

Die Ursache der globalen Temperaturerhöhung: * Die veränderte Erdoberfläche- nicht der Anstieg der Treibhausgaskonzentration

geschrieben von Admin | 4. Januar 2024

J. Langeheine

1. Einleitung

In den letzten 150 Jahren stieg die globale Mitteltemperatur nach Angaben des Hadley Centers um ca. 1,3°C (Abb. 1.0)

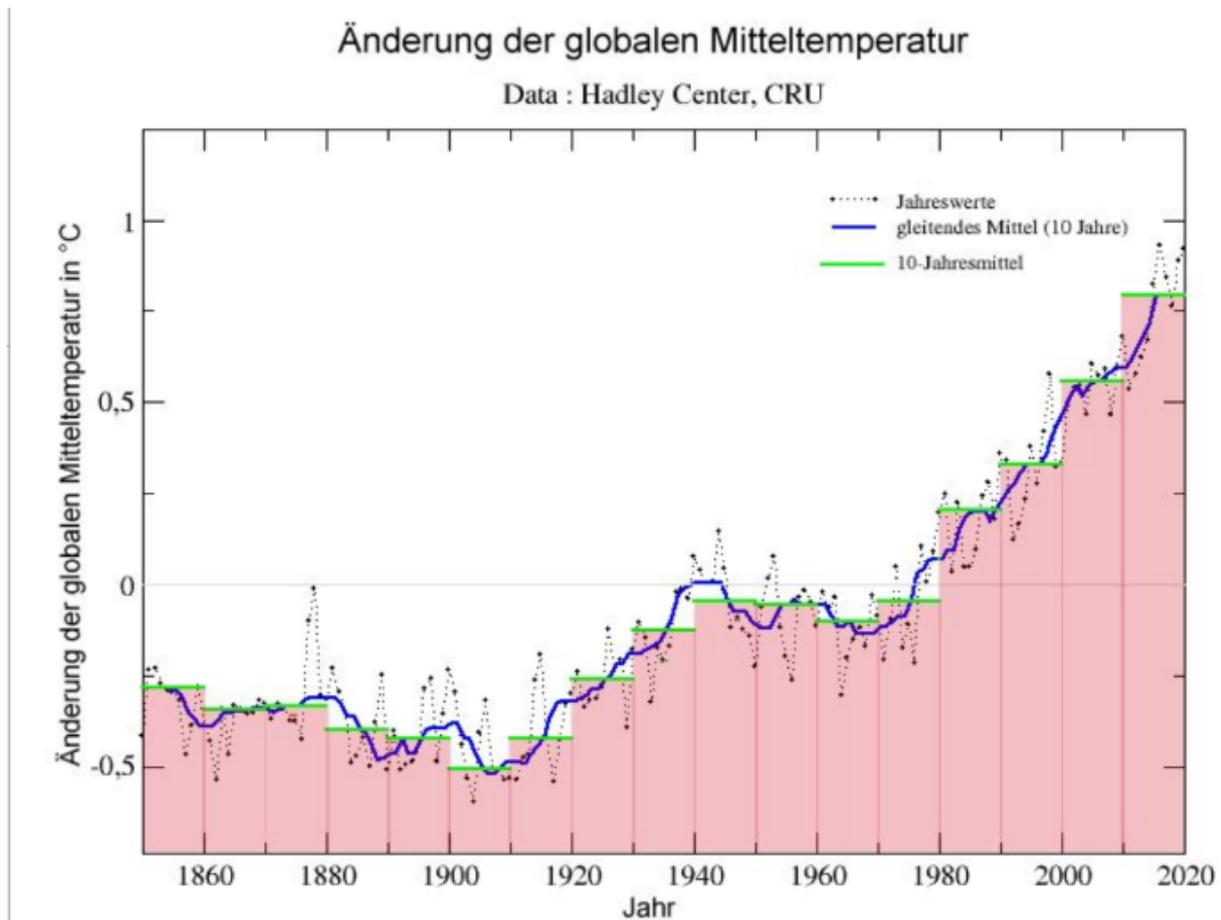


Abb. 1.0: Anstieg der globalen Mitteltemperatur seit 1850

Dabei werden bei der Darstellung der zeitlichen Änderung der globalen Mitteltemperatur aus Genauigkeitsgründen nur die Abweichungen angegeben. Die Festlegung auf Absolutwerte wird vermieden, da die Zahl, Qualität und Lage der Messstellen keine genauere Ermittlung erlauben. Trotzdem hat die NOAA die mittlere globale Durchschnittstemperatur im

Referenzzeitraum 1951-1980 mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ zu 14°C entsprechend 287K, angegeben. Damit liegt die heutige mittlere globale Temperatur bei 288K.

Parallel zur globalen Mitteltemperatur stieg die Kohlendioxidkonzentration von 310 ppm im Jahr 1955 auf 415 ppm im Jahr 2020. Abb.1.1)

*veröffentlicht in: Fusion, 44. Jahrgang /Heft 2 /2023

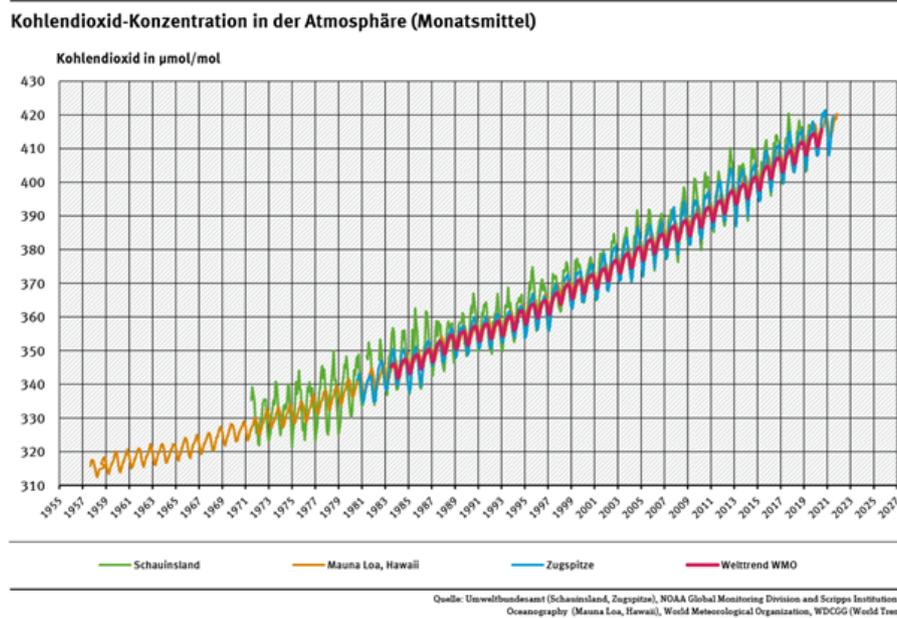


Abb.1.1: Zeitliche Veränderung des Kohlendioxidgehaltes der Atmosphäre seit 1955

Es liegt nahe, den Temperaturanstieg mit dem Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre zu korrelieren. Für diese Korrelation bestehen zwei Möglichkeiten der Interpretation von Ursache und Wirkung:

- Der Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre ist die Ursache für die Temperaturerhöhung, oder:
- Eine durch andere Einflussgrößen verursachte Temperaturerhöhung hat den Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre zur Folge. Dieser ist dann nur eine Reaktion und als Regelgröße für Maßnahmen zur Einflussnahme auf das Klima völlig ungeeignet.

Während die erste mögliche Interpretation in den letzten Jahren zunehmend Eingang in die Politik gefunden hat und riesige finanzielle und forschungsbezogene Anstrengungen zur Verhinderung einer angeblichen Klimakatastrophe zur Folge hatte, blieb die zweite Möglichkeit der Interpretation bisher weitgehend unberücksichtigt.

Trotz aller Aufwendungen und trotz eines unfreiwilligen, beispiellosen

Modellversuchs zur Reduktion der durch menschliche Aktivitäten erzeugten Menge an Kohlendioxid während der weltweiten „lock-down“ Phasen im Rahmen der Corona- Infektionswellen, stieg und steigt der Kohlendioxidgehalt der Atmosphäre unbeirrt weiter, wie Abb.1.1 zeigt.

Zweifel an der Annahme, dass eine steigende Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre die Ursache für die steigende globale Temperatur ist, sind angezeigt. Die oben erwähnte Alternative einer Erhöhung der Kohlendioxidkonzentration der Atmosphäre als Folge der Erderwärmung erscheint wahrscheinlicher. Damit rückt eine gestiegene Energieaufnahme des Systems Erde als Erklärung für die Erderwärmung in den Vordergrund.

Abgesehen von einer geringen durch radioaktive und chemische Prozesse im Erdinneren erzeugten Menge bezieht die Erde ihre Energie von der Sonne. Diese liefert jährlich mit geringen Schwankungen eine vorwiegend im kurzwelligen Bereich erfolgte mittlere Strahlungsleistung von 1365 Watt/m^2 (Solarkonstante) auf eine der Sonne zugewandten, auf eine Kreisscheibe projizierten Erdoberfläche.

Die Erklärung klimatischer Änderungen im System Erde (Atmosphäre und Erdoberfläche) erfolgte bisher überwiegend über die Bilanz von Einstrahlung der Sonne und Abstrahlung der Erde. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Betrag von ca. 30% der auftreffenden Strahlungsleistung der Sonne ohne klimatische Wirkung reflektiert wird. Bei dieser Reflektion beträgt die Reduktion der Einstrahlung der Sonne ca. 409 Watt/m^2 . Dieser, als Albedo bekannte Betrag, wird bei Betrachtungen von Klimaveränderungen allgemein als zeitlich konstant angenommen, was bei veränderten Verhältnissen in der Atmosphäre und am Erdboden nicht korrekt ist. Allein zwischen 1998 und 2017 sank der Wert für die Albedo um $0,5 \text{ Watt/m}^2$, wie P.R.Goode et al. (1) über Messungen des Erdscheins festgestellt haben.

Ausgehend von dieser fraglichen Annahme bleiben für das System Erde ca. 960 Watt/m^2 , die auf eine 4-mal so große Fläche der Erdkugel verteilt werden, da die Kugel eine um den Faktor 4 größere Fläche als der Kreis mit dem gleichen Radius hat. Damit ergibt sich ein Wert von ca. 240 Watt/m^2 für die Einstrahlung, verteilt auf die Fläche der Erdkugel.

Stabile Verhältnisse im System Sonne Erde werden nur erreicht, wenn die Einstrahlung der Sonne der Abstrahlung der Erde entspricht. Die Stefan-Boltzmann- Gleichung ergibt für die Strahlungsleistung von 240 Watt/m^2 eine Temperatur des Strahlers von ca. 255 K an, die um ca. 33 K unter der über das Jahr gemittelten Temperatur der Erdoberfläche von 288K, entsprechend 15°C , liegt.

Zur Erklärung dieser Diskrepanz wird mit der Gegenstrahlung durch sog. „Treibhausgase“ in der Atmosphäre argumentiert, zu denen Kohlendioxid gehört, das als maßgeblicher Treiber angesehen wird. Diese Gegenstrahlung soll dann eine ausgeglichene Strahlungsbilanz auf der Erdoberfläche bewirken.

Dazu erklärte die Deutsche Physikalische Gesellschaft gemeinsam mit der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft 1987 in einem Aufruf:

„Der Gehalt an Kohlendioxid und Wasserdampf hat eine entscheidende Rückwirkung auf das Klima: Ohne diese Gase würde aufgrund der Strahlungsbilanz zwischen Einstrahlung von der Sonne und Abstrahlung von der Erde die mittlere Temperatur auf der Erde etwa -18°C betragen. Diese Gase absorbieren einen Teil der von der Erdoberfläche abgestrahlten Wärme und strahlen diese wieder teilweise zurück- Treibhauseffekt-, so dass die mittlere Temperatur gegenwärtig $+15^{\circ}\text{C}$ beträgt“

Hier wird die Temperaturdifferenz allein mit Strahlungs- und Absorptionsvorgängen erklärt, ohne zu berücksichtigen, dass in der Atmosphäre nicht nur die Strahlungsbilanz entscheidend für die Gleichgewichtstemperatur ist. *Die Summe aus thermischer Energie, Gravitationsenergie (potentieller Energie) und Strahlungsenergie ist eine Erhaltungsgröße im System Erdoberfläche und Atmosphäre!*

Als Folge dieser Betrachtungsweise rückt die Energieaufnahme des Systems Erde in den Vordergrund. Ändert sich die jährliche effektive solare Einstrahlung, der wirksame Energieeintrag, so ändern sich die klimatischen Verhältnisse auf der Erde so lange, bis sie einen neuen Gleichgewichtszustand erreicht haben.

2. Die Erde und ihre Atmosphäre

Die Erde ist der einzige Planet im Sonnensystem, an dessen Oberfläche Wasser in flüssiger Form bestehen kann und der ausreichend Masse hat, eine Atmosphäre festzuhalten, die thermodynamischen Gesetzen folgt und in der sich Wolken aus Wasserdampf bzw. Eiskristallen bilden können.

Vom Weltall betrachtet ist die Erdkugel ständig zu ungefähr 2/3 von Wolken umhüllt.

2.1 Die Erdoberfläche

Von 511 Millionen km^2 der Erdoberfläche sind ca. 365 Millionen km^2 von Ozeanen bedeckt. Der Rest sind Landmassen. Aktuell sind von der restlichen Fläche (ca. 146 Millionen km^2) ca. 104 Millionen km^2 bewohnbares Land, 15 Millionen km^2 sind von Eis bedeckt, 27 Millionen km^2 bestehen aus Sand und Salzwüsten, Hochgebirge, Stränden und Dünen. Das bewohnbare Land wird zu 50% (ca. 51 Millionen km^2) landwirtschaftlich genutzt, 39 Millionen km^2 sind Wälder, 12 Millionen km^2 von Sträuchern und Büschen bewachsen, 1,5 Millionen km^2 werden für menschliche Ansiedlungen genutzt, und weitere 1,5 Millionen km^2 bedecken Süßwasser-Flüsse und -Seen. 40 Millionen km^2 des landwirtschaftlich genutzten Landes sind Wiesen, der Rest von 11 Millionen km^2 dient dem Getreideanbau. (2)

Zählt man alle Tropenwälder zusammen, also die tropischen Regen- und

Trockenwälder und die laubabwerfenden Monsunwälder, summiert sich der Tropenwald auf ca. 17,7 Millionen km². Allein ca. 10 Millionen km² bedeckt heute der tropische Regenwald. (3)

Abb. 2.1 zeigt die Nutzungsänderung der Landfläche der Erde zwischen 1750 und 1990 nach Ramakutty und Foley 1999 (4).

Vor Beginn der Industrialisierung, die für die Jahre nach 1750 angenommen wird, schätzt man das landwirtschaftlich genutzte oder beweidete Land auf ca. 9 Millionen km² der Erde. Der globale Waldbestand wird für 1750 zu 52 Millionen km², die Wüsten-, Salzflächen, Strände und Hochgebirge können als gleichbleibend bei 27 Millionen km² angenommen werden, sodass von ca. 42 Millionen Steppen und Strauchland ausgegangen werden kann. Auch die Eisflächen werden gleichbleibend auf ca. 15 Millionen m² geschätzt.

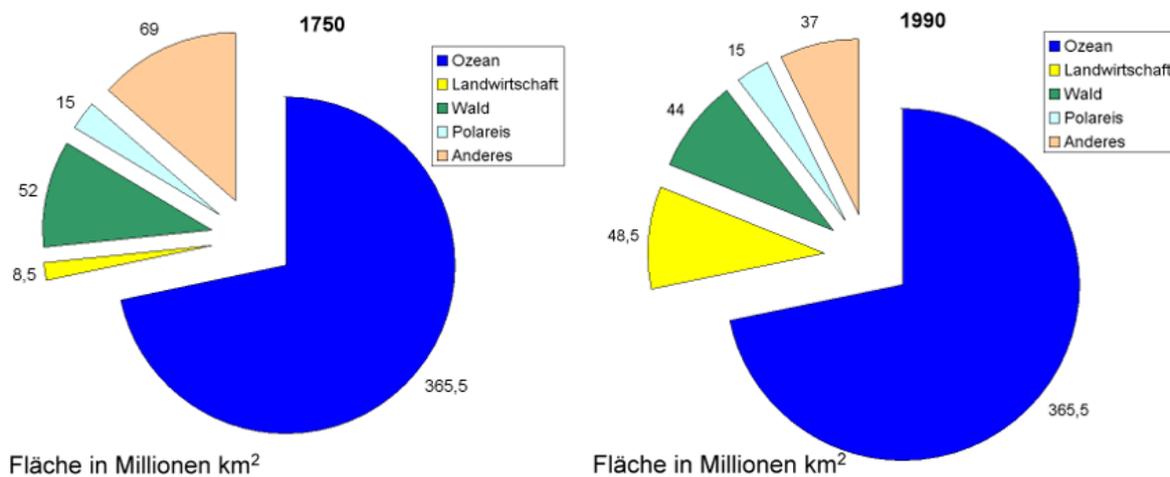


Abb.2.1 Nutzungsänderung der Landfläche der Erde zwischen 1750 und 1990 (4)

Bis 1990 dehnte sich die Fläche des Acker- und Weidelandes auf 48,5 Millionen km² aus. Die Ausdehnung erfolgte überwiegend zu Lasten des Steppen- und Strauchlandes sowie des tropischen Regenwaldes. Der Waldbestand ging um ca. 8 Millionen auf 44 Millionen km² zurück. Heute wird der Waldbestand mit ca. 40 Millionen km² angegeben. Von 1990 bis 2021 ist eine Fläche von ca. 2 Millionen km² Tropenwald gerodet worden, ca. 50 % der Abnahme des weltweiten Waldbestandes.

Land- und Wasserflächen sind auf der Erdkugel ungleichmäßig verteilt. Die Fläche der Nordhalbkugel setzt sich aus 39% Landfläche und 61 % Wasserfläche, die der Südhalbkugel aus 19% Landfläche und 81% Wasserfläche zusammen. Auch die Besiedelung der Erde mit ihren zivilisatorischen Veränderungen der Erdoberfläche ist zwischen Nordhalbkugel und Südhalbkugel sehr unterschiedlich.- Auf der Nordhalbkugel leben ca. 90 % der Erdbevölkerung von derzeit etw. 8 Milliarden Menschen.

Durch Besiedelung und der damit verbundenen Versiegelung der Erdoberfläche, (unter der man die luft- und wasserdichte Abdeckung des Bodens versteht), kommt eine zusätzliche Veränderung der Erdoberfläche hauptsächlich in der Nordhalbkugel hinzu. Die Versiegelung der Erdoberfläche hat heute weltweit bereits eine Fläche von ca. 250 Millionen ha oder 2,5 Millionen km² erreicht. Bis zum Jahr 2050 wird auf Grund des Bevölkerungswachstums mit einer Steigerung auf 4,2 Millionen km² gerechnet. (5)

Die aktuellen 2,5 Millionen km² versiegelte Fläche setzt sich u.a. aus ca. 1 Million km² Straßen und Wegen, ca. 1 Million km² Dachflächen und befestigten Außenflächen sowie Industrieanlagen zusammen.

Diese Zahlen zeigen, dass sich die Oberflächenbeschaffenheit der Erde seit 1750 deutlich verändert hat, besonders in der jüngsten Vergangenheit.

Wälder und Ackerflächen sowie versiegelte Flächen haben ein unterschiedliches Reflexionsvermögen für die Sonneneinstrahlung. Versiegelte Flächen sind zusätzlich vom natürlichen Wasserkreislauf (Verdunstung) ausgeschlossen.

2.2 Die Erdatmosphäre

Die Erdatmosphäre besteht aus einem kompressiblen Gas, der Luft, welches sich im Wesentlichen aus 78 % Stickstoff, 21% Sauerstoff, 0,9% Argon und ca. 0,04% Kohlendioxid und Wasser in molekularer oder kondensierter Form zusammensetzt. Die Dichte ρ_0 der Luft hat an der Erdoberfläche einen Wert von 1,29 g/m³ und erzeugt mit ihrer über die Erde verteilten Masse von $5,14 \cdot 10^{18}$ kg einen Druck P_0 von 1013 hPa (1hPa = 100Pa, 1Pa=1 kg/m · sec²) auf die Erdoberfläche. Zunehmende Höhe H, führt zu einer exponentiellen Abnahme des Luftdrucks, entsprechend der barometrischen Höhenformel:

$$P_H = P_0 \cdot e^{-\rho_0 \cdot g \cdot H / P_0} \quad 2.1$$

Mit den angeführten Werten für die Dichte der Luft und den Druck, beides auf Meereshöhe gemessen, und $g = 9,81 \text{m/sec}^2$ der Erdbeschleunigung ergibt sich für den Druckabfall auf die Hälfte des Ausgangswertes die Halbwertshöhe $H_M = 5550$ m.

Damit liegen 50% der Luftmasse der Atmosphäre zwischen dem Meeresspiegel und der Höhe H_M . H_M kann auch als Höhenlage einer auf eine Ebene geschrumpften Masse der Atmosphäre interpretiert werden.

An der Troposphärengrenze, die im Mittel bei einer Höhe von 11000m liegt, ist der Luftdruck bereits auf ca.25% des Ursprungswertes abgefallen.

Die barometrische Höhenformel beschreibt das Verhalten eines Gases unter dem Einfluss der Erdanziehung, wenn die Temperatur als konstant

angenommen wird.

Die Temperatur in der Troposphäre verändert sich jedoch mit wachsender Entfernung von der Erdoberfläche. Sie fällt von einer über das Jahr gemittelten Temperatur von ca. 288K, entsprechend 15°C auf ca. 220K, entsprechend - 53 °C am Beginn der Tropopause, die an der Troposphärengrenze beginnt. Danach bleibt die Temperatur in der Tropopause über mehrere Kilometer Höhenanstieg weitgehend konstant.

2.2.1 Thermodynamik der Erdatmosphäre

Aus dem 1. Hauptsatz der Thermodynamik lässt sich die adiabatische Druck- und Temperaturabhängigkeit eines Gases ableiten (6).

$$T_0 / T_T = (P_0 / P_T)^{(1-1/\kappa)} \quad 2.2$$

Dabei stellt κ den Adiabatenexponenten $\kappa = c_p/c_v$ dar, dem Quotienten aus der spezifischen Wärme des Gases bei konstantem Druck c_p und konstantem Volumen c_v .

Bei adiabatischen Prozessen ist die Summe aus thermischer und potentieller Energie eine Erhaltungsgröße und führt mit Hilfe der barometrischen Höhenformel zu der Gleichung

$$T_0 / T_T = e^{\rho_0 \cdot g \cdot H_T \cdot (\kappa-1) / (P_0 \cdot \kappa)} \quad 2.3$$

Verschieben in die Höhenlage einer auf eine Ebene geschrumpfte Masse der Atmosphäre lässt sich diese Gleichung in der Form

$$T_H = T_M \cdot e^{\rho_0 \cdot g \cdot (H_M - H) \cdot (\kappa-1) / (P_0 \cdot \kappa)} \quad 2.4$$

schreiben. Dabei ist T_M die Temperatur der auf eine Ebene geschrumpften Masse der Atmosphäre

Mit dem Adiabatenexponenten $\kappa = 1,4$ wird ein ideales Gas (wie trockene Luft) beschrieben. Bei feuchter Luft kommt es beim Aufsteigen und Abkühlen zur Kondensation. Durch die freiwerdende Kondensationswärme wird der Exponent niedriger. Das Verhalten der Atmosphäre wird am besten durch einen Adiabatenexponenten von 1,23 angenähert.

Für die Halbwertshöhe des Luftdrucks $H_M = 5550$ m, ergibt sich aus Gleichung 1.4 mit den im vorhergehenden Kapitel 1.1 genannten Werten für die Dichte der Luft ($\rho_0 = 1,29$ kg / m³), dem Luftdruck auf Meereshöhe ($P_0 = 1013$ hPa) sowie der Erdbeschleunigung ($g=9,81$ m / sec²) für $T_0 / T_M = 1,14$. Wird für $T_0 = 288$ K eingesetzt, die mittlere Temperatur der Erdoberfläche, so ergibt sich eine Temperatur von $T_M = 252,6$ K für die Luftschicht in der Höhe $H_M = 5550$ m. In der auf eine Ebene geschrumpfte Masse der Atmosphäre herrscht damit eine Temperatur von ca. 253K.

Ein Gedankenexperiment verdeutlicht diesen Prozess:

Bei einer Erdkugel, deren Atmosphäre durch andere als die Gravitationskräfte festgehalten wird, hat die Luftschicht eine von der Höhe unabhängige Dichte. Sie ist überall gleich und soll überall die gleiche Temperatur von $T_M = 253K$, die Temperatur der Halbwertshöhe H_M haben.

Wird die Gravitation „dazu geschaltet“, so erfolgt durch die Schwerkraft eine Dichte- und Druckzunahme in Richtung Erdmittelpunkt und eine Dichte- und Druckabnahme in Richtung der oberen Grenze der Atmosphäre.

Dieser Vorgang entspricht einer adiabatischen Expansion nach oben und einer adiabatischen Kompression nach unten. Es kommt in Richtung der Erdoberfläche zur Erwärmung von 253K auf 288K und in entgegengesetzter Richtung zur Abkühlung von 253K auf 222K bei einer Höhe von 11100m.

Durch die adiabatische Kompression unter dem Einfluss der Schwerkraft erhöht sich die Temperatur der Luft an der Erdoberfläche von 253K auf 288K. Die Temperatur an der Troposphäregrenze reduziert sich auf 222K.

Es ist also keine Gegenstrahlung erforderlich, um die Temperaturdifferenz zwischen der Strahlungsgleichgewichtstemperatur und gemessenen gemittelten Temperatur der Erdoberfläche zu erklären.

3. Die Energiequelle der Erde – die Sonne

Abgesehen von einer geringen, durch radioaktive und chemische Prozesse im Erdinneren erzeugten Menge, bezieht die Erde ihre Energie von der Sonne.

Mit großer Näherung folgt die Strahlungsleistung der Sonne dem Planck'schen Strahlungsgesetz.

$$R(\lambda, T) = (2 \pi c^2 h) / \lambda^5 \cdot 1 / (e^{(hc/\lambda kT)} - 1) \quad 3.1$$

$R(\lambda, T)$ beschreibt die spektrale Strahlungsleistung in $(\text{Watt}/\text{m}^2 \cdot \mu\text{m})$. Dabei ist h das Planck'sche Wirkungsquantum, ($h = 6,62606896 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$), c die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, ($c = 2,9979246 \cdot 10^8 \text{ m}/\text{sec}$), k die Boltzmann Konstante, ($k = 1,3806504 \cdot 10^{-23} \text{ J}/\text{K}$) und λ die Wellenlänge der Strahlung, angegeben in μm . T ist die Temperatur des Strahlers in K ($^\circ\text{K}$) ($0^\circ\text{C} = 273\text{K}$).

Die Integration der spektralen Strahlungsdichte über alle Wellenlängen der ausgesandten Strahlung liefert die Strahlungsflussdichte und das Gesetz von Stefan und Boltzmann:

$$S(T) = \sigma \cdot T^4 \quad 3.2$$

Die Strahlungsflussdichte $S(T)$ steigt mit der vierten Potenz der Temperatur eines Strahlers. σ ist die Stefan- Boltzmann-Konstante:

$$\sigma = 2\pi^5 k^4 / 15 h^3 c^2 = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ Watt}/\text{m}^2 \cdot \text{K}^4 \quad 3.3$$

Mit $T = 5778\text{K}$, der Oberflächentemperatur der Sonne, ergibt sich daraus die Strahlungsflussdichte der Sonne an der Sonnenoberfläche zu 63.000 kWatt/m^2 .

Die Strahlungsflussdichte verringert sich quadratisch mit der Entfernung von der Quelle. Damit ergibt sich mit dem Wert für den Radius der Sonne ($6,95 \cdot 10^5\text{ km}$) und der Entfernung der Erde von der Sonne (gemittelt $1,496 \cdot 10^8\text{ km}$) die Strahlungsflussdichte am Ort der Erde im Weltall, die Solarkonstante, zu:

$$S_E = (R_S / R_{ES})^2 \cdot P_S = 1365\text{W/m}^2 \quad 3.4$$

Abb.3.0 zeigt die Wellenlängenabhängigkeit der spektralen Strahlungsdichte für die auf eine Kreisscheibe projizierte Erde.

Abb. 3.0 Spektrale Strahlungsdichte der Erdscheibe

Im ultravioletten Bereich der Sonnenstrahlung ($0,1-0,4\ \mu\text{m}$) beträgt die Strahlungsflussdichte ca. 108 Watt/m^2 , bei der die UVA-Strahlung ($0,3-0,4\ \mu\text{m}$) mit 84 Watt/m^2 überwiegt. Im Bereich des sichtbaren Lichtes ($0,4-0,76\ \mu\text{m}$) erreichen ca. 610 Watt/m^2 den oberen Rand der Erdatmosphäre, im infraroten Bereich, ab $0,76\ \mu\text{m}$ werden 648 Watt/m^2 eingestrahlt. Die wesentliche Einstrahlung erfolgt auch hier im Wellenlängenbereich zwischen $0,3$ und $2,5\ \mu\text{m}$.

3.1 Die Durchlässigkeit der Erdatmosphäre

Beim Durchgang unterliegt die von der Sonne ausgehende Strahlung dem Einfluss der Atmosphäre. Die in der Atmosphäre befindlichen Moleküle streuen, absorbieren oder reflektieren die Strahlung. Bei der Absorption wird Strahlungsenergie auf das absorbierende Molekül übertragen. Bei der Streuung erfolgt eine Richtungsänderung der Strahlung, verbunden mit einem teilweisen Energieübertrag auf das streuende Teilchen.

In der folgenden Abb. 3.1.0 ist die Durchlässigkeit als Funktion der eingestrahnten Wellenlänge im Wellenlängenbereich $0,5$ bis $2,5\ \mu\text{m}$ für eine klare Atmosphäre bei senkrechtem Lichteinfall dargestellt. Erkennbar sind Wellenlängenbereiche mit hoher Transmission, sog. atmosphärische Fenster. Die maßgeblichen Fenster für die wesentliche solare Einstrahlung im Wellenlängenbereich $0,3-2,5\ \mu\text{m}$ liegen zwischen $0,3-1,3\ \mu\text{m}$, $1,6-1,9\ \mu\text{m}$ und $2-2,5\ \mu\text{m}$.

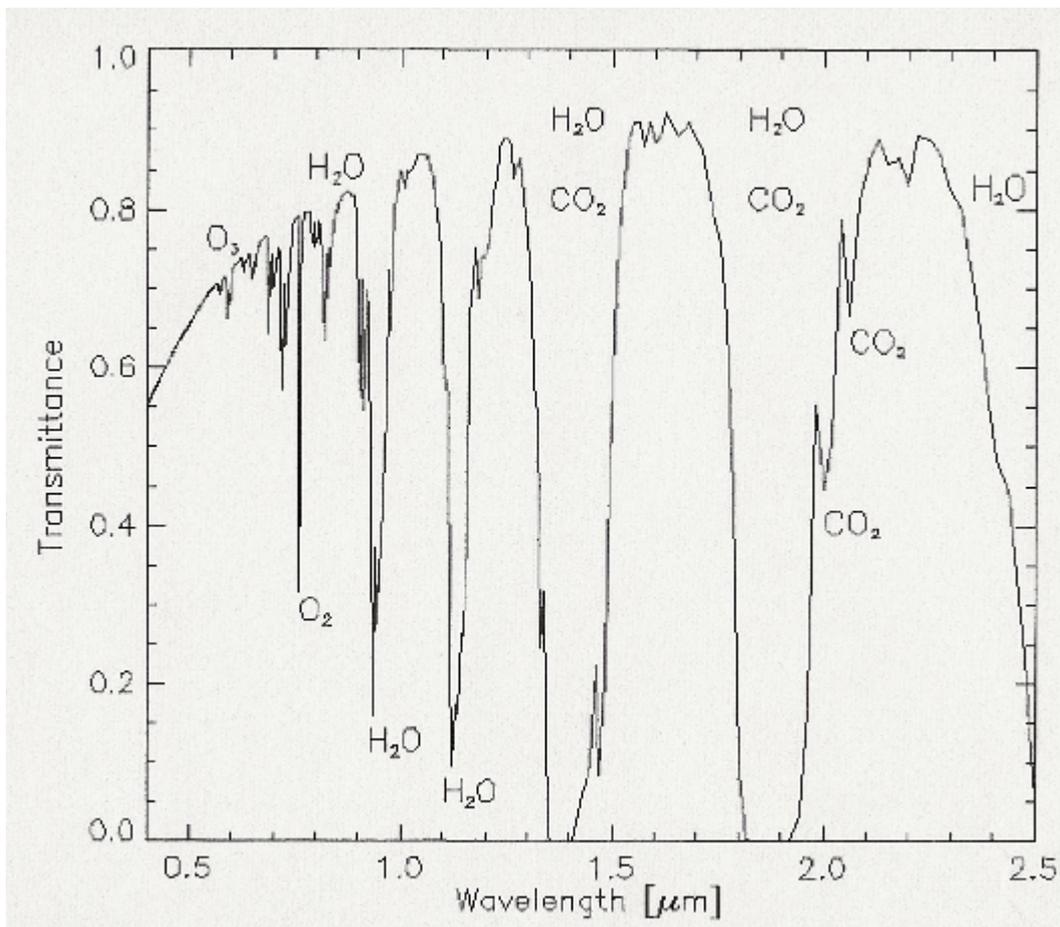


Abb. 3.1.0 Wellenlängenabhängigkeit der Transmission einer klaren, sauberen Atmosphäre für den senkrechten Strahlungseinfall im Wellenlängenbereich 0,5 bis 2,5 μm und Kennzeichnung der absorbierenden bzw. streuenden Moleküle (7)

Durch die Absorption gehen im visuellen Bereich des Strahlungsspektrums (Wellenlängenbereich zwischen 0,4-0,76 μm) ca. 120 Watt/m^2 der einfallenden Strahlung verloren. Der Verlust im Wellenlängenbereich von 0,76 bis 2,5 μm beträgt ca. 160 Watt/m^2 , sodass sich der Gesamtverlust durch Absorption und Streuung an Gasmolekülen auf ca. 22% summiert.

3.2. Die Reflektion der Erdoberfläche

Wie Abb.3.2 zeigt, besteht ein beträchtlicher Unterschied in der Reflektivität verschiedener Erdoberflächen in Abhängigkeit von der Wellenlänge der auftreffenden Strahlung(8).

Abb.3.2. Reflektivität verschiedener Oberflächen (8)

Im sichtbaren Bereich der solaren Einstrahlung liegt die Reflektivität der Erdoberfläche unter 20%, nur die Sandwüste erreicht Werte bis zu 30%. Deutlich unterscheidet sich die Reflektivität einer grünen Vegetation, die vor allem im nahen Infrarotbereich bei ca. 70% liegt, von derjenigen einer trockenen Vegetation oder eines Straßenpflasters mit einer Reflektivität von ca. 25%. Dabei wurde als Straßenpflaster

keine Asphaltsschicht angenommen, für die die Reflektivität mit derjenigen des Wassers vergleichbar ist, die im Wellenlängenbereich 0,4 bis 2,5 μm weitgehend konstant bei 12% liegt.

Die hohe Reflektivität des Schnees, die etwa der der Wolke aus reinem Wasserdampf entspricht, spielt nur eine geringe Rolle, da vornehmlich die Polregionen mit ihrem flachen Strahleneinfall mit Schnee und Eis bedeckt sind.

Für die Reflektivität einer Bewölkung, die zu 50% aus Eiskristallen und 50% aus kleinen Wassertropfen besteht, kann im Mittel ein Wert von 50% angenommen werden.

Für das Jahr 1986 gibt die ISCCP einen Wert von 27% für die gemittelte Reflektivität der Landflächen der Erde sowie eine gemittelte Reflektivität von 12% für die Ozeane an. Für die Gesamtreflektivität der Erdoberfläche ergibt sich daraus für 1986 ein Wert von 16% (9).

Ausgehend von diesen Werten und dem um ca. 8 Millionen km^2 höheren Waldanteil im Jahr 1750 kann für das Jahr 1750 mit einer Reflektivität der Landflächen von ca. 30% gerechnet werden. Die Gesamtreflektivität der Erdoberfläche könnte im Jahr 1750 bei 17,5% gelegen haben.

Durch Umgestaltung der Erdoberfläche von 1750 bis 1990 sank ihre Reflektivität gegenüber 1750 um 1,5 %. Seit 1990 sind weitere 4 Millionen km^2 Wald gerodet worden, davon allein 2 Millionen km^2 tropischen Regenwaldes, wodurch sich die Reflektion der Landfläche auf ca. 26 % reduziert hat. Falls diese Entwicklung ungebremst weitergeht und die Versiegelung der Erdoberfläche, die für 2050 hochgerechneten 4 Millionen km^2 erreicht, kann für das Jahr 2050 mit einer Gesamtreflektivität der Erdoberfläche von 15% gerechnet werden.

4. Wolkenbildung

Wolken entstehen durch Abkühlung feuchter Luft, wenn diese unter die Temperatur des Taupunktes sinkt und wenn eine ausreichende Menge an Kondensationskeimen vorhanden ist. Ohne Kondensationskeime kann die relative Feuchte, die am Taupunkt 100% beträgt, bis zu 800% steigen, ohne dass Kondensation einsetzt. Kosmische Strahlung und Aerosole verschiedenster Art wirken als Kondensationskeime, wie Abb. 5.1 verdeutlicht, in der die Wolkenfahnen zu erkennen sind, die sich durch die schwefelhaltigen Abgase der Transportschiffe gebildet haben.

Die kosmische Strahlung ist überwiegend bei der Bildung hoher Wolken beteiligt.

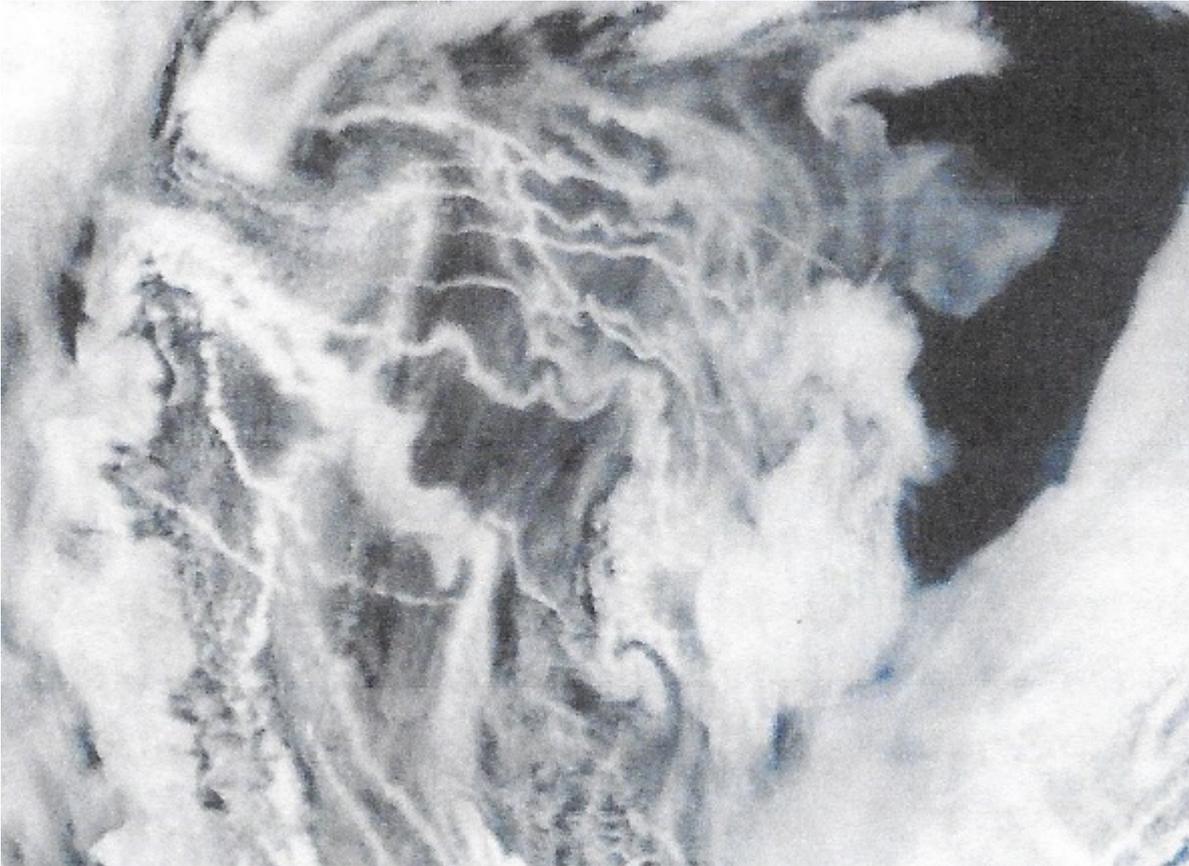


Abb. 4.0 Wolkenbildung aus Abgasfahnen von Schiffen (NASA)

Die genaue Abschätzung der weltweiten Wolkenbedeckung ist schwierig, da sie nicht nur jahreszeitlich, sondern auch über größere Zeiträume nicht konstant ist.

In der Literatur angegebene Bedeckungsgrade schwanken zwischen 60 und 70%. Jonas (9) geht von einer weltweiten Wolkenbedeckung aus, die von ca. 68% im Jahr 1983 auf 64 % im Jahr 2016 sank.

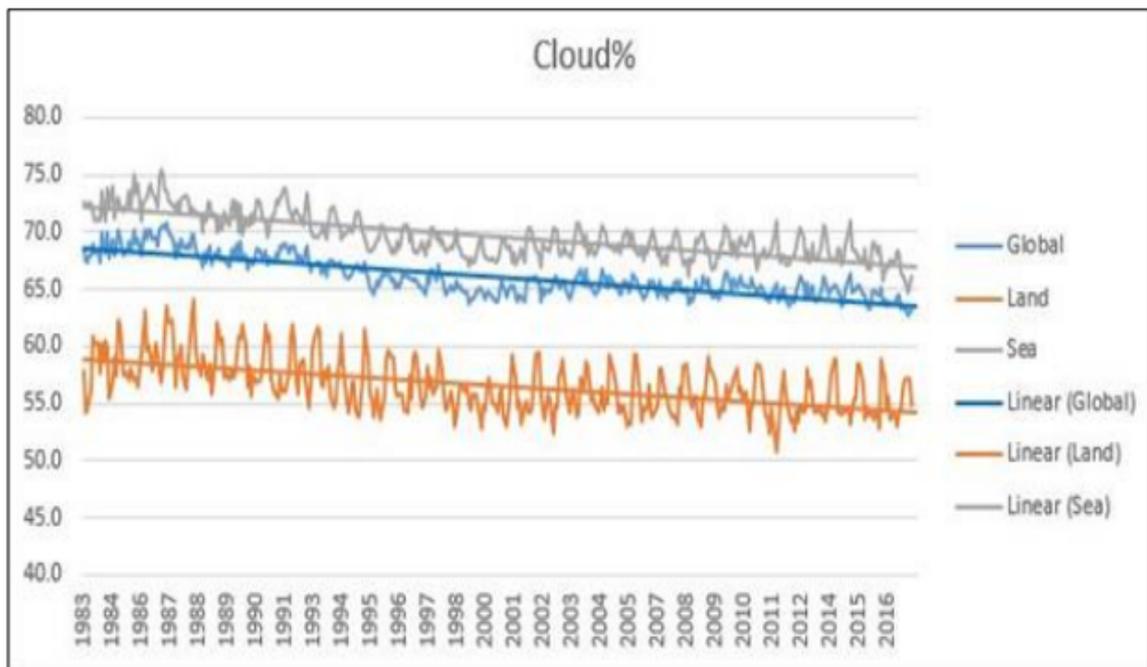


Abb.4.1 Wolkenbedeckung zwischen 1983 und 2016

Wolken erscheinen in den verschiedensten Formen. Die internationale Wolkenklassifikation teilt sie in 9 Wolkengattungen und in Abhängigkeit von der Höhenlage in der Troposphäre in drei Kategorien ein, hohe, mittlere und tiefe Wolken, wie die folgende Abb.5.3 zeigt. (MB = 1hPa)

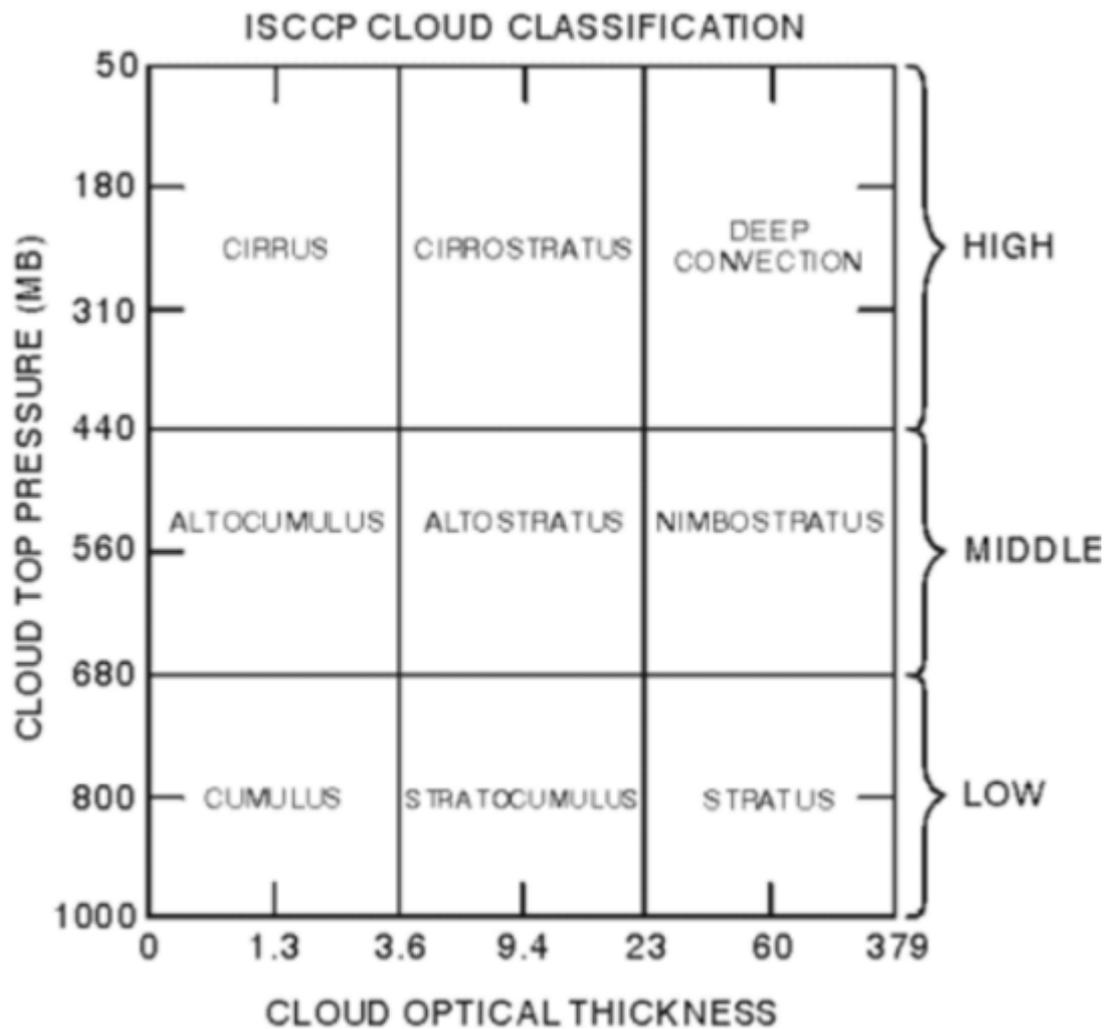


Abb. 4.2. Einteilung der Wolkentypen nach ISCCP (10)

Hohe Wolken befinden sich oberhalb von 7 km Höhe und sind meist dünne, weißliche Gebilde aus Eiskristallen. Mittelhohe Wolken liegen zwischen 2 und 7 km Höhe. Sie bilden oft eine einförmige graue Schicht und bestehen aus Eiskristallen und kleinen Wassertropfen. Tiefe Wolken erstrecken sich zwischen der Erdoberfläche und etwa 2 km Höhe. Sie bestehen ausschließlich aus Wassertropfen. Auf Grund der geringen Reflektivität der Eiskristalle wird die kurzwellige Einstrahlung der Sonne im Wesentlichen an den Wassertropfen der mittleren und tiefen Wolken reflektiert.

Eine prozentuale Zusammenstellung der Wolkentypen und ihrer jeweiligen Zusammensetzung aus Eiskristallen und Wassertropfen ist der Tab. 4.1 zu entnehmen (10)

Tab. 4.1. Prozentualer Anteil und Zusammensetzung der Bewölkung (1986-1993)

Für die gesamte Bewölkung kann davon ausgegangen werden, dass sie sich

zu 50% aus Eiskristallen und 50% aus Wassertropfen zusammensetzt.

Eine Vorstellung vom Einfluss der Wolken auf die Einstrahlung an der Erdoberfläche liefert der Strahlungsfluss an Gewittertagen. Bei voller Sonneneinstrahlung kommen über 1000 Watt/m^2 an der Erdoberfläche an, ziehen dicke Gewitterwolken auf, sinkt der Strahlungsfluss leicht auf 50 Watt/m^2 und weniger. Bei Dämmerung und wolkenlosem Himmel und einem Sonnenstand knapp unter dem Horizont liegt die Einstrahlung unter $0,1 \text{ Watt/m}^2$.

Während sich die Wolkenbedeckung zwischen 1983 und 2016 verringert hat, nahm die Durchlässigkeit der Wolken, gemessen über die Opazität von 53% auf 57% ab, wie Abb.4.3. zeigt (9).

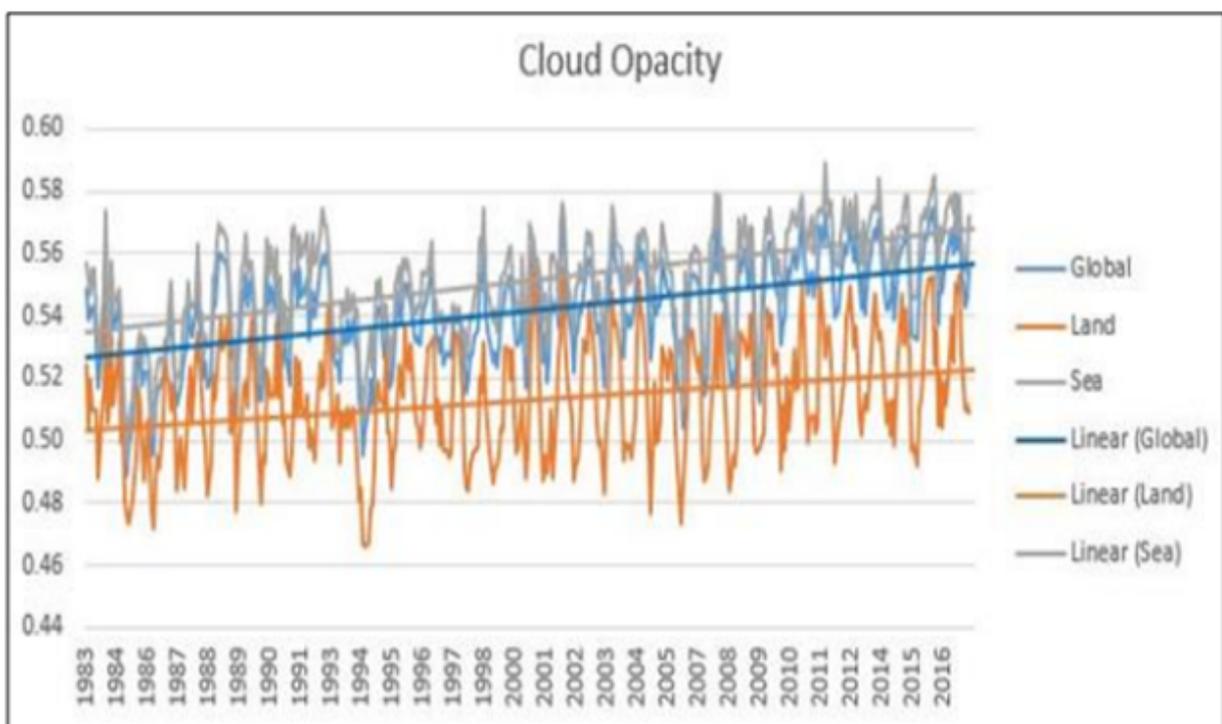


Abb. 4.3. Veränderung der Opazität der Wolkenbedeckung zwischen 1983 und 2016

Weltweit wurde 1983 durch die Wolkenbedeckung 53% der einfallenden Strahlung reflektiert und absorbiert. Dieser Wert stieg bis 2016 auf 57%.

Einfallende Strahlung wird an der Wolkenoberfläche teilweise durch direkte bzw. mehrfache Reflektion an den Wassertropfen der Wolke zurückgeworfen, ein geringer Anteil wird absorbiert. Der Rest geht als diffuse Strahlung durch die Wolke hindurch.

4.1 Der wolkenbildende Einfluss der Aerosole

Die wesentlichen Aerosole sind Meersalz, Mineralstaub, biologische Teilchen, Ruß und Sulfat. Mineralstaub wird durch den Wind aufgewirbelt,

sodass besonders in Wüstengebieten hohe Konzentrationen gemessen werden, Meersalz gelangt durch verdunstendes Sprühwasser in die Atmosphäre. Da die überwiegende Landfläche der Erde mit Lebewesen und Pflanzen bedeckt ist, gelangen Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Sporen) und abgeriebene zelluläre Teilchen in die Luft. Die Quellstärke der globalen Landfläche liegt in gleicher Größenordnung wie die der Wüsten und der Ozeane. Während die Aerosole aus Meersalz, Mineralstaub und biologischen Teilchen kaum durch menschliche Aktivitäten beeinflusst werden, sieht es bei Ruß und Sulfataerosolen anders aus.

Ruß ist ein Verbrennungsprodukt und stammt aus menschlichen und natürlichen Quellen. Sulfataerosole entstehen in der Atmosphäre durch die Reaktion von bei der Verbrennung freiwerdendem Schwefeldioxid (SO_2) mit anderen Stoffen. Ruß und Schwefeldioxid werden aus natürlichen Quellen, wie z.B. Waldbränden und Vulkanausbrüchen, im Wesentlichen jedoch bei industriellen Prozessen oder Verbrennung zur Wärmeerzeugung frei. Diese Quellen sind also zum einen Teil natürlichen und zum anderen Teil menschlichen Ursprungs.

Zusätzlich zu den Aerosolen, die sich auch in vorindustriellen Zeiten, wenngleich zu geringeren Konzentrationen, in der Atmosphäre befanden, beeinflussen heute feine Rußteilchen und Sulfataerosole die Wolkenbildung. Sie wirken als Kondensationskeime und führen über die Anlagerung von Wasser zur Bildung von Wolkentröpfchen. Die hydrophile Eigenschaft der Sulfataerosole führt bereits bei üblicher Luftfeuchte von 60-70% zur Kondensation, während hydrophobe Partikel wie Ruß erst bei einer Luftfeuchte über 100% als Kondensationskeime wirken.

Aus Abb. 4,4 ist ein steiler Anstieg der Schwefeldioxidemission von 1950 bis 1975 zu erkennen, der zeitlich übereinstimmt mit dem in Abb.1.1 dargestellten Temperaturplateau und auf eine verstärkte Wolkenbildung hinweist. Die von Jonas beschriebene Veränderung der Wolkenbedeckung kann auf die seit 1980 wirkende Reduktion des weltweiten Schwefeldioxidausstoßes auf Grund des entsprechenden „clean air acts“ von 1956 zurückgeführt werden, s. Abb. 5.6.

Abb.4.4 Emission von Schwefeldioxid seit 1850

5. Die effektive solare Einstrahlung und Oberflächentemperatur der Erde

Die Abschätzung der Rückstrahlung von der Erde und ihrer Atmosphäre ohne klimatische Wirkung im System Erde/ Atmosphäre geschieht, indem folgender Strahlungsfluss berücksichtigt wird:

Der von der Sonne kommende Strahlungsfluss wird durch Absorption in der Atmosphäre bis zum Auftreffen auf die Wolkenschicht geschwächt und danach teilweise direkt oder nach einer Mehrfachreflektion als diffuse Strahlung in den Weltraum reflektiert (S_1).

Der nicht in Richtung Weltraum reflektierte Teil geht über Mehrfachreflektion und Absorption durch die Wolke hindurch und trifft nach weiterer Schwächung durch Absorption in der Luftschicht, verstärkt durch den nicht durch die Wolken geschwächten Anteil des Strahlungsflusses, auf die Erdoberfläche, von der er dann entsprechend der Reflektivität der Erdoberfläche teilweise reflektiert wird.

Der reflektierte, von der Erdoberfläche kommende Strahlungsfluss trifft nach Schwächung durch Absorption in der Atmosphäre auf die Unterseite der Wolken und wird dort wieder teilweise reflektiert. Der nicht reflektierte Strahlungsfluss durchdringt diese, geschwächt durch die Absorption in der Wolke, und erreicht wieder verstärkt durch den nicht von den Wolken geschwächten reflektierten Strahlungsfluss, mit den Absorptionsverlusten der Atmosphäre den Weltraum als Beitrag (S_2) zur Gesamtreflektion der Erde.

Der geringe, von der Unterseite der Wolken zurückgestrahlte Anteil des Strahlungsflusses wird nach Schwächung durch die Atmosphäre wieder von der Erdoberfläche reflektiert und liefert den Beitrag S_3 zur Gesamtreflektion S_R .

Da die Erde keine wesentlichen anderen Energiequellen besitzt, bestimmt die Gesamtreflektion des Systems Erde bzw., der vom System aufgenommene Strahlungsfluss der Sonne, seine Strahlungsgleichgewichtstemperatur.

Mit $S_A = S_E - S_R$, wobei S_R die reflektierte Strahlung von der Kreisscheibe Erde und S_E die Einstrahlung angibt, errechnet sich aus dem Stefan-Boltzmann-Gesetz die Temperatur T_M , die Temperatur der auf eine Ebene geschrumpften Masse der Atmosphäre zu:

$$T_M = (S_A / (4 \cdot \sigma))^{1/4} \quad 5.1$$

Das Einsetzen von Gleichung 5.1 in Gleichung 2.2 ergibt:

$$T_0 = (S_A / (4 \cdot \sigma))^{1/4} \cdot e^{(\rho_0 \cdot g \cdot (H - H_0) \cdot (\kappa - 1) / (\rho_0 \cdot \kappa))} \quad 5.2$$

Gleichung 5.2 stellt eine Kopplung von thermischer und potentieller Energie sowie Strahlungsenergie für die Berechnung der Oberflächentemperatur der Erde dar.

In Tabelle 5.1 sind die berechneten Werte für die Temperatur der Erdoberfläche in Abhängigkeit von den in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Eigenschaften des Systems Erde aufgeführt.

Ausgehend von einer Wolkenzusammensetzung, wie sie in Tabelle 4.1 dargestellt ist, können die Ergebnisse der Berechnung wie folgt zusammengefasst werden:

Ausgehend von einer Wolkenbedeckung von 68%, wie sie für das Jahr 1986 gemessen wurde, sowie einer Wolkenzusammensetzung, wie sie in Tabelle 3.4 dargestellt ist, einer Opazität der Bewölkung von 53%, die sich aus

50% Reflektivität an der Wolkenoberfläche und 3% Absorption in den Wolken zusammensetzt, sowie einer Reflektivität der Erdoberfläche von 16% ergibt sich eine Rückstrahlung des Erdsystems von 437,1 Watt/m² und eine Temperatur der Erdoberfläche von 288,3K. Durch Veränderung der Reflektivität der Erdoberfläche auf 17,5% ergibt sich eine Rückstrahlung des Erdsystems von 446,4Watt/m² und eine Temperatur der Erdoberfläche von 287,6 K.

Bei einer Verringerung der Wolkenbedeckung auf 64%, einer Opazität der Bewölkung von 57% sowie einer Reflektivität der Erdoberfläche von 16% ergibt sich eine Rückstrahlung des Erdsystems von 423,6 Watt/m² und eine Temperatur der Erdoberfläche von 289,4K. Durch Veränderung der Reflektivität der Erdoberfläche auf 17,5% steigt die Rückstrahlung des Erdsystems auf 430,5Watt/m² und führt zu einer Temperatur der Erdoberfläche von 288,8K.. Bei einer weiteren Reduktion der Reflektivität (Erdoberfläche auf 15%, Aerosole plus 1%) würde die Temperatur der Erdoberfläche auf 290,3K steigen.

Strahlungsgleichgewichtstemperatur bei unterschiedlichen Reflektions- und Absorptionsbedingungen														
Absorption in Wolken:			3/ 7%											
Bewölkung	Reflektion	Reflektion	Absorption	Reflektion	Reflektierte	Absorbierte	Absorbierte	Strahlungs-	Temperatur	Temperatur				
der Erde	an Wolken		der Atm.		(Kreisfläche)	(Kreisfläche)	(Kugelfläche)	Gleichgew.	der	der				
			Nach der Reflektion	ohne Wolken	S ₁	S ₂	S ₃		Erdoberfläch	Tropopause				
			an Wolken	an Wolken					T _M	T ₀	T _E			
%	%	%	%		Watt/m ²	Watt/m ²	Watt/m ²	K	K	K				
68	16	50/3	11	11	22	367,6	66,8	2,7	437,1	927,9	231,975	252,91	288,32	221,55
68	17,5	50/3	11	11	22	367,6	75,3	3,5	446,4	918,6	229,65	252,27	287,59	220,99
68	15	50/3	11	11	22	367,6	62,7	2,4	432,7	932,3	233,075	253,21	288,66	221,81
64	16	51/6	11	11	22	352,9	67,9	2,8	423,6	941,4	235,35	253,82	289,36	222,35
64	17,5	51/6	11	11	22	352,9	74,2	3,4	430,5	934,5	233,625	253,36	288,83	221,94
64	15	51/6	11	11	22	352,9	63,6	2,5	419	946	236,5	254,13	289,71	222,62

Tab. 5.1: Strahlungsgleichgewichtstemperaturen und daraus berechnete adiabatische Temperaturen der Erdoberfläche für unterschiedliche Reflektivitäts- und Absorptionsbedingungen im System Erdoberfläche/ Atmosphäre

6. Zusammenfassung;

Die Sonne ist die wesentliche Energiequelle der Erde. Sie bestrahlt die Erde mit einer Leistung von durchschnittlich 1365 Watt/m², die jedoch nicht vollständig energiewirksam das System Erdoberfläche – Atmosphäre erreicht. Bewölkung, Wolkenstruktur und Reflektivität der Erdoberfläche beeinflussen die Strahlungsleistung, die ohne Einwirkung auf die Temperatur des Systems Erde wieder in den Weltraum abgestrahlt wird.

Entscheidend für die Temperaturverhältnisse auf der Erdoberfläche ist die Energie, die das System Erde einschließlich seiner Atmosphäre aufnimmt.

Die Atmosphäre steht unter dem Einfluss der von der Erde ausgeübten Massenanziehung, der thermodynamischen Gesetze eines realen Gasgemisches

sowie des Strahlungseinflusses der Sonne. In dem System Erdoberfläche-Atmosphäre stellt die Summe aus thermischer, potentieller und Strahlungsenergie eine Erhaltungsgröße dar.

Die unabhängige Betrachtung einzelner Energieformen bei der Abschätzung klimatischer Änderungen ist nicht zulässig.

Bei einer Erdkugel, deren Atmosphäre durch andere als die Gravitationskräfte festgehalten wird, hätte die Luftschicht eine von der Höhe unabhängige Dichte. Sie wäre überall gleich und hätte überall die gleiche Temperatur $T_M = 253\text{K}$, die Strahlungsgleichgewichtstemperatur, die gleich der Temperatur in der Halbwertshöhe $H_M=5500\text{m}$ ist.

Wird die Gravitation „dazugeschaltet“, so erfolgt durch die Schwerkraft eine Dichte- und Druckzunahme in Richtung Erdmittelpunkt und eine Dichte- und Druckabnahme in Richtung der oberen Grenze der Atmosphäre. Dieser Vorgang entspricht einer adiabatischen Expansion nach oben und einer adiabatischen Kompression in Richtung des Erdmittelpunktes. Es kommt in Richtung der Erdoberfläche zur Erwärmung von 253K auf 288K und in entgegengesetzter Richtung zur Abkühlung von 253K auf 222K bei einer Höhe von 11100m.

Durch die adiabatische Kompression unter dem Einfluss der Schwerkraft erhöht sich die Temperatur der Luft an der Erdoberfläche von 253K auf 288K. Die Temperatur an der Troposphärenengrenze bei ca. 11000m reduziert sich auf 222K.

Es ist also keine Gegenstrahlung erforderlich, um die Temperaturdifferenz zwischen der Strahlungsgleichgewichtstemperatur und der gemessenen gemittelten Temperatur der Erdoberfläche zu erklären.

Die Strahlungsgleichgewichtstemperatur, die sich aus der Differenz der solaren Einstrahlung und der von Wolken und Erdoberfläche reflektierten Strahlung berechnen lässt, ist die entscheidende Größe für die Berechnung der Temperatur auf der Erdoberfläche.

Auf der Basis gemessener Werte für die Wolkenbedeckung und ihrer Zusammensetzung und ihrer Reflektivität, des Absorptionsverhaltens der Atmosphäre und der Reflektivität der Erdoberfläche ergeben sich Temperaturen für die Erdoberfläche, die im Bereich der gemessenen, gemittelten globalen Temperatur liegen.

Ausgehend von einer Wolkenbedeckung von 68% und einer Reflektion der Erdoberfläche von 16% sowie einer Opazität der Bewölkung von 53%, wie sie dem Systems Erdoberfläche-Atmosphäre im Jahr 1980 zugeordnet werden können, ergibt sich eine Temperatur der Erdoberfläche von ca. 288,3. Für das Jahr 2000 mit der geringeren Wolkenbedeckung von 64% und der Opazität von 57% liegt die berechnete Temperatur bei 289,4K also bei einer um 1,1K höheren gemittelten Globaltemperatur. Im Vergleich zur Darstellung Abb. 1.1, stellt dieses Resultat eine gute Übereinstimmung dar, wenn berücksichtigt wird, dass die Einstellung des

Temperaturgleichgewichts im Jahr 2000 noch nicht abgeschlossen war, 2020 bereits eine Globaltemperatur erreicht war, die um 1K über derjenigen von 1980 lag und immer noch steigt.

Die durch zivilisatorische Aktivitäten bedingte Umgestaltung der Erdoberfläche in der kurzzeitigen Vergangenheit führte zu einer deutlichen Verringerung der Reflektivität der Erdoberfläche von 17,5 % im Jahr 1750 auf heute ca.16%. Bei gleichbleibender Wolkenbedeckung von 68% ergibt sich für die Temperatur der Erdoberfläche im Jahr 1750 ein Wert von 287,6K, der ca. 0,7K niedriger ist, als die gemittelte globale Temperatur im Jahr 1980.

Die Ausführungen zeigen, dass das Erdklima nur konstant gehalten werden kann, wenn der Energieeintrag in das System Erdoberfläche/ Atmosphäre über große Zeiträume konstant ist. Änderungen in der Energieaufnahme führen zu einem geänderten Gleichgewichtszustand und damit zu einer „Klimaänderung“.

Durch Veränderungen des Reflektions- und Absorptionsverhaltens des Systems beeinflusst der Mensch das Klima auf der Erde. Jegliche Aktivität, die die Reflektion der Erdoberfläche bzw. die Wolkenbedeckung verringert, führt zu einer Erhöhung der Gleichgewichtstemperatur. Dazu gehört die Rodung von Wäldern, die Umwandlung grüner Flächen in Flächen geringerer Reflektivität, wie Asphalt, Beton und Dachflächen, sowie die Umwandlung von Wiesen in schwarze Photovoltaik-Felder.

Nicht das Kohlendioxid ist die treibende Kraft einer Klimaänderung sondern die anhaltende Verringerung der Reflektivität der Erdoberfläche durch den Menschen ist die Ursache für eine höheren Gleichgewichtstemperatur des Systems Erde/ Atmosphäre.

Kohlendioxid ist eine völlig ungeeignete Regelgröße für eine Klimabeeinflussung.

Auch wenn die antropogene Kohlendioxidproduktion völlig beendet wird, wird die globale Temperaturerhöhung weitergehen, solange die Menschheit nicht aufhört, ihren Planeten als Strahlungsabsorber umzugestalten.

Die massiven Eingriffe in die Reflektivität der Erdoberfläche, wie sie vor allem durch den verstärkten Ausbau der Solarenergie im Rahmen der „Erneuerbaren Energien“ zu erwarten sind, werden die globale Temperaturerhöhung eher beschleunigen als verringern. Auch wenn medizinische Gründe entscheidend sind, sollte jeder „clean air act“ auf seine negative Rückkopplung auf die Wolkenbildung und damit auf die Globaltemperatur überprüft werden.

Auch im Hinblick auf die ständig steigende Weltbevölkerung sind die Bemühungen der westlichen Welt, die Entkarbonisierung der Weltwirtschaft durchzusetzen, eher als eine Doktrin zur Sicherung politischer Einflussnahmen zu sehen, als ein Wegbereiter für das Zusammenleben von zukünftig 11 Milliarden Menschen auf der Erde (11).

7. Literatur

1. P.R. Goode et al., 2021, Earth's Albedo 1998-2017 as Measured From Earthshine, 48, Geophysical Research Letters, 48, e2021GL094888, <https://doi.org/10.1029/2021GL094888>

2. [https://www. Worldindata.org](https://www.worldindata.org)>...>global-land-use-agriculture

3. oro verde, [https://www. Regenwald-schuetzen.org](https://www.Regenwald-schuetzen.org)>...>lage-und-
verbreitung

4. N. Ramakutty, J.A. Foley 1999, Estimating Historical Changes in Global Landcover, Global Biological Cycles 13(4) 997-1027

5. [https://www. Scinexx.de](https://www.Scinexx.de)>...>...-erde-strassen-zerstueckeln-die-welt

<https://www.kompost.de>>...>...versiegelung_und_erfosion_HUR_05_2015

6. J. Langeheine, 2012, Energiepolitik in Deutschland-das Geschäft mit der Angst, Athene Media- Verlag ISBN 978-3-86992-054-2

7. <https://www.astro.uni-jena.de> > ... > Praktikum > pra2002 > node122
Die Extinktion – [astro.uni-jena.de](https://www.astro.uni-jena.de)

8. Zusammenstellung der Reflektivitäten aus verschiedenen Quellen:

1. ASTER-Datenbank (1992); 2. Eigenschaften der Wolken im VIS/NIR, Institut für Raumfahrtsysteme, www.irs.uni-stuttgart.de

9. M.O.Jonas: Clouds independently appear to have as much or greater effect than man-made CO₂ on radiative forcing, World Journal of Advanced Research and Reviews, 2022, 14(02), 564-572

10. W. B. Rossow, R.A. Schiffer, , Advances in Understanding Clouds from ISCCP, Bulletin of American Meteorological Society, Vol 80, No 11, 1999

11. J. Langheine 2022: Bevölkerungswachstum, große Transformation und globale Verschuldung, Fusion, 43, 2022, Nr.2 , 51-60

Vom Wenden der Energie zum Abstieg des Landes

geschrieben von Admin | 4. Januar 2024

Das neue Jahr bringt viele Fragen. Vieles wird teurer, wenig besser. Macht der Ansatz, Energie wenden zu wollen, Sinn? Gibt es neben der CO2-Vermeidung um jeden Preis noch andere Ziele? Wie man es auch sieht, es bräuchte zunächst Personal, das weiß, worum es geht und Realitäten zur Kenntnis nimmt.

Von Frank Hennig

Ein Blick in den Rückspiegel ist zwangsläufig immer nur kurz. Auch in diesem Beitrag geht es nur um einige Aspekte der inzwischen offen als Desaster sich zeigenden deutschen Energiewende. Vieles ist gesagt und bekannt, hat sich in der Vorausschau als treffend herausgestellt im Gegensatz zu manchen regierungsamtlichen Verschwörungstheorien. Deshalb nur der Spot auf einige Fakten, die zum Jahreswechsel besonders ins Auge fallen.

Zu Beginn des Jahres 2024 stellen sich mehr Fragen als noch vor einem Jahr. Die aktuelle Versorgungslage ist sicher, aber die Verwerfungen im System nehmen immer größere Ausmaße an. Ein Zeichen der Dysfunktionalität sind die negativen Preise an der Strombörse, Folge des uneingeschränkten Einspeisevorrangs für „Erneuerbare“ in Deutschland, eine Perversion der Marktwirtschaft und teuer für die Stromkunden hier. Günstig für die ausländischen Importeure, die diesen Strom abnehmen, dazu Geld bekommen und ihn dann im eigenen Land verkaufen. Selbst wenn sie ihn nicht absetzen können, besteht die Möglichkeit, ihn zu entsorgen (zu verschwenden), es wird bezahlt. Soviel zum finanziellen Anreiz und möglichen ökologischen Folgen.

Treffen windreiche Zeiten auf einen europaweit niedrigen Bedarf, wie eben zur Weihnachtszeit, wird unsere Zufallsenergie am Markt besonders negativ und für uns teuer. Für 36 Stunden am Stück (vom 24.12., 01:00 bis 25.12., 12:00) blieben die Preise negativ, ein neuer Rekord. Insgesamt gab es in 2023 etwa 300 Stunden mit negativen Börsenpreisen. Das ist dann der vielzitierte „Überschussstrom“, mit dem Elektrolyseure betrieben werden sollen. Für diese Betriebsstundenzahl rechnet sich allerdings kein solches Gerät. Sicher kann man noch einige hundert Stunden sehr niedriger Preise nutzen. Tatsache aber bleibt: Niemand investiert privat und auf eigenes Risiko in grünen Wasserstoff. Ohne Steuergeld läuft auch hier nichts.

Mit dem weiteren Ausbau der „Erneuerbaren“ wird sich die Netz-Situation zuspitzen. Zum einen nutzen wir zunehmend das Ausland zur Ausregelung des Netzes, gewissermaßen als virtuellen Speicher, zum anderen erreicht die gesamte Stromproduktion aus Wind und Solar eine Dimension, die den deutschen Bedarf überschreitet. Sollte hier das regionale Netz überlastet sein oder der Export nicht gelingen, setzt eine Kannibalisierung ein, die die Frage aufwirft, ob nun zuerst die Wind- oder die Solarstromerzeugung abgeschaltet werden wird – bei entsprechender Entschädigung.

Steuern und Regeln

„Auf jedem Schiff, das dampft und segelt, gibt's einen, der die Sache regelt“ sprach seinerzeit Guido Westerwelle und meinte damit natürlich sich selbst. Die Netzregelung gelingt inzwischen nur noch über permanente ad-hoc-Eingriffe der Netzbetreiber. Den Mitarbeitern dort gebührt allerhöchste Anerkennung, sie bügeln aus, was fehlgeleitete Energiepolitik eingebrockt hat. Schon lange gibt es keinen planmäßigen Netzbetrieb mehr, er ist operativ und damit teuer geworden. Schlagen im Jahr 2022 noch 12.705 Redispatchmaßnahmen zu Buche, waren es 2023 schon 15.1852. Das sind über 40 Eingriffe am Tag, knapp zwei pro Stunde.

Wie weit künftig die Schwankungen der Einspeisung von Naturenergie durch ein permanent weiter geschwächtes regelbares System kompensiert werden können, ist eine spannende Frage. Die Kosten für diese Eingriffe sind von 2018 bis 2022 exponentiell auf 3,26 Milliarden Euro gestiegen. In Frankreich fällt für diese Systemkosten ein niedriger zweistelliger Millionenbetrag an. Bei uns kommen die Kosten für nicht abgenommenen Strom der „Erneuerbaren“, den so genannten Phantomstrom, noch hinzu, was allein in 2022 etwa 900 Millionen Euro ausmachte.

Nötig wäre eine breite öffentliche Diskussion über das fast vollständige Versagen von Wind- und Solarenergie in Fragen der Versorgungssicherheit. Wir sind Zeugen eines Experiments, das nicht im Labor, sondern mit dem ganzen Land durchgeführt wird.

Unfug am laufenden Band

Im politischen Raum wird viel Unsinn erzählt, das Jahr 2023 hält einige besondere Perlen bereit. Strom und Wärme hätten nichts miteinander zu tun, verlautbarte man. Nun heißt es, wir brauchen Gaskraftwerke, wobei Erdgas essentiell für unseren Wärmebedarf ist. Erkennbar verursacht wurde diese Aussage durch das Bestreben, die damals noch laufende Kernkraft aus der Diskussion herauszuhalten, weil man mit ihr ja nicht heizen könne (womit laufen eigentlich die Wärmepumpen?).

Dann gab es die wiederholte Mär vom „verstopfenden“ Strom aus Kernkraftwerken (KKW). Heute wissen wir: Nur der Strom aus deutschen KKW verstopft die Netze, nicht der aus französischen. Dann gab es die Ansage, nach dem Abschalten der KKW würde der Strom billiger, weil die „Erneuerbaren“ quasi nichts kosten. Das Narrativ von kostenloser Wind- und Sonnenenergie ohne Rechnung hält sich wacker und ist nach wie vor falsch, entscheidend sind die Wandlungskosten. Die Strompreise werden weiter steigen, getrieben von den Netzentgelten, die durch Netzausbau und Redispatch weiter steigen werden. Das ist das Resultat des massenhaften Ausbaus von Zufallsenergieerzeugern.

Dann hieß es vom zuständigen Vetterwirtschaftsminister, die KKW in der

Ukraine könnten selbstverständlich weiterbetrieben werden, sie seien ja nun mal da. Das galt natürlich nicht für Deutschland, wo dies, obwohl kein Kriegsgebiet, zu gefährlich sei. Die Ukraine fragt übrigens nicht nach deutschen Windkraftanlagen, sondern bestellt bei Westinghouse KKW-Blöcke.

Aber nicht nur von grüner Seite wird Unsinn verbreitet. Kanzler Scholz erwartete noch im März 2023 ein neues „Wirtschaftswunder“ wie in den 50er und 60er Jahren wegen hoher Investitionen in den Klimaschutz. Das entbehrte schon damals jeglicher Grundlage, denn globale Konkurrenten haben diese Zusatzkosten nicht. Aktuelle Meldungen aus der Wirtschaft dringen offenbar nicht bis ins Kanzleramt vor.

Nun gehen die merkwürdigen Verkündigungen weiter. Klaus Müller, der grüne Chef der Bundesnetzagentur, sagt, die Zeit billiger Energie sei vorbei. Haben wir da etwas verpasst? Wann war Energie in Deutschland billig? Dazu müsste man in die Zeit vor 2000 zurückblicken. Der Zeitraum 1998-2000 war durch fallende Strompreise gekennzeichnet, weil nach der EU-Liberalisierung des Strommarktes unter dem Aspekt von Angebot und Nachfrage und unter einer neuen bisher unbekanntenen Konkurrenzsituation rationalisiert werden musste. Seit dem Inkrafttreten des EEG geht es für die Kunden preislich nur bergauf.

Ahnungslosigkeit und ideologiegetriebene Fehleinschätzungen sind allerdings kein Privileg von SPD und Grünen. Auch eine besondere Fachkraft der jüngeren Vergangenheit war den Realitäten völlig entrückt. Der damalige Wirtschaftsminister Altmaier (CDU) im Jahr 20203:

„Die Deutsche Energiewende hat inzwischen Nachahmer gefunden, viel mehr als wir eigentlich glauben. Und diese Nachahmer sind deshalb so eifrig bei der Sache, weil sie sagen, von den Deutschen lernen heißt: Wenig Arbeitslosigkeit, viel Wirtschaftswachstum, gute Löhne, gute Einkommen und gleichzeitig saubere Energie und Klimaschutz.“

Das war schon damals falsch. Es gibt keinen einzigen Nachahmer der deutschen Energiewende, dieses Sonderwegs, der ein Irrweg ist. Trotzdem musste sich Altmaier seinerzeit vom krawallgrünen Trittin als „Abrissbirne der Energiewende“ bezeichnen lassen.

Nun scheitert auch eine so genannte Kraftwerksstrategie des Klimaministeriums. Zähneknirschend muss man sich den Realitäten beugen und Kohlekraftwerke wohl länger laufen lassen. Aber hier stehen die echten Abrissbirnen vor der Tür, denn alle Kohlekraftwerke kennen inzwischen ihren Stilllegungstermin und so werden die Anlagen auch behandelt. Sie werden auf Verschleiß gefahren und das Personal wandert ab. Von Jahr zu Jahr die Betriebszeit zu verlängern, wie es dem Ministerium anscheinend als Notvariante vorschwebt, wird nicht gelingen. Die Braunkohleverstromung endet mit den Tagebauen und die Steinkohlekraftwerke werden sich

technisch verschlissen von selbst verabschieden. Neue Gaskraftwerke werden wir bis dahin kaum haben. Dann ist aus die Maus, Schicht im Schacht oder Ende Gelände.

Es geht ans Eingemachte

Altmaier wie auch Trittin haben betreffs ihrer Altersversorgung nichts zu befürchten. Anders als eine Mehrheit der Bevölkerung. Es geht ab 2024 in die Keller, wo nicht nur das Eingemachte, sondern auch die Heizungen stehen. Ein übergriffiger Staat dringt in die Privatsphäre ein unter dem Vorwand, das globale Klima retten zu müssen. Dabei ist eine Emissionssenkung selbst bei idealer Umsetzung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) kaum zu erwarten. Da auch künftig Wärmepumpen teilweise mit Strom aus Gas und Kohle betrieben werden müssen, kann der Effekt am Ende sogar negativ sein. Wärmepumpen laufen vor allem im Winter, wo der Solarstrom eher vernachlässigbar ist, zudem wird Strom knapper und teurer. War früher die eigene Immobilie eine Form von Sicherheit fürs Alter, wird sie jetzt zum Risiko im Alter.

Eine Politikänderung ist nicht zu erwarten solange die Grünen an der Macht sind. Sie werden auch keine grundsätzlichen Kompromisse eingehen. Sandra Detzer, Landeschefin der Grünen in Baden-Württemberg, in der *WELT* im November 2021:

„Wo wir Grünen an die Schalthebel der Macht kommen, werden wir nicht mehr verhandeln.“

Mit dem neuen Jahr ist eine neue Bescheidenheit angesagt, Teile der Bevölkerung werden in Armut geraten. Aber Armut ist ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz, denn der Pro-Kopf-Ausstoß an CO₂ sinkt dadurch. Armut ist sicher nicht das Ziel der Regierung, sie ist aber Folge ihrer Politik. Wer Wind- und Solarenergie zum Endstadium der Stromerzeugungstechnologien erklärt, darf sich nicht wundern, wenn die Natur nicht stets zu Diensten ist und so Mangel entsteht, der die Preise treibt. Den Begriff des Schwellenlandes wendet man auf Staaten an, die vom Entwicklungsland zum entwickelten oder Industrieland werden. Es gibt noch keinen Begriff für Länder, die diese Schwelle rückwärts überschreiten. Er könnte künftig auf uns zutreffen.

Der Beitrag erschien zuerst bei TE hier

C02-Versuch zum Treibhauseffekt[1],

geschrieben von Admin | 4. Januar 2024

Messung, Versuchsaufbau, Kein THE

Der hemisphärische Stefan-Boltzmann-Ansatz ist kein reines Strahlungsmodell – Teil 2

geschrieben von Admin | 4. Januar 2024

Uli Weber

Die letzte Frage aus dem 1. Teil dieses Beitrags lautete:

Warum sind nun die Temperaturen von Mond und Erde so unterschiedlich?

Also: Auf dem Mond gibt es lediglich Strahlungstransport und Wärmeleitung. Unter Vernachlässigung der Wärmeleitung wird fast die gesamte Strahlungsleistung der Sonne in Wärme umgesetzt, was in der Abbildung mit dem Temperaturvergleich zwischen Messung und S-B-Berechnung nachgewiesen wurde. Auf der Erde kommen alle vier Arten des Wärmetransports vor. Und das ist auch der Grund, weshalb auf unserer Erde das maximale S-B-Temperaturäquivalent eben nicht erreicht wird. Dazu hatte ich zuletzt hier unter (H) geschrieben, Zitat:

„Es ist offensichtlich, dass auf der Erdoberfläche die rein rechnerische Temperatur nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz aus der solaren Einstrahlung nirgendwo erreicht wird. Andererseits wissen wir aber aus dem Energieerhaltungssatz der Wärmelehre, dass Energie nicht einfach so verschwinden kann. Vielmehr vermindert der ständige Abfluss von Wärme durch Konvektion und Verdunstung den durch die Sonneneinstrahlung bedingten örtlichen Temperaturanstieg. Dabei spielt der Energietransport durch Atmosphäre und Ozeane aus Tropen und Subtropen in die Polarzonen hinein eine ganz wesentliche Rolle für unser Klima.“

Offenbar funktioniert der Strahlungstransport auf der Erde. Die Sonne strahlt auf der Tagseite der Erde an jedem Ort mit einer temperaturwirksamen HF-Strahlungsleistung von

$$S_{\text{lokal}} = (1 - \text{Albedo}) \times \text{Solarkonstante } (=S_0) \times \cos \text{ Zenitwinkel (N-S)} \times \sin \text{ Azimut (E-W)}$$

Anmerkung: In meinem hemisphärischen S-B-Modell betrachte ich nur den mittäglichen maximalen Azimut @ 90° mit ($\sin(90^\circ) = 1$).

Allerdings wird nirgendwo auf der Erde dieses maximale S-B-Temperaturäquivalent erreicht. Wir müssen also schauen, woran das liegt. Dazu stehen uns noch Wärmeleitung, Konvektion und Verdunstung zur Verfügung, die Wärme vom Ort ihres Entstehens abtransportieren können. Die Wärmeleitung lassen wir hier aber mal außen vor, weil sie auf dem Mond im Abgleich von Tag und Nacht lediglich etwa 2 [Wm⁻²] ausmacht. Die Konvektion treibt dagegen auf der Erde die globalen Strömungen in Ozeanen und Atmosphäre an.

Auf offener See ist das Potential für atmosphärische Konvektion nicht sehr groß, weil die Konvektion von der Temperaturdifferenz (Oberfläche vs. Atmosphäre) angetrieben wird. Auf dem Meer herrschen vielmehr Advektion (horizontale Verfrachtung) und Verdunstung (latente Energie) vor. Auf den Landmassen und Inseln dagegen kommt es durch die solare Erwärmung des Erdbodens zu einer Erwärmung der darüber liegenden Luft, die, dadurch spezifisch leichter geworden, einen konvektiven atmosphärischen Kreislauf als „Luftkühlung“ für den Erdboden in Gang setzt; hier überwiegt also die Konvektion. Und dabei kommt es natürlich auch, je nach Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, zur Verdunstung von Wasser. Wenn der Erdboden allerdings mit Vegetation bewachsen ist, sieht es etwas anders aus. Pflanzen benötigen Licht, Wasser und CO₂ für die Photosynthese. Wenn also die Sonne auf eine pflanzenbewachsene Erdoberfläche scheint, dann beginnt dort sofort die Photosynthese. Die Blattspalte (Stromata) der Pflanzen öffnen sich und setzen durch Verdunstung den „Kreislauf“ der Pflanze in Gang; hier hat also die Verdunstung einen großen Anteil, wie sie bei einem Waldspaziergang an einem heißen Tag jederzeit feststellen können.

Halten wir fest: Energie geht nicht verloren (1. HS der Thermodynamik), sondern wird nur in eine andere Form überführt.

Aus der tagseitigen Sonneneinstrahlung wird also nicht nur die Oberflächentemperatur generiert, sondern auch die atmosphärische Konvektion, die ozeanische Advektion sowie die Verdunstung und die Photosynthese der Pflanzen. Kein Wunder also, dass lokal das rechnerische S-B-Temperaturäquivalent in den Tropen und Subtropen unserer Erde nirgendwo erreicht wird, denn diese Gegenden sind der Klimamotor unseres Planeten.

Und nun kommt die Ergänzung zur oben erwähnten S-B-Umgebungsgleichung für die Nachtseite der Erde: Weder die Tagseite der realen Erde noch ihre zwischenzeitlich abgekühlte Nachtseite muss von der Sonne

tagtäglich von 0 Kelvin auf ihre jeweilige Orts- respektive „Durchschnittstemperatur“ erwärmt werden.

Vielmehr sprechen wir hier von der realen Erde, wir leben also in einem „eingeschwungenen“ System, in dem die Energiespeicher unserer Erde (im Wesentlichen die Ozeane) bereits voll aufgeladen sind, und zwar von Anbeginn der Erde an. Die Ozeane sind in der Frühzeit der Erde entstanden, als die Erde sich langsam abkühlte und eine feste Oberfläche gebildet hatte. Die Meere waren also zuerst heiß und sind dann bis zu einem Gleichgewicht zwischen Abkühlung und zugeführter Sonnenenergie abgekühlt. Seither haben die Ozeane mit einem Zeitverzug von Jahrhunderten jede Klimaänderung „mitgemacht“ und die jeweiligen individuellen Ortstemperaturen oder meinetwegen auch eine sogenannte „globale Durchschnittstemperatur“ auf der Nachthemisphäre jederzeit nach unten abgesichert:

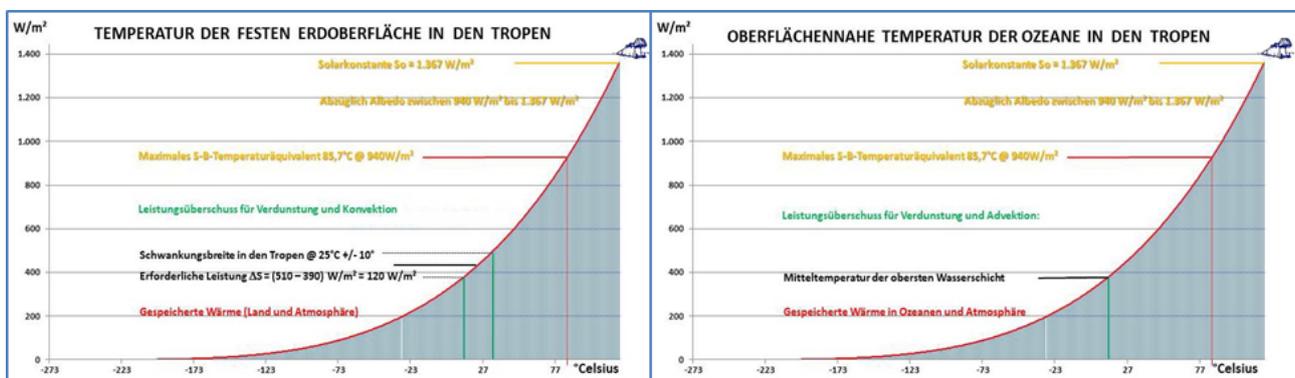


Abbildung 7: Die Beziehung zwischen Temperatur und spezifischer Strahlungsleistung im Stefan-Boltzmann-Gesetz am Beispiel der Tropen. Diese Grafik gilt mit geänderter maximaler solarer Einstrahlung und Ortstemperatur ebenfalls für andere geografische Breiten

Sowohl die Temperatur auf der Tagseite der Erde als auch die Temperatur auf deren Nachseite setzen auf der Temperatur der globalen Wärmespeicher auf, die deutlich größer ist als 0 Kelvin. Diese Temperatur wird im Wesentlichen von der Durchschnittstemperatur der Ozeane (ca. 20°C) bestimmt und muss nicht erst durch die solare Einstrahlung erzeugt werden, denn sie ist in diesem „eingeschwungenen“ System ja bereits vorhanden. Der Wärmehalt der Ozeane beträgt mehr als $4,59 \cdot 10^{26}$ Joule oder 50.000 Tage Sonneneinstrahlung, und der nächtliche Wärmeverlust wird auf der Tagseite ständig neu „aufgefüllt“, wie die solaren Residuen für Land und Meer in Abbildung 4 deutlich zeigen. Die nachfolgende Berechnung vom 9. Juli 2023 um 8:27 zum nächtlichen Temperaturverlust der Ozeane ist einem Herrn Thomas Heinemann zu danken, Zitat mit Hervorhebungen:

„Zur Abkühlungsrate $dT/dt = -10^{17} \text{ W/C}$ wenn sich die Energienentnahme aus dem Ozean zunächst aus den oberen 10 m anfängt (an der Oberfläche startet es), so ist

*C der oberen 10 m = $4,33e+7 \text{ J/K/m}^2 * 2,55e+14 \text{ m}^2 = 1,1e+22 \text{ J/K}$, macht*

Die Temperatur an der Erdoberfläche nimmt also mit

$$dT/dt = -1e+17 \text{ W}/1,1e+22 \text{ Ws/K} = -9,1e-6 \text{ K/s} = -0,4 \text{ K/Nacht ab.}$$

Die Wärmekapazität des Ozeans ist

$$C = 4200 \text{ J/kg/K} * 0 * 1030 \text{ kg/m}^3 * h = 2,2e+21 \text{ J/K/m} * h,$$

wobei 0 der Teil der Erdoberfläche ist.“

Ich hab' das jetzt zwar nicht nachgeprüft, aber man sagt, der Herr H. bezeichne sich als Ozeanograf. Jedenfalls ist ein nächtlicher Temperaturverlust von 0,4 Kelvin durch die hemisphärische tagesseitige solare Einstrahlung leicht zu kompensieren, wie die maximale spezifische Strahlungsleistung der Sonne in Abbildung 5 beweist:

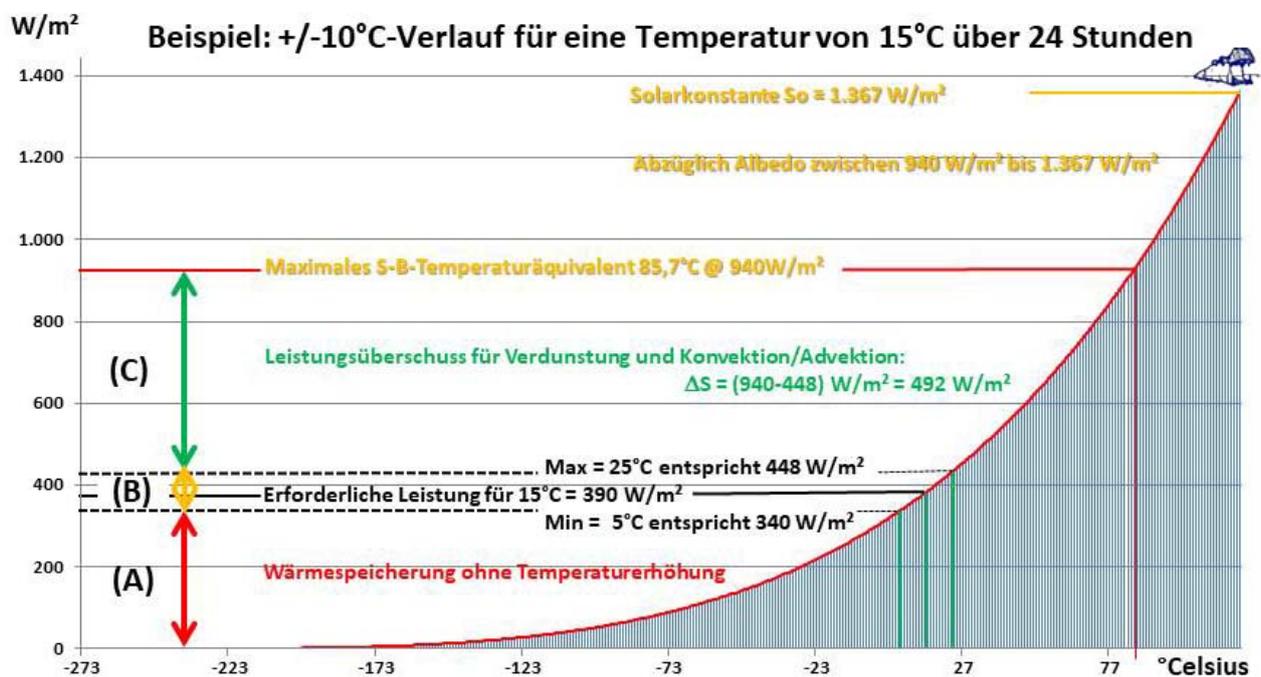


Abbildung 8: Die Beziehung zwischen Temperatur und spezifischer Strahlungsleistung im Stefan-Boltzmann-Gesetz am Beispiel des Leistungsbedarfs einer Oberflächentemperatur von $15^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$

Meine tagesseitige Berechnung von ca. 15°C hatte auf der Absoluten Temperatur von 0 Kelvin aufgesetzt und den Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen nicht weiter betrachtet. Bei Umgebungstemperatur ist da also noch viel Potential nach oben, denn die Genese der tagesseitigen Ortstemperatur zählt ja erst von der minimalen Umgebungstemperatur an. Der Bereich (A) der solaren Einstrahlung liegt unter dem S-B-Strahlungsäquivalent der Minimumtemperatur und trägt daher nicht zur Temperatur bei, sondern erhöht lediglich den Energieinhalt. Der Bereich (B) erhöht dann die Temperatur vom Minimum aufs Maximum, während gleichzeitig der Bereich (C) durch Verdunstung sowie Konvektion/Advektion aus der Einstrahlung „abgeschöpft“ wird. Es wird hieraus also unmittelbar deutlich, dass die Energie in den globalen

Zirkulationen von Atmosphäre und Ozeanen auf der Tagseite der Erde zusammen mit der Temperaturgenese „wiederaufgeladen“ wird. In meinem EIKE-Artikel, „Machen wir mal ein Gedankenexperiment: Es gibt gar keine Erde!“, vom 10. August 2017 hatte ich unter Punkt 6. ERKENNTNIS vermerkt, Zitat:

„Wenn die bodennahe örtliche Nachttemperatur nach der Umgebungsgleichung des S-B Gesetzes durch einen Wärmezufuss aus den atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationen gestützt wird, dann sind alle weiteren Spekulationen über einen „natürlichen“ atmosphärischen Treibhauseffekt hinfällig.

Sinkt also nachts die örtliche bodennahe Temperatur unter die Temperatur des ortsnahen Ozeans, dann erfolgt sofort ein Wärmefluss aus diesem Wärmespeicher. Anstelle einer weiteren Abkühlung der betrachteten Senke erfolgt dann also ein zusätzlicher Wärmefluss in diese Senke hinein. Im Umkehrschluss wird diese Senke also umso tiefer werden, je weiter entfernt vom Ozean sie sich befindet.“

Die solare HF-Einstrahlung muss also auf der jeweiligen Tagseite den örtlichen IR-Strahlungsverlust der Erdoberfläche ausgleichen und erzeugt die tatsächlich erreichte Ortstemperatur. Die überschüssige Leistungsspitze treibt dann die globalen Zirkulationen in Ozeanen oder Atmosphäre an. Und selbst dann, wenn man die Sonne einen Mond-Tag lang (knapp ein Monat) „dimmen“ oder gar „ausknipsen“ würde, fällt die „Globaltemperatur“ wegen der riesigen terrestrischen Wärmespeicher nicht auf die morgendliche Mond-Temperatur von ca. -200°C ab. Der Beweis dafür ist das „Jahr ohne Sommer“ im 19. Jahrhundert, das man in den Diagrammen der jährlichen Durchschnittstemperaturen kaum identifizieren kann.

Der temperaturbestimmende Teil der solaren Einstrahlung ist wiederum lediglich von der terrestrischen Albedo abhängig. Somit setzt die von mir mittels meines hemisphärischen S-B-Modells aus dem Maximum des örtlichen S-B-Strahlungsäquivalentes berechnete „globale Durchschnittstemperatur“ von ca. 15°C nicht etwa, wie ursprünglich angenommen, auf einer Temperatur von 0 Kelvin auf, sondern auf der morgendlichen Temperatur der Ozeane. Das auf diese Weise ermittelte maximale S-B-Temperaturäquivalent stellt damit lediglich die physikalisch maximal erreichbare Orts- bzw. Durchschnittstemperatur durch die Sonneneinstrahlung auf unserer Erde dar, und zwar bei der augenblicklichen Albedo unserer Erde. Und bei dieser aktuellen Albedo halten sich wiederum solare HF-Einstrahlung und terrestrische IR-Abstrahlung gerade die Waage. Der Mond ist also das nahezu perfekte Modell für eine Erde ohne Atmosphäre, freies Wasser und Vegetation – sowie Wärmespeicherung.

Um es noch einmal ganz deutlich und physikalisch unkorrekt (weil ohne Sinus und Cosinus) zu sagen: Aufbauend auf der Temperatur der voll „aufgeladenen“ globalen Wärmespeicher erhält die Erde auf der Tagseite durchschnittlich $470 \text{ [W/m}^2\text{]}$ solare HF-Einstrahlung und verliert über

ihre gesamte Oberfläche durchschnittlich 235 [W/m²] IR-Abstrahlung. Und damit hält sie dann dauerhaft ihre sogenannte „globale Durchschnittstemperatur“. So einfach isses nun mal, und der „natürliche atmosphärische Treibhauseffekt“ gehört folglich in die Welt der Paraphysik!

Auf dieser Basis lässt sich das qualitative S-B-Modell dann doch noch etwas weiter quantifizieren. In unserem eingeschwungenen System Erde sind die terrestrischen Wärmespeicher ja bereits voll aufgeladen, während die ominöse „globale NST“ ständig über Tag&Nacht, Land&Meer, Sommer&Winter sowie Nord-&Südhalbkugel gemittelt wird. Deren Gleichförmigkeit beweist schon einmal, dass nirgendwo und zu keiner Zeit auf unserer Erde eine Temperatur von 0 Kelvin auftritt. Und damit ist wiederum bewiesen, dass die Temperatur unserer bereits „vorgewärmten“ Erde auf ihrer Nachtseite nicht auf 0 Kelvin abfällt, und deshalb auf der Tagseite auch nicht von 0 Kelvin an erwärmt werden muss. In einer ersten groben Näherung können wir also postulieren, dass im hemisphärischen S-B-Modell lediglich die Hälfte der solaren Einstrahlung der tagseitigen terrestrischen Temperaturgenese dient, während die andere Hälfte in die terrestrischen Wärmespeicher fließt, aus denen dann wiederum die Nachttemperatur gestützt wird.

zur Reduzierung des anthropogenen Anteils an diesem Spurengas abzuleiten

Abschließend erlaube ich mir noch, aus dem Artikel „Über neue Erkenntnisse und alte Postergucker als ‚Hüter der Wissenschaft‘“ vom 23. September 2020 zu zitieren:

Konkurrierende Modelle können sich untereinander weder bestätigen noch widerlegen

Insgesamt bewahrheitet sich damit erneut, was ich bereits hier auf EIKE über konkurrierende Modelle ausgeführt hatte, Zitat: „...Eine Skandalisierung meines Modells anhand von bekanntem Lehrbuchwissen, in dem diese konkurrierenden Modelle dargestellt werden, ist also wissenschaftlich absolut unzulässig. Konkurrierende Modelle können sich untereinander weder bestätigen noch widerlegen; das geht nur über deren gemeinsame physikalische Grundlagen...“. Murphy, der Lieblingsphilosoph aller Ölsucher, hatte diese Problematik folgendermaßen auf den Punkt gebracht, Zitat, „In a two-boat operation, the idiots are always on the other ship“. Bei der subjektiven Bewertung „Totalverweigerer“ und „Realist“ kommt es nämlich lediglich auf den eigenen Standpunkt an. Da sich neue wissenschaftliche Ansätze, die dem klimawissenschaftlichen Mainstream widersprechen, heutzutage nur sehr schwer verbreiten lassen, beflügeln solche manipulativen Scheinkritiken immerhin den sogenannten „Streisand-Effekt“.

Kritiker meines hemisphärischen S-B-Modells behaupten richtigerweise, die Weber'sche Hypothese schein nicht einmal begutachtet worden zu sein

und sei damit gar nicht zitierfähig. Wer allerdings ernsthaft verbreiten sollte, dass sich in diesen klimahysterischen Zeiten fachlich Richtiges schon von alleine durchsetzen würde, weil begutachtende wissenschaftliche Fachjournale jederzeit gerne bereit und in der Lage seien, unwidersprochen gesellschaftspolitisch unerwünschte Erkenntnisse zu verbreiten, der scheint intellektuell in einer antiquierten Zeitschleife hängen geblieben zu sein und das prä-aufklärerische Wesen der politisierten Albiwissenschaft zu ignorieren. Und daher wiederhole ich gerne erneut die Widerlegungsanforderung für mein hemisphärisches Stefan-Boltzmann-Modell aus dem Artikel „Nachdem sich der Rauch verzogen hat: Stefan-Boltzmann auf den Punkt gebracht“ vom 16. Februar 2017:

Ich hatte ja bereits ausdrücklich darauf hingewiesen, dass meine originären Ausführungen (hier ab Seite 19) zur Fehlberechnung des atmosphärischen Treibhauseffektes aus dem Stefan-Boltzmann-Gesetz selbstverständlich jederzeit wissenschaftlich widerlegt werden können, Zitat:

„...Wenn also wissenschaftlich eindeutig nachgewiesen würde, dass die Gleichsetzung der Energiebilanz unserer Erde (Fläche einer Kugel) mit der strengen thermischen Gleichgewichtsforderung des Stefan-Boltzmann Gesetzes für die bestrahlte Fläche (Halbkugel) physikalisch korrekt ist, dann bin ich tatsächlich widerlegt...“

Abschließend weise ich meine Leser zwecks individueller Wahrheitsfindung noch auf ein Zitat hin: *„Ockhams Rasiermesser – auch Prinzip der Parsimonie, lex parsimoniae oder Sparsamkeitsprinzip – ist ein heuristisches Forschungsprinzip aus der Scholastik, das bei der Bildung von erklärenden Hypothesen und Theorien höchstmögliche Sparsamkeit gebietet. Das nach Wilhelm von Ockham (1288–1347) benannte Prinzip findet seine Anwendung in der Wissenschaftstheorie und der wissenschaftlichen Methodik. Vereinfacht ausgedrückt besagt es:*

1. Von mehreren möglichen hinreichenden Erklärungen für ein und denselben Sachverhalt ist die einfachste Theorie allen anderen vorzuziehen.

2. Eine Theorie ist einfach, wenn sie möglichst wenige Variablen und Hypothesen enthält und wenn diese in klaren logischen Beziehungen zueinander stehen, aus denen der zu erklärende Sachverhalt logisch folgt.

Mit der ockhamschen Regel verbunden ist die Forderung, für jeden Untersuchungsgegenstand nur eine einzige hinreichende Erklärung anzuerkennen. Nach der heutigen wissenschaftlichen Praxis muss diese Erklärung nicht monokausal sein. Sie kann aus mehreren zusammenhängenden Sätzen bestehen. Die metaphorische Bezeichnung als Rasiermesser ergibt sich daraus, dass alle anderen Erklärungen eines Phänomens wie mit einem Rasiermesser einfach und auf einmal entfernt werden können.“

Nachtrag: Das Inhaltsverzeichnis meines neuen Buches „**Verbrannte Erde**“

hatte ich als „Summary for Policymakers“ gestaltet:

Ein paar einleitende Worte zu meinem hemisphärischen Stefan-Boltzmann-Modell – Seite 7: Überblick über die wesentlichen physikalischen Zusammenhänge.

Die Ausgangssituation – Seite 8: Schon bei der klimapolitischen Ausgangssituation im heutigen Stupidozän beißt sich die argumentative Katz' in den klimareligiösen Schwanz. Klima ist eine statistische Definition und beschreibt den Durchschnitt von 30 Jahren Wetter. Als vorgebliche „Beweise“ für einen „menschengemachten Klimawandel“ müssen dann wiederum Extremwetterereignisse aus fremden Klimazonen herhalten.

Der Klimabegriff – Seite 10: Unsere Erde wird in geografische Klimazonen eingeteilt. Diese werden durch Gemeinsamkeiten wie beispielsweise Temperatur, Niederschlagsmenge und/oder Vegetation beschrieben und dienen der Abgrenzung verschiedenartiger Klimate auf unserer Erde. Wie aber sollte dann, bitte sehr, ein ominöses „Weltklima“, das wir unbedingt retten müssen, als Durchschnitt über alle Klimate überhaupt aussehen?

Der mediale Klimaalarm verschiebt die Informationsbasis – Seite 12: Wir werden überschüttet mit einseitigen Medieninformationen über eine angebliche Hitzekrise. Haben Sie dagegen in den letzten Jahren irgendetwas über Kältewellen erfahren? – Nein, und damit entsteht der falsche Eindruck, es würde auf unserer Erde immer wärmer werden.

Der „natürliche atmosphärische Treibhauseffekt“ – Seite 14: Die Sonneneinstrahlung wird mit dem Flächenfaktor „4“ über die Gesamtfläche der Erde verteilt und daraus mittels einer Stefan-Boltzmann-Inversion eine Temperatur von -18°C berechnet. Diese wird durch einen unbewiesenen „natürlichen atmosphärischen Treibhauseffekt“ von 33°C zwangsweise an die gemessene Durchschnittstemperatur von ca. 15°C angepasst.

Mein hemisphärisches Stefan-Boltzmann-Modell – Seite 16: Die Sonne scheint nur auf der Tagseite unserer Erde, und nur hier kann sie Wärme erzeugen. Schon eine überschlägige und physikalisch nicht ganz korrekte Berechnung liefert für die Tagseite unserer Erde eine Durchschnittstemperatur von etwa 28°C . Diese Temperatur liegt etwa 13°C über der gemessenen Durchschnittstemperatur und erfordert damit gar keinen falschen Treibhauseffekt.

Der Mond ist ein einfaches Modell unserer Erde – Seite 18: Auf dem Mond gibt es keine Atmosphäre und kein freies Wasser. Dafür folgt die Temperatur auf der Tagseite ziemlich exakt meinem hemisphärischen Stefan-Boltzmann-Modell.

Die Wärmespeicher unterscheiden Mond und Erde– Seite 20: Wenn Ihre Heizung über Nacht das Warmwasser nicht aufheizt, dann ist es morgens trotzdem noch nicht kalt.

Einstrahlung und Abstrahlung müssen sich in etwa entsprechen – Seite 22:

Wenn mehr Energie ein- als abgestrahlt wird, dann steigt die Temperatur kontinuierlich; und wenn mehr Energie ab- als eingestrahlt wird, dann sinkt sie. Bei Gleichstand ändern sich zwar die Temperaturen über den Jahresverlauf, aber nicht über die Jahre.

Die terrestrische Abstrahlung – Seite 24: Es wird auf der Tagseite der Erde eine durchschnittliche solare Strahlungsleistung von 470 W/m^2 eingestrahlt und in Energie verwandelt. Über ihre Gesamtfläche strahlt unsere Erde dann 235 W/m^2 wieder ab.

Der Pferdefuß in der Schwarzschild-Gleichung – Seite 26: Auch die theoretische Ableitung des Treibhauseffektes ist falsch, denn sie setzt ausgerechnet bei der falschen Verteilung der Sonneneinstrahlung über die gesamte Erde an.

Gilt der Schutz des GG für Wissenschaft und Forschung auch für Fehltritte? – Seite 28: Die Freiheit von Wissenschaft, Forschung und Lehre steht unter dem ausdrücklichen Schutz des Artikels 5 des Grundgesetzes (GG). Ausgerechnet das Bundesverfassungsgericht hatte sich bei seinem geschichtsträchtigen Klimaurteil auf eine unwissenschaftliche Randgruppe gestützt und gegen die Erkenntnisse des IPCC geurteilt.

Sind die ominösen 97% wirklich eine echte Mehrheit? – Seite 30: Durch einen Taschenspielertrick mit der 100%-Bezugsgröße konnten Cook et al. (2013) einer 32%-Aktivistenminderheit die absolute 97%-Mehrheit zuschanzen.

Grüße von Galileo Galilei: Macht es Sinn, wenn Gerichte in offenen wissenschaftlichen Fragestellungen Urteile fällen? – Seite 32: Was soll man davon halten, wenn sich höchste Gerichte ermächtigt fühlen, über Dogmen aus einem religiös-alchemistischen Dunstkreis entscheiden zu wollen? Und wenn es dabei auch noch um existenzielle Fragen für unser Land sowie die Zukunft unserer Kinder und Enkel geht, dann ist ein solches Verhalten nicht einmal mehr ansatzweise zu verstehen.

Die Klimawandler und ihre Netzwerke – Seite 34: Der Graichen-Skandal im Bundeswirtschaftsministerium hat uns einen kurzen Blick auf die Netzwerke eröffnet, die in unserem Land Klimapolitik machen. Der mediale Aufschrei hielt sich in engen Grenzen und tiefere Recherchen blieben aus, während unabhängigen Klima-Blogs und Vereinen schnell mal ein Sponsoring aus der Ölindustrie unterstellt wird.

Das nächste Schreckensthema wartet schon – Seite 35: Mit dem UN-Weltbiodiversitätsrat „The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services“, kurz IPBES, hat die UN schon vor einigen Jahren die nächste Hydra ausgebrütet. Bisher hat die IPBES-Schlagzeile von einer Million aussterbenden Arten trotz mehrfacher medialer Versuche noch nicht richtig gezündet, aber das kann ja noch kommen...

Darüber hinaus liefert die Suche nach „Uli Weber“ über die Suchfunktionen von EIKE und KalteSonne/KlimaNachrichten eine Auflistung meiner dort jeweils veröffentlichten Artikel.

Milchmädchenrechnung Energiewende – Ein Vortragsabend im Bundestag

geschrieben von Admin | 4. Januar 2024

Die AfD im Bundestag lud zu einem für jedermann offenen Vortragsabend mit anschließender Diskussion in den Europasaal des Reichstags ein. Der Saal war gut gefüllt, wobei die parteipolitische Zusammensetzung der vielen Zuhörer natürlich unbekannt blieb. Auffallend war allerdings die für solche Veranstaltungen eher ungewöhnliche Anzahl junger Leute, die sich dann dankenswerterweise auch an der späteren Diskussion lebhaft beteiligten. Von der AfD-Fraktion wurde ein technisch sehr guter Videomitschnitt erstellt, der lückenlos die gesamte Veranstaltung umfasst. Daraus erklärt sich die ungewöhnliche Länge des Videos von etwas über 2-1/2 Stunden. Begrüßung und die beiden Vorträge selber waren nämlich bereits nach 1:06 h beendet. Die Restzeit gehörte der Diskussion. Dieses Video hat nach 14 Tagen bereits 87.000 Aufrufe.

;

Hier das Video <https://www.youtube.com/watch?v=tYByFZMIugc>

Die beiden Vortragenden, Manfred Haferburg zur Energiewende und Prof. Horst-Joachim Lüdecke zur Klimafrage brauchen hier nicht vorgestellt zu werden. Das Internet hält ausreichend Information über beide Personen bereit – gute, aber leider auch oft gehässige und teilweise sogar grob falsche. Sachaussagen, die der aktuellen deutschen Politik widersprechen, werden heutzutage nicht der kontroversen demokratischen Diskussion überlassen, sondern entweder mit dem Verweis auf eine angebliche Mehrheit von Fachexperten gecancelt oder komplett ignoriert. Insbesondere Wikipedia fällt hier durch ideologischen Aktivismus auf, so dass den regelmäßigen Internet-Bitten von Wikipedia nach Spenden solange nicht nachgekommen werden sollte, solange Ideologen wie ein Wikipedia-Sichter mit dem Pseudonym Andol eigenmächtig Wikipedia-Artikel entstellen oder bis hin zu komplett umschreiben.

Die harte Wirklichkeit hat freilich dieses undemokratische Verfahren, in welchem die deutschen Medien eine traurige Hauptrolle spielen, längst desavouiert. Eine Mehrheit der Deutschen glaubt den offiziellen

Beteuerungen über einen angeblichen „Klimanotstand“ oder den „Erfolg der deutschen Energiewende“ längst nicht mehr. Die Widersprüche zwischen Realität und Propaganda sind dafür zu groß geworden und werden stetig größer. Unter diesem Gesichtspunkt ist der hier besprochene Vortragsabend zu betrachten, bei dem man sich gerne auch Gegenstimmen wie von den Professoren Mojib Latif (Klima) und Frau Kemfert (Energie) zur Bereicherung der Diskussion gewünscht hätte.

Zu einer Diskussion ist immer auch ein Fazit hilfreich. Hier ist es, in Form von Forderungen an eine neue Klima- und Energiepolitik, welche Sachverstand über Ideologie setzt:

Allgemein:

Es ist höchste Zeit zur Umkehr von sozialistischer Planwirtschaft hin zu sozialer Volkswirtschaft eines Ludwig Erhardt. Sozialistische oder gar kommunistische Planwirtschaft hat noch nie funktioniert, das beweist die lange Kette von Stalin, über Mao Zedong, DDR, Pol Pot, bis hin zu Kuba, Venezuela und Nord-Korea.

Thema Klima:

1. Alle staatlichen „Klimaschutz“-Maßnahmen sind umgehend zu beenden, wozu auch die exorbitanten Zahlungen an andere Länder zur Ermutigung von eigenem „Klimaschutz“ gehören.

Thema Energieversorgung:

1. Solar-, Wind- und Biogas-Strom nach den technischen Erfordernissen und strengem Mensch-, Tier- und Umweltschutz dem freien Markt überlassen, keine CO₂-Börsenvermarktung, kein EEG, keine CO₂-Steuer...
2. Erdgas, deutsches fracking und auch Wasserstoff unter ausschließlichen Markt- und Umweltschutzbedingungen zulassen. Kernkraftwerke wieder aktivieren, an neuen forschen (DFR) und neue bauen.
3. Nord-Stream wieder instandsetzen.
4. Weiterhin Strom aus Kohle, insbesondere aus heimischer Braunkohle.
5. Kein Schiefergas aus dem Ausland kaufen.
6. Antriebe für Autos und LKWs dem freien Markt überlassen, alle Subventionen streichen. Wieder vernünftige Grenzwerte für Schadstoffausstoß setzen.
7. Alle Heizungs- und Dämmvorschriften im Gebäudesektor streichen.