Warum wir überhaupt leben können

Betrachtungen zur Fragilität unserer Existenz¹

von

Peter Rißler

Wenn wir nachdenken über unser Leben, sollte uns eigentlich die Tatsache, dass wir am Leben sind, am meisten überraschen.

Reinhold Schneider

Unsere Existenz erscheint uns als völlig selbstverständlich. Niemand macht sich darüber Gedanken, dass sie nur dank günstiger äußerer Bedingungen möglich ist. Die Zerbrechlichkeit unseres Seins wird jedoch deutlich, wenn für einen Augenblick unterstellt wird, manche Randbedingungen wären nur geringfügig anders, als sie nun einmal sind. Die nachfolgenden Fragen und die zugehörigen Antworten sind dazu angetan, Staunen hervorzurufen ob dieser Fragilität.

- Warum sind die Temperaturen auf der Erde verträglich?
- Wie gefährlich ist Beschuss aus dem Weltraum?
- Was bewirkt die Ekliptik?
- Warum überstehen wir den Sonnenwind?
- Warum haben wir Wasser und Luft?
- Warum sind wir vor UV Strahlung geschützt?
- Was schützt uns vor dem Erfrieren?

Die Beschäftigung mit diesen Fragen bedarf der Auffrischung einiger Schulkenntnisse über die Himmelmechanik und über die Astronomie. Diese wird nachstehend angeboten.

Einiges aus der Himmelsmechanik

Die wesentlichen Grundlagen für die Himmelsmechanik wurden von Kepler und Newton entwickelt. Kernpunkte daraus waren das Erkennen der **Gravitation** und der **Fliehkraft**.

Wundern wir uns nicht darüber, dass wir – ob der Eskimo in Kanada, der Mexikaner in Mittelamerika, der Pinguin in der Antarktis oder der Massai in Afrika – überall von der Erde angezogen werden (Abb. 1)? Es wirkt, wie wir uns erinnern, eine Kraft in Richtung Erdmittelpunkt, verallgemeinert die **Gravitation**. Sie ist eine Eigenschaft jeder Materie und wirkt universal, d.h. im gesamten Weltraum.

1

¹ Vortrag beim RC Essen-Hellweg am 24. November 2010

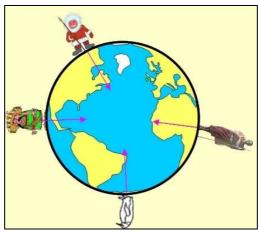


Abb. 1 Zur Gravitation

Die andere, mindestens genau so bedeutende Kraft ist die **Fliehkraft**. Wie das Beispiel in Abb. 2 erahnen lässt, ist die Kraft, welche unser schottischer Sportler in Abb. 2 aufbringen muss, um den Hammer zu halten, umso größer, je schwerer das Gerät ist und je schneller er sich dreht.



Abb. 2 Praktisches Beispiel zur Fliehkraft

Übertragen auf Weltraumverhältnisse: Zwei Himmelskörper ziehen sich unweigerlich an und zwar umso mehr, je größer ihre Massen sind (Gravitation). Andererseits, bewegt sich ein Himmelskörper auf einer Bahn um ein Zentralgestirn, so wird er zwar von der Gravitation angezogen, jedoch von der Fliehkraft weggezogen (Beispiel Mond, Abb. 3). Die Bahnkurve des kleineren Körpers ergibt sich aus der Bedingung, dass Gravitationskraft und Fliehkraft gleich groß sein müssen.

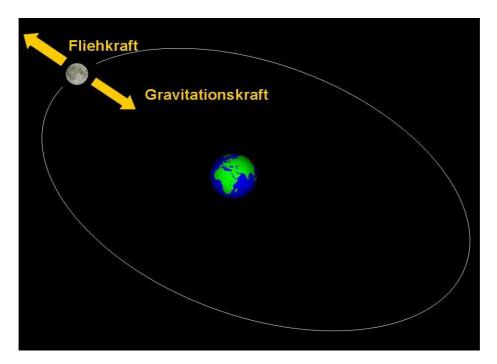


Abb. 3 Wirkung von Fliehkraft und Gravitation auf den Mond

Unser Sonnensystem

Die Milchstraße ist zwar nur ein winziger Teil des heute bekannten Weltraums, jedoch mit einer Ausdehnung von 100.000 Lichtjahren (LJ)² in ihrer Ebene (Abb. 4 a, konstruiert, da von der Erde aus begreiflicherweise nicht einzusehen) und 3000 LJ senkrecht zu ihrer Ebene (16.000 LJ im zentralen, achsnahen Bereich) für den Nichtastronomen bereits unvorstellbar groß (Abb. 4 b). Die Milchstraße kann von der Erde aus, jedoch nur bei extrem guten Verhältnissen (Neumond und fern ab von anderen Lichtquellen) ausgemacht werden (Abb. 5).

Entfernung Erde – Mond: 1,26 Lichtsekunden Entfernung Sonne . Erde: 8,3 Lichtminuten

 $^{^2}$ 1 LJ = 9,46 Billionen Km

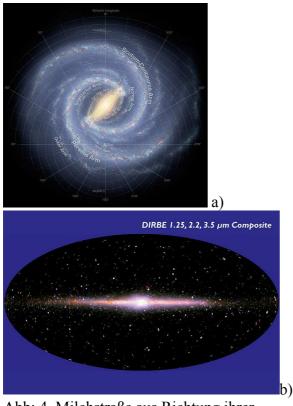


Abb: 4 Milchstraße aus Richtung ihrer Achse (a) und aus ihrer Ebene (b) betrachtet



Abb: 5 Milchstraße am Sternenhimmel, wie sie sich dem bloßen Auge zeigt

Die Sonne befindet sich im äußeren Drittel der gesamten Scheibe.

Das Sonnensystem umfasst die Sonne, die sie umkreisenden Planeten und deren natürliche Satelliten (Monde), die Zwergplaneten und andere Kleinkörper wie Kometen, Asteroiden und Meteoriten, sowie die Gesamtheit aller Gas- und Staubteilchen, die durch die Anziehungskraft der Sonne und durch die eigene Fliehkraft in einer himmelsmechanisch hierarchischen Ordnung zusammengehalten werden.

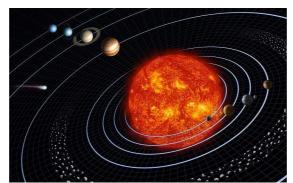


Abb. 6 Sonnensystem schematisch (Die Entfernungen sind nur symbolisch dargestellt.)

Im Zentrum unseres Sonnensystems befindet sich die Sonne als Zentralstern. Darauf folgen die terrestrischen Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars (bestehen aus festem Material), die den inneren Teil dieses Planetensystems ausmachen. Den äußeren Teil bilden die Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun (kleiner fester Kern und gewaltige Hüllen aus Wasserstoff und Helium). Weitere Begleiter der Sonne sind neben Zwergplaneten Millionen von

Asteroiden (auch Planetoiden oder Kleinplaneten genannt) und Kometen, die vorwiegend im Asteroidengürtel zwischen den inneren und den äußeren Planeten anzutreffen sind (Abb. 6).

Man stellt sich heute vor, dass sich vor ca. 4,6 Milliarden Jahren an Stelle des Sonnensystems eine ausgedehnte Materiewolke um das Zentrum der Milchstraße bewegte. Sie bestand zu 99% aus den Gasen Wasserstoff und Helium und nur zu 1% aus schweren Teilchen wie Wasser, Kohlenstoff- und Siliziumverbindungen. Durch irgendwelche Störungen haben sich später einzelne Fragmente abgetrennt, u.a. dasjenige, aus dem später unsere Sonne und ihre Planeten wurden. Dieses Fragment wird in der Wissenschaft als protoplanetare Scheibe ("Sonnennebel") bezeichnet.

Diese Theorie geht in den Grundzügen auf Immanuel Kant (1755) zurück. Er hat angenommen, dass sich in diesem Nebel durch die Wechselwirkung seiner Teilchen mit der Zeit ein anfangs schon etwas vorherrschender Umlaufsinn durchgesetzt hat und die Urwolke daher immer ausgeprägter und abgeflachter rotierte. Durch die Gravitation kondensierten daraus letztlich etwa zeitgleich die Sonne und ihre Planeten (Abb. 7). "Kondensieren" meint in diesem Zusammenhang, dass in einem gewissen ringförmigen Raumsegment der Scheibe nach und nach alle (oder zumindest die meisten) kleineren Partikel durch die Gravitation der großen eingefangen wurden, was deren Anziehungskraft vergrößerte und den Prozess beschleunigte. Das Raumsegment wurde zunehmend materiefreier; der große Körper wurde zu dem, was wir heute Planet nennen.



Abb. 7 Protoplanetare Scheibe (NASA)

Die hier beschriebene Art der Genese ereignete sich im Prinzip auch bei der Geburt der Milchstraße und aller anderen Galaxien.

Warum sind die Temperaturen auf der Erde verträglich?

Aus den von Kepler und später von Newton aufgestellten Gleichungen für die Gravitation und für die Fliehkraft ergibt sich, wenn beide gleich groß sein sollen (s. Abb. 3), eine sehr einfache Beziehung, nämlich, dass das Produkt aus dem Quadrat der Bahngeschwindigkeit u des kleineren Körpers und dem Abstand r vom zentralen Himmelskörper (also hier der Sonne) stets gleich (mathematisch: const) ist.

$$u^2 * r = const^3$$

³ Sorry, dass ich hier eine Formel bringen musste

Dies lässt sich für alle Planeten nachweisen. Das Produkt aus u^2 und r ergibt für alle Planeten im Sonnensystem den gleichen Wert. Daraus folgt jedoch, dass es als purer Zufall angesehen werden muss, wo sich die Erde im Sonnensystem "angesiedelt" hat. Warum gerade in einer Entfernung von 150 Mio. km von der Sonne, warum nicht näher, warum nicht weiter entfernt? Was hätte jede andere Entfernung für uns Menschen bedeutet?

Wir kommen einer Antwort auf diese Frage näher, wenn wir uns einige Augenblicke den vier sonnennächsten, den sog. terrestrischen Planeten zuwenden.

Der kleine **Merkur**, nur 58 Mio. km von der Sonne entfernt, weist keine Atmosphäre auf. Seine Oberflächentemperatur beträgt im Mittel +167 ° C (-173 bis +507 °).

Die **Venus**, 108 Mio. km von der Sonne entfernt, hat eine sehr dichte und hohe Atmosphäre von 96,5 % CO₂. Sie ist so hoch, dass der Gasdruck auf der Oberfläche 92 bar beträgt (auf der Erde 1 bar). Aufgrund dieser Situation (Klimagas CO₂!) ist es an der Oberfläche im Mittel +464 ° C heiß (+437 °C bis+ 497 °C)

Die Daten der **Erde**: Entfernung zur Sonne 150 Mio. km, Atmosphäre aus im Wesentlichen 79 % Stickstoff und 21 % Sauerstoff. Mittlere Temperatur an der Oberfläche +15 ° C (-60 °C bis +58 °C).

Der kleinere **Mars**, 228 Mio. km von der Sonne entfernt, besitzt nur eine ganz dünne Atmosphäre, im Wesentlichen aus CO₂. Die mittlere Oberflächentemperatur liegt bei minus 63 ° C (-87 °C bis +24 °C).

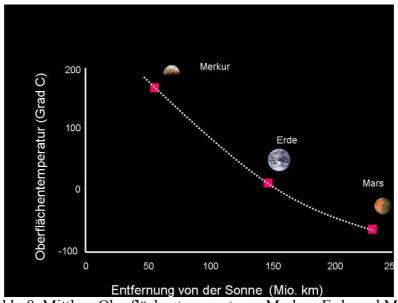


Abb. 8 Mittlere Oberflächentemperaturen Merkur, Erde und Mars

Werden die Oberflächentemperaturen der inneren Planeten Merkur, Erde und Mars über der Entfernung zur Sonne aufgetragen, so ergibt sich ein nahezu linearer Zusammenhang (Abb. 8). Die Venus wurde wegen ihrer Sonderstellung (extrem dichte Atmosphäre aus CO₂) ausgeklammert.

Der Zusammenhang nach Abb. 8 macht deutlich, dass die Oberflächentemperaturen in erster Näherung mit zunehmender Entfernung von der Sonne um 1,35 K (1 K entspricht der

Temperaturdifferenz um 1 Grad C) je 1 Mio. km abnehmen. Daraus lässt sich überschlägig errechnen, welche Temperaturen auf der Erde herrschen würden, wenn die Entfernung Erde-Sonne größer oder kleiner wäre. Für einige Entfernungen sind die Zahlenwerte in Tabelle 1 zusammengestellt.

Abstand der Erde	mittlere Oberflächen-	Änderung
von der Sonne (in	temperatur auf der Erde	in %
Mio. km)	(° C) (und Δ zu jetzt)	
140	28,8 (Δ=+13,6 K)	-6,6
145	21,8 (Δ=+6,8 K)	-3,3
tatsächlich 150	15	
155	8,2 (Δ=-6,8 K)	+3,3
160	1,2 (Δ=-13,6 K)	+6,6

Tabelle 1 Auswirkungen eines größeren oder kleineren Abstands Sonne-Erde

Aus Tabelle 1 wird deutlich, dass sich die mittleren Temperaturen auf der Erdoberfläche bereits bei einer um 3,3 % abweichenden Entfernung der Erde von der Sonne um plus/minus 6,8 Grad ändern würden.

Um dies richtig einzuschätzen: In der letzten Eiszeit, vor 21.000 Jahren, war die mittlere Temperatur auf der Erde um 5 bis 6 Grad niedriger als heute. Auf der Erde würde also Eiszeit herrschen, wenn die Erde um nur 3,3 % weiter von der Sonne entfernt wäre und eine extreme Warmzeit, wenn sie um 3,3 % näher bei der Sonne wäre.

Die Erde müsste also keineswegs an einem grundlegend anderen Platz in der Hierarchie der Planeten angesiedelt sein, um ein Leben auf ihr unmöglich zu machen. Es würde ausreichen, dass sie nur um wenige Prozent näher oder weiter von der Sonne entfernt ist.

Fazit: Beim gegenwärtigen Kenntnisstand muss es als purer Zufall angesehen werden, dass die Oberflächentemperaturen auf der Erde ein Leben ermöglichen.

Wie gefährlich ist Beschuss aus dem Weltraum?

Abb. 6 zeigt, dass sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter der sogenannte Asteroidengürtel befindet. Man geht davon aus, dass während der Genese des Planetensystems hier eigentlich ein weiterer Planet hätte entstehen sollen, in der Weise, wie bereits weiter oben skizziert.

Dieser kam nicht zustande, weil der überaus große und benachbarte Planet Jupiter durch seine Gravitationskräfte dies verhindert hat. Es blieben unzählige Bruchstücke übrig, welche seit vier Milliarden Jahren zwischen Jupiter und Mars die Sonne umkreisen. Man schätzt ihre Zahl auf mehrere Millionen. 478.000 dieser Elemente waren 2009 erfasst und katalogisiert.

Sie können wenige Meter groß sein, jedoch auch bis zu 1.000 km. Die meisten von ihnen umkreisen die Sonne in etwa parallel zur Erdbahn, kommen also der Erde gewöhnlich nicht allzu nahe. 10 % halten sich jedoch nicht daran. Und diese können ein Problem werden.

Der mittelgroße Asteroid Ida (Abb. 9), welcher 1993 von der Sonde Galileo fotografiert werden konnte, zeigt die typische zernarbte Oberfläche aller Himmelskörper, hervorgerufen durch eingeschlagene "Kollegen", also anderer Körper, welche seine Bahn kreuzten. Ganz ähnlich sieht die Oberfläche des Mondes aus.



Abb. 9 Asteroid Ida, 56 x 24 x 21 km groß mit Mond Dacty, dem einzigen Mond, der bisher bei einem Asteroiden nachgewiesen werden konnte.

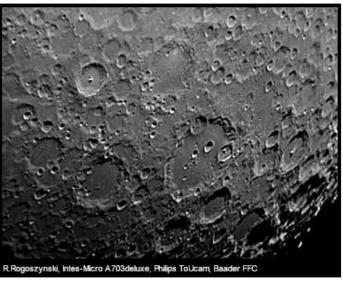


Abb. 10 Oberfläche des Erdmondes

Allein die der Erde zugewandte Seite "unseres" Mondes weist 30.000 Krater auf (Abb.10). Dies deutet darauf hin, dass dessen großer Körper in sehr frühen Zeiten von dichten Schwärmen kleinerer Objekten begleitet war, welche durch die Gravitation des "großen" Mondes angezogen wurden. Dies führte dort zu massiven Bombardements. Ihre Masse hat die Masse des Mondes - zumindest geringfügig - vergrößert und den umgebenden Weltraum entleert.

Auf der Erde sind heute nur noch ca. 300 Spuren früherer Einschläge festzustellen, Folge der nivellierenden Verwitterung. Spuren zweier großer Ereignisse zeigen die Abb. 11 und 12.



Abb. 11 Berringer Krater, Nähe Flagstaff/Arizona



Abb. 12 Nördlinger Ries

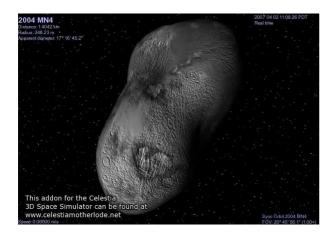
Der Berringer Krater ist vor 50.000 Jahren entstanden, als ein Asteroid mit nur 50 m Durchmesser und 300.000 t Gewicht einen 1200 m weiten und 180 m tiefen Krater erzeugte. Das 30 km große Nördlinger Ries geht auf einen Asteroiden mit 1,5 km Durchmesser zurück, der vor 14,7 Mio. Jahren mit 15 bis 50 km/s auf die Erde stürzte.

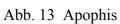
All diese Vorfälle ereigneten sich in grauer Vorzeit. Es stellt sich natürlich die Frage, welche Gefährdungen heute zu gewärtigen sind.

Generell hat die Zahl der möglichen bzw. tatsächlichen Karambolagen erheblich abgenommen, weil die größeren Körper (Planeten) die in ihrer Nähe vorbei fliegenden Asteroiden, Meteoriten und Planetoiden (die Begriffe sind offensichtlich nicht klar voneinander abgegrenzt) weitgehend eingefangen haben. Allerdings gibt es immer noch Überraschungen.

Am 19. Juni 2004 wurde von einem Observatorium in den USA ein neuer Asteroid entdeckt (Abb. 13), welcher heute den Namen Apophis trägt. Er hat einen Durchmesser von 270 m, eine Masse von 27 Mio. t und fliegt mit 31 km/s. Nach den Bahnberechnungen kurz nach der Entdeckung wurde ein Einschlag auf der Erde für den 13. April 2026 vorhergesagt. Sogar seine Spur beim Eintritt in die Erdatmosphäre wurde prognostiziert.

Derartige Prognosen über so lange Zeiträume sind generell unsicher, weil es schwierig ist, aus Rückrechnungen von nur wenigen Bahnbeobachtungen über mehr als 20 Jahre vorauszurechnen. Dies liegt einerseits an der begrenzten Schärfe der Beobachtungen, andererseits an der Möglichkeit, dass Apophis inzwischen abgelenkt werden könnte. Da Apophis in 323 Tagen einmal die Sonne umkreist (die Erde tut dies in 365 Tagen), werden beide Körper bis zum 13. April 2026 ca. 25 Sonnenumrundungen ausführen. Würde Apophis bei seiner Reise beispielsweise einem anderen Asteroiden zu nahe kommen, so könnte er von der vorberechneten Bahn abweichen; die Prognosen könnten Makulatur werden.





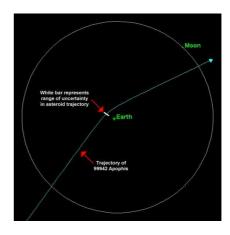


Abb. 14 Gegenwärtig prognostizierte Flugbahn von Apophis in Erdnähe

In den Monaten nach der Entdeckung wurde der Körper von vielen Forschungseinrichtungen intensiv beobachtet und die Wahrscheinlichkeit eines Einschlags auf der Erde fortlaufend korrigiert. Tabelle 2 zeigt die damaligen Prognosen, geordnet nach Zeitpunkten.

Am 3. Februar 2005 gab die NASA das Endergebnis aller Untersuchungen bekannt. Danach wird Apophis am 13. April 2026 in einer Entfernung von 30.000 km (das ist 1/13 des Abstand

Erde-Mond) die Erde passieren. Die errechnete Bahnkurve von Apophis ist in Abb. 14 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass Apophis der Erde sehr nahe kommen und von dieser ganz beachtlich abgelenkt werden wird.

Datum	Anzahl der vorliegenden	Ermittelte Einschlags-
	Beobachtungen	Wahrscheinlichkeit
19. Juni 2004	1	100%
23. Dezember 2004	64	1,6%
24. Dezember 2004 *)	?	2,3%
	101	2,2%
26. Dezember 2004	169	2,2%
27. Dezember 2004 *)	176	2,7%
	Nach Auswertung	0
	zusätzlicher Aufnahmen	

Tabelle 2 Chronik der Prognosen und Beobachtungen

Würden sich die Prognosen als falsch erweisen und würde Apophis tatsächlich einschlagen, so (Schätzung NASA) würde eine Energie von 510 Megatonnen TNT frei gesetzt. Das entspricht 34.000 Hiroshimabomben. Bei einem Einschlag auf dem Festland würde ein Überleben bis in 250 km Abstand vom Einschlagspunkt als ausgeschlossen erachtet. Bei einem Einschlag auf dem Wasser bestünde eine großräumige Gefahr massiver Tsunamis, die am Einschlagort Wellen von mehreren 100 m Höhe und noch an entfernten Küsten solche von mehreren 10 m erzeugen würden.

Dass die Wissenschaft ihren eigenen Feststellungen nur unter Vorbehalt glaubt, geht daraus hervor, dass die NASA im Dez. 2006 einen Preis von 50.000 Dollar für Ideen aussetzte, wie auf Apophis ein Peilsender oder vergleichbare Ortungstechnik platziert werden könnte.

Auf Zweifel an der Prognose deutet auch hin, dass die ESA, die europäische Weltraumbehörde, ebenfalls in 2006, ein Projekt unter dem Namen "Don Quijote" für eine mögliche Abwehr gestartet hat. Die Idee ist, zwei Raumsonden, "Sancho" und "Hidalgo", auf verschiedenen Routen innerhalb von vier Jahren zu Apophis fliegen zu lassen. "Hidalgo" soll den Asteroiden mit einem Gewicht von vier Tonnen rammen und dadurch seine Bahn ändern. "Sancho" soll aus der Nähe genauere Daten über die Flugbahn und über die Zusammensetzung des Asteroiden erfassen und zur Erde funken.

Kürzlich, am 30. Dezember 2009 wurde mitgeteilt, dass es ein Treffen zwischen der NASA und russischen Wissenschaftlern geben soll, da Russland ebenfalls in Erwägung zieht, eine kontrollierte Kollision herbeizuführen.

All dies zeigt, dass die vorstehend erwähnten Prognosen von Fachleuten mit – gelinde gesagt – Zurückhaltung aufgenommen worden sind.

In den letzten Jahren hat es einen weiteren Überraschungsgast gegeben. Am 6. Oktober 2008 wurde – nur 20 Std. vor seinem Einschlag auf der Erde – ein 4 m großer, 80 t schwerer und 12,8 km/s schneller Asteroid (2008 TC3) entdeckt. Er schlug, wie vorausberechnet, am 7.

^{*)} mehrere Verlautbarungen an einem Tage dokumentieren erhebliche Verunsicherungen bei der NASA.

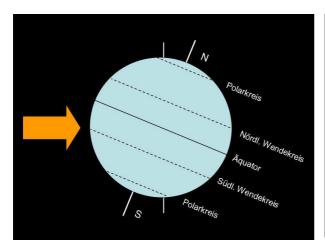
Oktober 2008 in der Nubischen Wüste östlich des Nils ein. Es gab weder Opfer noch Schäden. 2008 TC3 war der erste Asteroid, dessen Bahndaten so schnell und präzise bestimmt werden konnten, dass sein Einschlag zeitlich und räumlich vorhergesagt werden konnte.

Fazit: In der Anfangszeit unseres Sonnensystems, vor 3,5 bis 4 Mrd. Jahren, waren alle heutigen Himmelskörper einem dichten Beschuss von Planetoiden, Meteoriten Planetoiden und Kometen ausgesetzt. Leben wäre zu dieser Zeit auf der Erde. allein des Beschusses wegen, nicht möglich gewesen. Inzwischen ist der Raum im Bereich der Erdbahn ziemlich "leer gefegt". Gleichwohl bleibt ein gewisses Restrisiko, dass die Erde von anderen Körpern mit hoher Energie getroffen wird.

Was bewirkt die Ekliptik?

Unter Ekliptik der Erde versteht die Wissenschaft die Tatsache, dass die Erdachse "schräg" steht (Abb. 15). "Schräg" bedeutet, dass der Winkel zwischen Erdachse und der Bahnebene der Erde keine 90° beträgt. Bei der Erde beträgt er 66,5°, der Komplimentärwinkel, 23,5°, ist die Ekliptik (Abb. 16).

Aus der Ekliptik ergeben sich auf der Erdoberfläche vier besondere Linien: Der nördliche und der südliche Polarkreis (Abb. 15) grenzen die polnahen Gebiete ab, in denen im Winter die Sonne nicht auf und im Sommer nicht unter geht. Der nördliche und der südliche Wendekreis (Abb. 15) grenzen jene äquatornahen Bereiche ab, über denen die Sonne während des Jahres mindestens einmal senkrecht steht.



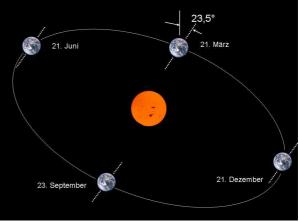


Abb. 15 Schrägstellung der Erdachse (am 21. Dezember)

Abb. 16 Erdbahn und Erdachse zu den vier Jahreszeiten

Die Ekliptik bewirkt, dass wir Jahreszeiten haben. Sie entstehen dadurch, dass die Sonnenenergie sich je nach Jahreszeit, entsprechend der Schrägstellung der Oberfläche unterschiedlich verteilt. Abb. 17 macht dies am Beispiel der Stadt Essen deutlich.

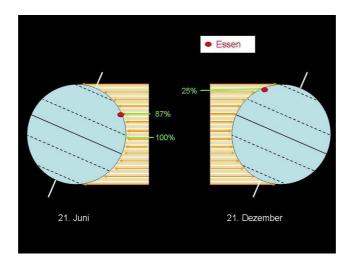


Abb. 17 Jahreszeitlicher Einfluss der Ekliptik auf die Stadt Essen

Die Energiedichtee, also die je Flächeneinheit eingestrahlte Energie, betrage am 21. Juni am nördlichen Wendekreis (Abb. 15) 100 %. Dann kommen in Essen (52 ° nördlicher Breite) zum selben Zeitpunkt noch 87 % an, am 21. Dezember jedoch nur 25 % (Abb. 17)

Mit Ausnahme des Merkurs weist jeder Planet des Sonnensystems eine Ekliptik auf und zwar in sehr unterschiedlichem Maße. Dies führt zu der Frage, welche Bedingungen auf der Erde herrschen würden, wenn der Winkel der Ekliptik nicht 23,5 ° betragen würde. Dies wird nachfolgend für Winkel von 0°, 45° und 90° untersucht. In den Abb. 18 bis 20 bezeichnet der rote Punkt jeweils die Lage von Essen.

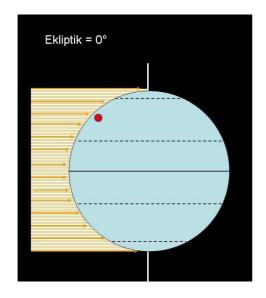


Abb. 18 Annahme: Ekliptik = 0°

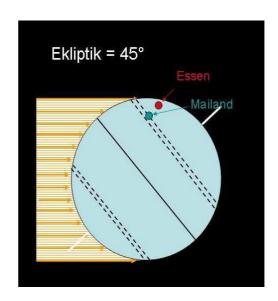


Abb. 19 Annahme: Ekliptik = 45°

Im Falle eines Ekliptikwinkels von 0° (Abb. 18)

- stände die Sonne ständig über dem Äquator,
- gäbe es keine Jahreszeiten,
- gäbe es an den Polen keinen Winter, keine Polarnacht und wahrscheinlich keine Vereisung,
- gäbe es im Äquatorbereich wahrscheinlich durchgängig Wüsten.

- gäbe es in den gemäßigten Breiten (z. B. in Essen) stetig Temperaturen, welche erheblich niedriger wären als gegenwärtig im März oder im September, dies deshalb, weil die ausgleichende und wärmespeichernde Wirkung der Ozeane (Golfstrom) fortfallen würde. Die Mitteltemperatur in Essen wäre eher vergleichbar mit der von Irkutsk in Sibirien, welches auf dem gleichen Breitengrad liegt, jedoch nicht vom Golfstrom profitiert. Die mittlere Temperatur im März liegt dort bei -1,7 °C ⁴. Sie würde das gesamte Jahr herrschen.
- wären daher in den gemäßigten Breiten kaum Lebensmöglichkeiten vorhanden,
- bliebe für die Entwicklung von höheren Zivilisationen/ Kulturen nur ein schmaler Gürtel entlang der derzeitigen Wendekreise (zwischen Wüste und gemäßigten Breiten).

Im Falle eines Ekliptikwinkels von 45° (Abb. 19)

- würde der nördliche Polarkreis durch Mailand gehen, der südliche läge im Bereich des Kaps der Guten Hoffnung,
- wäre nahezu ganz Europa von der Polarnacht betroffen, Kanada und Russland ebenso,
- läge der nördliche Wendekreis ebenfalls über Mailand
- würde die Sonne im nördlichen Sommer vertikal über Mailand stehen, im südlichen Sommer über Kapstadt,
- wären die Bereiche mit gegenwärtig gemäßigtem Klima (z.B. Essen) tropisch oder Wüsten
- wechselten die Temperaturen in Europa, Kanada und Russland jedes Jahr von "Polar" nach "Wüste".
- wäre dort kaum Leben möglich.

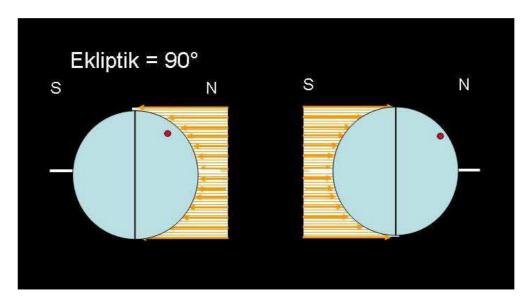


Abb. 20 Annahme: Ekliptik = 90°

Im Falle eines Ekliptikwinkels von 90° (Abb. 20)

- herrschte sowohl auf der Nord- wie auf der Südhalbkugel im jeweiligen Winter Finsternis, am 21. Dezember bzw. am 21. Juni bis zum Äquator,
- herrschten dann dort Temperaturen wie gegenwärtig in der Antarktis,

_

⁴ http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/de/Irkutsk

- wäre die entgegengesetzte Halbkugel monatelang tagein/tagaus intensiver Sonnenbestrahlung ausgesetzt.
- herrschten dort teilweise Temperaturen wie gegenwärtig in der Sahara,
- wäre kein Leben möglich, da beide Extreme halbjährlich aufeinanderfolgten (im Winter bis – 40°C, im Sommer bis + 50°C).

Fazit: Jede andere Schiefe der Erdachse, sofern sie nicht nur im Bereich von wenigen Graden von der gegenwärtigen Orientierung abweichen würde, hätte Leben auf der Erde völlig unmöglich gemacht. Die Schiefstellung der Achse um 23,5° ist das Optimum für unser Leben.

Warum überstehen wir den Sonnenwind?

Seit langem ist bekannt, dass auf der Oberfläche der Sonne in ziemlich regelmäßigen zeitlichen Abstand dunkle Flecken ("Sonnenflecken") erscheinen. Der Abstand der Maxima liegt bei 11 Jahren. 2011/12 wird wieder ein Maximum erwartet.

Sonnenflecken sind sichtbarer Ausdruck von gewaltigen Eruptionen auf der Sonnenoberfläche, bei denen unermesslich große Mengen von elektromagnetischer Strahlung aller Wellenbereiche (Gamma-, Röntgen-, UV-Strahlen und Radiowellen) in den Weltraum geschleudert werden. Die Eruptionen können im Bereich des sichtbaren Lichts von der Erde aus mit entsprechenden Einrichtungen wahrgenommen werden. Sie schleudern Materie bis zu 500.000 km weit in den Raum hinaus. Abb. 21 zeigt rechts im Bild eine Eruption und zum Größenvergleich davor montiert die Größe der Planeten.

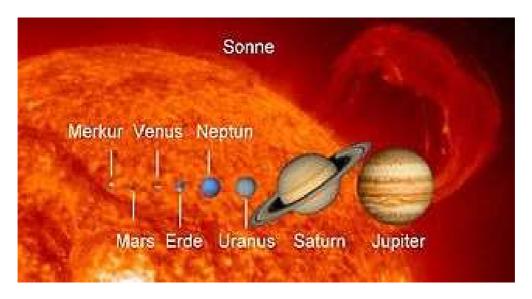


Abb. 21 Gas- und Strahleneruption auf der Sonne (davor zum Größenvergleich die Planeten)

Die elektrisch geladene Strahlenwolke ("Sonnenwind") rast durch den Weltraum bis zu den äußeren Planeten.

Auf der Erde ist der Sonnenwind normalerweise kein Problem. Der Laie nimmt ihn zumeist nur in der Form von Polarlichtern wahr (Abb.22). Bei der letzten Eruption, am 1. August 2010, wurden Nordlichter sogar in Norddeutschland beobachtet.



Abb. 22 Polarlichter

In Extremsituationen allerdings hat der Sonnenwind schon erhebliche Schäden verursacht:

Oktober 2003: Malmö: Stromnetz fällt aus

Luftverkehr über Nordkanada muss für den Passagierluftverkehr

gesperrt werden

Kontakt zu Satelliten setzt zeitweise aus

März 1989: in Quebec fällt das gesamte Stromnetz aus

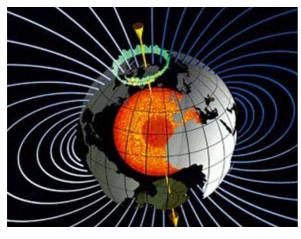
August 1921: Telegraphenlinien fallen in ganz Europa wegen Überspannungen

aus

- Spätsommer 1859: Starkströme in Telegraphenleitungen, Brände in

Telegraphenämtern

Der Sonnenwind mit der die Erde überfallenden harten Strahlung wäre allerdings tödlich für die Menschheit, gäbe es nicht einen natürlichen Schutz. Diesen stellt der Himmelskörper Erde durch sein Magnetfeld bereit. Es sei bereits hier angeführt, dass außer der Erden nur der Merkur ein Magnetfeld aufweist, allerdings ein sehr viel schwächeres als die Erde.



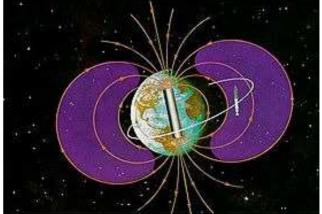


Abb. 23 Magnetfeld der Erde

Abb. 24 Van-Allen-Gürtel

Woher kommt das Magnetfeld und was bewirkt es?

Die Erde besteht aus dem zentralen festen inneren Eisenkern mit Radius von ca. 1220 km (rot in Abb. 23), dem diesen umgebenden flüssigen äußeren Kern (ca. 2270 km dick) aus Eisen und Nickel (orange in Abb. 23) und dem äußeren Mantel. Der äußere Kern ist elektrisch aufgeladen und rotiert mit der Erddrehung, jedoch mit anderer Drehgeschwindigkeit als der innere Kern. In Verbindung mit dem inneren Kern erzeugt dies ein Magnetfeld mit einem Pol im Norden und einem im Süden.

Dieser Erdmagnet hält die harte Strahlung aus den Sonnenwinden fern und ermöglicht unser Leben. Wesentlich dazu trägt der Van-Allen-Gürtel bei (Abb. 24). Er besteht aus energiegeladenen Teilchen, welche vom Sonnenwind und anderer kosmischen Strahlung stammen und durch das Magnetfeld eingefangen worden sind. Der Van-Allen-Gürtel filtert diese Teilchen zu 99,98 % aus dem Sonnenwind heraus, weshalb auf der Erdoberfläche kaum mehr etwas ankommt.

Fazit: Besäße die Erde kein Magnetfeld oder nur ein wesentlich schwächeres, so würde der Sonnenwind bis zur Oberfläche durchdringen und alle Lebewesen durch harte Strahlung töten bzw. es hätte überhaupt kein Leben entstehen können.

Warum haben wir Wasser und Luft?

Alle Planeten besitzen eine Atmosphäre aus Gasen, Merkur und Mars allerdings nur in Spuren. Ihre Zusammensetzung ist sehr unterschiedlich (Abb. 25).

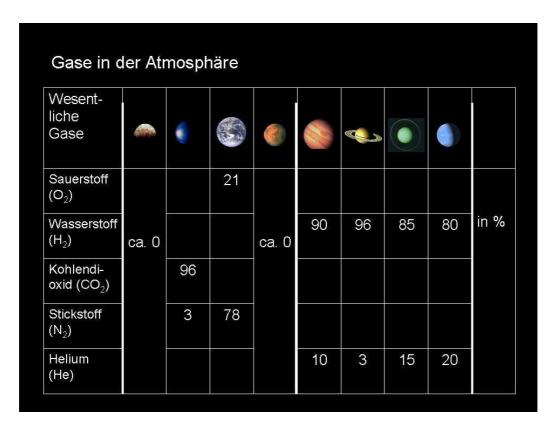


Abb.25 Gase in den Atmosphären der Planeten

Die Atmosphäre der Venus besteht zu 96% aus CO₂, die der Erde zu 21% aus Sauerstoff und zu 78% aus Stickstoff. Die Atmosphären der Gasplaneten Jupiter; Saturn, Uranus und Neptun besteht zwischen 80 und 90% aus Wasserstoff, zu 10 bis 20% aus Helium.

Die Erde ist der einzige Planet, der Sauerstoff in nennenswertem Umfang aufweist. Jedoch nicht nur das: Er hat genau das richtige Mischungsverhältnis zwischen Stickstoff und Sauerstoff, welches dem Leben des Menschen zuträglich ist. Denn reiner Sauerstoff bzw. Sauerstoff in hoher Konzentration ist für den Menschen (zumindest langzeitlich) giftig. Sinkt andererseits der Sauerstoffanteil ab, so tritt ab 17% Müdigkeit ein, ab 13% Atemnot, ab 10% Bewusstlosigkeit und unter 8% der Tod.

Wir benötigen zum Leben nicht nur Sauerstoff, sondern auch Wasser. Wasser setzt jedoch Sauerstoff als Baustein voraus. Wohl gibt es auch auf anderen Planeten verschiedentlich Wasser, was auch dort auf geringe Mengen Sauerstoff hindeutet, jedoch liegt das Wasser nur als Dampf oder als Eis vor. Beides wäre für den Menschen nicht nutzbar.

Fazit: Es ist einem überaus glücklichen Umstand zu verdanken, das der Planet Erde nicht nur eine sauerstoffhaltige Atmosphäre bereit stellt, sondern dass in ihr Sauerstoff genau im richtigen Mischungsverhältnis vorgehalten wird. Anders könnten wir nicht leben. Überdies besitzt die Erde als einziger Planet Wasser in flüssiger Form.

Warum sind wir vor der UV-Strahlung geschützt?

Die UV-Strahlung ist elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen unterhalb derjenigen des sichtbaren Lichts (Abb. 26). Sie ist in der Lage, chemische Bindungen organischer

Moleküle zu zerstören und daher schädlich für Menschen. Die UV-Strahlung aus dem Weltraum wird größtenteils in der Ozonschicht absorbiert.

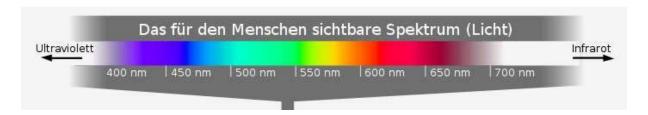


Abb. 26 Ultraviolettstrahlung, sichtbares Licht und Infrarotstrahlung nach Wellenlängen

Die Ozonschicht liegt in 15 bis 50 km oberhalb der Erdoberfläche. Dort wird unter dem Einfluss von UV-Strahlung aus dem Weltraum Sauerstoff (O₂) in Ozon (O₃) umgewandelt. Ozon absorbiert UV-Strahlung und wird dabei wieder in O₂ umgewandelt. Dabei entsteht ein dauernder Ozon-Sauerstoff-Zyklus, bei dem UV-Strahlung absorbiert wird.

Anmerkung: Die Ozonschicht wird durch einige Gase aus menschlicher Produktion (z.B. FCKW = Fluorchlorkohlenwasserstoff) geschädigt, indem O_3 wieder in O_2 umgewandelt wird. Passiert dies in Zeiten, in denen wegen fehlendem Sonnenlicht kein neues Ozon gebildet werden kann, so wird das dynamische Gleichgewicht gestört. Hier sind insbesondere die Polargebiete wegen der langen sonnenlosen Zeit in der Polarnacht gefährdet.

Fazit: Würde die UV-Strahlung ungefiltert ständig die Erdoberfläche erreichen, so hätte sich kein menschliches Leben entwickeln können. Krebs, DNA-Schäden und anderes mehr hätte die Entwicklung verhindert.

Was schützt uns vor dem Erfrieren?

Treibhausgase sind Stoffe in höheren Bereichen der Atmosphäre, die verhindern, dass alle von der Erde abgestrahlte Energie wieder in den Weltraum entweicht. Sie strahlen diese zur Erde zurück und beeinflussen dadurch die Temperatur auf der Erdoberfläche.

Wasserdampf ist das wichtigste Treibhausgas. Sein Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt wird auf 60 bis 70 % beziffert. Er entstammt überwiegend dem Wasserkreislauf (Ozean – Verdunstung –Niederschlag – Speicherung im Erdreich).

Die natürlichen Treibhausgase heben die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche um etwa 33 K auf +15° C an. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt hätte die untere Atmosphäre im globalen Mittel nur -18°C, was Leben auf der Erde kaum möglich machen würde.

Fazit: Es ist festzustellen, dass uns die natürlichen Treibhausgase vor dem Erfrieren schützen. Gäbe es keinen Wasserdampf als Klimagas, d.h. mit den beschriebenen Wirkungen, so könnten wir nicht leben.

Zusammenfassung

Werden die vorbeschriebenen Zusammenhänge aus der Sicht des heutigen Menschen beurteilt, so ist festzustellen:

Unser Leben wird durch selten günstige Umstände ermöglicht, weil...

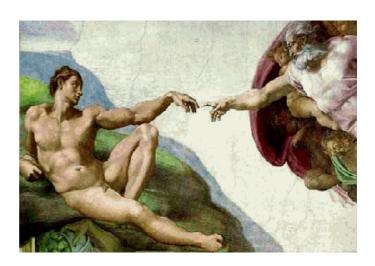
- durch die zufällige Konstellation Sonne/Erde verträgliche Temperaturen erzeugt werden,
- der Beschuss aus dem Weltraum nachgelassen hat (auch wenn eine Gefährdung noch nicht völlig ausgeschlossen ist)
- nur eine Ekliptik, wie vorhanden, das Leben ermöglicht,
- der Sonnenwind durch das Erdmagnetfeld abgewehrt wird,
- die Erde über Luft und Wasser verfügt,
- der Ozongürtel weitestgehend die UV-Strahlung abfängt
- die Treibhausgase uns vor dem Erfrieren retten.

Wir sind alle gewaltigen Kräften ausgeliefert. Wir sind Staub und werden von Kräften, die wir nicht steuern können, hin- und hergeworfen.

Albert Einstein

Dennoch leben wir!





Extremer Zufall

oder

Schöpfung?