravitationsbeschleunigung und ihr entgegengesetzt die Zentrifugalbeschleunigung. Nun ist aber nach dem Gravitationsgesetz $g = \frac{M \cdot G}{R^2}$ (M = Sonnenmasse, G = Gravitationskonstante, R = Sonnenradius oder entsprechender Planetenabstand). Nach obiger Gleichung gilt also: $\frac{v^2}{R} = \frac{M \times G}{R^2}$, v ist anderseits $= R \times w$ (Radius mal Winkelgeschwindigkeit) und somit: $R^2 \times w^2 = \frac{M \times G}{R}$ oder: $R^3 \times w^2 = M \times G$. Da $M \times G$ konstant ist (M ist immer die Sonnenmasse), ergibt sich für zwei verschiedene Planeten das Verhältnis:

$$\frac{R_2^3 \cdot w_2^2}{R_1^3 \cdot w_1^3} = \frac{M \cdot G}{M \cdot G} = 1; \quad \frac{w_2}{w_1} = \sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{1,5}.$$

Das ist aber genau die Keplerbeziehung. Diese drückt somit aus, daß zwischen Gravitations- (Zentripetal-) und Zentrifugalbeschleunigung Gleichgewicht besteht. Übertragen auf einen sich zusammenziehenden Stern, dessen Rotationsgeschwindigkeit zunimmt, muß sich dasselbe ergeben. Aus dem Satz über den Drehimpuls folgt aber eine andere Beziehung zwischen Rotationsbeschleunigung und Radiusverkürzung. Danach nähme die Rotationsgeschwindigkeit derart stark zu, daß zwischen Fliehkraft und Gravitationskraft nicht mehr Gleichgewicht bestünde. Die Fliehkraft wäre beständig größer als die Anziehungskraft, und daher müßte sich fortwährend Sonnenmasse ablösen, oder die Sonne würde vielmehr durch die gewaltige Spannung, die dabei entstünde, zertrümmert werden. Gibt es zur Erklärung der beiden widersprechenden Ergebnisse eine Theorie? Das ist in der Tat der Fall. Eine solche Erklärungs*möglichkeit* soll im folgenden dargestellt werden:

Es läßt sich zeigen, daß vom Innern des Sternes her eine bremsende Kraft auftritt, die die starke Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit bei der Radiusverkürzung verkleinert. Diese bremsende Kraft beruht auf der Strahlung des Sternes. Strahlung ist Energie, und diese pflanzt sich vom Sterninnern nach außen fort. Nach der Einsteinschen Relativitätstheorie ist Energie aber einer Masse äquivalent. Durch die Kontraktion wandert Masse von außen nach innen, durch die Strahlung eine ihr äquivalente Masse von innen nach außen und bremst dadurch die Rotationsbeschleunigung. A. Gasser (Ein neues kosmisches Weltbild, Verlag Paul Haupt, Bern 1946) hat gezeigt, daß durch diese «Strahlungsbremse» die Rotationsgeschwindigkeit immer gerade so groß bleibt, daß sich Fliehkraft und Gravitation das Gleichgewicht halten. Die Geschwindigkeit nimmt danach nicht im quadratischen Verhältnis zu, sondern genau entsprechend der Keplerbeziehung. Es ergibt sich also, daß infolge der normalen Kontraktion gar keine Ablösung von Sonnenmasse möglich wäre. Bei der Entstehung der Planeten müssen daher offenbar noch andere Faktoren eine Rolle spielen. Gasser vermutet sie in atomaren Prozessen.

Bei der Kontraktion eines Sternes wird Energie frei. Das ist die Gravitationsenergie oder potenzielle Energie. Diese frei werdende Energie verwandelt sich zur Hälfte in Strahlungsenergie und zur Hälfte in Wärme. Erstere wird natürlich ausgestrahlt, die andere Hälfte erwärmt den Stern, der eine riesige Gasmasse darstellt, die wie jede Gasmenge beim Zusammenpressen erwärmt wird. Die Kraft, die einen Stern zusammendrückt, liegt in ihm selber. Es ist die Gravitation. Durch die zunehmende Erwärmung bei der Kontraktion eines Sternes gelangt er aus der Rotglut (rote Riesensterne) in Weißglut (weiße Riesen- und Zwergsterne). Sobald in einem bestimmten Sternbereich durch diesen Vorgang die Temperatur über ein gewisses Maß hinaussteigt, tritt in der gasförmigen Sternmasse Ionisation ein (ein Elektron der äußern Atomhülle wird abgetrennt). Mit steigender Temperatur werden immer mehr Elektronenschalen abgebaut, so daß sich schließlich in einer Kernkugel des Sterns nackte Atomkerne berühren. Nur so ist die gewaltige Dichte der weißen Zwergsterne (600 000 Gramm pro cm^3) verständlich. Gasser sieht nun in der sukzessiven Entblößung der Atome von ihren Elektronenschalen die Ursache für die Ablösung der Planeten. Die Ionisation verbraucht nämlich Energie. Dadurch steigen Gasdruck (bedingt durch die Erwärmung des Sterngases) und Strahlungsdruck (auch Strahlung übt einen Druck aus) nicht mehr genügend stark an, um dem Gravitationsdruck das Gleichgewicht zu halten. Die Kontraktion erfolgt dann etwas rascher, die Strahlungsbremse kann die Rotationsgeschwindigkeit nicht mehr genügend reduzieren, und so setzt die Ablösung von Sonnenmaterie am

Äquator automatisch ein. Er vermutet weiter, daß solche Störungen wahrscheinlich immer dann besonders stark auftreten, wenn durch die Kontraktion in einem größern Gebiet der Sonnenhülle die Temperatur jeweils so weit ansteigt, daß bei den dortigen Atomen wieder eine neue Elektronenschale zur Sprengung und zum Abbau gelangt. Nach seiner Meinung wäre es nicht ausgeschlossen, daß die Radien der Planetenbahnen in einem gewissen Verhältnis zu den Radien der Elektronenbahnen in den Atomen stünden. Es ist weiter bemerkenswert, daß nach Gassers Theorie die Sonnenstrahlung nicht aus den atomaren Kernreaktionen stammt, wie das heute die Atomphysik annimmt, sondern aus der Kontraktion der Sonne. Hier kann und soll natürlich nicht dazu Stellung genommen werden. (Siehe den Aufsatz: Energie der Sonne, «Schweizer Schule» Nr. 8, 1954.)

Wenn sich die Planetenmasse von der Sonne abgelöst hat, dann wird sie sich infolge ihrer eigenen Gravitation selber zu einer Gaskugel zusammenballen, die sich mit der gleichen Geschwindigkeit um die Sonne bewegt, wie sich diese selber dreht, und ihr auch immer die gleiche Seite zuwenden. Rotation und Umlaufzeit sind gleich lang. Selbstverständlich müßte sich der Planet auch in der gleichen Richtung um die Sonne bewegen, wie sich diese dreht und, von der der Sonne abgewendeten Seite aus betrachtet, auch in demselben Sinne rotieren. Das stimmt nun durchaus. In seiner Sternphase (glühender und daher leuchtender Zustand) wird sich auch der Planet kontrahieren. Dadurch wird auch dessen Rotationsgeschwindigkeit beschleunigt werden.

Die Erde müßte also nach dem, was aus den bisherigen Erörterungen hervorgeht, zur Zeit, als sich der Mond von ihr ablöste, die gleiche Rotationsgeschwindigkeit gehabt haben, wie sie heute der Umlaufgeschwindigkeit des Mondes um die Erde entspricht (27,3 Tage). Die Winkelgeschwindigkeit für den Mondumlauf um die Erde (bezogen auf 1 km Entfernung) ergibt sich daraus zu 0,0095 km pro Stunde. Das wäre somit auch die Winkelgeschwindigkeit der Erde zur Zeit der Mondablösung gewesen. Die heutige Winkelgeschwindigkeit der Erde ergäbe sich nach der Keplerbeziehung daraus demnach zu rund 4,4 km pro Stunde, und wieder umgerechnet auf die Rotationsgeschwindigkeit (also im Abstand des Erdradius = 6370 km) erhielte man rund 28 000 km pro Stunde. Diese beträgt aber in Wirklichkeit 40 000 km : 24 = 1666,67 km pro Stunde und ist somit rund 17mal kleiner. Wenn die angestellten Überlegungen zu Recht bestehen, wäre somit die Erdrotation seit der Ablösung des Mondes so stark gebremst worden. Bei der Rotationsgeschwindigkeit von 28 000 km pro Stunde würden sich am Äquator die Zentrifugal- und die Gravitationsbeschleunigung das Gleichgewicht halten. Eine größere Rotationsgeschwindigkeit hätte ein Zerbersten der Erde zur Folge. Es kann vermutet werden, daß die Bremsung der Erdrotation vor der Erstarrung der Erdkruste stärker war als seither, denn solange die obersten Erdschichten noch eine Schmelzlösung waren, mußten auch in dieser die Gezeiten schon auftreten. Die Reibung und daher Bremsung war aber infolge der hohen Viskosität bedeutend größer als im Wasser. Wie groß der Betrag der damaligen Bremsung war, läßt sich natürlich nicht erfassen. Es darf aber angenommen werden, daß die eigentliche geologische Epoche schon mit einer erheblich gebremsten Erdrotation begann.

Ähnlich wie die Sonne nach diesen Auffassungen einst Riesenausmaße gehabt haben müßte (sie war vermutlich auch ein roter Riesenstern und wird ihre Entwicklung als weißer Zwergstern beenden), wäre natürlich auch die Erde selber ehemals ungeheuer groß gewesen, größer noch als im Zeitpunkt der Mondablösung (damaliger Radius = 384 000 km). Ihr Stabilisierungsradius nach der Ablösung von der Sonne läßt sich theoretisch berechnen. Dazu ist von der schon oft erwähnten Annahme auszugehen, daß der damalige Sonnenradius gleich dem heutigen Erdbahnradius gewesen sein müßte und die Rotationsgeschwindigkeit der Sonne gleich der Umlaufgeschwindigkeit der heutigen Erde. Ferner wurde auch schon gesagt, daß damals Rotations- und Umlaufgeschwindigkeit der Erde dieselben, also die Winkelgeschwindigkeiten für Sonne und Erde gleich waren. Nun wurde weiter oben die Beziehung abgeleitet: $R^3 \times w^2 = M \times G$. Wendet man diese einerseits auf die damalige Sonne und anderseits auf die frisch stabilisierte Erde an (also beide mit derselben Winkelgeschwindigkeit), so ergibt sich folgendes:

$R_s^3 \times w^2 = M_s \times G$ (R_s = damaliger Sonnenradius, M_s = Sonnenmasse)

$R_e^3 \times w^2 = M_e \times G$ (R_e = Anfangsradius der Erde M_e = Erdmasse)

Die beiden Gleichungen durcheinander dividiert ergibt:

$$R_e = R_s \sqrt[3]{\frac{M_e}{M_s}}.$$

(R_s = 150 Millionen km; $M_s = 2 \cdot 10^{33}$ gr; $M_e = 6 \cdot 10^{27}$ gr)

Daraus resultiert für den ursprünglichen Erdradius 2,16 Millionen km (dreimal größer als die heutige Sonne). Die Dichte wäre etwa 36 Millionen mal kleiner gewesen als heute, ein Gasball vom reinsten Geißler Vakuum.

Diese *hypothetische* ursprüngliche Größe der Erde erscheint nun derart phantastisch, daß man Mühe hat, sie für möglich zu halten. Für die Beurteilung solcher Gegebenheiten ist aber ein rein gefühlsmäßiges Befinden nicht maßgebend. Bloß die Folgerungen entscheiden, die sich daraus ergeben. Wendet man nun auf diesen sich kontrahierenden Erdball das 3. Keplersche Gesetz in der weiter oben abgewandelten Form an, dann erhält man für einen Radius, der der heutigen Mondbahn entspricht, genau die Winkelgeschwindigkeit des Mondes bei seinem Umlauf um die Erde. Diese ist 0,0095 km pro Stunde. Aus der Keplerbeziehung ergibt sich:

$w_m = w_a \times \sqrt{\left(\frac{R_a}{R_m}\right)^3}$ (R_a = Anfangsradius der Erde und w_a deren Winkelgeschwindigkeit)

(R_m = Radius der Mondbahn und w_m deren Winkelgeschwindigkeit)

Daraus ergibt sich genau die obige Winkelgeschwindigkeit, nämlich in km/Std.:

$$w_m = \frac{2\pi}{24 \cdot 365} \cdot \sqrt{\left(\frac{2\,160\,000}{384\,000}\right)^3} = 0{,}0095$$

Das ist doch sicher ein bemerkenswertes Resultat und indirekt eine gute Stütze für die Brauchbarkeit der theoretischen Voraussetzungen.

Es ist nicht müßig, zum Schluß auch noch einiges über die Folgen der gebremsten Erdrotation zu sagen. Ohne diesen Vorgang wäre sie, wie bereits geäußert, nach den dargelegten Auffassungen 28 000 km pro Stunde und damit am Äquator die Fliehkraft gleich der Gravitation. Alles wäre dort gewichtslos, und lose Gegenstände könnten frei schweben. Man male sich das einmal für den Luftverkehr längs des Äquators aus und überhaupt für die Bewohner in äquatorialen Breiten. Die negativen Folgen wären aber viel einschneidender. Es läßt sich nämlich mathematisch zeigen, daß dann am Äquator auch der Luftdruck viel geringer wäre, und zwar zweimal niedriger als an den Polen und, wenn man berücksichtigt, daß die Erde auch stärker abgeplattet wäre als heute, sogar noch in einem größern Verhältnis. Dieser enorme Unterdruck am Äquator hätte beständige und gewaltige Stürme von den Polen zum Äquator zur Folge, gegen die auch die verheerendsten Orkane nur ein leichtes Säuseln wären. Beständig würde nicht bloß ein Sandsturm, sondern ein Steinsturm dorthin brausen und Gebirge in kürzester Zeit durch äolische Erosion abtragen. Wälder wären ausgeschlossen. Die stärksten Stämme würden spielend entwurzelt. Am Äquator, wo die Luftströmung nach oben gerichtet wäre, würde alles emporgewirbelt. Häuser zu bauen wäre ebenfalls unmöglich. Sie würden in die Höhe gerissen und dort schweben bleiben oder mit dem ebenso starken Antipassat polwärts getrieben werden. Die letzte Konsequenz ist also die, daß jedes organische Leben auf der Erde trotz fester Kruste und optimaler Temperatur unmöglich wäre. Demgegenüber ist es also ganz bedeutungslos, daß Tag und Nacht zusammen bloß etwa 1⅓ Stunden dauerten. Wenn man alles bedenkt, erscheint der Mond nicht mehr nur als der stille Begleiter der Erde, der zwar zauberhafte Landschaften und die immerhin bedeutungsvollen Gezeiten hervorruft, sondern indirekt ist er an der Entstehung des Lebens ebenso beteiligt wie die Sonne.

Am Bettag wollen wir in die Stille unseres Gewissens gehen, vor Gott treten und mit ihm ins Reine kommen.

Eine Schule ohne Humor ist eine Maschine ohne Öl, die bald heißlaufen wird. P. WINTELER

Die unfruchtbarste Pädagogik ist die, die eigenes Ungenügen abreagiert durch Tugendforderungen an andere.

P. WINTELER