

# Klimakatastrophe? oder Klimagewalten! Teil I

geschrieben von Chris Frey | 17. März 2018

**Dr. Helmut Fuchs, Geologe**

Deshalb war es Zeit, dass in Deutschland mal wieder eine ideologiefreie fachlich saubere Veröffentlichung als Sammelband verschiedenster Fachleute zum Thema Klima herauskam. Er besticht nicht nur wegen seiner auch für Laien verständlichen Erklärungen der sehr komplexen Hintergründe der Klimatevolution der Erde, sondern auch wegen den vielen ganzseitigen Bildern:



**„Klimagewalten – Treibende Kraft der Evolution“, 2017; Hrsg. Prof. Harald Meller, Direktor des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen Anhalt, und Thomas Puttkammer (1\*).**

Um den Charakter der Berichte aufzuzeigen werde ich anfangs einige interessante Thementeile wörtlich davon zitieren. Bei meinen folgenden Ausführungen werde ich mich z.T. inhaltlich an den Text halten, mich meistens auf mein Grundwissen beziehen, jedoch zum einfacheren Lesen auf das Zitieren der vielen Einzelinformationen möglichst weitgehend verzichten. (Trotzdem hier noch ein Hinweis auf ein weiteres fachlich interessantes Buch zu diesem Thema: **„Klimafakten – Der Rückblick – Ein Schlüssel für die Zukunft“**; BGR, GGA, NLfB, 2000 (2\*) [BGR: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; GGA: Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben; NLfB: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, alle in Hannover].

## **KLIMAVERGANGENHEIT !**

**Was passiert, wenn es kälter oder wärmer wird? S.419 – 423; Von Arnold Müller. (1\*)**

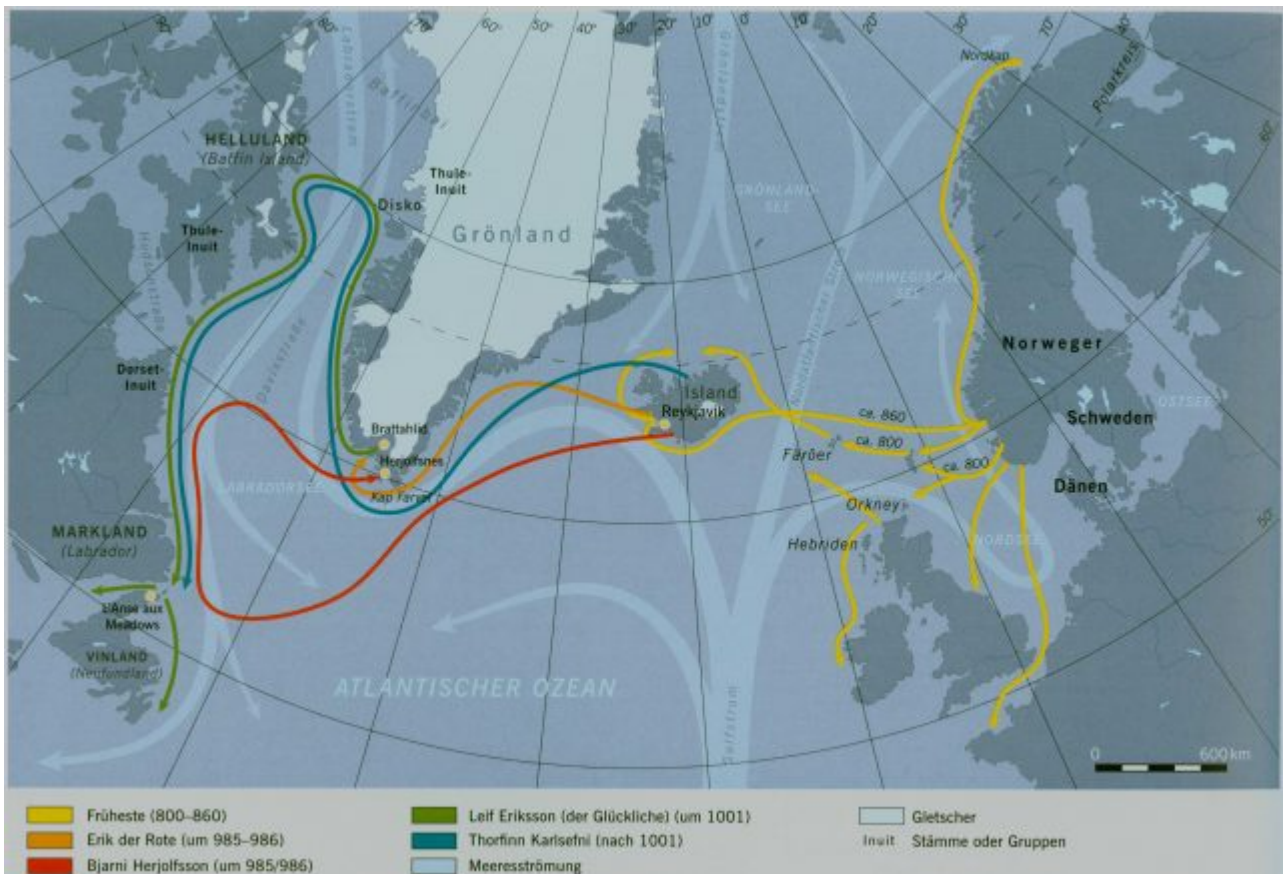
*„Kaum etwas wird heute lebhafter diskutiert als die Klimaentwicklung für die nächste Zukunft. Das ist auch nicht überraschend: Trotz aller zivilisatorischer Leistungen der Menschheit in den vergangenen Jahrhunderten bleiben wir auch weiterhin sehr klimaabhängig. Der ‚Wohlfühlfaktor‘, also das, was wir als angenehm empfinden, stellt dabei noch das geringste Problem dar. Das hängt sowieso von dem ab, was man gewohnt ist. Die Inuit auf Grönland werden die Frage nach optimalen klimatischen Bedingungen anders beantworten als Bewohner Mitteleuropas oder Nordafrikas. Wegen seiner Bedeutung wurde das Thema Klima inzwischen hochgradig politisch aufgeladen. Dabei fallen im Dickicht verschiedenster Interessen Fakten gerne unter den Tisch oder werden dem eigenen Weltbild angepasst. Ein kurzer Rückblick in die vergangenen*

Jahrzehnte der Klimadiskussion offenbart das recht anschaulich. Noch vor wenigen Jahrzehnten ging die Angst vor der nächsten Eiszeit um. Wenig später wurde die globale Erwärmung zum Schreckensbild erklärt. Als Hauptursache für die erwarteten Erwärmung gilt heute allgemein die Menschheit selbst, und die anthropogene Beeinflussung des Klimasystems wird erbittert diskutiert. Aus erdgeschichtlicher Sicht kann man das entworfene Katastrophenszenario für eine Erwärmung von über 2°C nur milde belächeln. 2°C höher als heute lägen immer noch deutlich unterhalb des känozoischen Mittels. Allein die Lebensgeschichte der letzten 66 Millionen Jahre mit dem grandiosen Aufstieg der Säugetiere und schließlich den Daten des Menschen selbst zeigt, dass deutlich wärmere Perioden Blütezeiten der Biosphäre waren. Warum also die unnötige Angst vor etwas höheren Temperaturen, während Kälte gegenwärtig kein Thema zu sein scheint. Die Gründe dafür sind vielfältig und oft irrational ...“

**Das wechselhafte Klima der letzten 1000 Jahre.** S.393 – 404; Wolfgang Behringer. (1\*)

„Während man bis vor wenigen Jahrzehnten davon ausgegangen ist, dass das Klima im Wesentlichen konstant sei, wissen wir inzwischen, dass es sich nicht nur in den letzten Jahrmillionen oder in Zehntausenden von Jahren verändert, sondern auch relativ kurzfristig. Innerhalb des letzten Jahrtausends unterscheiden wir mittlerweile drei große Epochen: Die Hochmittelalterliche Warmzeit, die Kleine Eiszeit und die Globale Erwärmung unserer Zeit (Behringer 2007).

Als die Wikinger im 7. Jahrhundert im Nordmeer eine Insel entdeckten, gaben sie ihr den Namen, den sie heute noch trägt: Sie erschien ihnen als ein eisiges Land, als Island. Im Zuge einer Erwärmung war die Insel aber zu Beginn des 10. Jahrhunderts weniger abweisend (Ogilvie 1991) und mehrere hundert Häuptlingsfamilien aus Norwegen begannen mit der Besiedlung, festgehalten in einer berühmten Quelle, dem Landnamabook (Buch der Landnahme). Im Jahr 982 segelte der Wikinger Erik der Rote (ca. 950-1004) weiter nach Westen und entdeckte dort



„Nach Behringer 2017, 394 Abb.1. In: Meller/Puttkammer (Hrsg.), Klimagewalten – **Treibende Kraft der Evolution (Halle [Saale] 2017, 1\*)**.“

eine noch viel größere Insel. Nach drei Jahren kehrte er zurück und warb Siedler für seine Insel, das grüne Land. 25 Schiffe brachen 985 zur Besiedlung Grönlands auf. Eriks Sohn, Leif Erikson (ca. 970 – 1020) erkundete von dort aus die Küste noch weiter im Westen. Er nannte sie Markland (Waldland) und Vinland (Weinland), das heutige Neufundland (Seaver 1996). Im Jahr 1000 entschied das Parlament Islands, das Althing, die Einführung des Christentums. Auch nach Grönland wurde kurz nach 1100 ein Bischof entsandt. Die Ruine seiner Bischofskirche kann man heute noch besuchen. Die Wikinger auf Island und Grönland führten wie in Norwegen das Leben europäischer Bauern. Sie lebten von Ackerbau und Viehzucht, aßen Brot und Fleisch und trieben Handel mit Norwegen und Schottland (Dansgard u. a. 1975)...

## SPHÄREN VON KLIMAFAKTOREN

Im Folgenden versuche ich möglichst kurz und hoffentlich verständlich die einzelnen Sphären – siehe die Definition des Begriffs Klima in meinem Vernagtferner Bericht – zu erläutern, die das Klimageschehen bis heute und in Zukunft die Grundlage der Evolution der Erde bilden. Dabei wird auch gezeigt, dass CO<sub>2</sub> – wie zuvor beschrieben – nur einen geringen Einfluss auf das sehr komplexe Klimageschehen hat.

## TEKTONIK (PLATTENTEKTONIK)

Tektonische Bewegungen der Erdkruste sind an den stetigen Bewegungen einzelner Lithosphärenplatten (mobile Erdkruste) abzulesen. Aus der Orientierung ferromagnetischer Minerale in den Gesteinen kann man frühere Pollagen ableiten und damit exakte Bilder der Polwanderungen seit Anfang der Erdgeschichte für einzelne Zeitabschnitte bzw. für einen bestimmten Zeitpunkt genau ablesen. Diese Bewegungen führten und werden auch weiterhin zu enormen Verschiebungen von Gesteinsmassen führen mit all ihren Folgen. Die Ursache der plattentektonischen Prozessdynamik (Evolution) liegt in der Thermodynamik der Erde, besonders des Erdmantels. Der Wärmetransport erfolgt durch Konvektion. Dort wo die Wärme aufsteigt, treibt sie die Erdkruste auseinander und in den entstehenden Rissen steigt basaltisches Magma auf. Wo sie aufeinander treffen bilden sich Gebirgsketten, bei denen es sich im wesentlichen um zwei Arten handelt: Faltengebirge (z. B. Alpen) oder Vulkangebirgsgürtel (z.B. Anden). Nicht nur Lage und Ausdehnung der Kontinente, sondern auch deren Topographie (Folge der Plattentektonik) beeinflussen das Klima.

Die Pazifische Platte ist die größte tektonische Platte der Erde. Sie bildet, mit Ausnahme einiger Randbereiche, den Untergrund fast des gesamten Pazifischen Ozeans; Experten schätzen ihre Größe auf etwa 108.000.000 km<sup>2</sup>. Sie verschiebt sich mit wachsender Tiefe und einer Geschwindigkeit von ca. 10 cm pro Jahr nach Westen und verschwindet in dem sehr tiefen Marianengraben (Subduktionszone), am Rande der Philippinen und Eurasischen Platte, also einem Teil des Pazifischen Feuerings.

Als Folge des Fukushima Erdbebens wurde beispielsweise die Hauptinsel von Japan, Honshu, um 2,4 Meter nach Osten verschoben und bewegte die Erdachse um 10 bis 25 cm. (Schallwellen dieses Ereignisses wurden von dem niedrig fliegenden GOCE Satelliten aufgezeichnet). Auch das Beben in Chile hat die Achse um acht Zentimeter verschoben, weil dort massenhaft Gesteinsschichten steil ins Erdinnere (Subduktionszone) geschoben wurden. Dies führte zu einer zusätzlichen Beschleunigung der Rotation der Erde. Beispielhaft sei noch genannt: In Schweden und Finnland steigt langsam aber stetig die Landoberfläche. Am stärksten ist das im Gebiet des Bottnischen Meerbusen zu beobachten: Seit Beginn der Messungen (1892) im schwedischen Ratan wuchs die Oberfläche um fast einen Meter und der Meeresspiegel fiel entsprechend. In Norwegen findet jedoch ein stetiges Abtauchen der Landoberfläche statt: Fjordlandschaft. Solche Vorgänge finden heute ständig und in Zukunft statt und werden ständig das Klimageschehen beeinflussen.

Die gesamte Erdoberfläche, die von den tektonischen Plattenverschiebungen geprägt wird, verändert sich kontinuierlich in horizontale bis hin in vertikale Richtung. Diese Kräfte formen die Gebirge, Tiefseegräben und insbesondere die Formen der Kontinente. Das betrifft nicht nur die ca. 30 Prozent der Landoberflächen, sondern insbesondere auch die ca. 70 Prozent der unter dem Meeresspiegel liegenden ‚Erdoberfläche‘.

Die durchschnittliche Zahl der Erdbeben weltweit beträgt für den Zeitraum von 1990 bis 2015 pro Jahr für die Erdbeben mit der Magnitude von 3.0 bis 4.9 = ca. 143.000, von 5.0 bis 6.9 = 1.648 und ab 7.0 = 16 (BGR 2016).

Dies alles erklärt, warum die Erde keine perfekte Kugel ist, sondern die Form einer sich dauernd verändernden ‚Kartoffel‘ hat.

## **VULKANISMUS**

Vulkanismus steht in engem Zusammenhang mit der Plattentektonik und hat deshalb globalen Einfluss auf das Klimageschehen bei der Evolution der Erde. Vereinfacht lassen sich verschiedene Erscheinungsformen des Vulkanismus nennen.

### **Vulkanismus beim Auseinanderdriften von Kontinentalplatten:**

Dabei bilden sich wachsende Schwächezonen, in die kontinuierlich hauptsächlich basaltisches Magma aus dem Oberen Erdmantel eindringt und sich langgestreckte Basaltgebirge kontinuierlich aufbauen (z. B. Mittelatlantischer Rücken, der fast von der Arktis bis in die Antarktis verläuft und stetig wächst). Beim Erstarren dieser riesigen Mengen von Lavagesteinen werden große Mengen von vulkanischen Gasen einschließlich CO<sub>2</sub> frei. Parallel dazu verlaufen häufig Tiefseerinnen. Dieser Gesamtprozess führt nicht nur kontinuierlich zu erheblichen Verschiebungen von Gesteinsmassen sowie fortdauernden Veränderungen der Erdachse, sondern auch zum Austritt von Gasen, die sich in die Hydrosphäre und Atmosphäre verteilen.

Das Gasgemisch besteht aus Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), Salzsäure (HCl) und Fluorwasserstoff (HF) aber auch in geringeren Mengen Edelgase, Kohlenmonoxid, Methan und Wasserstoff und reichert sich in den Ozeanen an.

### **Vulkanismus beim Aufeinanderprallen von Kontinentalplatten:**

Dabei finden entweder Überschiebungen statt, bei denen entlang einer Subduktionszone die (chemisch) dichtere unter die weniger dichte Gesteinsplatte geschoben wird, oder es kommt zu einer Kollision, bei der eine oder beide Platten in den Randbereichen gefaltet werden. Davor bilden sich Tiefseerinnen (z. B. Marianengraben) und darüber oder dahinter vulkanische Feuerbögen (z.B. Aleuten, Antillen). Letztere heißen Inselbögen, weil nur die Spitzen der Vulkane über den Meeresspiegel herausragen. Einer davon ist der zirkumpazifische Feuerring, der den Westen des Pazifiks von drei Seiten umgibt. Mindestens zwei Drittel aller im Holozän (Beginn vor ca. 12.000 Jahren) ausgebrochenen Vulkane sind dort zu finden. Starke Erdbeben treten dort entlang dieses Ringes zur Entspannung der Erdkruste auf, die zusätzlich zu weiteren Massenverschiebungen und zur Vergasung der Ozeane führen.

## Vulkanismus innerhalb von hauptsächlich ozeanischen Platten:

Seamounts entstehen an den divergierenden Plattengrenzen einer ozeanischen Platte im Rahmen des Hot-Spot-Vulkanismus aber auch insbesondere auf Scher- und Schwächezonen innerhalb der Pazifischen Platte. Durch ihre Bewegung in Richtung der Subduktionszone verlieren häufig die Vulkane (Guyots) den Kontakt zu ihrer Magma-Quelle. Die Magmaförderung erlischt in diesem Fall. In anderen Fällen kann sie nur ruhen und wird insbesondere im südwestlichen Teil der Platte wieder aktiv und bildet die bekannten Vulkan-Korallen-Atolle. Zum Thema Meeresspiegelschwankungen insbesondere bei Vulkan-Korallen-Atollen gilt: Es gibt nur einen globalen Meeresspiegel, der global den ständigen Schwankungen der Sonneneinstrahlung mit schwankenden Temperaturen und des Meeresbodens als Folge von Plattenverschiebungen und vulkanischen Aktivitäten ausgesetzt ist. Wenn sich der örtliche Meeresspiegel bei Vulkan-Korallen-Atollen verändert, liegt dies dort zusätzlich am langsamen Absinken des mächtigen Ergussgestein-Blocks (über einem Magmaherd), aus dem heute nur einige Vulkanspitzen herausragen und auch der die Basis für die Korallenriffe und Lagunen bildet. Wenn der Magmaherd darunter tot ist, gibt es keine zusätzliche lokale Erhöhung des gesamten Atolls, wenn der Vulkan schläft, dann ist mit zukünftigen Aktivitäten zu rechnen und es muss mit einem Wachsen des Atolls gerechnet werden, ohne zu wissen, wann das passieren wird. Das Ergebnis dieser natürlichen Entwicklung ist, dass es keine lokale Nulllinie für Vulkan-Atolle geben kann, auf die man sich beziehen kann: Denn dort treten kontinuierlich zusätzlich zu den globalen Ursachen für Schwankungen des Klimas und des Meeresspiegels lokale Veränderungen des Abstandes des Meeresboden zur Oberfläche als Folge der Plattentektonik und des Vulkanismus auf.

## Supervulkane

Weltweit sind 20 Supervulkane bekannt. Im Gegensatz zu 'normalen' Vulkanen sind sie zu groß, um einen Kegel auszubilden. Sie bestehen unter der Erdoberfläche aus einer gewaltigen Magmablase in Gebieten mit komplizierten Plattenbewegungen, die sich über Jahrtausende mit Gasen anreichern. Dabei steigt der Druck bis es zu einem oder mehreren Ausbrüchen kommt. Auf Grund der Größe seiner Magmakammer hinterlässt ein Supervulkan bei seinen Ausbrüchen keine Vulkankegel, sondern riesige Einbruchskessel an der Erdoberfläche, sogenannte Calderen.

Italien bricht aufgrund von komplizierten Bewegungen kleinerer Plattenteile untereinander im Untergrund auseinander, verursacht durch den stetigen Druck der Afrikanischen auf die Europäische Platte. Nach neuesten GPS-Messungen driftet der gesamte Norden Italiens gegen den Uhrzeigersinn, der Süden genau andersherum. Rom bewegt sich nach Norden um zwei Millimeter pro Jahr. Doch das auf gleicher Höhe in Mittelitalien liegende L'Aquila geht nach Osten, Richtung Balkan, allerdings doppelt so schnell. Der Meeresgrund wird sich dabei stetig heben und Ostsizilien an das kalabrische Festland heranrücken.

Einer der zwanzig Supervulkanen befindet sich unter der 150 km<sup>2</sup> großen Caldera Campi Flegrei, in der Neapel und die Phlegräischen Felder (Pompeji) liegen. Die darunter liegende riesige Magmakammer, speist auch den benachbarten Vesuv und nach neuesten Ergebnissen auch den Ätna (L. De Siena et al, 2017, 3\*). Neueste seismische Untersuchungsmethoden haben erstmals Belege für die Existenz einer heißen Magmazonne in 4 km Tiefe unter der der Stadt Pozzuoli südlich von Neapel nachgewiesen. Die beträchtlichen 'sogenannten Meeresspiegelschwankungen' in diesem Gebiet sind seit 2000 Jahren hinlänglich bekannt – deshalb nur der Hinweis: in den Jahren 1970 und 1983 war die Aktivität so stark, dass der Hafen von Pozzuoli nicht weniger als 3 Meter angehoben wurde.

Wie schon im vorigen Kapitel ‚Tektonik‘ erläutert, gibt es wie häufig behauptet keine bedeutende globalen ‚Schwankungen des Meeresspiegels‘, sondern stetige Schwankungen des Meeresbodens, die nur den Anschein erwecken, dass der Meeresspiegel schwankt.

## **SONNENEINSTRALUNG**

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Auswirkungen der Sonne auf das Weltklima. Veränderungen der elliptischen Umlaufbahn der Erde verändern die maximalen und minimalen Werte der solaren Wärmestrahlung wie auch wechselnde Einfallswinkel bei unterschiedlichen Breitengraden der Erde.

Ihre Strahlungsaktivität hängt von der Anzahl der Sonnenflecken, deren Durchmesser von 1.000 bis 10.000 Kilometer schwankt. Sie entstehen durch Strömungsvorgänge im Sonneninnern und durch das sich ständig ändernde Magnetfeld der Sonne und unterliegen mehreren kürzeren und längeren Zyklen: Schwabe-Zyklus mit einer mittlere Periodenlänge von 11 Jahren, Gleißberg-Zyklus bei ca. 80 Jahren und De-Vries Zyklus bei ca. 200 Jahren. Diese Zyklen lassen sich in Eisbohrkernen nachweisen. Mit Abnahme der Sonnenflecken, also der solaren Energie, und dem damit verbundenen Anstieg der kosmischen Strahlung, die die Erdatmosphäre erreicht, ionisiert die Aerosol-Moleküle. Diese Kondensationskerne führen zum Anwachsen von Wolken, die wiederum eine Abkühlung verursachen. Mehr Sonnenflecken haben den gegenteiligen Effekt – weniger Wolken – höhere Temperaturen. Neueste Messergebnisse lassen vermuten, dass zwischen 1650 bis 1700 kurz vor bis zur kleinen Eiszeit eine geringe Sonnenfleckenaktivität herrschte. Zu den bekannten Aktivitätsphänomene zählen die kurzzeitigen Strahlungsausbrüche in solaren ‚Flärs‘ und gewaltigen Sonnenstürmen in Form koronaler Massenauswürfen.

## **ATMOSPHERE**

Die Atmosphäre ist der Träger der globalen Wetterabläufe und des Klimas. Die an der

Erdoberfläche ankommende Sonneneinstrahlung wird dort entweder absorbiert, wodurch ihr Wärme zugeführt oder aber reflektiert wird, das

ohne Effekt auf die Temperatur der Erdoberfläche ist. Die erwärmte Erdoberfläche strahlt ihrerseits auch, sie emittiert Infrarot(IR)-Strahlung. Aber die Erdoberfläche gibt auch Wärme an die Luft ab, welche in Kontakt mit der Erdoberfläche ist.

‚Treibhausgase‘ nennt man nur jene Gase, die in der Lage sind, elektromagnetische Strahlung – nicht Wärmestrahlung – zu absorbieren und zu emittieren, und die als Spurenbestandteile in der Atmosphäre, der Lufthülle der Erde, in dem Ozean aus Luft, die unsere Erde umgibt, enthalten sind. Ihre Anteile sind: 21% Sauerstoff, 0,93% Argon, 0,04% CO<sub>2</sub>, 0,035 Sonstige, deren Anteile sich bei Temperaturschwankungen jedoch etwas ändern können.

Wichtigstes Gas der Atmosphäre ist Wasserdampf, gefolgt von CO<sub>2</sub> und den übrigen Spurengasen Ozon, Methan und Stickoxid. Der durch Menschen bedingte Anteil an diesem „Treibhausystem“ beträgt etwa 2,7 Watt pro m<sup>2</sup> oder 2,1%. Der gesamte ‚Treibhauseffekt‘ wäre dann (in W/m<sup>2</sup>): Wasserdampf 66 +/-?%, CO<sub>2</sub> 29+/-2,1%, und andere Treibhausgase 5+/-0,8%. Bei diesen Zahlen ist nicht geklärt, ob sich die genannten Werte zur Menge des CO<sub>2</sub> auf alle seit der Existenz der Menschen mit all ihren Aktivitäten seit der Zeitenwende bis heute beziehen (Bevölkerungswachstum, Landwirtschaft, Ernährung etc.) oder nur auf die, die eine Folge der Entwicklung sind, die durch die technische Entwicklung entstanden sind.

Die kontroverse Antwort auf die Frage, ob die sog. ‚Treibhausgase‘ Wärme in die Lufthülle der Erde hineinbringen, und damit dafür sorgen, dass es darin wärmer wird. Oder aber ob das an der Erdoberfläche schon vorhandene CO<sub>2</sub>, das sie in seinem Wärmespektralbereich quasi schon gesättigt ist, noch zusätzliche Wärme aufnehmen kann oder ob diese auch wieder aus der bodennahen Lufthülle hinaus befördern kann, und dann auf diese Weise die Auskühlung dieser Luftschicht bewirkt. Hierzu gibt es bisher noch keine fundierte abschließende Antwort.

## HYDROSPHÄRE

Zwischen der Atmosphäre, der Lithosphäre, der Biosphäre und der Hydrosphäre finden über den Wasserkreislauf Austauschprozesse statt. Die treibende Kraft in diesem System sind Meeresströmungen, die als Folge unterschiedlicher Temperaturschwankungen und Salinität das Klima beeinflussen. Kälteres und an Salz reicheres Wasser ist dichter als warmes und an Salz ärmeres. Nicht nur die Temperaturschwankungen an sich, sondern auch die dadurch beeinflussten gewaltigen Zirkulationen der Meeresströmungen mit der damit zusammenhängenden Verdunstung des Wassers sorgen für einen horizontalen und vertikalen Wärmetransport und sind dadurch für die Schwankungen der Oberflächentemperaturen direkt wetter- und klimarelevant (Prinzip ‚Thermokline‘).

Trotz den intensiven Untersuchungen sind die exakten Mechanismen des recht komplexen El Nino Phänomens noch immer unzureichend bekannt, und



dementsprechend sind die wahrscheinlich eintretenden Veränderungen des Phänomens bezüglich Häufigkeit und Intensität unter zunehmender Klimaerwärmung nur schwer vorherzusehen. Manche Ergebnisse lassen vermuten, dass die Sonneneruptionen dafür verantwortlich sind, andere vermuten, dass es eine Folge von natürlichen d. h. von evolutionären physikalischen, chemischen sowie biologischen Prozessen ist und manche glauben, dass dahinter der postulierte anthropogene Klimawandel steckt.

Wasser nimmt gelöste Gase auf. CO<sub>2</sub> wird wie alle anderen Gase proportional zum atmosphärischen Partialdruck im Wasser gelöst. Das System ist zusätzlich noch temperaturabhängig. Kühles Wasser nimmt mehr CO<sub>2</sub> oder O<sub>2</sub> auf als warmes Wasser. Erwärmt sich das Wasser gibt es einen Teil des gelösten CO<sub>2</sub> zurück in die Atmosphäre. Das erklärt die bekannte Tatsache (Eiskernbohrungen), dass Temperaturanstiege einem Anstieg von CO<sub>2</sub> viele Jahre voraus laufen können.

Erst seit 1976 ist bekannt, dass beträchtliche Mengen von instabilem Methanhydrat in Ozeanen in Tiefen von 500 bis 1000 Meter abgelagert sind. Beispiel: Bei Testbohrungen wurden in Alaska große Felder an der Prudhoe Bay gefunden, mit jeweils mindestens acht großen Flözen in 300 bis ca. 800 Metern Tiefe und einer Gesamtgröße von etwa 40 bis 60 Milliarden Kubikmetern. Die Gesamtmenge in den Ozeanen wird auf 30 Billionen Tonnen geschätzt. Das Gashydrat ist 25 mal stärker klimawirksam als CO<sub>2</sub>.

## **VERWITTERUNGSPHÄRE**

Diese Sphäre beschreibt die oft vergessenen klimarelevanten Ereignisse (Erosion, Bodenbildung Sediment-Neubildungen etc.), die sich an der Erdoberfläche abspielen. Während in kalten Klimazonen oder unter hoch ariden Bedingungen hauptsächlich eine mechanische Verwitterung (Felsstürze etc.) stattfindet, tritt in warm humiden Gebieten die chemische Verwitterung unter Einfluss von Wasser in den Vordergrund. Im Wasser gelöstes CO<sub>2</sub> mutiert zur Kohlensäure, die beispielsweise Kalk löst etc.

Am klimawirksamsten ist die Hydrolyse (Spaltung chemischer Verbindungen durch Wasser), bei der die festen Mineralkomponenten (z.B. silikatische Minerale, Kalkgestein und Feldspäte) aufgebrochen werden und zur Bildung neuer Gesteinsarten (z.B. Ton, Kaolin) führt. Beispielhaft sei hier die Verwitterung von Silikaten und deren Umwandlung in Tonminerale genannt, die wiederum die initiale Phase für die Bodenbildung ist.

## **BIOSPHERE**

Die Biosphäre ist nicht nur vom Klima abhängig, sondern selbst ein erstrangiger Klimafaktor. Die Vegetationsformen der Erde nehmen unmittelbaren Einfluss auf das Abstrahlverhalten der Erde, auf den Feuchtigkeitshaushalt und auf die Temperaturvorgänge. Viel wichtiger ist die Biosphäre aber als indirekter Auslöser für den weitgehend biogen

gesteuerten globalen Kohlenstoffkreislauf.

Organismen aller Art erzeugen und verbrauchen im Wechselspiel Sauerstoff  $O_2$  (lebensnotwendiges Gas) und  $CO_2$  (Spurengase) in der Atmosphäre. Im Meerwasser wird  $CO_2$  vom Phytoplankton verbraucht und in Biomasse umgesetzt, die fortwährend am Meeresboden abgelagert werden.

Mit Hilfe des gelösten  $CO_2$  werden karbonatische Skelette (Muscheln etc.) gebildet, die daraus mächtige Sedimentmassen aufbauen. Ein großer Teil des  $CO_2$  verschwindet also im biogenen Kalziumkarbonat ( $CaCO_3$ ) als Kohlenstoffsenke, wie in jungen Wäldern, nicht dagegen, wie oft behauptet wird, in üppigen tropischen Wäldern.

Die Karbonatbildungsraten üben auch eine wichtige Pufferfunktion aus, in dem sie in Zeiten hoher  $CO_2$  Angebote das System über erhöhte Karbonatbildungen entlastet.

## **ANTHROPOGENE SPHÄRE**

Seit erdgeschichtlich kürzester Zeit tritt der Mensch zunehmend als Klimafaktor in Erscheinung.

Veränderung der Vegetation der Erde durch Entwaldung und Umwandlung von Wäldern in Agrarflächen. Urbanisierung und Versiegelung von Bodenflächen. Veränderungen durch exponentielles Bevölkerungswachstum: zwischen dem Jahr 0 (ca. 200 Mio.) bis ca. 1600 (ca. 500 Mio.) und weiter bis ins Jahr 2000 (ca. 6.000 Mio.) Das Klima wird deshalb auch als Folge dieser unbegrenzten Bevölkerungsexplosion in den vergangenen 200 Jahren durch modernere und sich ausbreitende Landwirtschaft, wegen ihres wachsenden Produzieren von klimawirksamen Spurengasen, insbesondere von Methan aus Bodenausgasungen und vor allem aber aus dem Verdauungstrakt von Wiederkäuern beeinflusst. Hinzu kommt die Chemisierung der Landwirtschaft (Pestizide, Herbizide, Dünger) und deren Auswirkung auf Atmosphäre und Biosphäre. Und durch Veränderungen der Gaszusammensetzung der Atmosphäre – jedoch kaum wegen des  $CO_2$  – durch industrielle Tätigkeiten einschließlich der wachsenden Energieerzeugung.

Und hier liegt die Schnittstelle zwischen Klima und Umwelt, also zwischen Naturkräften und dem Einfluss der Menschen auf unsere Umwelt wie im Folgenden weiter unten noch gezeigt wird. Unabhängig davon, ob  $CO_2$  einen wesentlichen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf das Klima hat, wäre es für eine sachliche Umwelt-Diskussion notwendig, die bisher vernachlässigte Aufschlüsselung der Fingerabdrücke des anthropogen erzeugten  $CO_2$  und anderen Gasen von unterschiedlichen Verursachern hinzuweisen. Und das unter Berücksichtigung der Anteile, die von Menschen sinnvoll beeinflussbar sind und solche, die es nicht sind. Zur letzteren gehört beispielsweise der, der als Folge der Bevölkerungsexplosion entsteht und kaum lenkbar sein wird. Auch der, der aus ethischen Gründen bei der Ernährung der Menschen nur schwer beherrschbar sein wird. Dazu gehört aber auch beispielhaft der, der

durch die Energieerzeugung wie durch die Produktion von technischen Erzeugnissen entsteht. Beim letzteren sollte Maß sein, mit volkswirtschaftlich vertretbaren Maßnahmen, also mit effizienten und finanzierbaren Technologien und ohne Furcht vor einem nicht wirklich erkennbaren Einfluss auf einen ‚Klimawandel‘ eine lebenswerte Umwelt zu schaffen.

### **Referenzen (Teil I und Teil II)**

- (1\*) „Klimagewalten – Treibende Kraft der Evolution“, 2017; Hrsg. Prof. Harald Meller, Direktor des Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen Anhalt und Thomas Puttkammer.
- (2\*) „Klimafakten – Der Rückblick – Ein Schlüssel für die Zukunft“, 2000, Hrsg. Ulrich Berner und Hansjörg Streif (BGR, GGA,NLfB), E. Schweizerbart’sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- (3\*) „Source and dynamics of a volcanic caldera unrest:Campi Flegri, 1983-84“, 2017. L. De Sienna, G. Chiodini, G. Vilardo, E. Del Pezzo, M. Castellano, S. Colombelli, N. Tisato, G. Ventura, Scientific Reports:, Nr. 8099 (2017).  
doi:10.1038/s41598-017-08192-7.
- (4\*) „Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide“, 1981, J. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind, G. Russel; SCIENCE, 28. August 1981, Vol. 213, No. 4511
- (5\*) „Natürliche und nicht anthropogene Klimaschwankungen dokumentiert an den Gletschervorstößen des Vernagtferners“ H. Fuchs; EIKE,16.10.2017,
- (6\*) „Global Temperature in 2017“: J. Hansen, M. Sato, R. Ruedi, G.A. Schmidt, K. Lo, A. Persin, (18. Januar 2018) [Im Internet zu finden.]
- (7\*) „Infrared absorption of atmospheric carbon dioxide“, 2016; F. K. Reinhart, Swiss Federal Institute of Technology,
- (8\*) „Statecraft, Strategies for a Changing World“, Margaret Thatcher, 2002, ISBN 9780060199739.
- (9\*) „Die German Angst“ H. Fuchs & R. Kamradek, 2013, Bookshouse Verlag, ISBN 978-9963-727-780 und als e-book.
- (10\*) „Manufacturing consensus: the early history of IPCC“, Januar 2018, Judith Curry.
- (11\*) Wiesbadener Kurier: Sommerinterview von Eva Quadbeck vom 26.08.2016.

## **TEIL II folgt**

**Aufklärung der ÖKO-POPULISTEN über eine der Gründe für die Ressourcen-Verschwendung zur Rettung des Welt-Klimas**

**GESCHÄFTSMODELL – KLIMAKATASTROPHE (DEKARBONISIERUNG)**