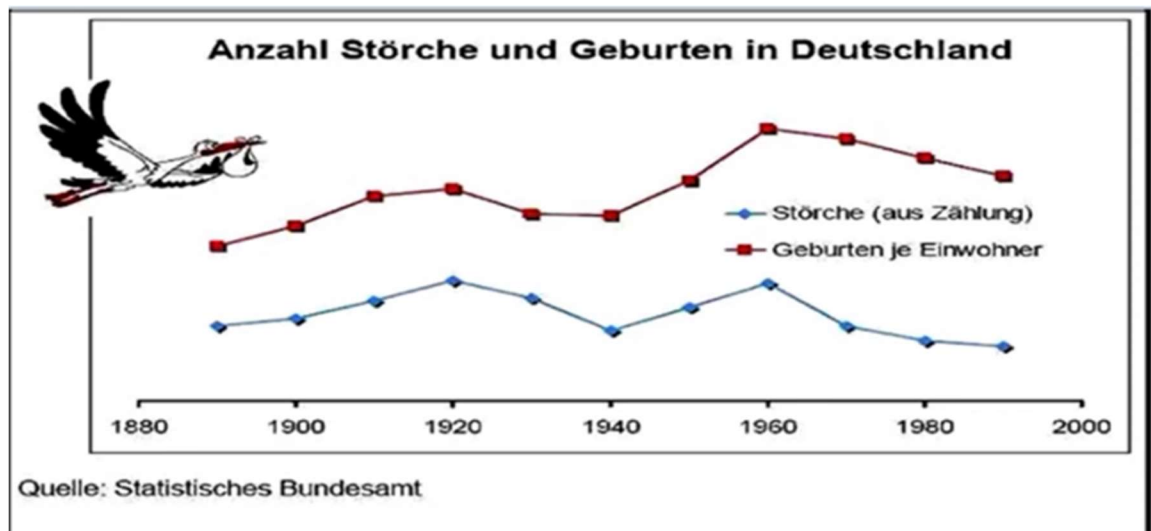


Wie soll CO₂ zur Klimaerwärmung beitragen können

Von Helmut Böttiger (Vortrag vom 17.3.2019 in Taunusstein)

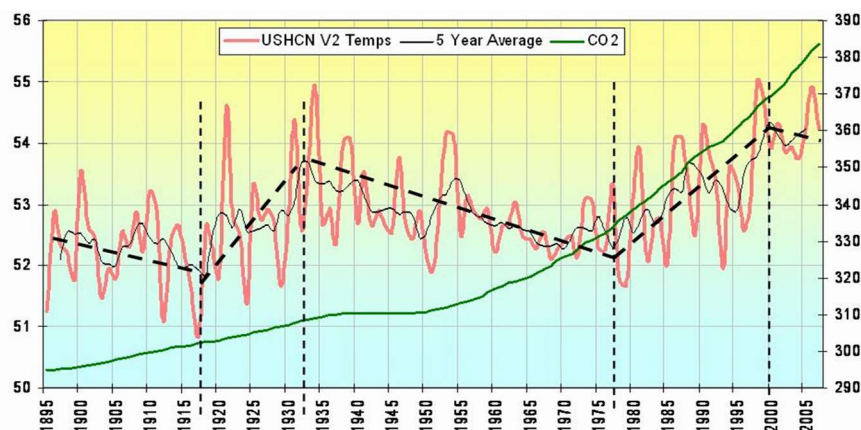
1. Parallelität von Ereignissen begründet keine Kausalität



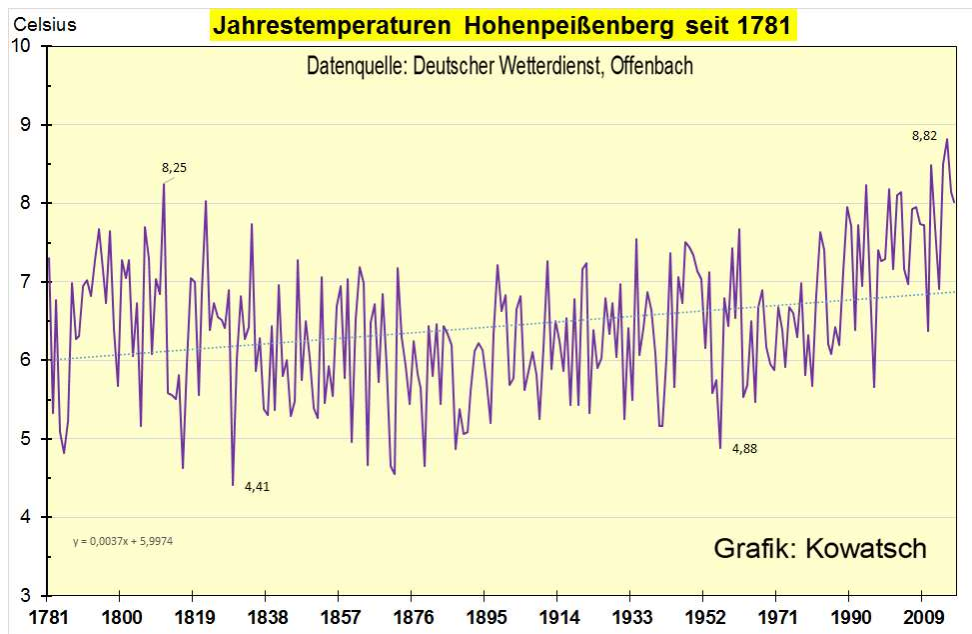
Was sehen Sie? Einen Graph, der die Anzahl gesichteter Störche mit der Menge der Geburten vergleicht. Die Übereinstimmung der Kurven lässt auf einen kausalen Zusammenhang schließen. Ein solcher ist aber nicht gegeben. Niemand glaubt noch, dass der Storch die Kinder bringt. Oder doch?

2. Eine Parallelität zwischen CO₂ und Temperaturveränderung?

Das Hauptargument der Treibhausgashypothese beruht auf einer solchen Ähnlichkeit der Messreihen über die der Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre und den Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur. In dem Zusammenhang ist die Bemerkung wichtig, dass Klimamodelle nichts beweisen, sie versuchen eine Erklärung für mögliche Zusammenhänge zu finden. Sind die nicht gegeben, stoßen sie ins Leere.



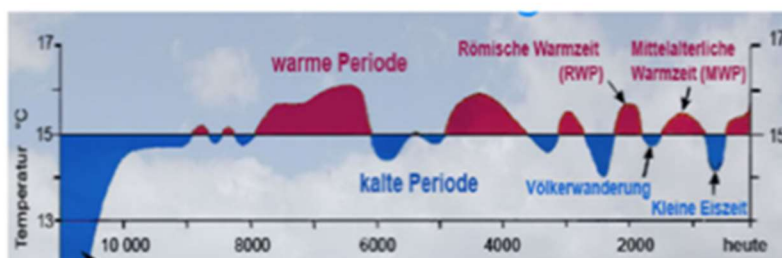
Doch wie dieses Bild zeigt, ist selbst die angebliche parallele Entwicklung zwischen Temperaturerhöhung und Zunahme der CO² Konzentration in der Atmosphäre nicht gegeben. (wir müssen später noch einmal auf diese Graphik zurückkommen)



Die Wetterstation hing bis 1934 an der Nordwand des unbeheizten Klosters und bekam nur im Juni bei Sonnenaufgang und Untergang etwas Sonnenschein. Seit 50 Jahren steht sie etwa 30 m tiefer auf freiem Feld im neu erbauten Zentrum des Deutschen Wetter Dienst (DWD) mit etwa 2000 Sonnenstunden und Parkplätzen in unmittelbarer Nähe. Außerdem hat der DWD vor 10 Jahren eine nachträgliche Werte-Korrektur durchgeführt. Die Anfangsdaten nach unten, und neue Daten nach oben gerückt. Trotzdem hat es hier auch ohne Wärmeinseleffekt 1988 den Temperatursprung auf ein höhere Niveau gegeben. Ich denke, die Graphik zeigt die nicht korrigierten aber nicht Wärmeinsel-bereinigten Werte. (Info: Josef Kowatsch)

3. Die globalen Temperaturverhältnisse der Erde schwanken

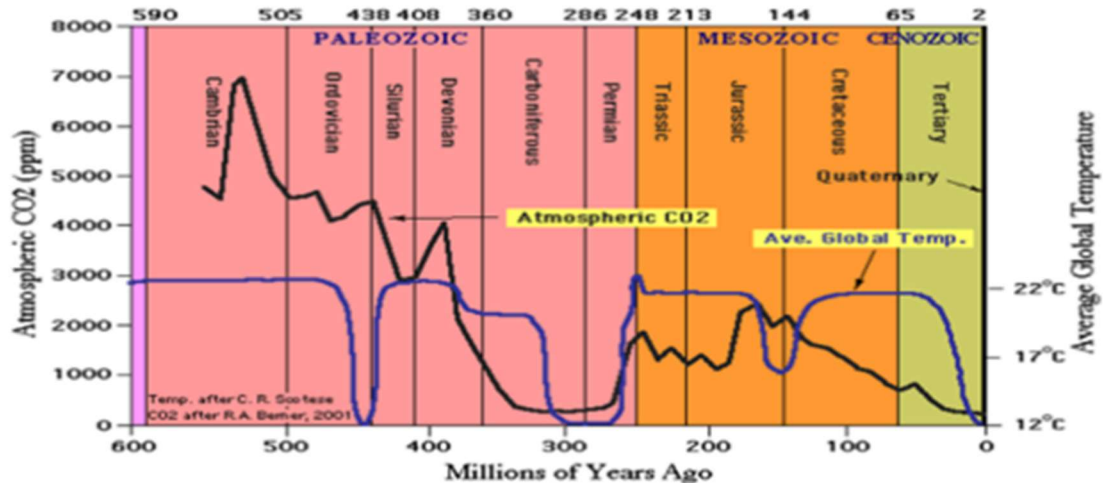
Klimaschwankungen seit Jahrtausenden



Und wie sieht der **Zusammenhang zwischen CO₂ und der geschätzten Welttemperatur** aus. Die folgenden Daten werden aus sogen. Proxy-Daten ermittelt.

CO₂-Anteil der Atmosphäre und Temperatur in den letzten 600 Mio. Jahren

blau Temperatur in Grad C, schwarz CO₂ Gehalt in ppm



Trotzdem retten wir das Klima, in dem wir die CO₂ Freisetzung drosseln und z.B. unsere Häuser teuer isolieren.

4. Wärmeübertragung durch Stoß oder Strahlung?

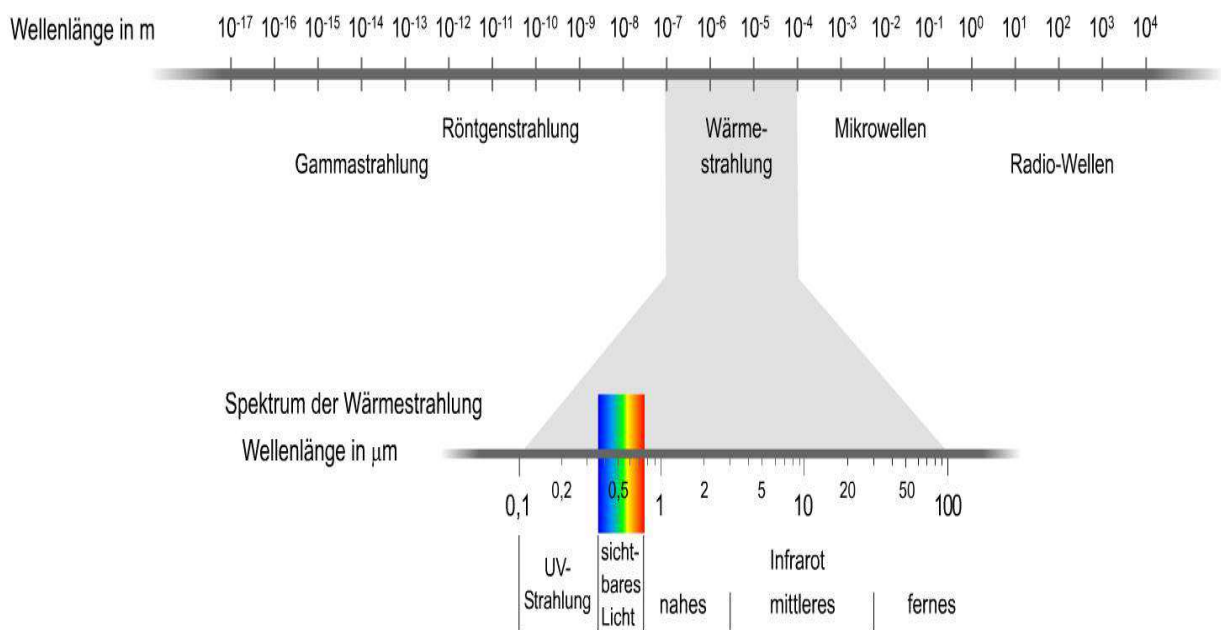
Sie haben aus Gründen des Klimaschutzes inzwischen ihre Wohnungen vielleicht mit **Doppelglasfenstern** ausgestattet, die mit **Schwefelhexafluorid (SF₆)** gefüllt sind. Laut Lexikon trägt das farb- und geruchlose, „ungiftige Gas Schwefelhexafluorid **23.900 Mal stärker zum Treibhauseffekt bei als CO₂.**“ Nach der verbreiteten Treibhausgas-Hypothese müsste dieses Gas im Fenster die Wärmeabstrahlung der beheizten Wohnung zurückstrahlen und diese dadurch besser warmhalten oder gar erwärmen. Das tun solche Fenster nicht, ganz im Gegenteil. Sie dämpfen zwar die Schallübertragung. Aber Ihre Wärmedämmung ist sogar schlechter wie diejenige von Einfachglasfenstern. Deshalb werden sie auch nicht mehr angeboten.

Zum Verständnis ist **etwas Grundsätzliches** wichtig: Was wir als Wärme empfinden ist die **kinetische Energie** der schwingenden Teilchen von Gegenständen oder der uns umgebenden Luft. Ihre **Vakuum-Verglasung** isolieren deshalb recht gut, weil das nahezu erreichte Vakuum die **normale Wärmeleitung über Stoß verhindert**. Diese erfolgt, wenn wärmere Teilchen, die mehr schwingen, an kältere stoßen. Die kälteren Teilchen werden angestoßen und erhöhen ihre Schwingung (erwärmen sich), während die bisher wärmeren abgebremst werden, so dass sich eine mittlere Temperatur einstellt und alle relativ gleich schwingen. Die **Wärmestoßübertragung** erfolgt, wenn Teilchen nahe bei einander liegen wie in Festkörpern und in Gasen unter einem gewissen Druck, wie er nahe am Erdboden herrscht. Bei niedrigem Gasdruck, wie im annähernden Vakuum ihrer Doppelglasscheiben, kommt es kaum noch zur Stoßübertragung. Trotzdem kühlen auch hier die Teilchen mit der Zeit ab. Sie schwingen langsamer, indem sie einen Teil ihrer Energie als **elektromagnetische Strahlung** abgeben. Diese hat **keine Wärme**, die Energie der Strahlung hängt von der Art der Teilchen und ihrer Ausgangs-Temperatur ab.

Bei der Wärmeübertragung ist also zwischen der raschen **Stoßübertragung** und der langsameren **elektromagnetischen Abstrahlung** zu unterscheiden. Zweitens muss man den **Unterschied** zwischen Wärme, beziehungsweise Temperatur, die sich auf einen bestimmten **Schwingungszustand** der Materie (der kinetische Energie ihrer Moleküle) bezieht, und der **Strahlungs-Energie** berücksichtigen, **die an sich keine Wärme** darstellt, sondern eine Veränderungsdynamik. Die Emission mindert allerdings den kinetischen / Wärmezustand, die Absorption erhöht ihn und damit die Temperatur

Aber: Die Strahlung von einem **kälteren Körper** kann einen **wärmeren aber nie erwärmen**, was bereits **Clausius** festgestellt hatte und bisher nicht widerlegt wurde. Auch dass die sogenannte Gegenstrahlung die Abkühlung durch elektromagnetische Strahlung verlangsamt, konnte **bisher nicht gemessen** werden (im Unterschied zur Stoßübertragung). [Man kann es sich wie die sogen. Gegenkraft vorstellen: wenn man einen Körper kreisen lässt, ist sie theoretisch vorhanden, aber tatsächlich **wirkt nur** die Zentrifugalkraft]. Strahlung wirkt **nur von warm nach kalt**, auch wenn kältere Teilchen die wärmeren anstrahlen. Doch **kann diese Strahlung dort nichts bewirken**, kann von den wärmeren Teilchen nicht absorbiert werden. Dieses Gesetz ist für die Beurteilung des sogenannten Treibhauseffektes entscheidend.

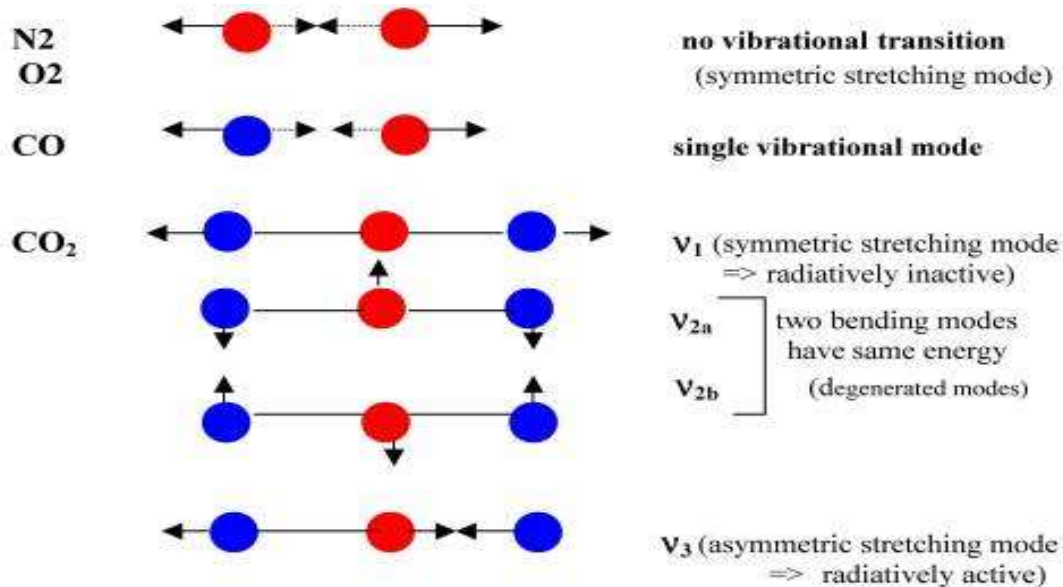
Schauen wir uns die Strahlung zwischen Erde und Sonne an:



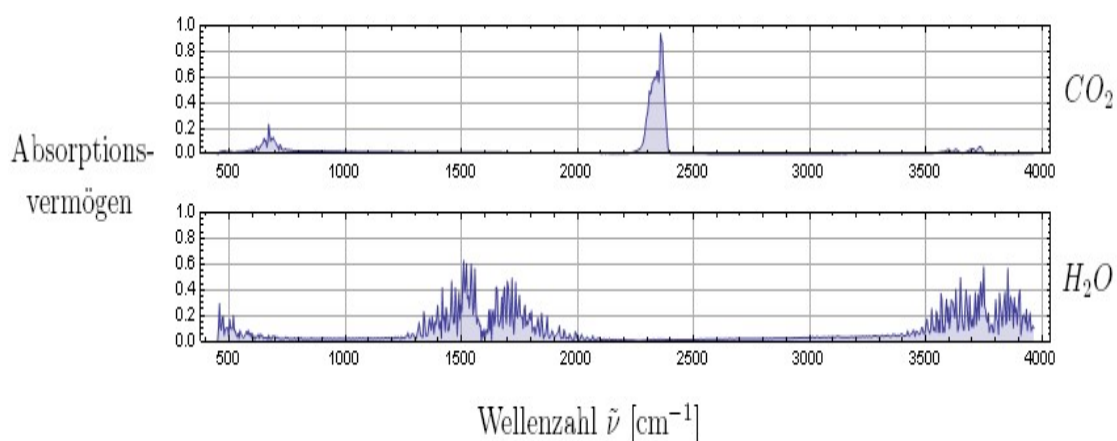
Wohlgermerkt: Strahlung hat selbst **keine Wärme** oder Temperatur. Ihr Energieniveau unterscheidet sich durch die **Frequenz und m.E. die Wellenlänge**. Der graue Bereich unten zeigt, die Einstrahlung der Sonne, die die Erde aus einem Temperaturbereich von 5000 - 6000 °C anstrahlt und oben den Strahlungsbereich der wesentlich kälteren Erde. Dazwischen ist bunt der Bereich des sichtbaren Lichts eingeblendet.

5. Wie absorbieren und emittieren Gase?

Anders als in Festkörpern schweben in Gasen die einzelnen Moleküle unabhängig voneinander. Ihre Zusammensetzung entscheidet über ihr Schwingungsverhalten und dieses über ihr Absorptionsverhalten.



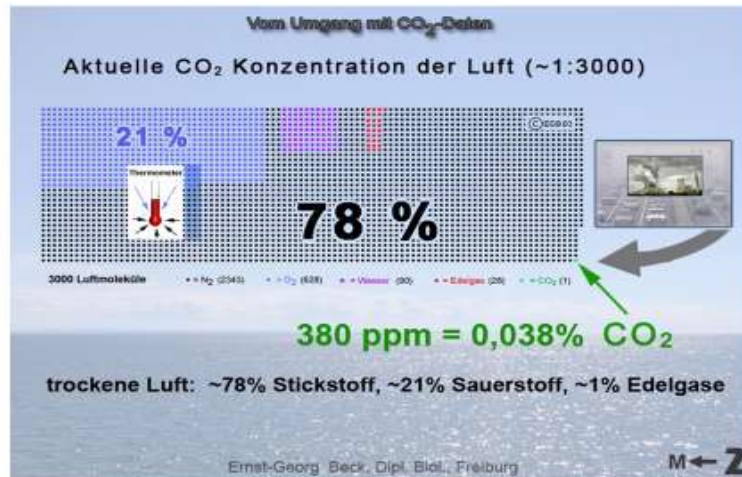
Gasmoleküle können Strahlung nur in ganz bestimmten Wellenlängen-Bereichen absorbieren. Stickstoff und Sauerstoff können das z.B. in dem am Erdboden herrschenden Infrarot-Bereich nicht. CO₂ und H₂O sind ähnlich angeordnet. Sie können wegen ihrer elektrischen Dipole Strahlung in bestimmten Wellenbereichen absorbieren und wieder emittieren. Das sieht im Gesamtbereich der Infrarot-Strahlung dann so aus.



Hier zeigt die **Breite** des Absorptionsspektrums den Wellenbereich, der von CO₂ (oben) und H₂O (unten) absorbiert werden kann. Die **Höhe** gibt den **Umfang** der Strahlungsabsorption im jeweiligen Spektrum unter den derzeit erfassbaren Bedingungen an.

Doch wie viele CO₂ oder Klima-Gas-Teilchen gibt es überhaupt in der Atmosphäre?

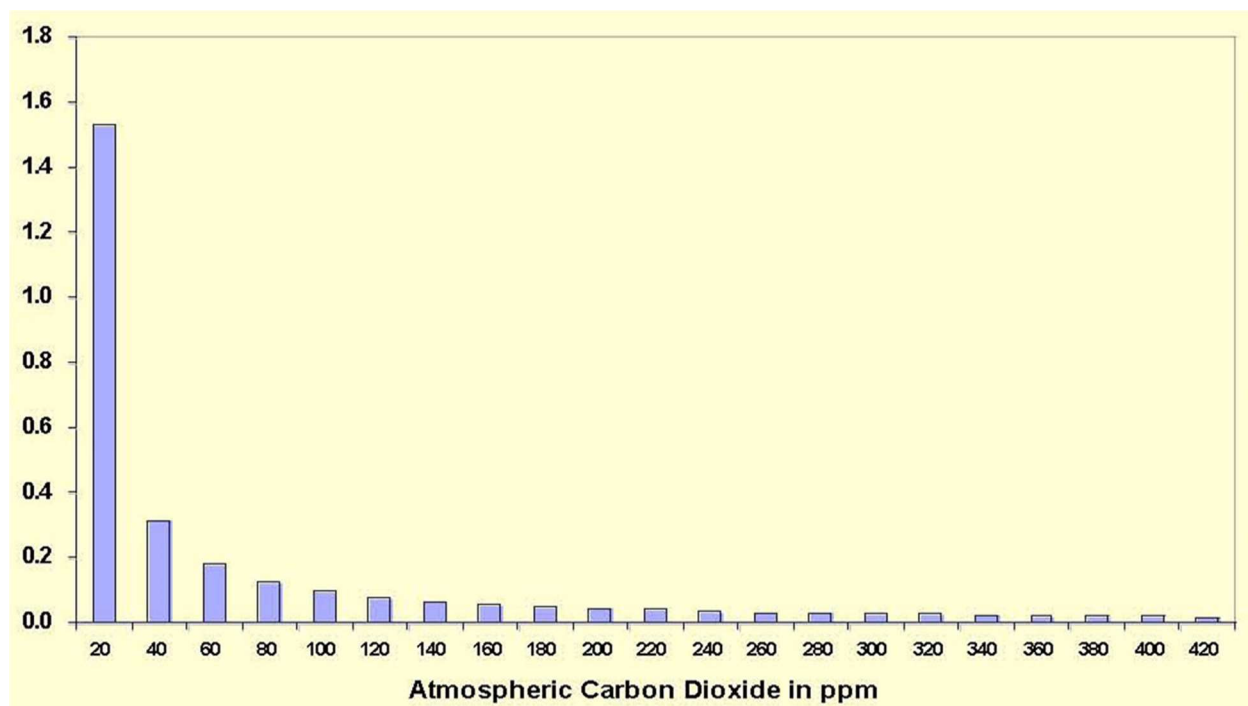
Die aktuelle CO₂ Konzentration der Luft liegt nahe bei 1 : 3000



Hier sind etwa 3000 Teilchen in einem winzigen **trockenen** Luftvolumen dargestellt. Davon sind 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff, rund ein Prozent Edelgase wie Argon. 28 Teilchen sind Wasserdampf (0,933%, H₂O) und – ja – **ein ganzes Teilchen CO₂** (0,038% oder 380 ppm). Die Wärme-Stoßübertragung dieses einen Teilchens auf die 3000 dürfte nicht sehr groß sein.

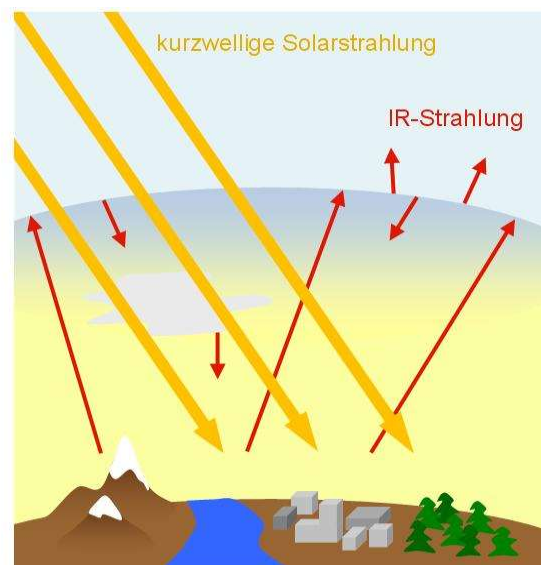
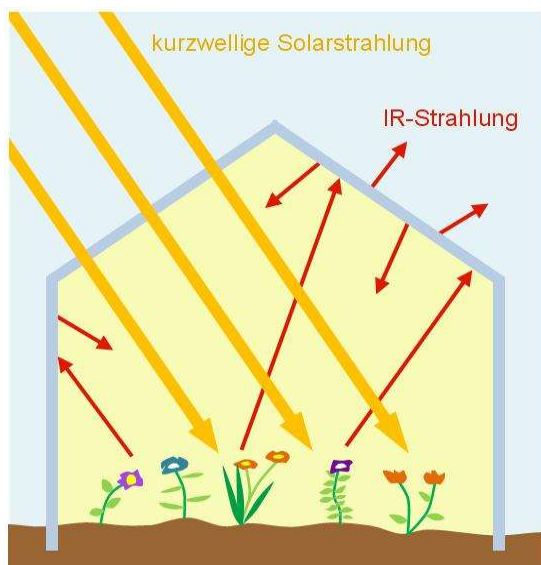
Wie sieht es bei der Absorption von CO₂ aus?

Steigerung des Absorptionsvermögen von CO₂ in Schritten von **zusätzlich** je 20 ppm in der Atmosphäre:



„Beim **heutigen CO₂ Gehalt, werden bereits 98,5% der für CO₂ absorbierbaren Strahlung in der Atmosphäre absorbiert**,“ laut Prof. Reimund Stadler Inst. Organ. Chemie der Mainzer Univ. (Dez. 1994). Bereits geringe Anteile von CO₂ genügen, um den **Hauptteil des von ihm absorbierbaren Strahlungsbereichs** abzudecken. Zusätzliche Anteile haben einen immer geringeren Effekt. Wir liegen heute bei 380 ppm (der drittletzten Position von rechts). **CO₂ absorbiert Infrarotstrahlung sowohl von der Sonne wie von der Erde kommend** in ganz bestimmten Wellenlängen-Bereichen und deckt diese bereits weitgehend vollständig ab. Was also soll das Gerede von der Gefahr durch Verdopplung der CO₂ Anteile in der Luft?

6. Wie funktioniert der „Treibhauseffekt“ und wie nicht.



Die so bezeichnete Theorie geht auf den französischen Mathematiker **Jean-Baptiste Fourier** zurück. Der schwedische Nobelpreisträger **Svante August Arrhenius** hat auf sie zurückgegriffen. Seine von den Klimaschützern übernommene Erklärung lautet grob gesagt? Die 5000 bis 6000 °C warme Sonnenoberfläche strahlt die Erde an und erwärmt die Erdoberfläche. Um im **Strahlungsgleichgewicht** zu bleiben (**Einstrahlung = Abstrahlung**), müssen Erde und Atmosphäre eine bestimmte Temperatur erreichen - rechnerisch -18° C. Tatsächlich soll die Durchschnittstemperatur aber bei 15° liegen. Für die Differenz von 33°C soll der angeblich natürliche Treibhauseffekt der Atmosphäre verantwortlich sein.

Wie erklärt man diese Differenz. Wenn die Energie-Abstrahlung von einer „CO₂-Schicht“ wie in einem Treibhaus teilweise behindert (reflektiert zurückgestrahlt) werden würde, benötigen Erde und Atmosphäre, um im Strahlungsgleichgewicht zu bleiben, eine höhere Temperatur. Nur dann könnten sie die **verzögerte Abstrahlung** quasi **überstrahlen**.

Was läuft tatsächlich im **Treibhaushaus ab?** Im Treibhaus spielt die Reflexion oder Rückstrahlung der Glaswände fast keine Rolle. Diese unterbinden vielmehr die **Konvektion**. Im Treibhaus erwärmt sich tagsüber aufgrund der Sonneneinstrahlung wie in der übrigen Umgebung der Boden, der durch **Stoßübertragung** die darüberliegende Luft erwärmt. Doch anders als in seiner Umgebung kann in ihm die erwärmte Luft nicht aufsteigen. Dadurch kann der normale Luftdruck keine Kaltluft nachschieben. Somit kommt es zu einem **Warmluftstau**, wie tagsüber in Ihrem Auto.

Die aufsteigende Warmluft außerhalb des Glashauses nutzen Segelflieger bekanntlich als **Thermik**. Diese setzt sich tatsächlich aus dem Auf und Ab vieler kleiner Luftpakete zusammen.

Geht die Sonne unter, wird es im Glashaus wie in seiner Umgebung sehr schnell wieder kalt. Jetzt kühlt sich die Luft am Erdboden über Stoßübertragung ab und zwar im Glashaus genauso wie außerhalb. Da kältere Luft nicht aufsteigt, sondern sich am Boden ablegt, setzt sich die Abkühlung in die höheren Schichten langsam über Stoßdeaktivierung fort. Deshalb kennen wir in der Übergangszeit **Bodenfrost**, während die Luft darüber noch keine Minustemperaturen aufweist.

Man hat nichts gefunden, was die **Konvektion, den Wärmetransport** in der Atmosphäre durch die Luftströmung wie in einem Glashaus unterbinden könnte. Deshalb ist schon die **Bezeichnung „Treibhauseffekt“ falsch und irreführend**. Das Gleiche gilt für das Wort „**Klimaerwärmung**“. „Klima“ heißt zu Deutsch „Neigung“ und bezieht sich auf das unterschiedliche Wettergeschehen in Abhängigkeit vom jeweiligen Breitengrad und wird über einen Zeitraum von 30 Jahren gemittelt. Mit „Klimaerwärmung“ meint man eine gewisse Anhebung der Durchschnittstemperatur der Erde. Die irreführenden Bezeichnungen wurden wegen ihrer propagandistischen Wirkung gewählt und beibehalten.

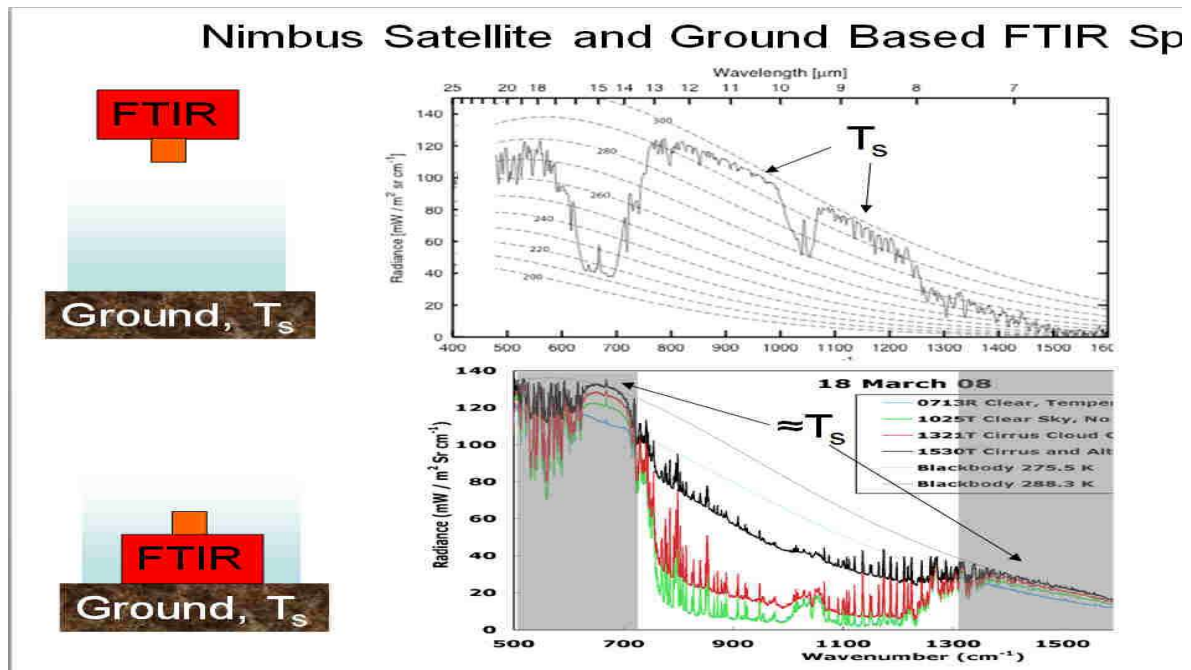
Eine **reflektierende** CO₂-Schicht und eine Behinderung der Konvektion gibt es in der Atmosphäre nicht. **Einzelne Gas-Moleküle können nicht reflektieren**. Das können nur Festkörper wie die Wassertröpfchen und Eiskristalle der Wolken. Deshalb haben die Klimawarner die **Spiegelung** durch eine **Rück/Gegenstrahlung** aus der Atmosphäre an den Boden ersetzt, an der besonders CO₂ schuld sein soll.

7. Was geschieht mit der sogenannten Gegenstrahlung?

Kommen wir noch einmal auf die Gegenstrahlung zurück. Wärme ist – wie gesagt - kinetische Energie. Das CO₂-Molekül schwingt zunächst der Umgebungstemperatur entsprechend. Absorbiert ein Molekül ein Strahlenquantum aus der Wärmestrahlung des Bodens, wird es wärmer und schwingt schneller als die Umgebung im statistischen Durchschnitt. Prinzipiell würde es der jeweiligen Anregung entsprechend diese Energie nach einer Verweildauer im Milli- bis Mikrosekundenbereich (zwischen **10⁻⁷ und 10⁻¹ Sekunden**) wieder spontan nach allen Seiten abstrahlen. Das ist recht schnell. Doch unter atmosphärischen Druckverhältnissen stoßen die Moleküle in einer Zeitspanne **von 10⁻¹⁰ bis 10⁻⁸ Sekunden** (10 Milliardstel – 100 Millionstel) aneinander. Das ist bedeutend schneller. **Ehe es zur Abstrahlung kommt, ist das Molekül also 10 bis 1000 Mal**, mit anderen Molekülen zusammengestoßen und hat dabei sein Mehr an kinetischer Energie an andere Moleküle verloren. (Diesen Effekt hatte Alexander Graham Bell bereits 1880 beschrieben).

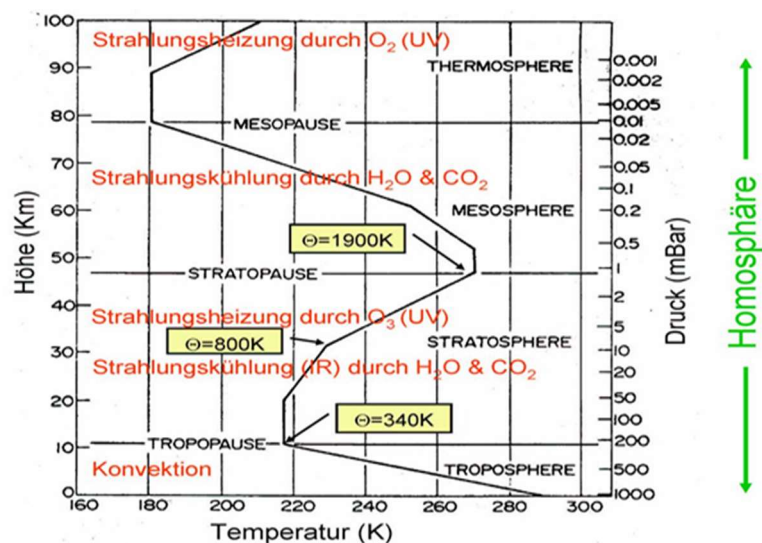
Natürlich hat das Molekül **durch Stöße auch selbst wieder Energie aufgenommen**. Sollte es dabei zufällig das für die Abstrahlung nötige Energieniveau erreicht haben, bleibt dennoch das **Zeit-Intervall** bis zur Abstrahlung mit den über 100 Stößen dazwischen. Auch wenn für die untere Atmosphäre ein lokales thermodynamisches Gleichgewicht (LTE) zwischen Absorption und Emissionen, Energiegewinn und Verlust durch Stoßkontakte angenommen wird, kann es in den unteren Bereichen der Atmosphäre tagsüber zu **keiner Gegenstrahlung aus der Atmosphäre** auf den Boden kommen. Das wissen natürlich auch die wissenschaftlichen Propagandisten der Klimaerwärmung. Um dies nicht eingestehen zu müssen, bleiben sie „ganz allgemein“ bei Absorption und Emission von CO₂.

Allerdings hat man sowohl von oben vom Satelliten als auch nach oben vom Boden aus solche Strahlung **gemessen**.



Die Abbildung zeigt vom Weltall/Satelliten (oberen Teil der Abbildung) und vom Erdboden (unterer Teil der Abbildung) aus gemessene IR-Strahlungsspektren mit einem Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer (FTIR). Vom Satelliten aus sieht man den CO_2 -Absorptionstrichter bei $15 \mu\text{m}$ Wellenlänge (= Wellenzahl 670, nicht bei T_s im Bild) deshalb, weil CO_2 hauptsächlich bereits bei einer Temperatur von $215 \text{ K} = -58^\circ\text{C}$ in den Weltraum strahlt. Vom Erdboden aus sieht man ebenfalls die Strahlung des CO_2 bei $15 \mu\text{m}$ Wellenlänge (= Wellenzahl 670) und dem entsprechenden Temperaturniveau.

8. Wie ist die Temperaturverteilung in der Atmosphäre?



Die Höhenunterschiede haben es in sich: **Je höher** wir steigen, **desto kälter** wird es. Wie im Bild zusehen, erfolgt die Abkühlung nach oben recht schnell. Je nach

Luftfeuchtigkeit sind das je **100 m Höhenunterschied zwischen 1° und 0,6° C**. Eine Ursache hierfür ist der nachlassende Gravitationsdruck der Atmosphäre.

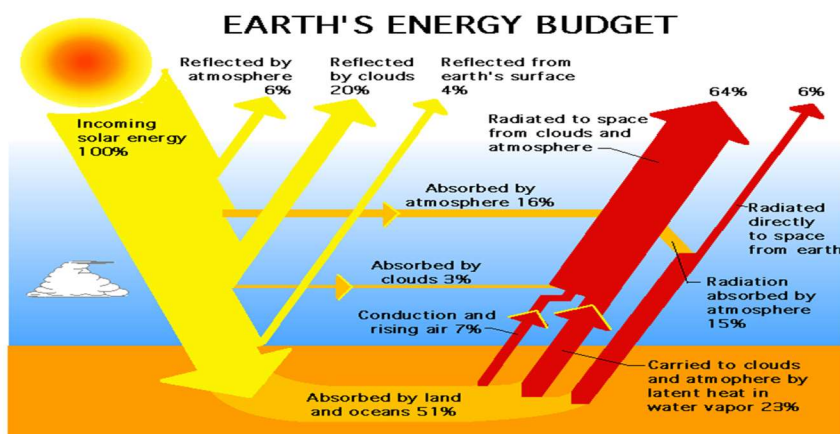
Da nach den Strahlungsgesetzen eine Übertragung von kalt nach warm nicht möglich ist, könnte eine Erwärmung **von oben nach unten ausschließlich durch Reflexion** (Spiegelung) und nicht - wie behauptet - durch elektromagnetische Gegenstrahlung von CO₂ und H₂O erfolgen. Doch **einzelne Gasmoleküle** können nicht reflektieren. Das gilt auch für Wassermoleküle H₂O im gasförmigen Zustand. Anders sieht es bei den **Wassertröpfchen und Eiskristallen** der sichtbaren Wolken aus. Die können eine Infrarot-Gegenstrahlung reflektieren und zwar **tagsüber** überwiegend **nach oben** in Richtung des kalten Alls und **nachts zurück zur Erde**, weil sie dann die wärmere Strahlungsquelle ist.

Noch etwas Interessantes zeigt sich in dem Bild. In rund **20.000m Höhe** beginnt sich die **Luft wieder zu erwärmen**, erst langsamer, dann schneller. Warum? **Hier beginnen wegen des abnehmenden Luftdrucks H₂O- und CO₂-Moleküle tatsächlich allmählich Energie abzustrahlen**. Doch für den Haupteffekt sorgt die UV-Strahlung im Sonnenlicht. In dieser Höhe spaltet die weiche UV-Strahlung der Sonne (380 -280 nano-m) die weniger stabilen **O₃ Moleküle**. Dabei wird Energie freigesetzt. Woher aber kommt das Ozon. Es stammt aus größerer Höhe, wo die harte UV-Strahlung (unterhalb 200 nano-m) stark genug ist, um Sauerstoffmoleküle, O₂, zu spalten. Ihre Energie verschwindet in der Wärmebewegung der zerspaltenen heißen O-Atome. Diese verbinden sich mit je einem anderen **Sauerstoffmolekül zu Ozon**. Dieser Vorgang erklärt die starke Erwärmung weiter oben. Die auf diese Weise **aus dem UV-Licht der Sonne** absorbierte Energie wärmt in diesen Höhen die Atmosphäre gegen den fortbestehenden Abkühlungstrend von CO₂ und H₂O. Der Vorgang schützt uns am Erdboden vor Sonnenbrand durch zu viel UV-Licht.

Wenn es in über **80 Km Höhe** wieder zu einer Erwärmung kommt, darf man nicht annehmen, dass es dort warm sei. Warm sind nur vereinzelt umher schwebende Moleküle. Ohne isolierenden Schutzanzug würden Sie sofort zu Eis erstarren beziehungsweise im Sonnenlicht schmoren.

9. Die Energietransporte in der Erdatmosphäre

Energiehaushalt der Erde in Prozenten



Eine entsprechende Darstellung hat die US-Raumfahrtbehörde NASA 2009 vorgelegt.

Der **gelbe Pfeil** zeigt die Energie-Einstrahlung von der Sonne zu 100%. Davon sollen 30% von Atmosphäre, Wolken und Boden direkt **reflektiert** werden. Beachten Sie besonders die **geringe Bodenreflexion von nur 4%**! Aber 51% der eingestrahnten Energie werden vom Erdboden und von den Ozeanen absorbiert. Der rote Balken stellt die Energieabfuhr ins All zur Erhaltung des **Energiegleichgewichts** auf der Erde dar. Davon entfallen 7% auf die **Konvektion**, den Strömungstransport durch aufsteigende warme Luft. 23% betrifft den Transport **latenter Wärme**. Es handelt sich dabei um die durch die Verdampfung von Wasser aufgenommene Energie. Pro Sekunde verdampfen auf der Erde durchschnittlich 14 Mio. Tonnen Wasser, die in die Atmosphäre aufsteigen und später wieder abregnen. Bei ihrer Kondensierung geben sie die bei der Verdampfung aufgenommene Energie in größeren Höhen, wenn der Dampf zu Wolken, zu Wassertröpfchen und darüber sogar zu Eiskristallen kondensiert, wieder an die Atmosphäre ab. Die restlichen 21% stellen die spontane Infrarot-Abstrahlung der Erde und Ozeane in den Wellenbereichen dar, die von Spurengasen nicht absorbiert werden. Nur 6% entweichen durch das „stets offene Strahlungsfenster der Atmosphäre“ **direkt ins All**. Die restlichen 15% (orange Querbalken) absorbieren und emittieren CO₂- und H₂O-Moleküle in der Atmosphäre.

Es gibt noch zwei andere **orangene Querbalken**. 16 und 3% der von der Sonne eingestrahnten Energie wird bereits in der Atmosphäre absorbiert. Die anderen 3% werden von den Wassertropfen und Eiskristallen der Wolken absorbiert. Schließlich wird die gesamte Infrarot-Strahlung aus der Atmosphäre in das kalte All abgestrahlt. Das symbolisiert der breite rote Pfeil der 64% der von der Sonne eingestrahnten Energie umfasst.

O₂ und N₂ (Sauerstoff und Stickstoff) - das sind 97% der Atmosphäre – können wegen der fehlenden Dipolmomente die aufgenommene Energie in dem vorgefundenen Temperaturbereich nicht als elektromagnetische Strahlung emittieren. **Die Emissionsfähigkeit besitzen im Wesentlichen (von wenigen anderen Spurengasen abgesehen) nur H₂O und CO₂** mit ihrem zusammengekommen 2-3% Anteil an der Atmosphäre. Diese beiden Gase sind das entscheidende **Kühlmittel der Erdatmosphäre**. Ohne sie würde sich die Atmosphäre deutlich stärker aufheizen müssen, um die eingefangene Energie wieder abgeben zu können.

Eine abwärts gerichtete **Gegenstrahlung aus der Atmosphäre zum Erdboden** ist hier nicht zu finden, weil die NASA keine festgestellt hat. In der hohen Atmosphäre, dort wo CO₂ und H₂O allmählich beginnen Strahlung zu emittieren, kommt es natürlich zu vielseitig gerichteten Strahlungen vornehmlich aus den Wolken und auch aus H₂O und CO₂. Diese gelangen aber nicht in die Erdboden-nahen Schichten hinunter, wo sie das Klima beeinflussen könnten. Letztendlich wird das Strahlungsgleichgewicht der Erde mit einer für das Überleben günstigen Temperatur durch das kühlende Emissionsverhalten von CO₂ und H₂O in den luftigen Höhen über 15.000 m geschaffen. Eine Rückstrahlung von CO₂ zum Erdboden oder ein dadurch verursachter Wärmerückstau am Erdboden findet – wenigstens in einem wahrnehmbaren Umfang - nicht statt. Im Übrigen laufen Strahlungsvorgänge mit **relativistischen Geschwindigkeiten** ab, also nahe der Lichtgeschwindigkeit.

Klimawirksam ist CO₂ allenfalls als Kühlmittel in der oberen Atmosphäre. Einfluss auf unser Wetter haben andere Faktoren, auch vom Menschen gemachte, z.B. die Bodennutzung, insbesondere ihre Versiegelung, der landwirtschaftlicher Anbau,

Forstwirtschaft. Eine wichtige Rolle spielt auch die Weltzentralheizung – die Ozean- und Luftzirkulation.

10. Was verändert das Wetter/Klima tatsächlich?

Eine wichtige Rolle spielt hier neuerdings die Energieentnahme aus der Luftströmung. Mit dem **Entzug von kinetischer Energie aus dem Windfeld** wird die Windgeschwindigkeit verringert, so dass die **Flüsse von sensibler und latenter Wärme abnehmen und die "Oberflächentemperaturen" ansteigen**.

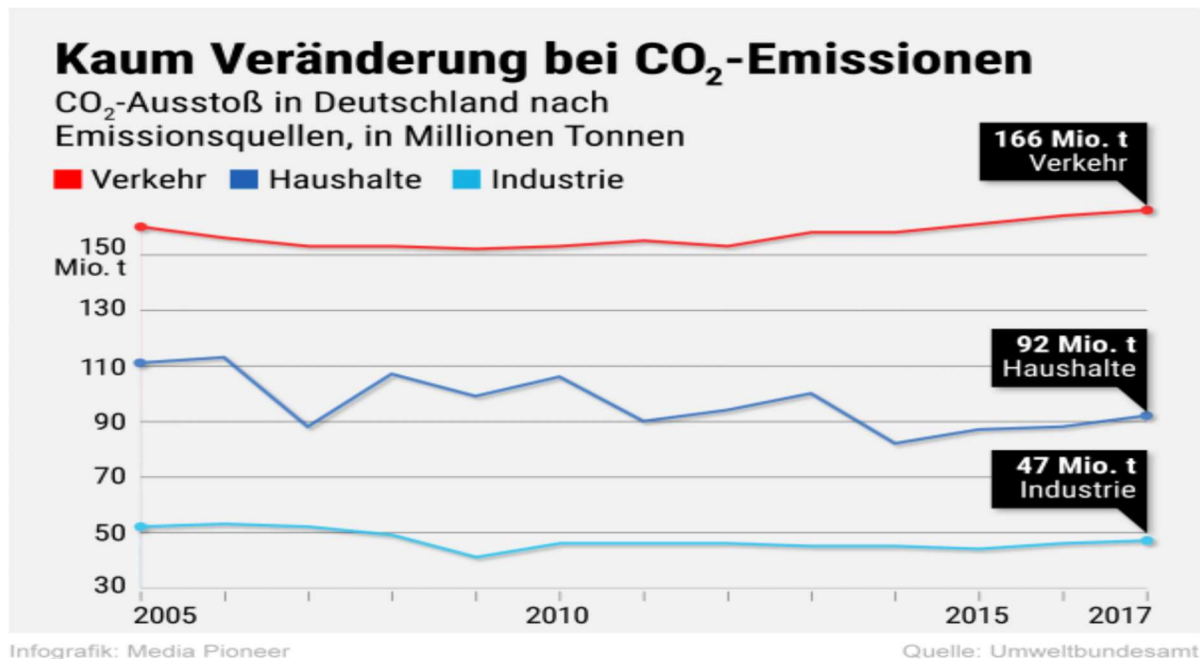
Abbildung 9: Aufnahme des Off-Shore-Windparks Horns Rev 1 von Vattenfall aus [70]



© Photograph: Christian Steiness

Mit dem großflächigen Einsatz von Windturbinen wird genau das Gegenteil von dem erreicht, was behauptet wird. Es gibt kaum eine effizientere Beeinflussung des lokalen bis regionalen Klimas als diejenige, die mit dem Aufstellen von großflächigen Windparks verbunden ist. Dazu ändern sie die Verteilung der **Luftfeuchtigkeit** über den Landmassen, was ebenfalls Auswirkungen auf Klima und die jeweilige Umgebungstemperatur hat. Hier könnten sogenannte Klimaschützer ansetzen. Das tun sie aber nicht, offenbar weil sie nicht ehrlich sind.

Und was brachte die Windenergie in Bezug zur angeblichen CO2-Einsparung?



11. Wie steht es um den „Natürlichen Treibhauseffekt“?

Die Verfechter der Klimaerwärmung durch CO₂ berufen sich, wie schon Arrhenius, auf einen sogenannten „**natürlichen Treibhauseffekt**“, der durch die Gegenstrahlung erklärt wird. Wie sieht es mit dieser Erklärung aus?

Schellenhuber: „Ohne den natürlichen Treibhauseffekt könnten keine höheren Lebensformen – und schon gar keine Zivilisationen – auf unserem Planeten existieren. Ohne ihn würde die globale Mitteltemperatur nämlich nur etwa – 18 Grad C betragen; mit ihm sind es angenehme + 14 Grad C im Durchschnitt des 20. Jahrhunderts.“

Die Aussage über die „angenehmen 14° C ist natürlich Blödsinn. Es handelt sich um errechnete **Durchschnittsgrößen** aus recht extremen und damit recht unangenehmen Temperaturen, in der Antarktis (- 80) in der Sahara (+ 80).

Der „**Durchschnitt**“ spielt diesem Erklärungsversuch auch sonst einen üblen Streich. Denn wie erhält man den angeblich „natürlichen“ Treibhauseffekt? Dazu berechnet man - wie Arrhenius - die Temperatur, die eine fiktive **Erde ohne Atmosphäre** zur Energieabstrahlung benötigt, um ihr planetarisches Strahlungsgleichgewicht (Einstrahlung gleich Abstrahlung) einhalten zu können. Eine Erde ohne Atmosphäre benötigt dazu, wie der Mond, die **angeblich berechneten** 255 K = – 18°C. Dem stellt man eine mittlere oberflächennahe Temperatur in der Erdatmosphäre von rund 288 K = + 15° entgegen. Die Differenz soll den natürlichen Treibhauseffekt von rund 33° C ergeben und ließe sich nur durch eine Behinderung der Abstrahlung erklären eben das Absorptions- und Emissionsverhalten von CO₂ und H₂O.

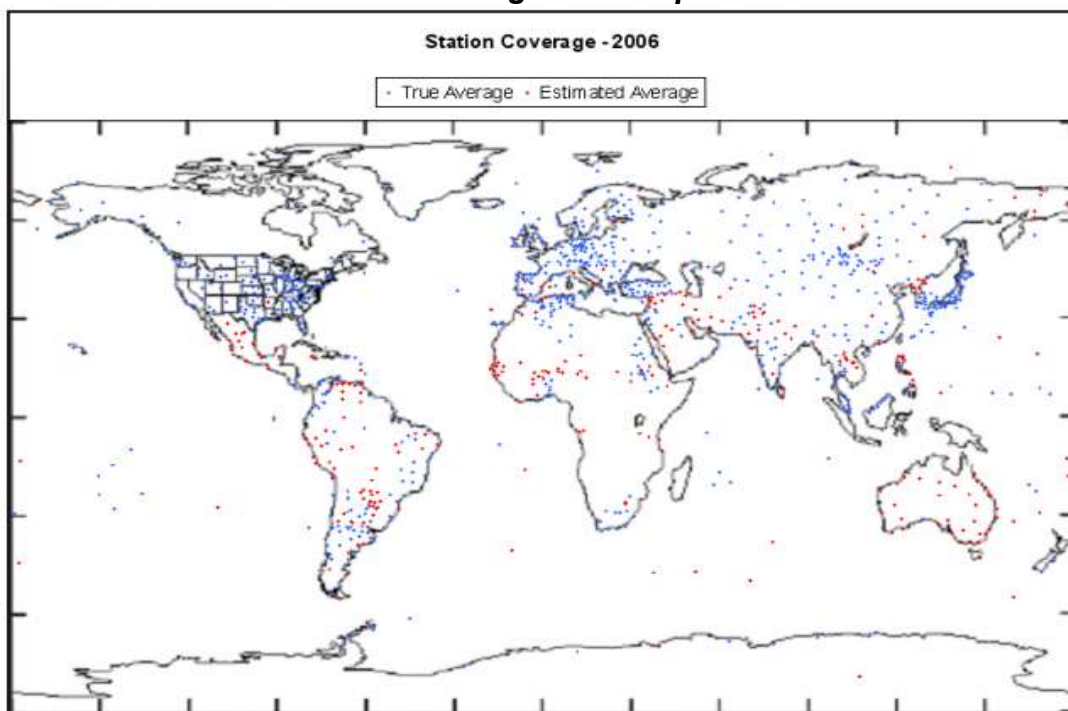
Was **das planetarische Strahlungsgleichgewicht des Mondes** betrifft, so haben bei dieser Berechnung bereits die Meteorologen Kramm und Dlugi 2011 und zusätzlich 2017 erhebliche Unstimmigkeit bei den normalerweise angegebenen Werten festgestellt. Sie haben bei ihren Untersuchungen Fernmessungen der Temperatur des Mondgesteins und die Umdrehung des Mondes (ein Mond-Tag

dauert etwa 14 Erden Tage), mit der entsprechenden Abstrahlung an der nicht beschienenen Mondseite und anderer Faktoren berücksichtigt. Sie widerlegen die bisher angenommenen – 18°. Ihre komplexen Berechnungen erspare ich mir.

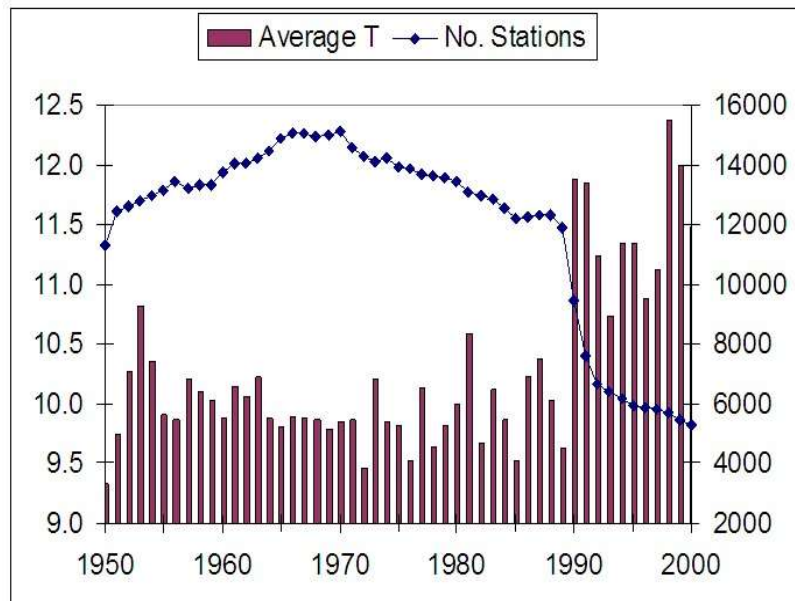
Um die **Erde ohne Atmosphäre** mit dem Mond zu vergleichen, müsste man nicht nur die Atmosphäre, sondern die Ozeane, die Vegetation, die Eiswüsten aber auch die andere Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde und anderes berücksichtigen. **Die Krux beginnt aber schon bei der Berechnungsmethode.** Sie ist aus physikalischen und mathematischen Gründen falsch.

Darauf haben 2009 die theoretischen Physiker **Prof. Gerlich** und **Dr. Tscheuschner** hingewiesen. Ihnen persönlich wurde heftig widersprochen, doch nicht ihren mathematisch physikalisch stichfesten Argumenten. Solche Versuche scheiterten bisher kläglich. Der Hauptfehler bei der Ermittlung des angeblich natürlichen Treibhauseffekts besteht darin, dass man dabei der Einfachheit halber **von einer gleichmäßig verteilten, ebenen, durchschnittlichen, kreisförmigen Oberfläche sowohl der Erde wie des Mondes ausgegangen war.** Eine solche gibt es nicht. Um korrekterweise nach dem Stephan-Boltzmann-Gesetz einen Durchschnittswert bei ungleichmäßiger Oberflächenverteilung der Temperatur zu ermitteln, müsste man zuerst den Durchschnitt der **Temperaturschwankungen an jedem einzelnen Punkt** der Erde (oder des Mondes) berechnen und könnte erst aus diesen Werten einen Durchschnittsgesamtwert ermitteln.

Bild Verteilung der Messpunkte

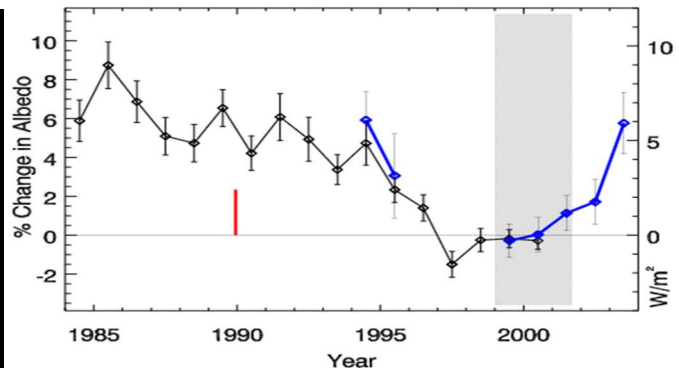
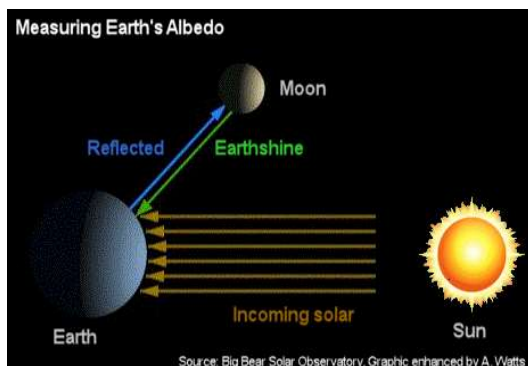


Eine derart korrekte Berechnung, scheitert sowohl an unüberwindbaren Hürden der Messgenauigkeit als auch an dem dafür benötigten Rechenaufwand.



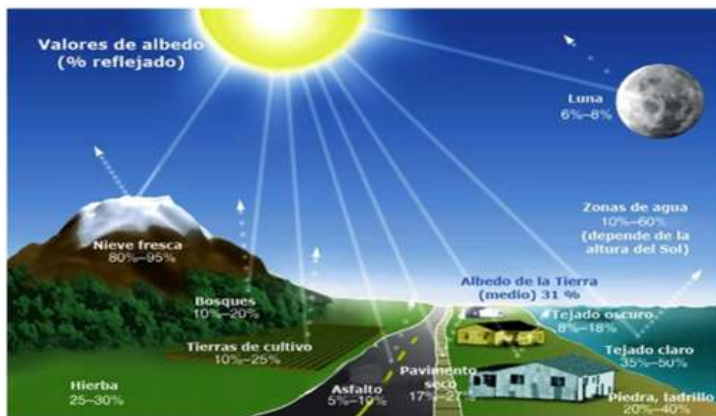
Betrachtet man die Parallelität zwischen der Verringerung der Anzahl der Messpunkte zu Beginn der Kampagne und der angeblich gesteigerten Zunahme der Durchschnittstemperatur der Erde, sollten **Zweifel an der Ehrlichkeit** der damit verbundenen Absichten wach werden.

12. Liefert die Albedo der Erde ein besseres Bild?



Entscheidend zur Berechnung des Strahlungsgleichgewichts ist die Albedo, das Reflexionsvermögen der Erde ins All. Bei den bisherigen **Berechnungen** ist man von einer Albedo der Erde ohne Atmosphäre und des Mondes von **30%** ausgegangen. Diese Annahme war viel zu hoch gegriffen. Selbst die Deutsche Meteorologische Gesellschaft hält inzwischen eine Albedo von **15 %** der Erde ohne Atmosphäre für realistischer. Legte man diese den bisherigen Berechnungen zugrunde, käme man auf eine mittlere Oberflächentemperatur für eine Erde ohne Atmosphäre von nur noch $-5,5^{\circ}$ statt der -18°C .“ Professor **Budyko** kam in seinem Buch *Clima Change* von 1977 auf eine tatsächliche Albedo selbst beim sich langsamer drehenden Mondes auf nur etwa **7 %**. **Damit verschwände der „natürliche Treibhauseffekt“**. Die Versuche die Albedo tatsächlich zu messen (rechte Bildhälfte) ergab über die Jahre Schwankungen beim Mond (linke Bildhälfte oben) zwischen 6 und 8%.

Albedo verschiedener Erdoberflächen



Alle **Annahmen** über einen „**natürlichen Treibauseffekt**“ sind wegen der verwendeten falschen Berechnungsmethoden **eine sinnlose Größe**. Die errechnete Temperatur eines planetarischen Strahlungsgleichgewichts hat nichts mit dem gemittelten Wert der Temperatur am Boden zu tun. Dieser (Temperatur)Wert hat keine thermodynamische Bedeutung. **Das Ausmaß des „natürlichen Treibhauseffekts“ ist bisher noch nicht bekannt.**

13. Gibt es überzeugendere Ursachen für den Klimawandel?

Wie oben angedeutet gab es auf der Erde heftige globale Temperatur-Veränderungen, im Extrem Warm- und Eiszeiten. Sie gehen – wie gezeigt - nicht mit den Änderungen des CO₂ Gehalts der Erde einher. Doch was verändert die globalen Temperaturen tatsächlich?

Einer Klärung haben uns in jüngster Zeit besonders zwei Forscher nähergebracht. Und zwar für die groben Temperaturschwankungen der Eis- und Warmzeiten besonders **Professor Nir J. Shaviv** aus Tel Aviv und für die aktuellen geringer ausfallenden Schwankungen der dänische **Physiker Prof. Henrik Svensmark**. Beide verweisen mit unterschiedlichen Methoden auf das gleiche Phänomen:



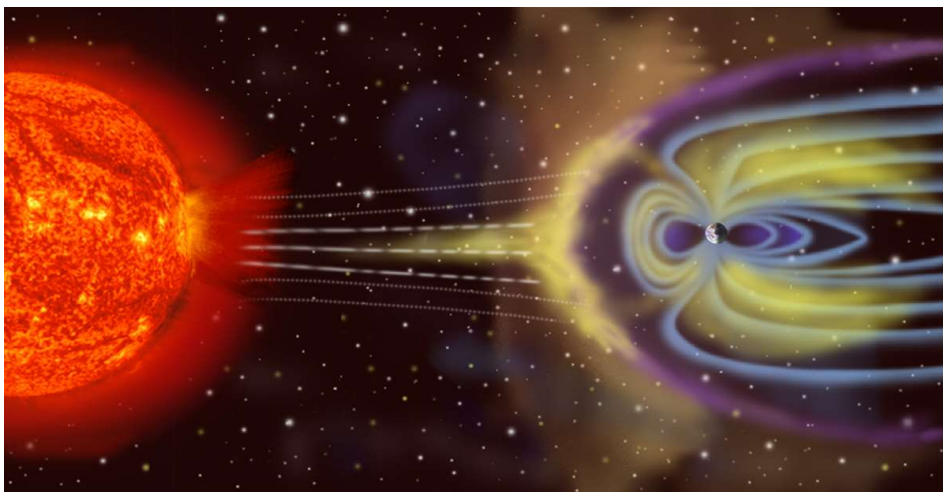
Kosmische Strahlen

Harte kosmische Strahlung trifft auf Elemente in der Atmosphäre wie z.B. Stickstoff und zerschlägt diese. Daraus entstehen geladene Teilchen, sogenannte Ionen, die

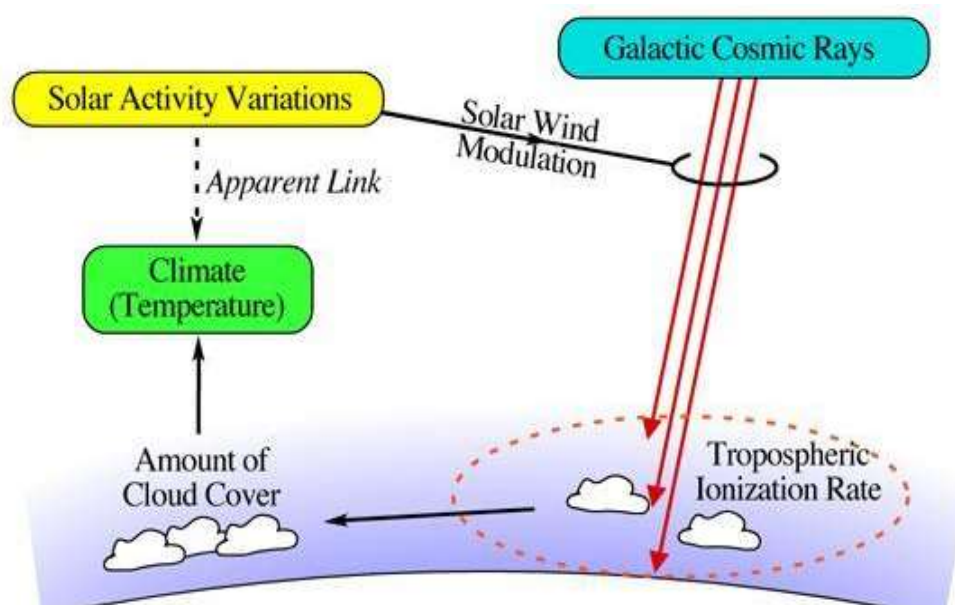
Wassermoleküle anziehen und so zu Kondensationskeimen für Wasserdampf und damit für die Wolkenbildung werden. Mehr kosmische Strahlung sorgt für mehr Wolken und auf Dauer für eine geringere Erwärmung am Boden.

Shaviv entdeckte in Manganknollen die Abdrücke harter Kosmischer Strahlen aus den Tiefen der Galaxis und dem Weltall. An Hand dieser Abdrücke lässt sich die schwankende Dichte und Stärke dieser Strahlung zeitlich einordnen und eine erstaunliche Übereinstimmung mit den großen Eis- und Warm-Zeitereignissen feststellen. Diese kosmische Strahlung schwankt über große Zeiteinheiten.

Anders sieht es bei den geringeren Schwankungen bei relativ gleichbleibender kosmischer Strahlung aus. Darauf ging Svensmark ein. Hier kommt hauptsächlich der Sonnenwind ins Spiel.



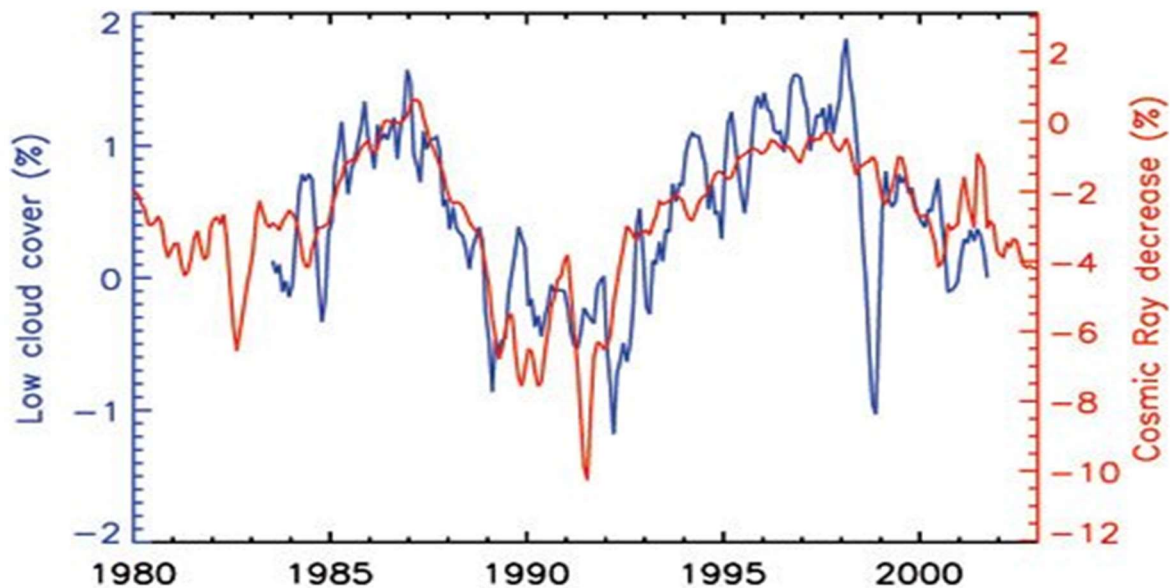
Der Sonnenwind induziert ein Magnetfeld um die Erde, die das Eindringen oder Entstehen ionisierender Protonen mehr oder weniger behindern.



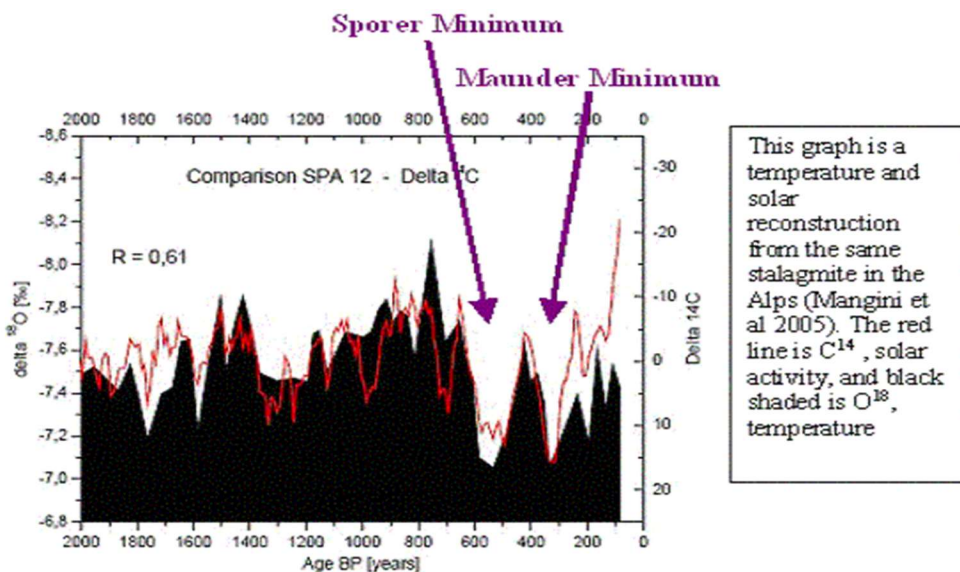
Svensmark konnte zeigen und anhand von Experimenten in Nebelkammern der Großforschungsanlage CERN experimentell nachstellen, dass und wie die Sonne

auch in Perioden relativ konstanter kosmischer Strahlung wie der jetzigen, den Einfall dieser Strahlung auf die Erde moduliert.

Das folgende Bild gibt die Korrelation zwischen dem Fluss kosmischer Strahlen (orange, gemessen mit einem Neutronenzähler in niedrigen magnetischen Breiten), und der Bedeckung mit tief gehenden Wolken (blau, gewonnen aus dem ISCCP-Satellitendatensatz) an

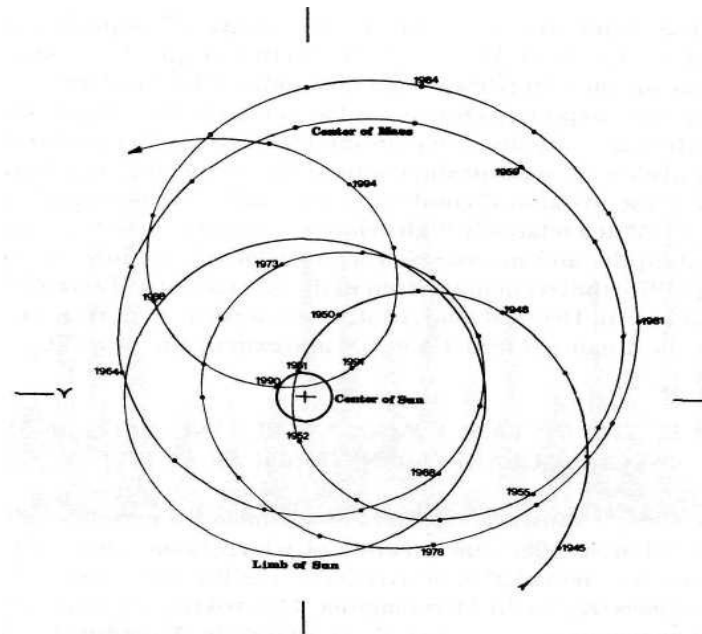


Dass die **Sonnenstrahlung nicht konstant** ist und dass Sonnenaktivitäten, die sich in der wechselnden **Anzahl der Sonnenflecken** bemerkbar machen, das Klima der Erde beeinflussen, war schon dem Astronom **Wilhelm Herschel** bekannt. Er machte als erster 1801 den Einfluss der an der Anzahl der Sonnenflecken ablesbaren, sich **ändernden Sonnenaktivität** auf das Klima und darüber auf Getreideernte und Getreidepreise bekannt. (William Herschel: Phil. Trans. Roy. Soc. London 1801, h. 91 S. 265,)

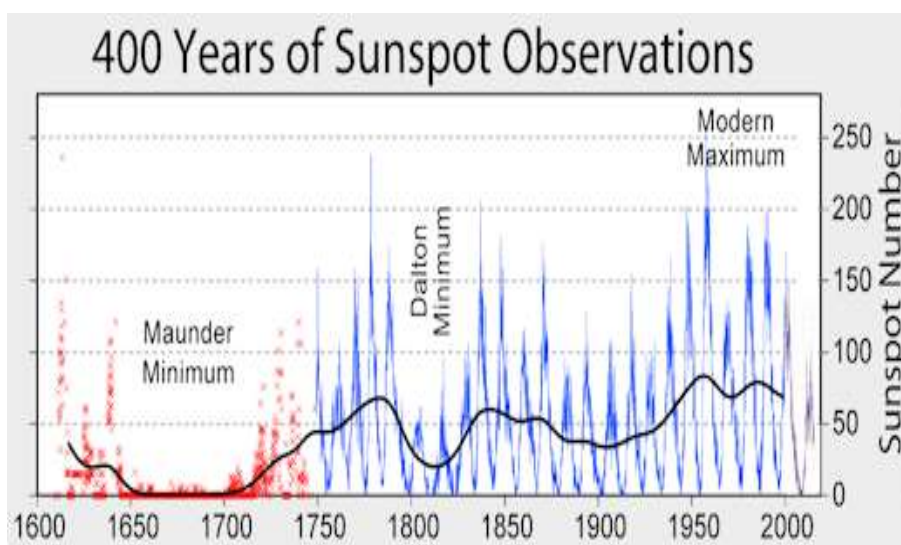


Prof Augusto Mangini fand in Tropfsteinen Proxy-Daten, die parallel die Schwankungen der Sonnenaktivität (an Hand der Menge an eingeschlossenen C^{14} -Isotope) und der Temperaturschwankung (an Hand der eingeschlossenen O^{18} -Isotope als Hinweis auf die Temperatur festgehalten haben.

14. Gibt es Gründe für die **Schwankungen der Sonnenaktivität**?

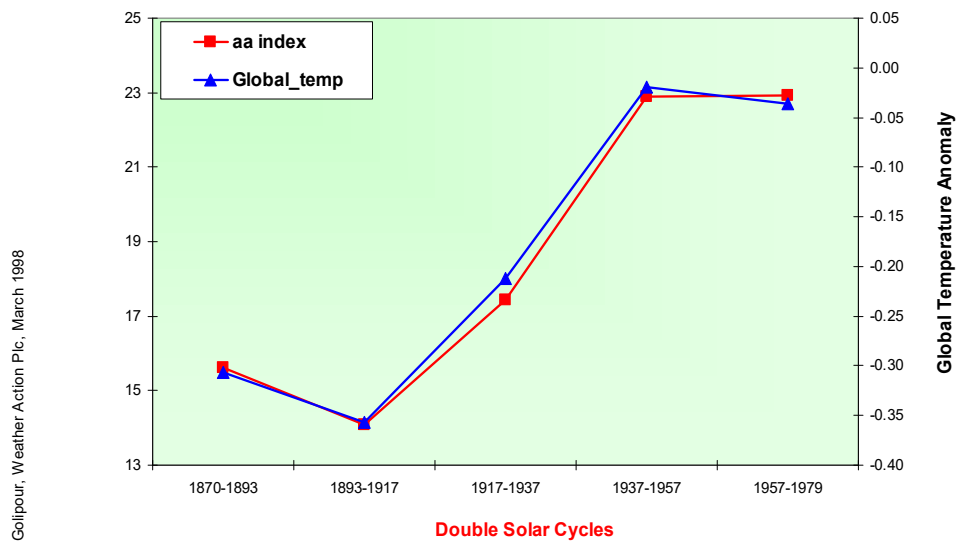


Gravitation und Drehmomente der großen Planeten zerren die Sonne nicht nur auf weite Wege um das Gravitationszentrum des Sonnensystems herum, sondern wirken auch auf die plastische Masse der Sonne ein, durchknetet sie, was unter anderem für **Sonnenflecken** und die **Protuberanzen** der Sonne und damit für wechselnde Stärke des Sonnenwindes sorgt. Auch die Anzahl der Sonnenflecken lassen sich zurückverfolgen.



Die Rekonstruktion der Sonnenflecken der letzten 400 Jahre. Die schwarze durchgezogene Linie stellt denn Durchschnitt der Flecken im jeweiligen 22-Jahrezyklus dar.

Das Ergebnis ist relativ eindeutig: Es zeigt sich eine relativ gute Übereinstimmung der Temperaturschwankungen mit den Schwankungen des Erdmagnetfeldes aufgrund des schwankenden Sonnenwindes.

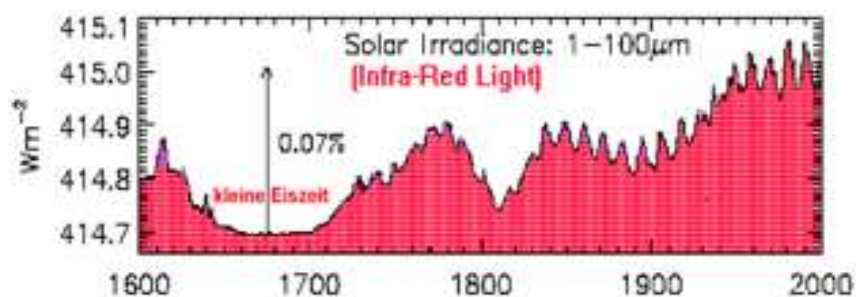


© M. Golipour, Weather Action Plc, March 1998

Fig 6a. Global Temperature Anomaly [red line] and geomagnetic activity, aa, [blue line], both averaged over each double solar cycle (from maximum to second maximum).

Doch auch die Sonnenstrahlung selbst schwankt etwas mit relativ starken Temperatur-Auswirkungen auf der Erde.

Schwankungen der Sonnenaktivität im Wellenbereich 1 bis 100 Mikrometer



Im Bild haben Forscher die ermittelten Schwankungen im Bereich der Infrarotstrahlung mit den Klimaschwankungen der Neuzeit in Verbindung gebracht.

Ein Solar-Minimum ist in der Regel mit kälterem Wetter verbunden. Allerdings kommt es dabei aufgrund sich ändernder Strömungsmuster der Atmosphäre zu regionalen Unterschieden.

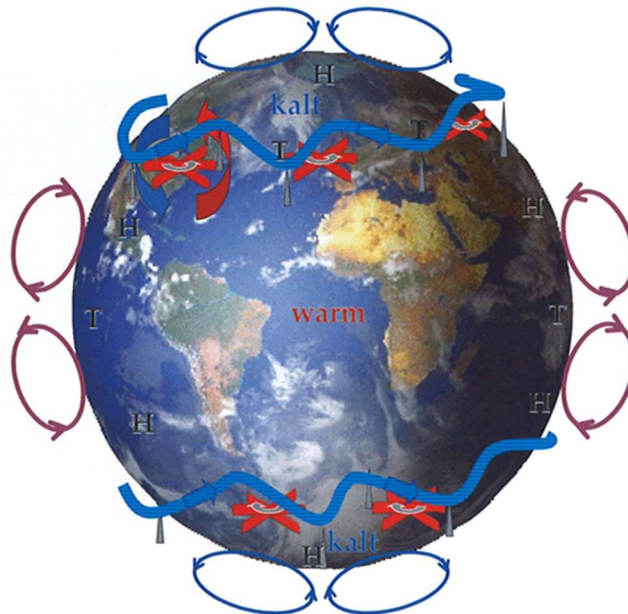
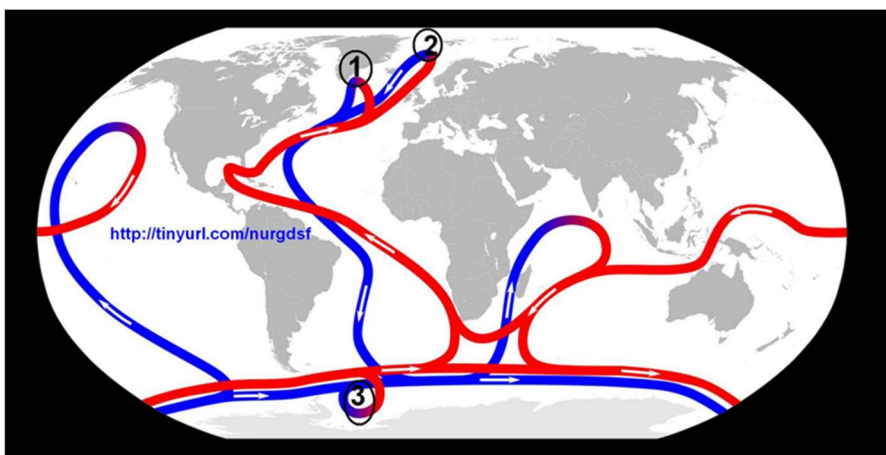


Abb. 2. Grundmuster der Strömung in der Atmosphäre zum Ausgleich der unterschiedlichen Strahlungsbilanzen am Pol und am Äquator.

Die im Bild angedeuteten zirkularen Strömungszellen verlaufen nicht als Ringe um den Erdball, sondern eher im Zickzack (querlaufende blaue Linie). Manchmal reichen die Zacken bis zu uns hinunter, dann dominiert der Nordwestwind, wenn nicht so weit, dann dominiert – wie in den letzten Jahren der Südwestwind und es ist im Allgemeinen wärmer.

15. Die Zentralheizung der Erde

Eine wichtige Dynamik zur Beeinflussung der regionalen Schwankungen der Erdtemperatur geht von den Ozeanen aus. Sie bilden sozusagen die Zentralheizung der Kontinente. In der Darstellung der Ozeanströme bedeutet **rot** oberflächen-nah und warm (mit Temperaturen im Schnitt zwischen 29° und 10° C,) **blau** steht für tiefgehend und kalt (zwischen + 2° und - 2°).

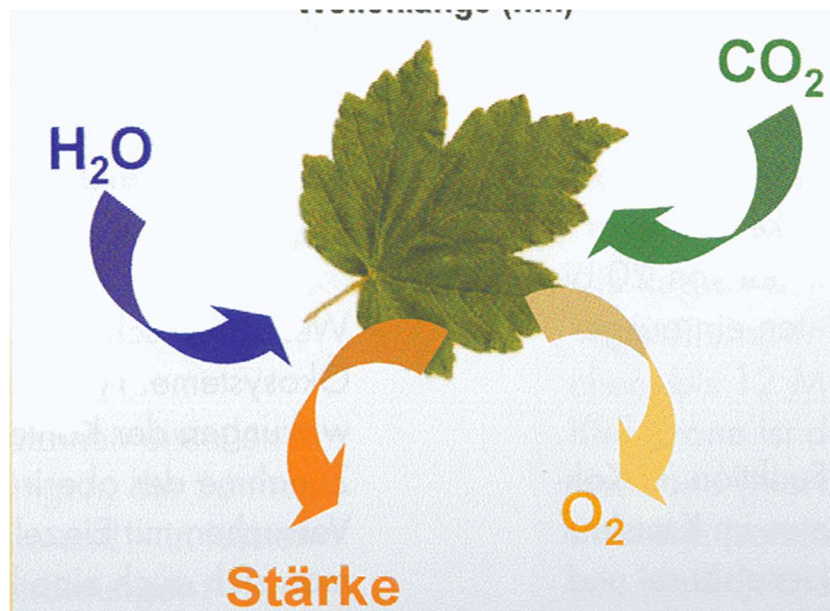


Im nächsten Bild wird die Eindringtiefe des Lichtes und seine entsprechende Umwandlung in Wärme dargestellt.



Das abgekühlte Wasser wird dichter und sinkt in die Tiefe ab. Von dort strömt es in die Bereiche des Ozeans, in denen es wieder emporkommt, weil das aufgewärmte Oberflächenwasser weggetrieben wird. Man nimmt an, dass **ein Wasserpaket**, um diesen Weg zurückzulegen, **etwa 1000 Jahre benötigt**. Diese Jahre verzerren offensichtlich den zeitlichen Zusammenhang zwischen aktuellen Ereignissen und Klimaerwärmungseffekten. Diese Zirkulation und nicht Schellenhubers falsch berechneter „natürlicher Treibhauseffekt“ sorgen dafür, dass auf Erden weitgehend für komplexere Lebewesen günstige Temperaturen herrschen.

CO₂ das Lebenselixier



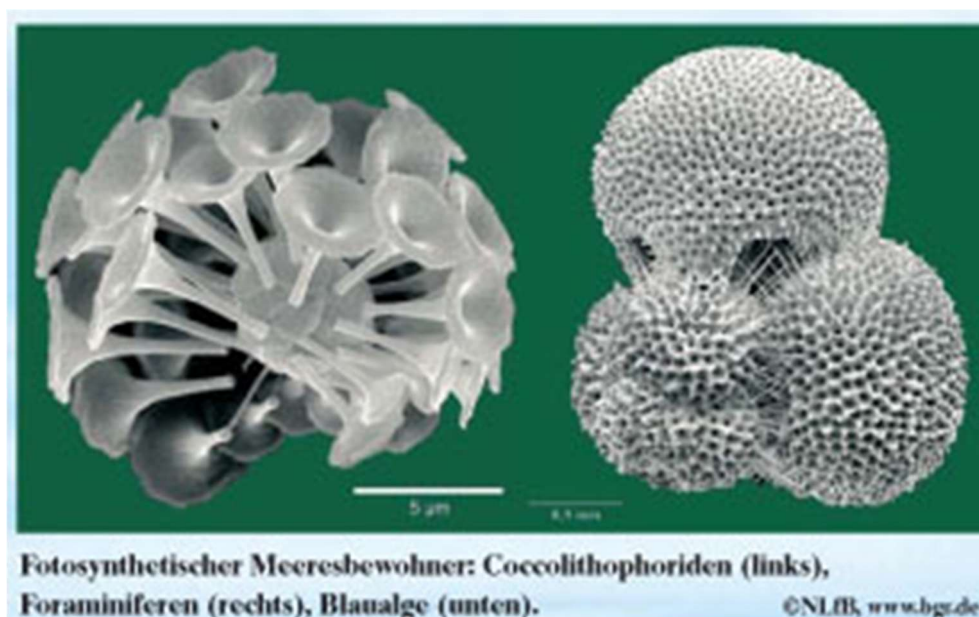
Wichtiger in der Debatte um Kohlendioxyd dürfte aber sein, dass CO₂ neben flüssigem Wasser das wichtigste Lebenselixier ist.

Ein erheblicher Teil der eingestrahnten Sonnenenergie wird chemisch in der Vegetation gebunden. Das wird in der „Klimabedrohung“ kaum berücksichtigt. Aus

CO_2 und H_2O entstehen unter Verbrauch von Sonnenenergie bei der Photosynthese Kohlehydrate, aus denen die Pflanzen bestehen. Zum Beispiel wird aus 6 CO_2 -Molekülen und 12 H_2O Molekülen Glukose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Dabei werden 6 O_2 freigesetzt, die die Fauna an Land, zu der wir gehören, zum Überleben ebenso dringend benötigt wie Glykose und Stärke zur Ernährung. Dazu haben die sogenannte Blaualgen (Cyanobakterien, Prokaryoten) vor etwa 2,5 Milliarden Jahren den Grundstein gelegt. Sie begannen das Sonnenlicht zur Photosynthese zu nutzen und setzten als Abfallprodukt Sauerstoff (O_2) in die Atmosphäre frei. Mit dieser ersten dramatischen Umweltkatastrophe ermöglichten sie, dass sich tierisches Leben an Land überhaupt erst bilden konnte. Seither schwankt der CO_2 -Gehalt der Atmosphäre. Heute liegt er im minimalen Spurengasbereich. Darunter leiden die Pflanzen, die darauf angewiesen sind, erheblich. Um das Pflanzenwachstum zu fördern, werden moderne Treibhäuser künstlich zusätzlich mit CO_2 begast.

Ein Teil der chemisch gebundenen Energie wird bei der Zersetzung der Pflanzen oder nach Verzehr durch die Fauna im Jahresrhythmus wieder freigesetzt. Doch in Form von Holz kann es Jahrhunderte lang gebunden bleiben, bei Verkohlung oder als Faulschlamm in tiefen Gewässern auch länger. Daraus bilden sich letztendlich tatsächlich wieder fossile Brennstoffe. Sie bilden aber nur einen geringen Teil der Energieträger Erdgas, Öl und Kohle.

CO_2 wird von Lebewesen auch anderweitig gebunden. Zum Beispiel bilden Meereslebewesen, z.B. die sogenannten Coccolithophorien, in erheblichem Umfang aus CO_2 und dem im Meerwasser vorhandenen Kalzium (Ca) Kalkstein CaCO_3 .



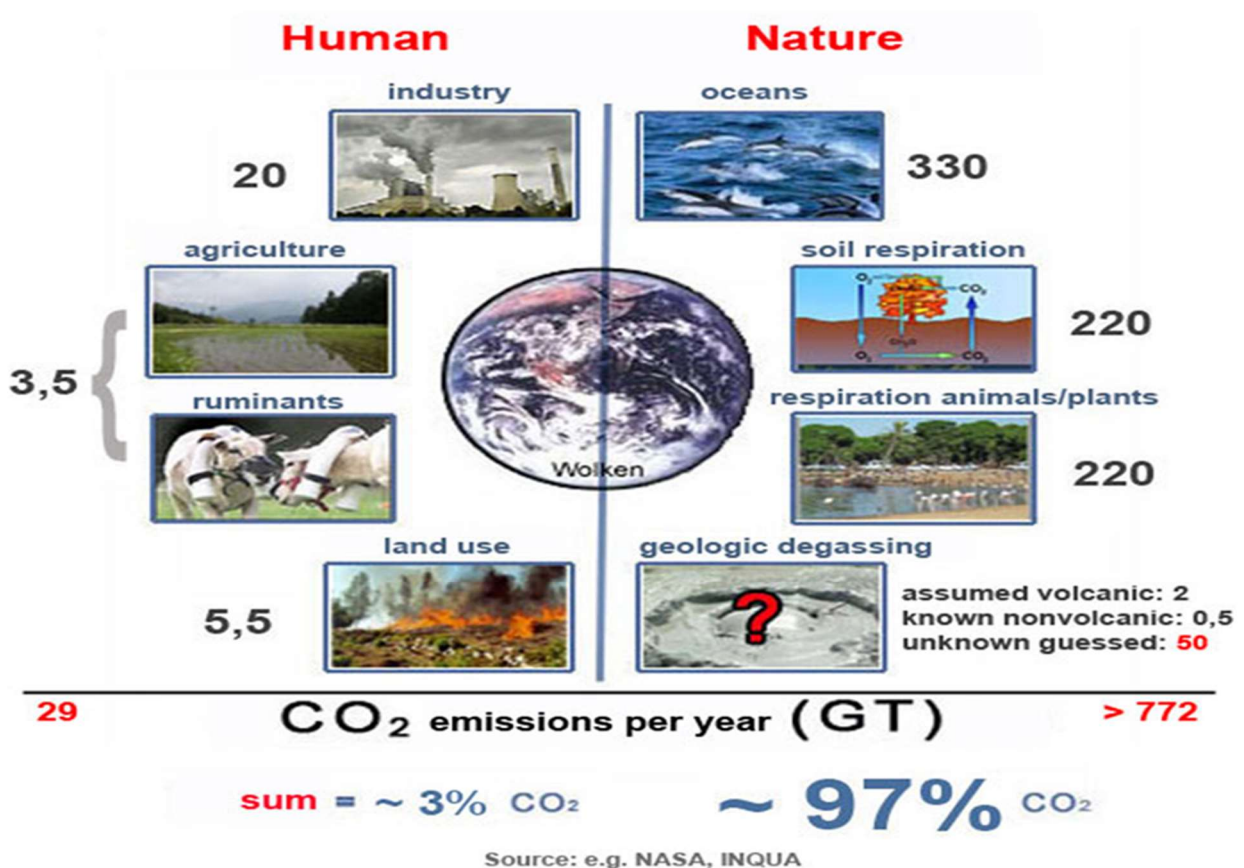
Der Kalkstein lagert sich im Meer ab und türmt sich über Jahrtausende zu gewaltigen Kalksteinfelsen wie Jura, Alpen und andere auf. Die Kontinentalverschiebung führt den Kalkstein über weitere Jahrtausende wieder zurück ins heiße Erd-Magma. Dort wird der Kohlenstoff des Kalksteins unter hoher Temperatur, hohem Druck und der Mitwirkung eisenhaltiger Katalysatoren mit Wasserstoff verbunden und als Methan CH_4 freigesetzt. Dieses Gas gelangt durch die Gesteinsspalten an die Erdoberfläche. Auf dem Weg dorthin, dient es zum Teil Mikroben als Energielieferant, die zu seiner Inkohlung beitragen, so dass daraus langkettige Kohlenwasserstoffe, zuerst

sonstiges Erdgas, dann Erdöl und schließlich Steinkohle werden. Diese Vorgänge hat Thomas Gold in seinem Buch *Biosphäre der heißen Tiefe* (Edition Steinherz, 2000) recht überzeugend dargestellt. Inzwischen ist es Forschern in Amerika gelungen diesen Umwandlungsprozess von Kalkstein in Methan im Labor nachzuvollziehen. Für pflanzliche und tierische Produkte ist eine solche Umwandlung in Erdöl – so viel ich aus der Literatur ersehen konnte - bisher (noch) nicht gelungen.

Die neueren Erkenntnisse über die abiotische Entstehung der angeblich fossilen Energieträger (in Russland waren sie schon seit den 1960er Jahren bekannt) dürfte auch das herkömmliche CO₂ Kreislaufmodell – das wir unten sehen - noch mehr zu Gunsten der Natur ändern. Auch die Tatsache, dass das meiste CO₂ kaum überprüfbar von Vulkanen in der Tiefsee ausgestoßen wird, bewirkt, dass der natürliche CO₂-Kreislauf nur sehr unzureichend erfasst wird. Der Anteil des CO₂-Eintrags des Menschen dürfte demnach noch geringer ausfallen als in dem unten angegebenen Kreislaufmodell angegeben.

Jährliche CO₂ Freisetzung in die Atmosphäre

links durch den Menschen, rechts durch die Natur



16. Warum die problematische CO₂-Klimaerwärmungshypothese?

Darauf habe ich zwei hypothetische Antworten. Die erste, einfache betrifft den Preis fossiler Brennstoffe. Sie kennen das Preismodel bei konstanter Nachfrage? Großes

Angebot = niedrige Preise, knappes Angebot = hohe Preise. Letztere sind erwünscht. Die **hohe Konzentration** der Erdölförder-Industrie und der Finanz-Industrie in den 70er Jahren erlaubte es, die Preise anzuheben. Man rechtfertigte dies mit der Peak Oil Hypothese, wonach sich das Angebot fossiler Energieträger bald erschöpfen würde. Dann wurden immer mehr **neue Lagerstätten** gefunden und die These von der **abiotischen Entstehung** der angeblich fossilen Energieträger setzte sich durch. Die Preise rutschten in den Keller. Um den Preisdruck zu erhalten und zu rechtfertigen musste man statt mit den „Grenzen des Wachstums“ nun mit der Gefahr seiner Verbrennungsabgase, des CO₂, die überhöhten Preise rechtfertigen.

Die **zweite Antwort** ist grundsätzlicher und auch schwerer zu akzeptieren. Danach geht es weniger um Umwelt- oder Klimaschutz, sondern in erster Linie um die Durchsetzung einer Stationären Gesellschaft. Das Konzept geht bereits auf den Sozialreformer John Stuart Mill zurück: „Wenn die Erde tatsächlich allen Reiz verlieren muss, den sie der Existenz von Dingen verdankt, die im Verlauf eines ungehemmten Wachstums von Reichtum und Bevölkerung verschwinden werden, weil man nur so in der Lage ist, eine größere, wenn auch nicht eine bessere oder glücklichere Bevölkerung zu ernähren, so hoffe ich zum Wohle der künftigen Generationen, dass man sich mit einem **stationären Zustand** zufriedengibt, lange bevor man von Natur dazu gezwungen wird.“ (John Stuart Mill, Principles of Political Economy (urspr. 1848) Longmans London 1965, S. 756)

Der eigentliche Grund dürfte in einer Beobachtung von Karl Marx liegen. Danach ist der Druck der Herrschaft („Produktionsverhältnisse“) abhängig von der Arbeitsproduktivität einer Gesellschaft („Produktivkräfte“). Nehmen die Produktivkräfte einer Gesellschaft zu, werden die bestehenden Herrschaftsverhältnisse unverhältnismäßig, und das löst Revolutionen aus. Knappheit macht gefügig. Diese soll nun mit der aus Umweltgründen geforderten „Transformation der Industriegesellschaft“ politisch kontrolliert eingeführt werden. Die „Avantgarde“ des Finanzkapitals hat das im Unterschied zu der des Proletariats begriffen und verstanden, die sogenannten „Linken“ entsprechend zu instrumentalisieren: Aus rotem Anti-Kapitalismus wurde grüner Anti-Industrialismus.

Wir leben offensichtlich in einer Umbruchsituation. Zwar gibt es noch technologische Fortschritte z.B. die Digitalisierung. Doch diese dienen vorwiegend der Perfektionierung des Herrschaftsapparates (Waffen, Überwachung, Verwaltung). Was eignet sich besser zur herrschaftsrelevanten Einregulierung der materiellen Versorgung als die Kontrolle über die Energie („Not lehrt bekanntlich Beten“).

Klimaschutz passt in dieser Beziehung genau zur Verteufelung der Kernenergie.

Dr. Helmut Böttiger

Kritik und Kommentare an boettigerdrh@web.de

Vom gleichen Autor:

- Klimawandel, Gewissheit oder politische Machenschaften? Michael Imhof Verlag 36100 Petersberg 2008. 128 Seiten 122 mm (br) x 220 mm (ho) Euro (D) 9,95
- Kernenergie, Gefahren oder Nutzen, Imhof Zeitgeschichte, Michael Imhof Verlag 36100 Petersberg 2011. 128 Seiten 122 mm (br) x 220 mm (ho) Euro (D) 9,95
- Die größten Politik-Irrtümer der heutigen Zeit, Imhof Zeitgeschichte, Michael Imhof Verlag 36100 Petersberg 2011. 216 Seiten 122 mm (br) x 220 mm (ho) Euro (D) 9,95

- Der Westen ein Abgesang, Entstehung und Zukunft der westlichen Marktgesellschaft, 384 Seiten, ISBN 978-3-7319-0784-8, Michael Imhof Verlag 36100 Petersberg 2018, € 24.90
- Vgl. auch den Wochenkommentar: www.spatzseite.com