

Paradigmenwechsel: Klima als Emergenzsystem betrachtet

Langsame Verschiebungen in thermoregulierten Emergenzsystemen

Willis Eschenbach

In meinem letzten Beitrag über "[Emergente Klima-Phänomene](#)" habe ich ein neues Paradigma für das Klima benutzt. Nach dem aktuellen Paradigma ist „Klima“ ein System, in dem die Temperatur sklavisch den Änderungen der „Inputs“ folgt. In meinem Paradigma dagegen lassen natürliche temperaturgeregeltere Systeme die Temperatur innerhalb enger Grenzen schwanken. Im letzten Jahrhundert schwankte die Temperatur beispielsweise nur um etwa $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, eine Temperaturvariation von nur **einem Zehntel eines Prozents**.

Ich meine, dass diese erstaunliche Stabilität in einem System, dessen Temperatur von so etwas veränderlichem und launischem wie Wolken und Wind gesteuert wird, ein klares Anzeichen dafür ist, dass hier ein starker thermostatischer Mechanismus wirkt. Genauer: ein Bündel von ineinandergreifenden thermostatischen Mechanismen im Zusammenwirken beim Regeln der Temperatur.

Abbildung oben rechts.: Das Verhalten von Vogel- oder von Fischeschwärmen ist ein Emergenz-Phänomen. [Definition am Schluss; [zu Emergenzsystemen mehr hier](#)]

So erhebt sich also eine Frage: Obwohl die Temperaturänderung recht klein ist – mit Verschiebungen von nur einigen wenigen Zehnteln eines Prozentes pro Jahrhundert – also weniger als einem Grad – steigt zuweilen die durchschnittliche Globaltemperatur, manchmal aber fällt sie.

Was also könnte diese langsamen, Jahrhunderte oder Jahrtausende andauernden Temperaturverschiebungen verursachen? Sind es Veränderungen der Sonne? Die Erklärung sollte nicht bei der Sonne gesucht werden, sondern nach meiner Auffassung hier:

Das oben erwähnte und von der Temperatur geregelte System beruht auf dem Beginnzeitpunkt und der Dauer von emergenten Temperatur-Phänomenen. Es beruht nicht auf der Stärke von Antrieben (einfallende Sonnen- oder Treibhaus-Strahlung).

Ich meine also, dass das Regelungssystem anspringt, wenn die lokale Temperatur über die kritische Grenze für die Wolkenbildung ansteigt. Im Ergebnis bleibt die globale Durchschnittstemperatur der Erde eigentlich *relativ unbeeinflusst von den Veränderungen der Stärke der Antriebe*, ob sie nun von der Sonne kommen, vom CO₂, von Vulkanen oder sonstwoher. Weil das so ist, verläuft die Temperatur weiter wie bisher, trotz der Vulkanausbrüche oder den Meteoren. Man bedenke, dass das System bei der gegenwärtigen

Temperatur ständig variierend etwa ein Viertel der einfallenden Sonnenenergie über die Wolkenreflexion zurückwirft. Es könnte viel wärmer sein, als es tatsächlich ist, das ist aber nicht der Fall.

Das System regelt also die Menge der einfallenden Sonnenenergie so ab, dass die Temperatur innerhalb gewisser Grenzen gehalten wird. Dem Regelungssystem macht es nichts aus, dass der Sonnenantrieb ständig aus vielerlei Gründen schwankt: wegen des Staubs, wegen der Vulkane, wegen der 11- oder 22-jährigen Solarzyklen. Das Thermoregulationssystem beruht nicht darauf, wieviel Energie von der Sonne oder vom CO2 kommt. Die Temperatur beruht nicht auf den tatsächlichen Antrieben: wir wissen, dass es mehr als genug Antriebe gibt, die uns braten könnten. Die Temperatur wird stattdessen von den ewigen Gesetzen der Physik des Windes, der Wellen, des Drucks geregelt, und vor allem durch die Wolkenbildung. Wenn die Sonne hochsteigt, steigen die Wolken mit hoch, die Balance wird gehalten.

Und hier ist meine Erklärung, warum es so schwer ist, ein starkes und klares solares Signal in den Temperaturganglinien zu finden. Ja, ja, man kann Anzeichen finden, kleine Fetzchen, schwache Korrelationen hie und da, doch insgesamt sind kaum Sonne-Klima-Korrelationen zu finden, die dem gegenwärtigen Paradigma zufolge sichtbare Wirkungen zeigen müssten. Ich halte dies für den Beweis, dass insgesamt die **globale Durchschnittstemperatur keine Funktion des Antriebs ist**. Die Sonne wird schwächer und stärker, Vulkane sind seit Jahrhunderten ausgebrochen, Meteore haben die Erde getroffen ... die Wolken passen sich ganz einfach an und bescheren uns eine gleichbleibende Wärme. Diese schwache Abhängigkeit des Outputs vom Input ist genau das, was man in jedem sehr komplexen System zu erwarten hat.

Wenn die Sonne nicht die Ursache des über Jahrhunderte andauernden langsamen Anstiegs oder Absinkens der globalen Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche ist, welche möglichen anderen Beschuldigten können wir dann vor Gericht zitieren?

Die üblichen Verdächtigen würden im Bereich von Faktoren zu finden sein, welche mit dem Anfang und der Dauer der Wolkenbildung und deren Beständigkeit zu tun hat, oder auch mit ihrer Albedo (Färbung). Unglücklicherweise ist die Wolkenbildung ein komplexer und noch kaum verstandener Vorgang. Wassertröpfchen in Wolken bilden sich um einen "Nukleus", eine Art von Partikel. Das kann Meersalz sein, Staub, organisches Material, Aerosole, verschiedene Typen und Arten von Mikro-Organismen, schwarzer Ruß; es gibt eine ganze Menge von bekannten Faktoren, aber keine klaren Beweise, wie oder warum es so oder anders ist, oder wie die Faktoren wirken, wenn sie sich verändern. Hier ist ein Zitat aus dem Abstract eines wissenschaftlichen Papiers von 2013. (Hervorhebung vom Autor):

Die Zusammensetzung und das Vorkommen von Mikroorganismen in der mittleren bis oberen Troposphäre (8–15 km Höhe) und deren Rolle bei der Interaktion zwischen dem Aerosol-Wolken-Niederschlag stellt **wichtige und ungelöste Fragen** an die Biologie und die Atmosphärenwissenschaft. Insbesondere kennen wir die **Mikroorganismen in der Luft über den Meeren nicht**, da bis jetzt die

meiste Arbeit auf Proben beschränkt ist, die nahe der Erdoberfläche genommen worden sind. (Quelle)

Noch ein Beispiel:

Cumulus-Wolken bilden sich durch den Aufstieg feuchter Luftpakete. Eine **ungelöste Frage der Wolkenphysik** ist, warum beobachtete Tröpfchenspektren aus Cumuluswolken, sogar aus deren Mitte, breiter sind, als die Spektren, die aus der Tröpfchen-Nukleation und der Kondensationszunahme in adiabatisch aufsteigenden Luftpaketen zu erwarten sind. (Pruppacher and Klett, 1997). (Quelle)

Cumulus-Wolken sind eine der am weitesten verbreiteten Arten und noch nicht einmal deren Wolken-Nukleation haben wir verstanden. Das Problem liegt darin, dass so viele Faktoren Einfluss auf die Entstehung und Dauer der Wolkenbildung und des Niederschlags haben: Größe und Zusammensetzung der atmosphärischen Aerosole, die komplexe Interaktion zwischen den Aerosolen und den verschiedenen organischen und anorganischen atmosphärischen Chemikalien, Ionen, freien Radikalen, natürlichen und menschengemachten Partikeln, dazu die verschiedenen Typen und Mengen von Mikrobenpopulationen in der Atmosphäre, dazu die Fähigkeit einer Chemikalie, sich mit einer anderen zu verbinden und dadurch die Oberflächeneigenschaften einer anderen Substanz völlig zu verändern. Das alles hat das Potential, die Entstehung und Dauer des Niederschlags und der Wolkenbildung zu beeinflussen, dazu noch deren optische Eigenschaften. Weil das so ist, mischen sie alle kräftig mit, wenn es um Temperaturverschiebungen im Jahrhundert-Maßstab geht (vielleicht auch über kürzere Zeiträume).

Eine weitere Ursache für die langsame Verschiebung könnte in einem vermuteten Zusammenhang mit der kosmischen Strahlung liegen, in der Kette

solares Magnetfeld → Veränderung der kosmischen Strahlung →
Änderungen in der Wolken-Nukleationsrate.

Ich sehe keinen theoretischen Grund, warum das nach den bestehenden Gesetzen der Physik unmöglich sein sollte.

Als Kind habe ich eine "Nebelkammer" gebastelt, um die aus einer Armbanduhr kommende Radioaktivität zu sehen. Ein Problem bei der Frage nach der kosmischen Strahlung besteht aber darin, dass keine starken Korrelationen zwischen der Sonne und dem Klima gefunden worden sind, trotz des ausgiebigen Durchkämmens der Temperatur-Ganglinien auf Hinweise für eine Sonne/Klima-Verbindung. Es gibt schwache Korrelationen, aber nichts Auffälliges. Das heißt nicht, dass es sie nicht gäbe, es könnten aber Anzeichen für deren Schwäche sein ... oder auch Anzeichen für unsere Unkenntnis ...

Ein weiterer Grund könnte in den Auswirkung der allmählichen Veränderung im Erdmagnetfeld auf die Gewitter liegen. Gewitter haben ein riesiges und ein noch kaum verstandenes elektromagnetisches Komplement (man denke nur an die

Blitzschläge). Sie bewirken einen unglaublich komplexen elektromagnetischen Austausch, der die Atmosphäre mit der Erdoberfläche verbindet. Das elektromagnetische Komplement verbindet sie elektromagnetisch von den „Kobolden“ [Näheres hier], die sich in den Gewittertürmen hoch über der umgebenden Tropopause bilden, bis hinunter auf die Erde, wo über flüchtige mattleuchtende Kanäle elektromagnetische Ströme auf und nieder laufen.

Gewitter sind zudem unabhängige natürliche elektrische Van-de-Graaf-Maschinen, sie stripfen Elektronen in einem Bereich des Gewitters, transportieren sie meilenweit weg und fügen sie wieder in einem elektrischen Donnerbogen an. Wir wissen überhaupt nicht, welche Erscheinungen welche Wirkungen wie lange auf Gewitter ausüben, wie z. B. die langsame Veränderung der Magnetpole wirkt, wie die Veränderungen der Magnetosphäre oder des Sonnenwindes. Wir müssen also die langsamen Veränderungen der globalen magnetischen und elektrischen Felder in unsere Liste der Wirkmöglichkeiten aufnehmen, allein schon deshalb, weil wir so wenig darüber wissen.

Die nächste Möglichkeit für langsame Veränderungen hat mit der Idee der Scheidepunkte zu tun ([bifurcation points](#)). Nehmen wir als Beispiel den Wechsel zwischen den zwei Zuständen der Pazifischen Dekadischen Oszillation (PDO). In jedem Zustand der PDO gibt es eine quasi-stabile (jahrzehntelange) Konfiguration der Meeresströmungen. Zu gewissen Zeitpunkten – wir wissen nicht, warum – ändert sich diese Konfiguration der Meeresströmungen und sie wird ersetzt durch einen völlig neuen und anderen quasi-stabilen (jahrzehntelangen) Zustand. Anders gesagt: da gibt es irgendwo drin einen Scheidepunkt im jährlichen Anschwellen und Abnehmen der Strömungen und irgendwann nehmen die Strömungen einen anderen Verlauf als bislang. Schließlich wechselt der gesamte Nordpazifik in einen anderen Zustand.

Allein schon theoretisch muss einer dieser beiden Zustände wirksamer als der andere sein in der großen Wärmemaschine, die wir „Klima“ nennen. Mit viel Arbeit wird Energie vom Äquator zu den Polen bewegt. Und es gibt tatsächlich einen deutlichen Unterschied. Einer der beiden Zustände heißt „warm“, der andere „kalt“.

Auf den ersten Blick müsste man denken:

FALLS die Pazifische Dekadische Oszillation ständig im gleichen Zustand verbliebe – aus welchen Gründen auch immer – würde die Welt insgesamt wärmer oder kälter sein.

Aber nun möchte ich erklären, warum meiner Meinung nach PDO oder El Nino/La Nina, oder die Nordatlantischen Oszillationen nichts mit den langsamen Temperaturverschiebungen im Temperaturregelsystem zu tun haben.

Der Grund ist, dass hier überall Emergenzsystem-Phänomene vorliegen, wie bei den Gewittern. Nehmen wir die PDO als Beispiel: In Bezug auf den Pazifik würden wir niemals sagen: „Ich wette, dass der Nordpazifik für viele Jahrzehnte warm bleibt, dann kommt es eine große Wende, das gesamte Leben im Meer wird anders, die Winde verändern sich, auch alle Strömungen, und dann

wird es viele Jahrzehnte lang kalt sein.“

Eine derartige Vermutung ist überhaupt nicht zulässig. Es liegt nämlich Emergenz vor.

Und ich meine, was für Emergenzsysteme gilt, gilt auch für Bestandteile des verbundenen interkontinentalen Temperaturregelsystems sind. Es enthält meines Erachtens kurzlebige Emergenzsysteme (tägliche Gewitter), mittelfristige (mehrmonatige Madden-Julian-Oszillationen), längerfristige (Wolken, im Sommer kühlend, im Winter wärmend), langfristige (3 bis 5-jährige El Nino/La Nina-Phasen), und sehr langfristige (multidekadische PDO, AMO). Es sind Emergenzsysteme unterschiedlicher Arten, die bei der Aufrechterhaltung einer konstanten Temperatur zusammenwirken. Es gibt davon noch viel mehr, die hier nicht aufgeführt sind.

Schließlich meine ich, dass keines dieser Emergenzsysteme ursächlich für eine langsame Verschiebung ist. Ganz im Gegenteil, ich meine, sie wirken anders herum gegen die langsame Verschiebung und verhindern eine Überhitzung.

Setzen wir hier an, so finden wir direkt Möglichkeiten für menschlich verursachte Veränderungen – Öl auf den Weltmeeren. Es braucht nur eine ganz dünne, fast mono-molekulare Ölschicht auf dem Wasser – und davon haben wir eine Menge erzeugt -, um die Oberflächenspannung zu verändern. Dadurch wird die Verdampfung auf zweierlei Weise reduziert: Einmal direkt durch die Wassermenge, die in unmittelbarem Kontakt zur Luft steht, und zum Anderen durch das Unterbinden der Bildung von Brechern, Versprühungen und Gischt.

Versprühung jedweder Art erhöht die für die Verdampfung zur Verfügung stehende Wasseroberfläche erheblich, je nach Windgeschwindigkeit. Erinnerung sei daran, dass die Verdampfung durch den Wind die Ursache für die Selbsterhaltung der Gewitter ist. Wenn also die Ausdehnung der Verdampfungsfläche wegen des Fehlens von Versprühungen um zehn oder zwanzig Prozent vermindert wird, wird gleichermaßen die Verdampfung vermindert und so Entstehungszeitpunkt und Dauer der Gewitter beeinflusst.

...

Das möchte ich Ihnen nicht vorenthalten: Gerade hatte ich beim Schreiben des letzten Absatzes gedacht "Man braucht Zeit für mehr Forschung", da stoße ich auf das hier:

Seeleute, die traditionell Fässer voller Öl auf das Meer gossen, um stürmische Wasser zu glätten, waren damit ganz einfallsreich, wie eine neue Studie meint. Einem neuen mathematischen „Sandwich-Modell“ zufolge vermindert dieses altbekannte Vorgehen die Windgeschwindigkeit in tropischen Wirbelstürmen, indem es die Gischt unterdrückt.

Wenn die Hurrikan-Winde die Meereswogen aufpeitschen, geraten große Wassertropfen in die Luft und verbleiben dort. Diese Gischtwolke kann mathematisch wie eine dritte Flüssigkeitsschicht zwischen der Luft und dem Meer behandelt werden. "Unsere Rechnungen beweisen, dass die Tropfen in der Gischt die Turbulenz und Reibung vermindern und dadurch höhere

Windgeschwindigkeiten erlauben – zuweilen bis zu achtmal,“ meint der Forscher Alexandre Chorin von der University of California in Berkeley, US.

Er glaubt, dass diese Erkenntnis ein altes Meeresritual erklärt. „Die alten Seebären gossen Öl auf die tobenden Wogen, um sie zu glätten – daher die Redensart – aber man wusste nie so genau, warum das so war,“ sagt Chorin. Er meint, weil Öl die Tropfenbildung verhindert, verstärkt es die Reibung in der Luft und vermindert daher die Stärke der Böen. (Quelle)

Hmmm ... Gute Wissenschaftler, weniger gute Seeleute!

Ich glaube, sie haben als Wissenschaftler nur einen Teil der Erklärung. Sie sollten mal ausrechnen, wie sich die Verdampfungsfläche in der Gischt durch das Versprühen erhöht und dann daran denken, dass ein Hurrikan aus der Verdampfung seine Kraft bezieht. Deswegen sterben Hurrikane über Land: es fehlt die Feuchtigkeit.

Verhinderung der Gischt durch auf die Wogen gegossenes Öl stoppt die Verdampfung! Die Kraft des Sturms ist gebrochen. So wie es einem heißer und schwitziger wird, wenn ein feuchter Tag die Verdampfung verhindert, so ergeht es auch dem Meer. Wenn man die Verdampfung abstellt, wird es wärmer.

Das Gegenargument gegen die Hypothese vom „Öl-auf-die-Wogen verhindert die Verdampfung und erwärmt das Meer“ kommt aus dem 2. Weltkrieg. Während des Krieges wurde mehr Öl ins Meer gegossen als je zuvor und nachher, aber während des Krieges war es generell recht kühl ...

Verflixt nochmal! die Tatsachen stehen doch immer im Weg!

Also, ich kenne mich auf der hohen See aus und ich kann Ihnen versichern, dass die Autoren jener Studie keine Seeleute sind. Seeleute kippen nicht Öl ins Meer, um die Windgeschwindigkeit zu vermindern, das gehört ins Reich der Phantasie der Landratten. Sie tun es, weil es die Wogen am Brechen hindert und die Tropfen und Gischtbildung unterbindet. Auf diese Weise hilft es in rauher See.

Man braucht nicht viel dazu, Sie würden sich über die Wirkung wundern: Tränken Sie einen Lumpen in Motoröl und ziehen Sie ihn ein Stück hinter dem Boot her, wenn Sie vor dem Wind treiben. Wenn die Küstenwache Sie dabei erwischt, kriegen Sie mit Recht einen Strafzettel wegen Ihres Ölfilms auf dem Wasser, aber wenn es Ihr Lebensretter ist, ist es das wert. Pech, wenn Sie in einem dicken ablandigen Sturm sitzen. Aber wenn es einen Beruhigungseffekt hat und Ihren persönlichen Angstfaktor reduziert, ist es trotzdem den Versuch wert ... Aber ich schweife ab.

Eins allerdings muss klar sein. Das Klima ist in einer langsamen Auf- und Abwärtsverschiebung: warm zur Römerzeit, kalt im Dunklen Mittelalter, warm im Hohen Mittelalter, kalt während der Kleinen Eiszeit, jetzt wieder warm ...

Die Menschen könnten tatsächlich eine Rolle während der Verschiebung in den Nach-1940ern spielen (erst runter, dann hoch, heute geradeaus).

Wahrscheinlich spielt es keine große Rolle, sonst hätten wir es sicher bemerkt. Falls wir aber trotzdem etwas damit zu tun haben, wissen wir immer noch nicht, wie und warum.

Ich schließe mit dem Hinweis auf die Suggestivwirkung des Paradigmas. Wenn

das Paradigma sagt, dass Treibhausgase die wahrscheinliche Ursache für die langsame Klimaverschiebung sind, weil man behauptet (kurioserweise und zudem falsch), dass die Temperatur dem Antrieb sklavisch folgt, dann wird man auch nach allen Veränderungen suchen, die Auswirkungen auf die Treibhausgase haben.

Wenn sich das Paradigma aber wandeln würde und wir das Klima als eine Zusammensetzung von **interagierenden aktiven temperaturgeregelten Mechanismen begriffen**, würden wir eine ganze Reihe von völlig anderen und glaubwürdigeren Kandidaten für die langsame Verschiebung finden, die noch nicht beachtet wurden und unerforscht sind. Es kann etwas sein, wie oben beschrieben, oder auch etwas, was ich überhaupt nicht bedacht habe, wie z. B. die Einwirkung des Planktons auf die Veränderung der Wolken, oder so ähnlich.

Deshalb klingt die Behauptung so hohl, wir hätten die "großen Antriebe" erkannt, also CO₂ und Methangase. Dies sind nur die hauptsächlichen Spieler im **aktuell gültigen Paradigma**. Das Problem dabei ist, dass Paradigmen kein System erklären können, das in engen Grenzen so thermoreguliert ist, dass während des vergangenen Jahrhunderts die globale Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche nur um etwa ± ein Zehntel Prozent geschwankt hat ... Die Ingenieure mögen mich bitte korrigieren, wenn ich falsch liege, aber angesichts der Vulkane und Aerosole und alle dem Übrigen ist das ein Ergebnis, worüber ein Ingenieur von Steuerungssystemen stolz wäre. Und das Ergebnis wird mit so flüchtigen Dingen wie den Wolken erzeugt. Für mich stellt diese Tatsache allein den Beweis dar, dass die Erde einen Thermostaten hat, und der ist verdammt genau für diesen Zweck. *Wir haben wirklich eine Welt voller Wunder.*

In Freundschaft und angesichts der oben beschriebenen Wunder

w.[illis]

#####

Übersetzung: Helmut Jäger, EIKE

[Original hier](#)

Hier sind weitere Artikel von [Willis Eschenbach](#).

#####

Beispiel für eine Definition von „Emergenz“

Ein wesentliches Kennzeichen komplexer Systeme ist ... **Emergenz**, worunter man sich vorstellt, „[...] daß in einem weitgehend kausalen Ablauf durch das Zusammentreten von Bauteilen völlig neue, und zwar unvorhersehbar neue, nie dagewesene Eigenschaften zutage kommen“. (RIEDL 2000, 11)

zit. n. Koch, Andreas:

Modellierung und Simulation komplexer geographischer Systeme.

Eine systemtheoretische Betrachtung zur Komplexität sozialer und räumlicher Systeme.

Aus: Salzburger Geographische Arbeiten, Band 43, S. 9 – 31. Salzburg 2008

#####

Siehe auch hier in WIKIPEDIA