

Was geschah im Kambrium^[1]?

Heute soll es um ein Thema gehen, aus der historischen Geologie^[2], aus der Erdgeschichte^[3]. Und das war eine der wichtigsten Epochen^[4] in der Erdgeschichte^[3], wie wir noch sehen werden, aber....

Aber es gab noch keine Erdbeeren!

Mm Tja, stimmt, damals gab es auch noch keine Erdbeeren.

Im Kambrium^[1] gab's überhaupt noch keine Pflanzen^[5]. Keine Kartoffeln, keine Karotten, niemand konnte sich die Radieschen von unten ansehen. Um sich den Kalauer auch noch zu erlauben.

Nun, worum wird es gehen?

Wir schauen uns einfach erst einmal an, wann das Kambrium^[1] überhaupt stattgefunden

hat.

Also wenn man die gesamte Erdgeschichte von 4,5 Milliarden Jahren auf einer Skala von einem Jahr zusammenpacken würde, dann ist der Bereich um den es jetzt geht, der vom 15. - 21 November. Alles was davor war, lassen wir hier mal raus.

Was die Entwicklung von Le-

ben^[7] anging, war da noch nicht viel, b.z.w. es ist nicht mehr auffindbar.

Aber in diesem Bereich hat sich etwas getan. Nämlich etwas ungeheuerliches. Man spricht von einer Kambri-schen-Lebensexplosion^[6].

Aber wieso eigentlich, beschäftigen wir uns hier mit der geologischen^[2] Urzeit? Wir

wollen hier doch Astrophysik^[8] machen, was ist denn da los?

Heutzutage ist ein wichtiger Bereich in der Astrophysik^[8] die Astrobiologie^[9] oder man nennt diesen Bereich auch Exobiologie^[9].

Es geht darum herauszufinden, unter welchen Bedingungen kann auf einem Planeten^[10] überhaupt Leben^[7] entstehen.

Und da wir nur einen Planeten^[10] kennen und für unsere Untersuchungen zur Verfügung haben, von dem wir sicher wissen, das es passiert ist, nämlich unsere Erde^[11], können wir annehmen, das unsere Erde^[11], für die Entstehung

von Leben^[7] quasi der Idealfall ist, also.... Das Paradebeispiel.

Auf anderen Planeten^[10] ist es anders als auf der Erde^[11] und da gibt es kein Leben^[7]. Wir haben jedenfalls noch keins gefunden. Also muss es auf der Erde^[11] etwas geben, was die Entstehung von Leben^[7] begünstigt.

Und deshalb ist es so wichtig, zu erfahren, was ist da passiert, wie hat es Damals ausgesehen, das diese Kambrische Lebensexplosion^[6] stattfinden konnte.

Und darum geht es Heute: Was geschah im Kambrium^[1]?

Erdgeschichtlich gesehen war

es **DIE** prägende Zeit.

Das Kambrium^[1] ist eine Erdgeschichtliche^[3] Phase, die benannt wurde nach einer Gesteinsschicht^[12] in Wales und zwar vom Geologen Adam Sedgwick^[13].

Auf walisisch^[14] spricht man Walles als *Cymru*^[14] aus, was auf lateinisch soviel heißt wie *Cambria*^[14], und da sind wir dann schon bei Kambrium^[1].

Also das Kambrium^[1] ist so, sind wir mal großzügig, etwa die Zeit von 600 Mio. Jahren bis 500 (542 genauer) Mio. Jahren vor Heute.

Und das Kambrium^[1] zeichnet sich dadurch aus, das es

scheinbar schlagartig völlig neue Gruppierungen von Lebensformen^[15] gegeben hat.

Die ganzen Vorarbeiten von allen Lebensformen^[15], die wir heute kennen, von allen Pflanzen^[5], als auch von allen Tieren^[16], die wir heute kennen, scheinen sich in wenigen Millionen Jahren abgespielt zu haben, wenn man der Fossilien^[17]-Lage glaubt. Denn die ersten skeletartigen^[18] Fossilien^[17], kennt man erst seit dem Kambrium^[1].

Mmmh, ja... Was ist denn da passiert?

Also da muss man erst einmal vorsichtig sein. Es gibt da nämlich eine ganz merkwürdi-

ge Datierungs^[20]-Lücke.

Es gab vor dem Kambrium^[1] Zeiten, die den Geologen^[2] einfach fehlen. Die Gesteins^[21]- und Sediment^[22]-Schichten, aus denen man etwas herauslesen könnte, sind einfach nicht da. Etwa 200 bis 300 Millionen Jahre vor dem Kambrium^[1] wissen wir gar nichts.

Also die frühen Phasen des Lebens^[7] sind offenbar von gewaltigen Erosionsvorgängen^[23] von der Erdoberfläche^[24] verschwunden, da müssen die Vorstufen der Kambrischen^[1]-Lebensexplosion^[6] enthalten gewesen sein, aber die haben wir nicht. Genau das fehlt uns. Quasi die Schritte von den

Einzellern^[25], wie hier einer Amöbe als Beispiel, hin zu den Mehrzellern^[26], wie hier dem Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*^[27] den ersten komplexeren Lebensformen^[15].

Und genau dieser Übergang fehlt uns... Mmmh

Also es ist ja so gewesen....

Zu Anfang gab es ja nur komplexe Moleküle und die verbanden sich zu Zellen, noch ohne Kern, die sogenannten Prokaryoten^[28].

Das dauerte ein paar Milliarden Jahre und dann kamen die ersten Zellen^[29] mit Kern^[30], die

Eukaryonten^[31] oder Eukaryonten^[31].

Und dann ist wieder eine ganze Zeit vergangen, und es hat sich nichts weiter entwickelt als Einzeller^[25].

Aber seit dem Kambrium^[1]? Da geht's tüchtig zur Sache. Da muss es hier auf der Erde^[3] ^[11] Veränderungen gegeben haben, die das Leben^[7] richtig beflügelt haben, richtig angetrieben haben.

Was kann das gewesen sein?

Also im Kambrium^[1] ist alles das aufgetaucht, was heute so um uns ´rum ist.

Nicht in der fertigen Entwick-

lungsstufe, wie wir das heute kennen, aber die ersten Lebewesen^[32], die etwas knorpeliges^[33] in sich hatten, was sich weiter verhärtete und sich anschließend zu dem entwickelten, was wir heute Wirbelsäule^[34] nennen.

Es war das erste mal, dass sich Nervenzellen, in den sogenannten Chordatierchen^[35], mit den Sinnen verbunden waren.

Der noch durchscheinende Körper zeigt die erste Wirbelsäule^[34] deutlich und es haben sich bereits optische Wahrnehmungsinstrumente gebildet... Augen würden wir heute sagen.

Insgesamt sind die Tierchen

aber noch recht einfach strukturiert.

Aber erste Nervenzellen^[36] gab es bereits und die sollten sich später ja zum Gehirn^[37] entwickeln.

Es gab die ersten Vorläufer von Amphibien^[38], von Reptilien^[39], von Fischen^[40], sogar schon von Säugetieren^[41]. Diese Vorstufen waren alle da.

Das Kambrium^[1] war übersät mit dem, was mit den heutigen Krebsen^[43] zu tun hat, mit den Trilobiten^[42].

Plötzlich gab es Jäger und Gejagte, all das gab es vorher nicht. Stoffwechsel^[44] und Kreislauf^[45] sind möglich ge-

worden. Die Tierchen und die Pflanzen haben sich mehr und mehr unabhängig gemacht.

Und es war nun nicht so, dass man alte Baupläne etwas verbessert hätte, sondern es fanden so fundamentale Änderungen statt, dass man davon sprechen kann, dass sich die Architektur des Lebens^[7] völlig neu eingestellt hat. Also völlig neu!

Nun betrachten wir mal vor die geistigen Auge die Landkarte von damals.

Also weit vor dem Kambrium gab es einen Superkontinent^[46] Namens Megagäa^[46] und der zerbrach, woraus sich dann Pangäa^[47], die Urerde bildete.

Unglaubliche Aktivitäten gab es hier auf der Erdoberfläche^[48]. Gebirge^[49] bildeten sich, riesige Auffaltungen fanden statt.

Subduktionszonen^[50] diese...

Was? Weißt Du doch...

Plattentektonik^[51], hatten wir schon mal drüber gesprochen. Das waren die Stellen, wo sich die eine Kontinentalplatte^[52] unter die andere Kontinentalplatte^[52] schiebt.

Also die Plattentektonik^[51] ist sozusagen das Standardmodell, nicht nur der historischen^[53] Geologie^[2] sondern auch der heutigen Erdbebenforschung^[54].

Wir haben im Erdkern^[55] eine Wärmequelle, zum einen gespeist durch den Radioaktiven^[56] Zerfall von Kernelementen, und zweitens dem Kondensieren^[57] des Materials^[81] auf dem festen Erdkern, dabei wird Wärme frei. Und diese Wärme^[58] führt nun dazu, dass sich das Material^[81] unter dem Erdmantel^[59] bewegt.

Und die festen Kontinentalplatten^[52] schwimmen quasi auf diesen Konvektionsströmen^[60] und bewegen sich.

Das ist der Grund warum es Erdbeben^[61] gibt, das Vulkanismus^[62] auftaucht, weil immer wieder die Ströme, nach innen unterbrochen werden.

Die Erdkruste^[63] bricht dabei auf, Material tritt zu Tage, Pinatubo^[64] vom 2. April 1991 bis zum 2. September 1991, der Ätna^[65] von 17. Juni 1994 bis zum 17. Juli 2001, sind nur die Dichtesten gewesen. Die Liste der Vulkanausbrüche^[66] und ihre Folgen, weist eine große Vielzahl von weiteren Vulkanausbrüchen^[67] aus.

Und dann stehen meist Geologen^[68] im Krisengebiet vor der Kamera und müssen erklären, warum das gerade passiert. Zum Beispiel, weil die Afrikanische Platte^[69] mit 4cm pro Jahr in Richtung Eurasische Platte^[70] unterwegs ist.

Auch die Indische Platte^[71] schiebt sich an die Eurasi-

sche^[70] heran, dadurch faltet sich der Himalaya^[72] auf.

Das sind ja Prozesse, die man heute sehr gut ausmessen kann und zwar mit Satelliten^[73].

Man vermisst die Erdoberfläche^[48] mit Hilfe von Radiosignalen^[74] und kann so sehr präzise die Bewegung der Kontinentalplatten^[52] messen, die Plattentektonik^[51].

Alfred Wegener^[75] hat die Theorie der Plattentektonik^[51] in den 20' er Jahren in die Welt gebracht.

Die Plattentektonik ist das Standardmodell der Geologie^[2], der historischen Erdgeschichte.

Also vor dem Kambrium^[1], dem Präkambrium^[76], gab es einen Superkontinent Megagäa^[46], und der zerbrach. Ein größerer Kontinent hieß Gondwana^[77], ein kleinerer, weiter nördlich Laurasia^[78].

In den Bereichen, wo diese Kontinente^[80] auseinander brachen, gab es jede Menge Flachmeere^[79], in denen es ganz angenehm war.

Im Kambrium^[1] wurde es ruhiger auf der Erde^[11]. Vorher fanden unglaubliche Formationsänderungen statt, immer wieder wurde Material^[81] aus dem Erdinneren^[82] nach außen befördert, aber nun trat mal Ruhe ein. Sedimente^[22] lagerten sich ab.

Immer mehr Schichten übereinander und dem Leben waren offenbar Bedingungen gegeben, die die Entwicklung sehr gefördert haben.

Was war nun die wahrscheinlich wichtigste Veränderung die stattgefunden hat?

Die Photosynthese^[83] würde ja bereits 2 Milliarden Jahre^[84] früher „erfunden“. Also die Umwandlung von Sonnenlicht^[85] in chemische Energie^[86] und das gleichzeitige Freisetzen von Sauerstoff^[87].

Aber !!

Dieser Sauerstoff^[87] war noch im Wasser gebunden. An Land gab es nichts davon. Es gab

keinen Sauerstoff, keine Erdbeeren und keine Radieschen. An Land gab es **gar nichts**.

Kohlendioxid^[88], bisschen Methan^[89], bisschen Ammoniak^[90], und Wasser^[91]. Aber es gab keinen freien Sauerstoff^[87].

Denn die Einzeller^[25], die im wesentlichen für den Sauerstoff^[87]-Umsatz zuständig waren, haben den Sauerstoff^[87] im Wasser^[91] freigesetzt und dort wurde er umgehen verwendet zur Oxidation^[92]. Auf diese Weise sind große Eisenbänder^[93] entstanden, aus Eisenoxid^[94], oder wie wir sagen würden, Rost^[94].

Der Sauerstoff^[87] kam noch

gar nicht in die Atmosphäre^[95], das Ganze spielte sich im Wasser^[91] ab.

Das ganze Leben^[7] im Kambrium^[1] spielte sich im Wasser^[91] ab. Die richtigen Pflanzen^[5] kamen erst 200 Millionen Jahre später.

Was ist da passiert?

Die Entdeckung der Photosynthese^[83] als **DEN** Energielieferanten schlecht hin, war der Durchbruch des Lebens^[7]. Aber es kam erst einmal kein Sauerstoff^[87] an die Oberfläche^[48] und damit auch nicht in die Atmosphäre^[95].

Und dadurch, dass es kein Sauerstoff^[87] in die

Atmosphäre^[95] gab, gab es noch etwas absolut Wichtiges außerdem nicht... Na?

Genau, die Ozonschicht^[96].

Das Sonnenlicht^[85] knallte brutal auf die Erdoberfläche^[48], das Leben^[7] an Land hätte wegen der massiven UV-Strahlung^[97] gar keine Chance gehabt, an Land. Deshalb spielte sich alles im Wasser^[91] ab.

Aber...

Mit der Zeit war alles oxidiert^[92], was oxidiert^[92] werden konnte. Das Wasser^[91] wurde immer sauerstoffreicher^[87] und das hat natürlich die Entwicklung unglaublich beflügelt.

Und langsam..... ganz langsam, stieg ebenfalls der Sauerstoffgehalt^[87] in der Atmosphäre^[95] an.

Der Sauerstoffgehalt^[87] im Kambrium^[1] betrug etwa 2 %. Mehr konnte bis dahin noch nicht entstanden sein.

Zu dieser Zeit übrigens hatte das Jahr 420 Tage. Allerdings hieß es nach etwa 18 – 19 Stunden schon wieder „*raus aus den Federn*“ da war die Nacht vorbei und der Nächste Tag bereits angebrochen.

Die Erde^[11] ist ja durch die Wechselwirkung^[98] des Mondes^[99] in ihrer Rotation^[100] abgebremst worden. Aber dadurch was der Tag damals 5 –

6 Stunden kürzer als heute.

Also das Kambrium^[1] war der Zeitraum, wo sich das „Schwungrad des Lebens“ völlig verändert hat und das Leben^[7] erstmalig eine Lebensexplosion^[6] erfuhr.

Hier wurden Prozesse gestartet, die dem Leben^[7] im Verlauf der Zeit eine stabile Ozonschicht^[96] geboten hat, die als UV-Absorber^[96], oder UV-Schlucker^[96], dem Leben^[7] genau die Bedingungen geboten hat, um an Land zu kommen und sich weiter zu entwickeln. Nun ist es nicht so, das ein paar Hundert Millionen Jahre eine tatsächliche „Explosion“ bedeutet, aber im Vergleich zur Gesamtlebensdauer der

Erde^[11] bis dahin, ist es ein verschwindend geringer Zeitraum, und in dem ist unglaublich viel passiert, also kann man Erdgeschichtlich durchaus von einer Lebensexplosion^[6] sprechen.

Für Geologen^[68] sind ein paar Hundert Millionen Jahre eben ein echt knapper Zeitraum.

Und ob es tatsächlich eine Explosion war, wissen wir nicht genau, weil uns von vorher die Sedimente^[22] fehlen.

Im Kambrium^[1] veränderten sich die Baupläne des Lebens^[7], die Umweltbedingungen^[101] und das Leben^[7] hier auf der Erde^[11] ging richtig los.

Aber da gibt es auch etwas im Kambrium^[1], was merkwürdig ist.

Sagen wir mal so: Die allgemeine Wetterlage war im Kambrium^[1] eine warme.

Also man stelle sich vor, viel flaches warmes Wasser. An Land höchstens etwas grüner Schleim, sonst gab's da garantiert nichts. Das Ganze ist ja in Äquatornähe.

Wären wir damals hier auf der Erde gelandet, wir hätten erst mal gar nicht gesehen, das hier überhaupt ´was lebt.

Nun wissen wir aus den Sedimenten die danach kamen, dass es immer mal wieder

Aussterbewellen gegeben hat. Und zwar Massenaussterbewellen. Einige der Trilobiten^[42] zum Beispiel sind nach ein paar Tausend Jahren völlig ausgestorben und andere Arten haben dann übernommen.

Was dieses Massenaussterben verursacht hat, weiß man nicht, aber es muss Kälteperioden gegeben haben, die dramatisch waren. Und die, die ausschließlich für das warme Wetter angepasst waren, mussten sterben.

Auf jeden Fall ist das Kambrium DIE Phase, wo das Leben auf der Erde einen gewaltigen Fortschritt unternommen hat, und wo die aller ersten Stämme von Pflanzen und

Tieren aufgebaut worden sind. men und die Evolution war Aber wie sagte Jean Paul Sartre^[102]:
voll im Gange.

Der Urquell des Lebens hier auf der Erde, lässt sich am Kambrium festmachen. Ein wirklicher Schritt hin, zu immer komplexeren Lebensfor-

„Fortschritt ist das Werk der Unzufriedenen.“^[103]

Quellennachweis

- [1] Kambrium <http://de.wikipedia.org/wiki/Kambrium>
- [2] Geologie <http://de.wikipedia.org/wiki/Geologie>
- [3] Erdgeschichte <http://de.wikipedia.org/wiki/Erdgeschichte>
- [4] Epoche <http://de.wikipedia.org/wiki/Epoche>
- [5] Pflanzen <http://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzen>
- [6] Kambrische Lebensexplosion http://de.wikipedia.org/wiki/Kambrische_Explosion
- [7] Leben <http://de.wikipedia.org/wiki/Leben>
- [8] Astrophysik <http://de.wikipedia.org/wiki/Astrophysik>
- [9] Astrobiologie / Exobiologie <http://de.wikipedia.org/wiki/Astrobiologie>
- [10] Planet <http://de.wikipedia.org/wiki/Planet>
- [11] Erde <http://de.wikipedia.org/wiki/Erde>
- [12] Gesteinsschicht / Schichtung <http://de.wikipedia.org/wiki/Gesteinsschicht>
- [13] Adam Sedgwick http://de.wikipedia.org/wiki/Adam_Sedgwick
- [14] Wales <http://de.wikipedia.org/wiki/Wales>
- [15] Lebensform <http://de.wikipedia.org/wiki/Lebensform>
- [16] Tier <http://de.wikipedia.org/wiki/Tier>
- [17] Fossil <http://de.wikipedia.org/wiki/Fossilien>
- [18] Skelett <http://de.wikipedia.org/wiki/Skelett>
- [20] Datierung <http://de.wikipedia.org/wiki/Datierung>
- [21] Gestein <http://de.wikipedia.org/wiki/Gestein>
- [22] Sediment <http://de.wikipedia.org/wiki/Sediment>
- [23] Erosion <http://de.wikipedia.org/wiki/Erosion>
- [24] Erdoberfläche <http://de.wikipedia.org/wiki/Erdoberfl%C3%A4che>
- [25] Einzeller <http://de.wikipedia.org/wiki/Einzeller>
- [26] Mehrzeller / Vielzeller <http://de.wikipedia.org/wiki/Vielzeller>
- [27] Caenorhabditis_elegans http://de.wikipedia.org/wiki/Caenorhabditis_elegans
- [28] Prokaryoten <http://de.wikipedia.org/wiki/Prokaryoten>
- [29] Zelle <http://de.wikipedia.org/wiki/Zelle>
- [30] Zellkern <http://de.wikipedia.org/wiki/Zellkern>
- [31] Eukaryoten <http://de.wikipedia.org/wiki/Eukaryoten>
- [32] Lebewesen <http://de.wikipedia.org/wiki/Lebewesen>
- [33] Knorpel <http://de.wikipedia.org/wiki/Knorpel>
- [34] Wirbelsäule <http://de.wikipedia.org/wiki/Wirbels%C3%A4ule>
- [35] Chordatiere <http://de.wikipedia.org/wiki/Chordatiere>
- [36] Nervenzellen <http://de.wikipedia.org/wiki/Nervenzelle>
- [37] Gehirn <http://de.wikipedia.org/wiki/Gehirn>
- [38] Amphibien <http://de.wikipedia.org/wiki/Amphibien>
- [39] Reptilien <http://de.wikipedia.org/wiki/Reptilien>
- [40] Fische <http://de.wikipedia.org/wiki/Fische>
- [41] Säugetiere <http://de.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4ugetiere>
- [42] Trilobiten <http://de.wikipedia.org/wiki/Trilobiten>
- [43] Krebs <http://de.wikipedia.org/wiki/Krebstiere>
- [44] Stoffwechsel

http://de.wikipedia.org/wiki/Stoffwechsel	[59] Erdmantel	http://de.wikipedia.org/wiki/Indische_Platte
[45] Kreislauf	http://de.wikipedia.org/wiki/Erdmantel	[72] Himalaya
http://de.wikipedia.org/wiki/Blutkreislauf	[60] Konvektion	http://de.wikipedia.org/wiki/Himalaya
[46] Megagea / Superkontinent	http://de.wikipedia.org/wiki/Konvektion	[73] Satellit http://de.wikipedia.org/wiki/Satellit_%28Raumfahrt%29
http://de.wikipedia.org/wiki/Superkontinent	[61] Erdbeben	[74] Radiosignal / Funksignal
[47] Pangäa http://de.wikipedia.org/wiki/Pangaea	http://de.wikipedia.org/wiki/Erdbeben	http://de.wikipedia.org/wiki/Radiosignal
[48] Erdoberfläche	[62] Vulkanismus	[75] Alfred Wegener
http://de.wikipedia.org/wiki/Erdoberfl%C3%A4che	http://de.wikipedia.org/wiki/Vulkanismus	http://de.wikipedia.org/wiki/Alfred_Wegener
[49] Gebirge http://de.wikipedia.org/wiki/Gebirge	[63] Erdkruste	[76] Präkambrium http://de.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%A4kambrium
[50] Subduktionszone	http://de.wikipedia.org/wiki/Erdkruste	[77] Gondwana
http://de.wikipedia.org/wiki/Subduktionszone	[64] Pinatubo	http://de.wikipedia.org/wiki/Gondwana
[51] Plattentektonik	http://de.wikipedia.org/wiki/Pinatubo	[78] Laurasia
http://de.wikipedia.org/wiki/Plattentektonik	[65] Ätna http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84tna	http://de.wikipedia.org/wiki/Laurasia
[52] Kontinentalplatte	[66] Liste der Vulkanausbrüche	http://de.wikipedia.org/wiki/Flachmeer
http://de.wikipedia.org/wiki/Kontinentalplatte	http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_gro%C3%9Fer_historischer_Vulkanausbr%C3%BCche	[79] Flachmeer
[53] Historie http://de.wikipedia.org/wiki/Historie	[67] Vulkanausbruch	http://de.wikipedia.org/wiki/Kontinent
[54] Erdbebenforschung / Seismologie	http://de.wikipedia.org/wiki/Vulkanausbruch	[80] Kontinent
http://de.wikipedia.org/wiki/Seismologie	[68] Geologe	http://de.wikipedia.org/wiki/Material/_Materie
[55] Erdkern http://de.wikipedia.org/wiki/Erdkern	http://de.wikipedia.org/wiki/Geologe	http://de.wikipedia.org/wiki/Materie_%28Physik%29
[56] Radioaktivität	[69] Afrikanische Platte	[82] Aufbau der Erde
http://de.wikipedia.org/wiki/Radioaktivit%C3%A4t	http://de.wikipedia.org/wiki/Afrikanische_Platte	http://de.wikipedia.org/wiki/Innerer_Aufbau_der_Erde
[57] Kondensation	[70] Eurasische Platte	[83] Photosynthese
http://de.wikipedia.org/wiki/Kondensation	http://de.wikipedia.org/wiki/Eurasische_Platte	http://de.wikipedia.org/wiki/Photosynthese
[58] Wärme http://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rme	[71] Indische Platte	

- [84] Entstehung der Photosynthese
<http://de.wikipedia.org/wiki/Photosynthese#Evolution>
- [85] Sonnenlicht / Sonnenstrahlung
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenlicht>
- [86] chemische Energie
http://de.wikipedia.org/wiki/Chemische_Energie
- [87] Sauerstoff
<http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoff>
- [88] Kohlenstoff
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenstoff>
- [89] Methan <http://de.wikipedia.org/wiki/Methan>
- [90] Ammoniak
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ammoniak>
- [91] Wasser <http://de.wikipedia.org/wiki/Wasser>
- [92] Oxidation
<http://de.wikipedia.org/wiki/Oxidation>
- [93] Eisen <http://de.wikipedia.org/wiki/Eisen>
- [94] Eisenoxid / Rost
<http://de.wikipedia.org/wiki/Rost>
- [95] Erdatmosphäre
<http://de.wikipedia.org/wiki/Erdatmosph%C3%A4re>
- [96] Ozonschicht
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ozonschicht>
- [97] UV-Strahlung
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ultraviolettstrahlung>
- [98] Wechselwirkung
<http://de.wikipedia.org/wiki/Wechselwirkung>
- [99] Mond <http://de.wikipedia.org/wiki/Mond>
- [100] Rotation
http://de.wikipedia.org/wiki/Rotation_%28Physik%29
- [101] Umwelt
<http://de.wikipedia.org/wiki/Umwelt>
- [102] Jean Paul Sartre
http://de.wikipedia.org/wiki/Jean_Paul_Sartre
- [103] Sartre Zitat
http://www.sozialekompetenz.info/a_16_15_16_0_-Zitate-311_Entwicklung-Jean-Paul-Sartre.html
- [104] Was geschah im Kambrium?
<http://www.youtube.com/watch?v=Vh7STrLUMQU>