

Titelbild: U. Weber

## Noch einmal zum hemisphärischen Ansatz des Stefan-Boltzmann-Gesetzes

Uli Weber

**Vorwort:** Manchmal ist es offenbar sehr viel schwieriger als gedacht, dem geneigten Leser Dinge verständlich zu erklären, die man sich über einen längeren Zeitraum erarbeitet hatte. Der hemisphärische Stefan-Boltzmann Ansatz war bisher schon zehnmal das Thema von Artikeln hier auf EIKE und wurde dabei fortlaufend weiterentwickelt. In einer ungeplanten Beweisabfolge können die „Übergabepunkte“ vom vorherigen Artikel niemals vorab definiert und geplant werden. Eine solche Abfolge ist zwar spannend und im besten Falle auch „aufwärtskompatibel“, kann aber nicht alle vorhergehenden Gedankengänge vollumfänglich mitnehmen oder gar integrieren. Und dadurch kann man dann leicht den interessierten Leser „verlieren“...

Dies hier ist nun der Versuch, meine hemisphärische Stefan-Boltzmann Hypothese noch einmal kompakt und auf einer begrifflichen Ebene zusammenzufassen. Diese Zusammenfassung orientiert sich an den Kernaussagen des hemisphärischen S-B Ansatzes über die Temperaturgenese auf unserer Erde, und zwar angefangen mit meiner Kritik an der Ableitung

eines atmosphärischen Treibhaus-effektes aus der konventionellen Herleitung einer theoretischen globalen Durchschnittstemperatur mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz.

**Und alle diejenigen, die immer noch der Meinung sind, man könne das Stefan-Boltzmann-Gesetz gar nicht auf die Erde anwenden, werden hiermit höflich aufgefordert, die vorgeblich „natürliche“ Temperatur der Erde von -18 °C ohne dieses S-B Gesetz zu erklären.**



## 1. Die Falsifizierung des konventionellen S-B Ansatzes zur Bestimmung der globalen Durchschnittstemperatur

Das Stefan-Boltzmann-Gesetz vermittelt die grundlegende Beziehung zwischen der Abstrahlungsleistung eines Schwarzen Körpers und seiner Temperatur. Das S-B Gesetz lautet:

$$P / A = \sigma * T^4$$

mit der Stefan-Boltzmann-Konstanten  $\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ [W m}^{-2} \text{ K}^{-4}]$   
 und  $P = \text{Strahlung in [W]}$ ,  $A = \text{Fläche [m}^2]$ ,  $T = \text{Temperatur in [°K]}$

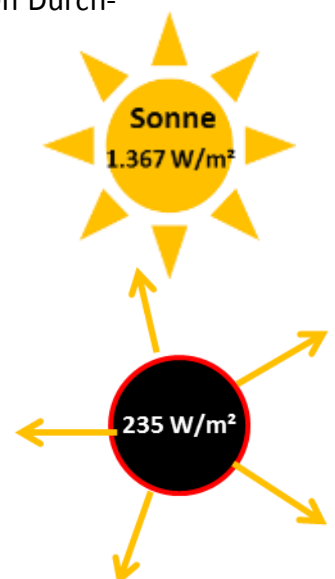
Der [konventionelle S-B Ansatz](#) für die Ermittlung einer theoretischen globalen Durchschnittstemperatur lautet: **Solare Einstrahlung = Globale Abstrahlung**

Für die effektive Sonneneinstrahlung auf der Erde gilt:  $S_0 * (1-a) = \sigma * T^4$   
 mit  $S_0 = P/A$ ,  $a = \text{Albedo der Erde}$  und  $S_0 * (1-a) = 940 \text{ W/m}^2$

Und für das Mittel der globalen Energiebilanz gilt:  $T^4 = (S_0 * (1-a)) / (4 * \sigma)$

Mit  $S_0 * (1-a) / 4 = 235 \text{ W/m}^2$  ergibt sich die konventionelle S-B Inversion zu:

$$T = \sqrt[4]{(235 \text{ [W/m}^2] / \sigma)} \cong -19 \text{ °C}$$



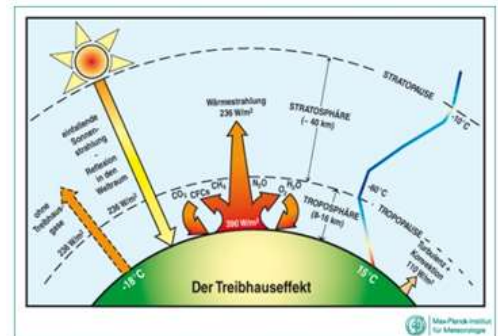
Die gemessene globale Durchschnittstemperatur beträgt aber **+14,8 °C**



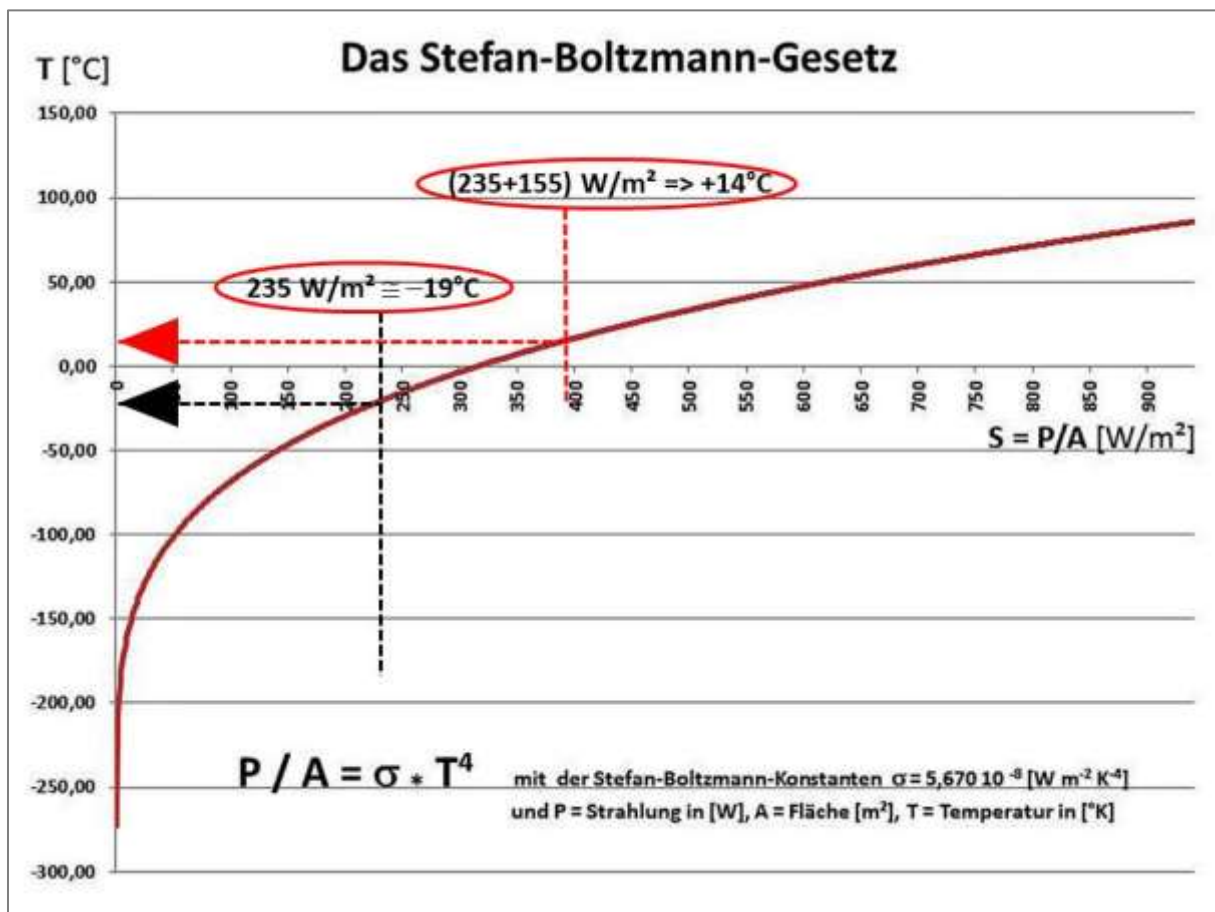
Die Differenz zwischen berechneter und gemessener Globaltemperatur wird als natürlicher atmosphärischer Treibhauseffekt bezeichnet.

(Abbildung: [Max-Planck-Institut für Meteorologie](#))

⇒ **Treibhauseffekt = 155 W/m<sup>2</sup> ≅ +33 °C**



Und wenn wir uns die hier dargestellten Eckwerte dieses konventionellen Stefan-Boltzmann Ansatzes einmal auf einer Grafik mit dem Funktionsverlauf des zugrunde liegenden S-B Gesetzes anschauen, sieht das zunächst auch ganz plausibel aus:



**Aber trotzdem sollten wir nicht auf eine Proberechnung verzichten.** Die Probe für die konventionelle Ableitung der globalen Durchschnittstemperatur mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz lautet:

Durchschnittliche Sonneneinstrahlung auf der Tagseite: 470 W/m<sup>2</sup>

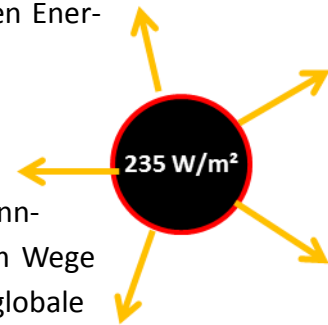
Durchschnittliche Sonneneinstrahlung auf der Nachtseite: 0 W/m<sup>2</sup>



Aus dem **Mittelwert für die durchschnittliche globale Sonneneinstrahlung von  $235 \text{ W/m}^2$**  sollte sich dasselbe Temperaturäquivalent herleiten lassen, wie aus der globalen Energiebilanz.

Mittelwert für die **globale Abstrahlung aus der Energiebilanz:  $235 \text{ W/m}^2$**

Das Endergebnis dieser Betrachtung muss eindeutig durch das Stefan-Boltzmann-Gesetz definiert sein. Es sollte nämlich eigentlich völlig egal sein, auf welchem Wege wir über die Funktion des S-B Gesetzes zu einem Ergebnis für die theoretische globale Durchschnittstemperatur gelangen.



**Ansatz:** Die Sonne beleuchtet die Tagseite der Erde mit durchschnittlich  $470 \text{ W/m}^2$ , die Nachtseite erhält keine Sonneneinstrahlung ( $= 0 \text{ W/m}^2$ ). Das daraus abgeleitete S-B Temperaturmittel für den globalen Einstrahlungsdurchschnitt von  $235 \text{ W/m}^2$  vergleichen wir mit der S-B Temperatur für den globalen Abstrahlungsdurchschnitt aus der Energiebilanz von  $235 \text{ W/m}^2$ :

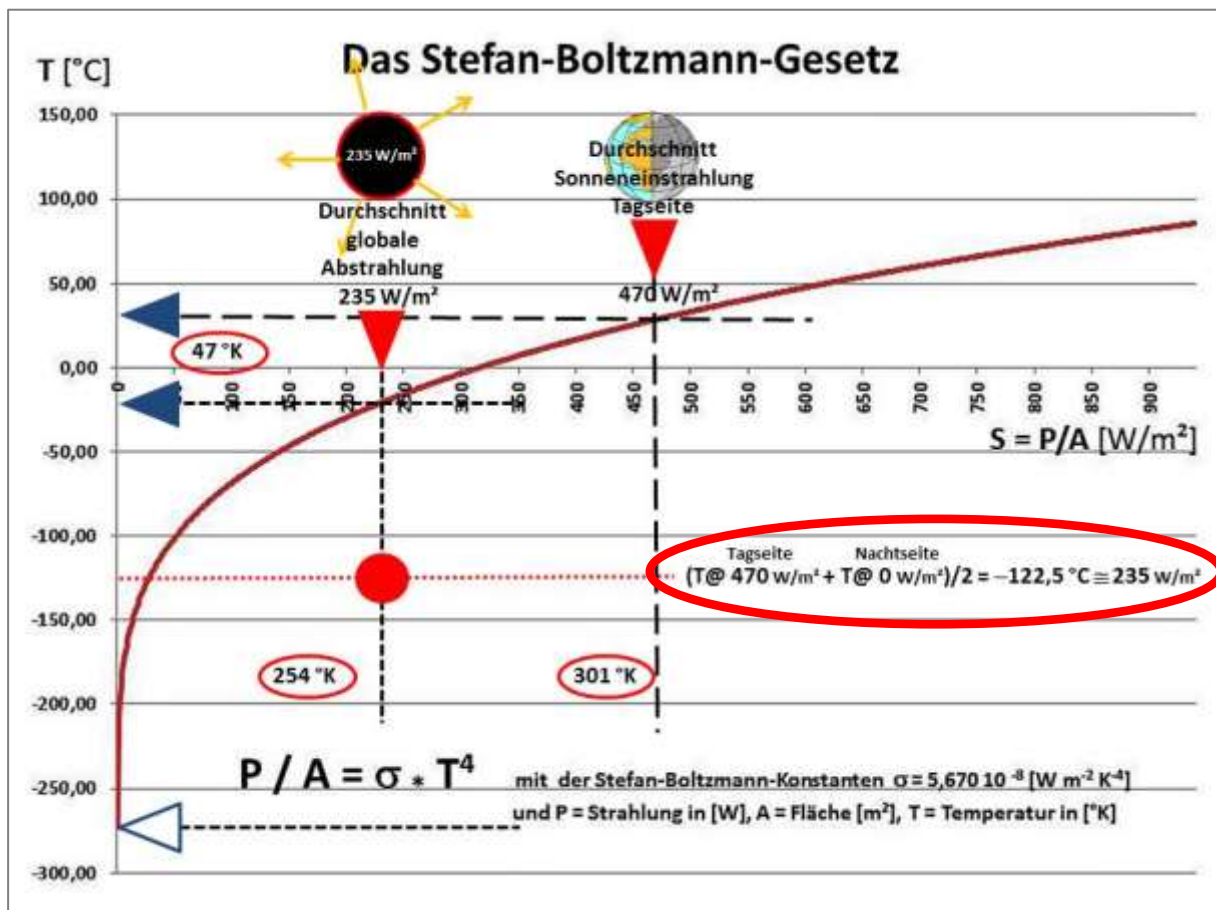
Sonneneinstrahlung auf der Tagseite:  $470 \text{ W/m}^2 \cong +28^\circ\text{C}$ .

Sonneneinstrahlung auf der Nachtseite:  $0 \text{ W/m}^2 \cong -273^\circ\text{C}$

**Mittelwert:**  $235 \text{ W/m}^2 \cong -122,5^\circ\text{C}$

**Für den Wert von  $235 \text{ W/m}^2$  aus der Energiebilanz erhalten wir aber  $-19^\circ\text{C}$**

Die nachfolgende Grafik verdeutlicht dieses Ergebnis:



**Ergebnis:** Die Berechnung einer theoretischen globalen Durchschnittstemperatur mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz ist nicht eindeutig und daher führt auch die Ableitung eines atmosphärischen Treibhauseffektes als deren Differenz zu der gemessenen globalen Durchschnittstemperatur zu einem Widerspruch:

**Globale Einstrahlungstemperatur:** -122,5 °C

**Globale Abstrahlungstemperatur:** -19 °C

**W!**

Ein „natürlicher“ atmosphärischer Treibhauseffekt, der unser Klima maßgeblich beeinflussen soll, muss sich aber physikalisch eindeutig herleiten lassen. Es kann also nicht sein, dass man sich aus zwei unterschiedlichen Lösungswegen den passenden aussucht und den nicht passenden einfach ignoriert. Vielmehr ergibt sich aus der hier nachgewiesenen Mehrdeutigkeit, dass das Konstrukt eines atmosphärischen Treibhauseffektes grundlegend falsch ist.

## 2. Die hemisphärische Aufheizung auf der Tagseite der Erde

Das Stefan-Boltzmann-Gesetz gilt nicht für Durchschnittswerte, sondern verbindet lediglich konkrete Wertepaare von Temperatur und Strahlung im gemeinsamen thermischen Gleichgewicht. Zitat mit Hervorhebungen aus einem Vortragskript von [GERLICH \(1995\)](#), wo es heißt:

*„Die Abstrahlung eines Körpers richtet sich aber nach der tatsächlichen Temperatur und nicht nach irgendwelchen Temperaturmittelwerten! Temperaturmittelwerte müssen immer aus gegebenen Temperaturverteilungen bestimmt werden und für diese Mittelwerte gibt es keine lös-baren theoretischen Modelle. Damit ist wohl deutlich gezeigt, daß alle Berechnungen mit einem "mittleren Strahlungsbudget" oder einer "Strahlungsbilanz" nichts mit mittleren Erdtemperaturen zu tun haben...“*

Oder barrierefrei ausgedrückt: Nach der vom Stefan-Boltzmann-Gesetz eindeutig vorgegebenen Gesetzmäßigkeit zwischen der ganz konkreten Temperatur eines Schwarzen Strahlers und seiner dadurch eindeutig definierten Strahlungsleistung in einem thermischen Gleichgewicht existiert für eine wie immer ermittelte durchschnittliche Energiemenge kein entsprechender S-B Durchschnittswert für die Temperatur.

Das Stefan-Boltzmann-Gesetz lautet:  $P / A = \sigma * T^4$

Für die effektive Einstrahlung auf der Erde gilt:  $S_0 * (1-a) = \sigma * T^4$

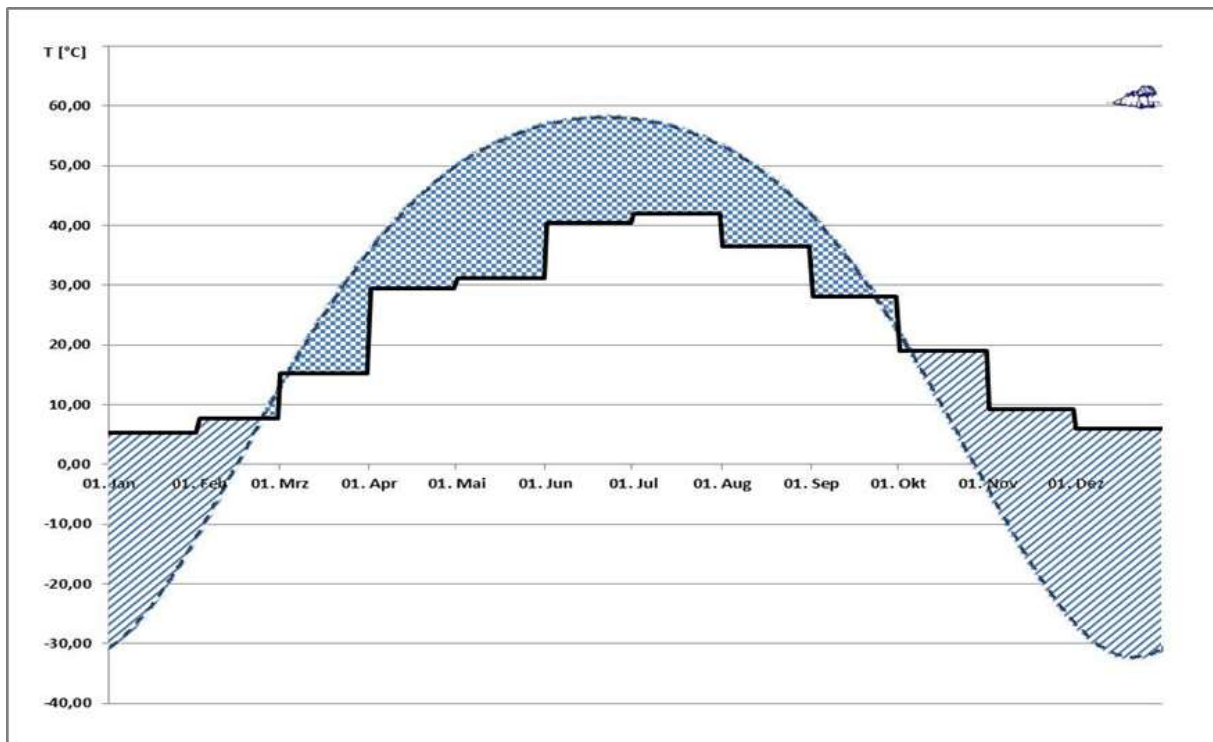
mit  $S_0 = P/A$  und  $a$ =Albedo der Erde erhalten wir dann eine temperaturwirksame Sonneneinstrahlung von  $S_0 * (1-a) = 940 \text{ W/m}^2$  auf einer Kreisprojektion der Erde. Daraus können wir dann eine breitenabhängige hemisphärische Einstrahlung für die Tagseite der Erde ableiten:

$$S_{\phi,z} = 940 [\text{W/m}^2] * \cos \phi$$



mit  $S_{\varphi,Z}$  = breitenabhängiger hemisphärischer Netto-Strahlungsantrieb im solaren Zenit  
 und  $\phi$  = auf den jahreszeitlichen Sonnenstand korrigierte Breite der Ortslage

Ausführlichere Informationen zum hemisphärischen S-B Ansatz sind [hier](#), [hier](#) und [hier](#) zu finden. In der nachfolgenden Abbildung ist ein beispielhafter Vergleich zwischen der jahreszeitlichen hemisphärischen S-B Gleichgewichtstemperatur im solaren Zenit und dem maximal gemessenen Monatsmittelwert der Bodentemperatur für Potsdam dargestellt.



**Abbildung: Temperaturvergleich in [°C] für Potsdam über ein Jahr**

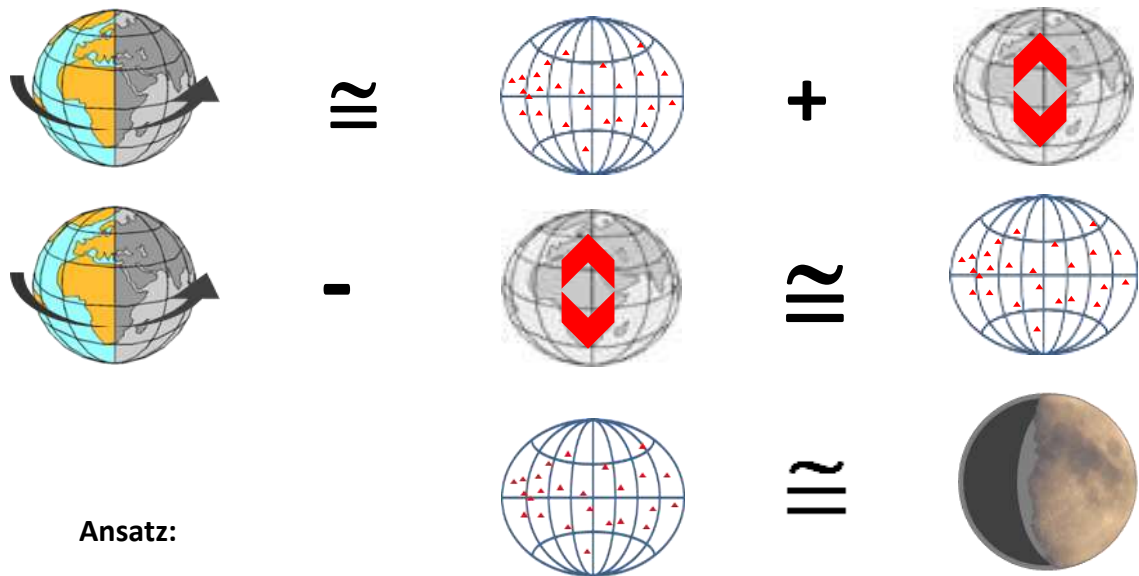
**Gestrichelte Kurve:** Jahreszeitliche hemisphärische S-B Maximaltemperatur im solaren Zenit für Potsdam

**Treppenkurve:** Höchster Monatsmittelwert der Bodentemperatur (°C) in 2cm Tiefe (1895-2016)

Daten von: <https://www.pik-potsdam.de/services/klima-wetter-potsdam/klimazeitreihen/bodentemperatur>

Die hemisphärisch berechnete Gleichgewichtstemperatur ist im Sommerhalbjahr höher und im Winterhalbjahr niedriger als die gemessene Maximaltemperatur für Potsdam. Das passt also noch nicht so richtig, schauen wir also mal genauer hin:

Wenn wir die rotierende Erde einmal in die hemisphärisch ermittelten Ortstemperaturen und den Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen (Atmosphäre und Ozeane) aufteilen, dann liegt es nahe, die hemisphärischen Ortstemperaturen auf der Erde mit dem Mond zu vergleichen. Denn der Mond befindet sich an der nahezu gleichen astronomischen Position wie die Erde und besitzt weder Atmosphäre noch Ozeane:



In einem älteren Artikel auf EIKE (<https://www.eike-klima-energie.eu/2012/01/12/frau-luna-ist-eine-kuehle-dame>) wurden die am Landeplatz von Apollo 15 gemessenen Mondtemperaturen in einer Grafik über drei Mond-Tage (= 3 x 29,5 Erdtage) dargestellt. Nach dieser Abbildung schwanken die Temperaturen über den Mond-Tag (=29,5 Erdtage) an der Landestelle von Apollo 15 zwischen etwa +100 °C und – 200 °C. Wenn man jetzt für die Landeposition von Apollo 15 einmal die hemisphärische Stefan-Boltzmann Gleichgewichtstemperatur berechnet, dann erhält man einen ziemlich ähnlichen Temperaturverlauf wie die oben dargestellten Messwerte. Und wenn man diese beiden Abbildungen dann übereinander projiziert, ergibt sich eine ganz erstaunliche Übereinstimmung:

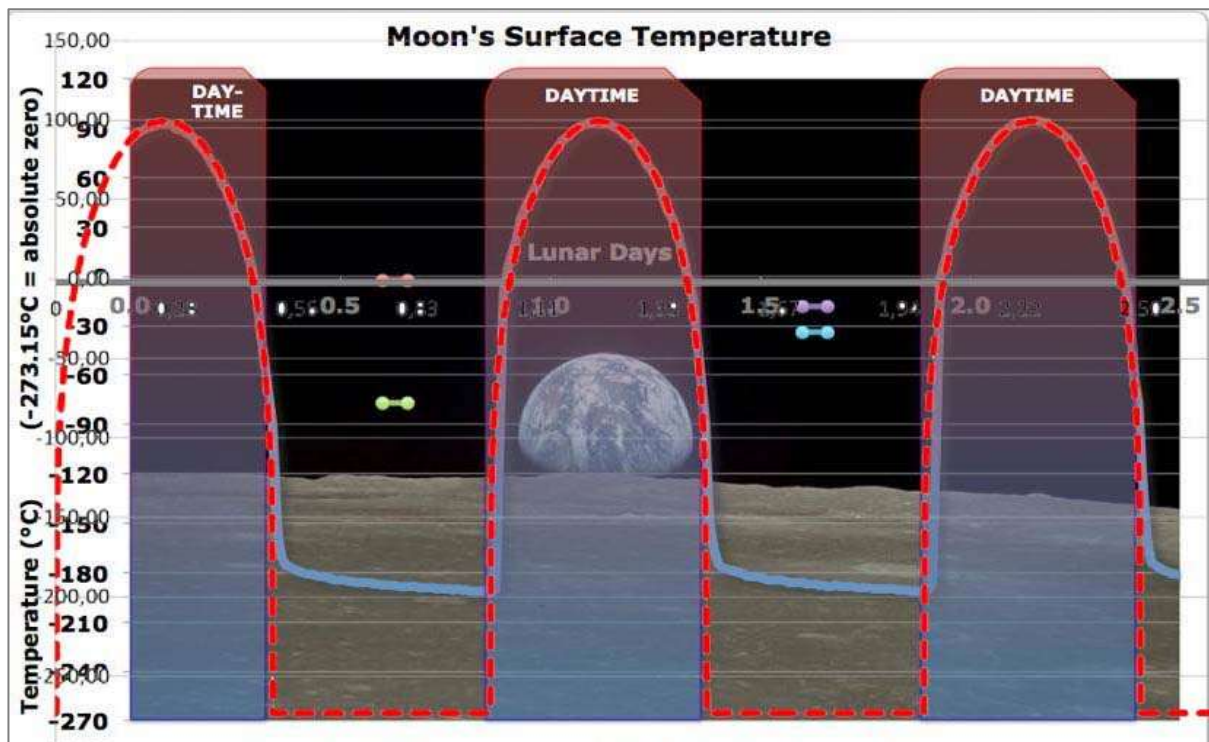
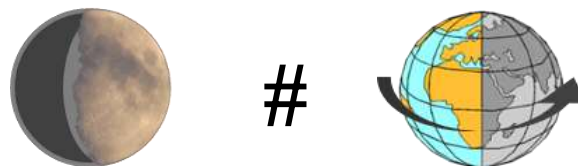


Abbildung: Gemessene (schwarz) und nach Stefan-Boltzmann hemisphärisch berechnete (rot gestrichelt) Oberflächentemperatur auf dem Mond am Landeplatz von Apollo 15

Quelle der Originalabbildung: [EIKE, Primärquelle Eschenbach auf WUWT](#), eine ausführliche Beschreibung finden Sie [hier](#).

Die gemessene und die mit S-B berechnete Temperatur am Landepunkt von Apollo 15 stimmen bei Tage hervorragend überein, während die minimalen (Nacht-) Temperaturen um etwa 70 Grad differieren. Diese Differenz ist aber eher ein Problem zwischen Theorie und Praxis, denn in der S-B Berechnung wird für die Nachtseite des Mondes streng mit 0 [W/m<sup>2</sup>] gerechnet. Eine Temperatur von -196 °C entspricht nach Stefan-Boltzmann aber lediglich einer Strahlung von 2 {W/m<sup>2</sup>}, die offenbar durch Wärmespeicherung des Mondgesteins und Hintergrundstrahlung aus dem Weltall aufgebracht wird.

Der Temperaturverlauf auf dem Mond weist nach, dass der hemisphärische S-B Ansatz für die direkte solare Temperaturgenese generell zutrifft, aber in der vorgestellten Form noch nicht die Realität auf der Erde abbilden kann.



Es fehlt in der Betrachtung also noch der Unterschied zwischen Erde und Mond, nämlich der Wärmeinhalt von Atmosphäre und Ozeanen.

### 3. Wie geht der Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen in die Ortstemperatur ein?

Wir hatten im vorigen Kapitel gesehen, dass der Temperaturverlauf auf dem Mond dem hemisphärischen Stefan-Boltzmann Ansatz gehorcht, sich die Temperaturverläufe von Mond und Erde aber ganz erheblich unterscheiden. Als wesentlichen Unterschied zwischen Mond und Erde hatten wir den thermischen Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen identifiziert:



Die gemessene Durchschnittstemperatur der Erde (Near Surface Temperature = NST) wird aus einem diskreten Netz von meteorologischen Meßstationen und variablen Datenpunkten (Bojen, Schiffe) abgeleitet. Ein solches Gitter aus tatsächlichen Meßpunkten und beliebig dicht berechneten Knotenpunkten nennt man ein computergestütztes Grid. Tatsächlich fehlt aber der Nachweis, dass dieses globale Meßnetz, aus dem eine globale Durchschnittstemperatur ermittelt wird, auch wirklich die reale Erde abbilden kann.

Bei dem nachfolgenden Ansatz für die Temperaturgenese auf unserer Erde werden alle atmosphärischen und ozeanischen Energieinhalte unter dem Begriff „globale Zirkulationen“

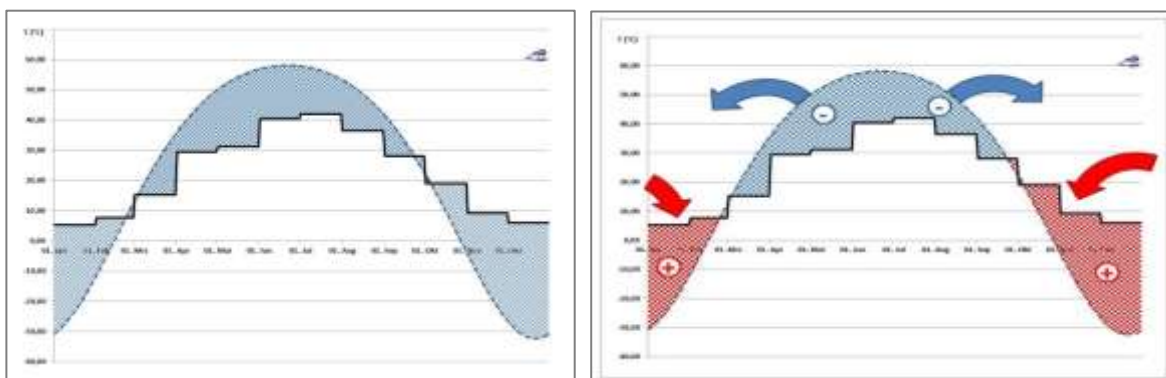


subsumiert und generalisiert, die zugrunde liegenden Interaktionen sollen hierbei keine Rolle spielen. Diese globalen Zirkulationen sollen vielmehr die durchschnittliche klimawirksame Funktionalität von Atmosphäre und Ozeanen bei der Temperaturgenese unserer Erde abbilden. Dabei dürfte die Atmosphäre eher für tageszyklische und die Ozeane eher für jahreszyklische Einflüsse aufkommen.

Die reale Erde lässt sich damit als Durchmischung des Wärmeinhaltes der globalen Zirkulationen mit den hemisphärisch erzeugten Temperaturen abstrahieren:



Wenn wir noch einmal den Temperaturvergleich zwischen der maximalen hemisphärischen Gleichgewichtstemperatur und der maximal gemessenen Bodentemperatur für Potsdam aus dem Teil 2 betrachten, dann liegt es nahe, die Differenzen beider Kurvenverläufe diesen globalen Zirkulationen zuzuordnen:

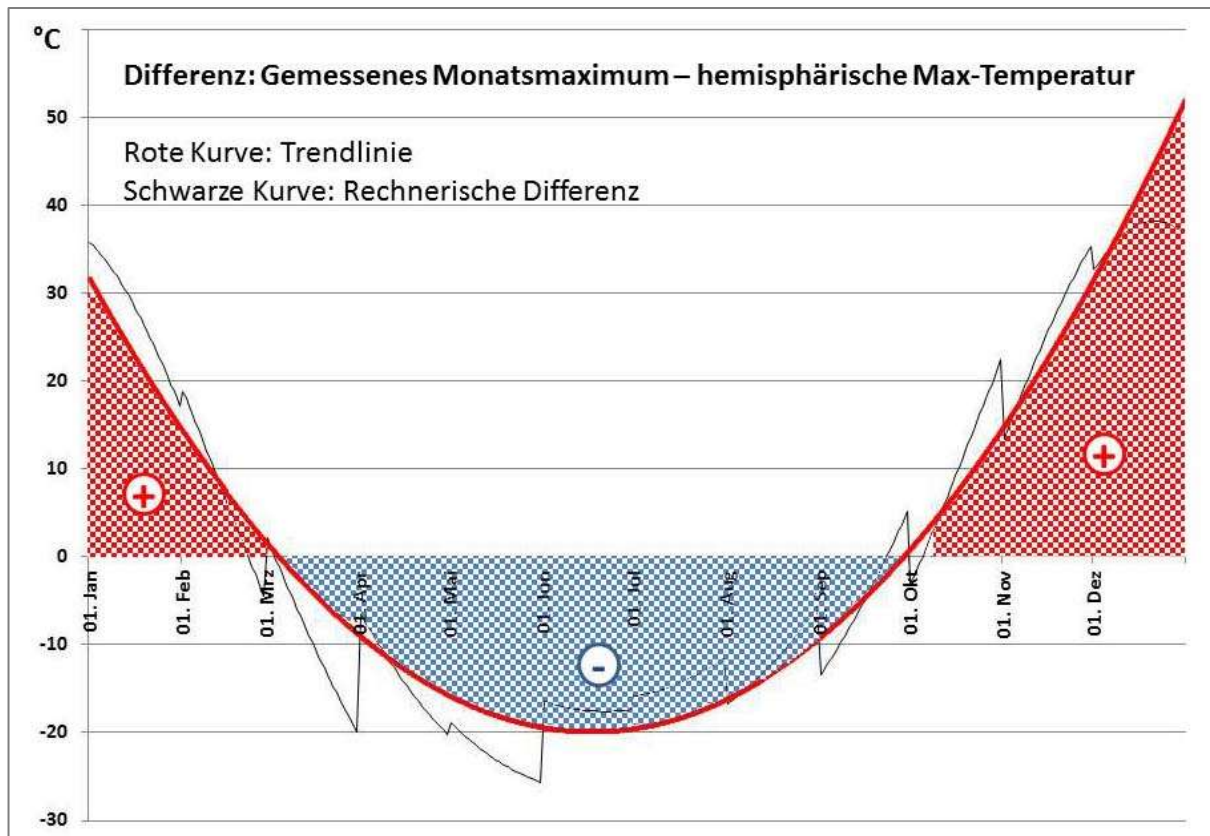


**Abbildungen: Temperaturvergleich der maximalen hemisphärischen Gleichgewichtstemperatur und der maximal gemessenen Bodentemperatur für Potsdam**

Die roten Pfeile bezeichnen einen Temperaturgewinn im Winterhalbjahr und die blauen Pfeile einen Temperaturverlust im Sommerhalbjahr. Diese Differenzen können aber nicht einfach so aus dem Nichts heraus entstehen oder verschwinden. Vielmehr bietet sich hier als einzige Lösung ein positiver Wärmestrom aus den globalen Zirkulationen im Winterhalbjahr beziehungsweise deren örtliche Aufheizung im Sommerhalbjahr an.

Dem globalen Temperaturmeßnetz fehlen aber die Informationen über die individuellen Interaktionen mit dem Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen als thermischer Pufferspeicher unserer Erde. Nachstehen sind diese Wärmeflüsse an der Station Potsdam noch einmal ex-

plizit als Differenz zur hemisphärisch berechneten maximalen S-B Gleichgewichtstemperatur dargestellt:



**Abbildung: Temperaturdifferenz zwischen der maximal gemessenen Bodentemperatur und der maximalen hemisphärischen Gleichgewichtstemperatur für Potsdam**

Blau: Abfluss in die globalen Zirkulationen, rot: Zufluss aus den globalen Zirkulationen

Die Abweichungen zwischen der maximalen hemisphärischen S-B Gleichgewichtstemperatur und der maximal gemessenen Bodentemperatur entsprechen also qualitativ genau den tatsächlichen jahreszeitlichen Abläufen und weisen explizit auf eine Beteiligung der globalen Zirkulationen bei der örtlichen Temperaturgenese hin.

Das in der nachfolgenden Abbildung dargestellte Jahresmittel des Energiehaushaltes der Atmosphäre und seiner Komponenten in Abhängigkeit von der geographischen Breite nach HÄCKEL (1990) weist diesen Zusammenhang schließlich eindeutig nach:

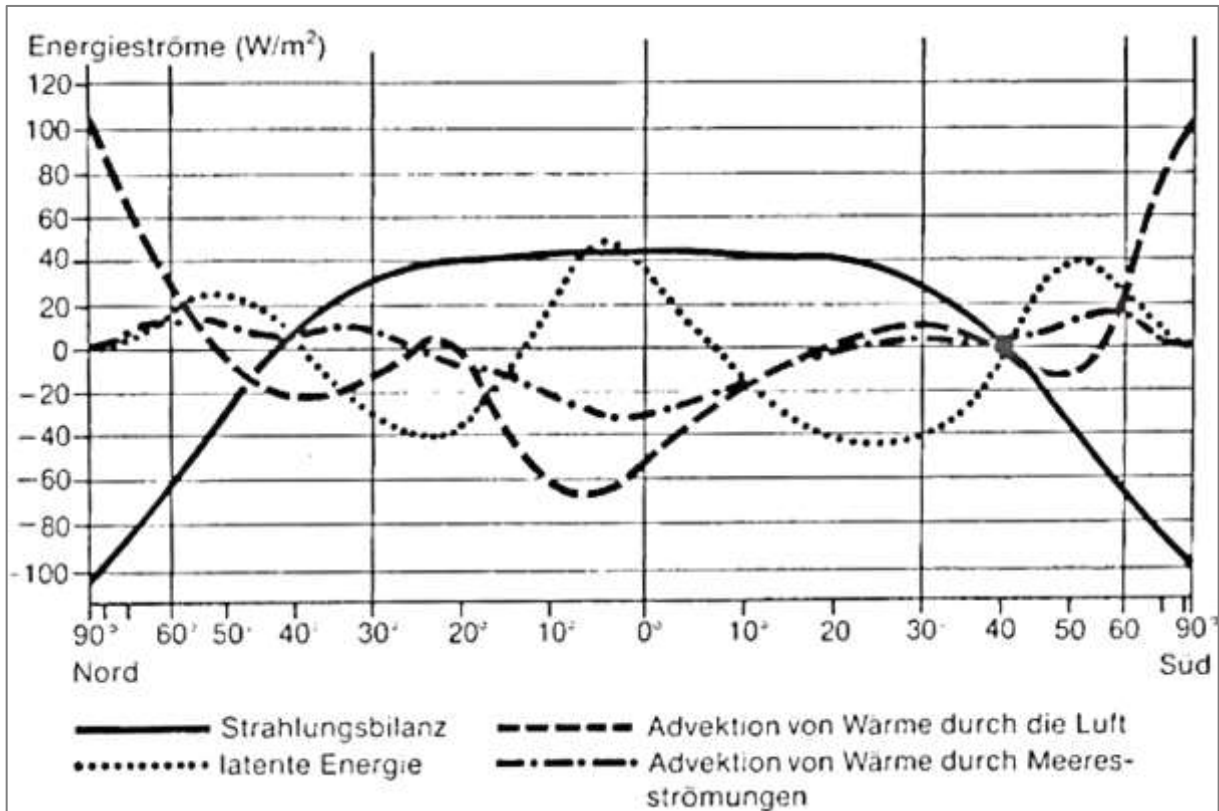


Abbildung: Jahresmittel des Energiehaushaltes der Atmosphäre und seiner Komponenten in Abhängigkeit von der geographischen Breite ([HÄCKEL 1990](#))

Für alle individuellen Ortslagen erfolgt also ein direkter Wärmeaustausch mit den globalen Zirkulationen, wie wir ihn beispielsweise in unseren Breiten recht ausgeprägt vom Golfstrom her kennen. Wir können hier also abschließend feststellen, dass sich der Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen unserer Erde in der gemessenen globalen Durchschnittstemperatur abbildet und mit seinem Einfluss auf die globale Temperaturgenese gesondert betrachtet werden muss:



Damit ergibt sich die hemisphärische Einstrahlung für die Tagseite der Erde zu:

$$S_{\varphi,z} = 940 [\text{W/m}^2] * \cos \varphi +/- \Delta S_{gz}$$

mit  $S_{\varphi,z}$  = breitenabhängiger hemisphärischer Netto-Strahlungsantrieb im solaren Zenit,

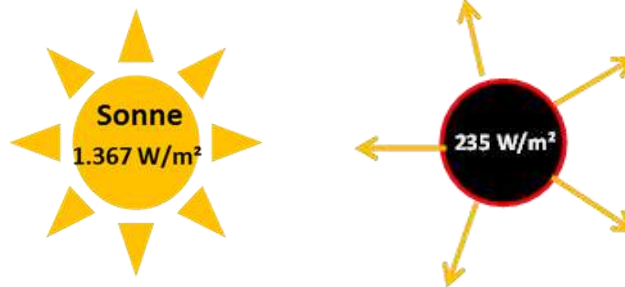
$\Delta S_{gz}$  = Wärmeflüsse in die/aus den globalen Zirkulationen

und  $\varphi$  = auf den jahreszeitlichen Sonnenstand korrigierte Breite der Ortslage

#### 4. Wie erfolgt die globale Abstrahlung?

Für den Fall einer konstanten gemessenen Durchschnittstemperatur unserer Erde müssen die eingestrahlte und abgestrahlte Energiemenge genau gleich sein. Zunächst können wir die Erhöhung der globalen Durchschnittstemperatur von etwa 0,8 Grad Celsius seit dem Jahr 1880 für den durchschnittlichen Jahresverlauf als quasistationäre Situation begreifen. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich die globale Abstrahlung aus der globalen Energiebilanz:

#### SOLARE EINSTRAHLUNG = GLOBALE ABSTRAHLUNG



Temperaturwirksame Einstrahlung

Globale Abstrahlung

über eine Kreisfläche von  $\pi R^2$

über die Kugeloberfläche von  $4\pi R^2$

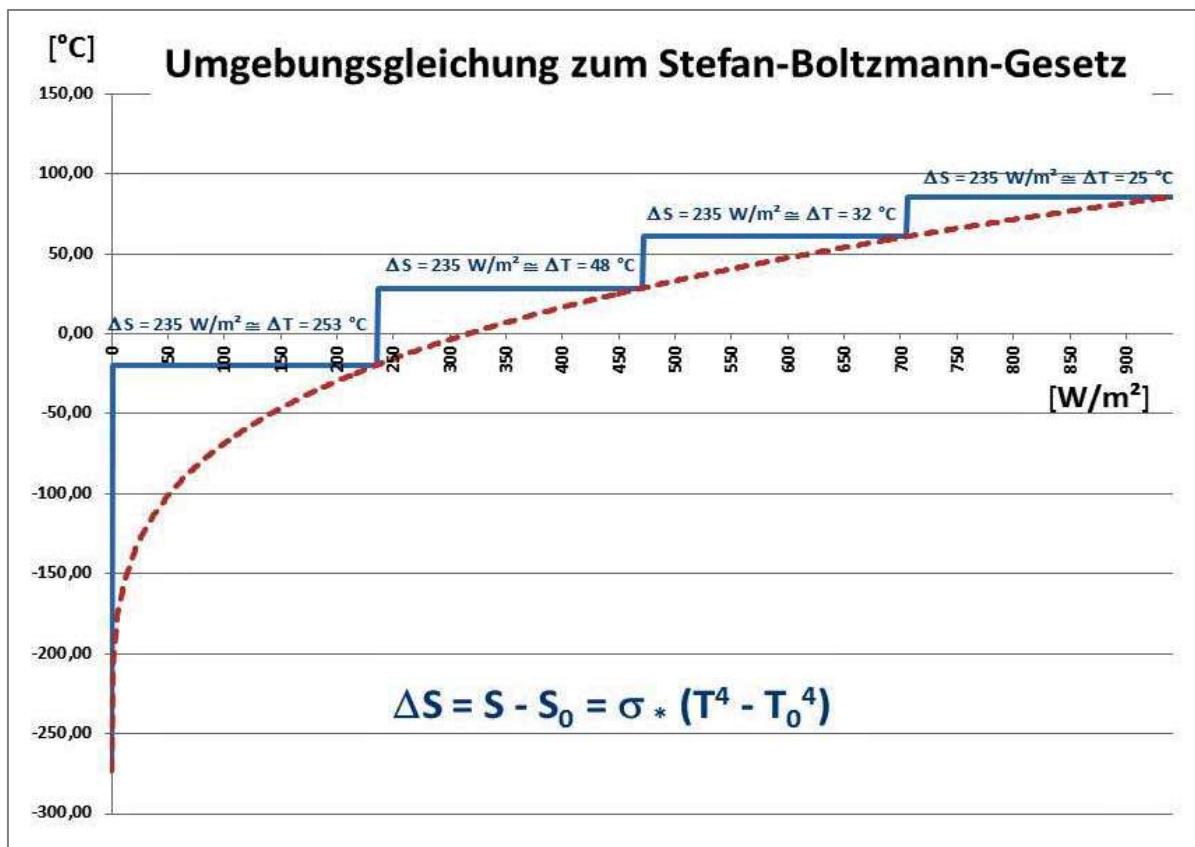
$$S_0 * (1-a) = 940 \text{ W/m}^2$$

$$940 \text{ W/m}^2 / 4 = 235 \text{ W/m}^2$$

mit  $S_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$  und  $a = \text{Albedo der Erde}$

Und damit beträgt die globale Energiebilanz  $235 \text{ W/m}^2$  (in=out).

Betrachten wir nun einmal die Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes:



**Abbildung: Der Temperaturbereich für eine Abstrahlung von  $235 \text{ W/m}^2$  ist also abhängig von der Ausgangstemperatur und ergibt nach dem S-B Gesetz keine eindeutige Lösung**

Auch hier können wir wieder erkennen, dass der konventionelle S-B Ansatz zur Ermittlung einer theoretischen Durchschnittstemperatur unserer Erde grundlegend falsch ist:

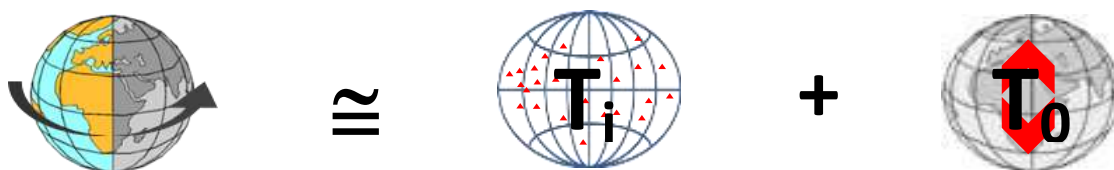
- Dessen implizite Aussage lautet nämlich: **Da die Erde im Gleichgewicht mit der hemisphärischen Sonneneinstrahlung durchschnittlich  $235 \text{ W/m}^2$  über ihre gesamte Oberfläche abstrahlt, muss ihre Temperatur  $-19$  Grad Celsius betragen.**
- Wie die Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes aber eindeutig nachweist, kann die „natürliche“ Temperatur unserer Erde nicht allein aus ihrer Abstrahlungsleistung berechnet werden. Richtig wäre lediglich die triviale Aussage: **Wenn die Erde eine Temperatur von  $-19$  Grad Celsius hätte, würde sie nach dem S-B Gesetz  $235 \text{ W/m}^2$  über ihre gesamte Oberfläche abstrahlen.**
- Tatsächlich hat unsere Erde aber eine gemessene Durchschnittstemperatur von  $+14,8$  Grad Celsius und strahlt im Gleichgewicht mit der solaren Einstrahlung durchschnittlich mit  $235 \text{ W/m}^2$ . **Und nach der Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes ist das kein Widerspruch!**

Die Umgebungsgleichung des S-B Gesetzes weist vielmehr nach, dass sich aus einer konkreten **Abstrahlungsleistung  $\Delta S$**  allein noch keine **Ortstemperatur  $T_i$**  definieren lässt. Dazu ist vielmehr zwingend die Kenntnis der jeweiligen **Umgebungstemperatur  $T_0$**  erforderlich.

13

Diese Umgebungstemperatur der Erde wird üblicherweise mit der Temperatur des Weltalls gleichgesetzt, die knapp über dem absoluten Nullpunkt liegt. Dabei wird aber vergessen, dass die gemessene Durchschnittstemperatur der Erde (Near Surface Temperature = NST) aus einem diskreten Netz von meteorologischen Meßstationen und variablen Datenpunkten abgeleitet wird. Mithin definiert sich die gemessene Durchschnittstemperatur unserer Erde als ein künstlicher „Layer“ von Meßpunkten und setzt implizit voraus, dass dieser „Temperaturlayer“ tatsächlich die reale Erde repräsentiert.

In Teil 2 hatten wir aber bereits gesehen, dass die reine Temperaturgenese auf der Tagseite der Erde dem hemisphärischen S-B Ansatz entsprechen müsste. Und als grundsätzlichen Unterschied zwischen Mond und Erde hatten wir in Teil 3 den Wärmehalt der globalen Zirkulationen identifiziert:



Diese Piktogrammgleichung macht sofort deutlich, wie sich die Umgebungstemperatur der Erde tatsächlich definiert. Denn der globale Meßnetz-Layer repräsentiert eben nicht die Erde, sondern die einzelnen Meßstationen dieses Layers befinden sich vielmehr alle ohne Ausnahme in einer Umgebung, deren Temperatur durch den Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen definiert wird.

### **Was ist die Umgebungstemperatur $T_0$ für das globale Temperaturmeßnetz?**

In der gemessenen Durchschnittstemperatur unserer Erde (NST) von **14,8 °C**, **entsprechend einer S-B Abstrahlungsleistung von 390 W/m<sup>2</sup>**, sind die minimale und maximale Tagestemperatur bereits enthalten und damit auch alle Temperaturschwankungen im Jahresverlauf.

### **Die NST muss also mit der Umgebungstemperatur $T_0$ unserer Erde zusammenhängen.**

Die rechnerischen S-B Äquivalente für eine Schwankungsbreite von 235 W/m<sup>2</sup> um diesen konkreten Durchschnittswert von 14,8 °C ergeben sich damit nach der S-B Umgebungsgleichung zwingend zu:

$$390 \text{ W/m}^2 - 104 \text{ W/m}^2 = 286 \text{ W/m}^2 \cong -6,7 \text{ °C und}$$

$$390 \text{ W/m}^2 + 131 \text{ W/m}^2 = 521 \text{ W/m}^2 \cong +36,4 \text{ °C.}$$

Und das arithmetische Mittel aus diesen beiden Temperaturwerten ergibt dann wiederum die NST. Eine durchschnittliche **tägliche Schwankungsbreite um etwa 43 °C** ist für die meisten Ortslagen auf unserer Erde aber völlig unrealistisch und wäre auf hocharide Einzelfälle in niederen Breiten beschränkt.

An der globalen Abstrahlung von 235 W/m<sup>2</sup> müssen daher zwingend die globalen Zirkulationen als direkte Umgebung des globalen Temperaturmeßnetzes beteiligt sein, wie das bereits in Teil 3 mit der Temperaturdifferenz zwischen der maximal gemessenen Bodentemperatur und der maximalen hemisphärischen Gleichgewichtstemperatur für Potsdam gezeigt worden war. Wobei natürlich anzumerken ist, dass die örtliche Abstrahlung von der Tageszeit, der Jahreszeit und insbesondere von der geographischen Lage abhängig sein dürfte, sodass wir für konkrete Ortslagen anstatt eines globalen Durchschnittswertes wohl eher durchschnittliche individuelle Abstrahlungswerte erwarten müssten; insbesondere sind hier ganz erhebliche Unterschiede zwischen äquatorialen und polaren Ortslagen zu erwarten.

So dürfte beispielsweise die Rückstrahlung von 40 W/m<sup>2</sup> im „atmosphärischen Fenster“ analog zur hemisphärischen Aufheizung der Erde überwiegend auf der Tagseite erfolgen und außerdem direkt von der relativen geographischen Breite zum Lotpunkt der Sonne abhängen:

$$\Delta S_{af} = 160 \text{ [W/m}^2\text{]} * \cos \phi_r \quad (\text{exklusiv für die Tagseite der Erde})$$

mit  $\phi_r$  = relative geographische Breite mit Bezug auf den zenitalen Sonnenstand

Die tatsächlichen örtlichen Abstrahlungswerte ließen sich exakt nur über die entsprechenden Zeitintegrale für die jeweiligen Ortslagen bestimmen. In Ermangelung von konkreten

individuellen Einzelwerten müssen wir uns bei der Abstrahlung der Erde daher auf eine Betrachtung von Durchschnittswerten beschränken:

**Die globale Abstrahlung erfolgt bei einer vom Wärmeinhalt der globalen Zirkulationen bestimmten Umgebungstemperatur  $T_0$  über die Umgebungsgleichung des S-B Gesetzes mit durchschnittlich  $235 \text{ W/m}^2$  - und nicht, wie bisher immer behauptet wurde, unter Berücksichtigung eines THE von  $155 \text{ W/m}^2$  mit rechnerisch  $390 \text{ W/m}^2$ .**

Die globale Abstrahlung ergibt sich aus der Summe von ortsgebundenen Temperaturverlusten nach der Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes, die durch individuelle Zuflüsse aus den globalen Zirkulationen gestützt werden.

**5. Und jetzt nehmen wir einmal an, es gäbe gar keine Erde:** Zu einem Zeitpunkt "0" verbringen wir dann ein Duplikat unserer Erde aus einem Dunkelkammer-Weltraumlabor an den aktuellen Standort unserer Erde. Dieses Duplikat soll eine voll funktionsfähige Erde in einem „tiefgefrorenen“ Zustand mit einer Eigentemperatur von etwa  $-240$  Grad Celsius darstellen. Diese Temperatur wird durch den natürlichen Wärmefluss aus dem Erdinneren bestimmt und liegt etwa  $33$  Grad über dem absoluten Nullpunkt:

- Nun setzen wir dieses Duplikat unserer Erde der Sonnenstrahlung aus und messen die Zeit „A“, bis die aktuelle Temperaturverteilung auf unserer Erde erreicht ist und alle atmosphärischen und ozeanischen Zirkulationen mit Wärmeenergie „aufgeladen“ sind. Dieser Zeitpunkt „A“ ist gekennzeichnet durch ein erstmaliges Gleichgewicht von eingestrahelter und abgestrahlter Energiemenge.
- Nachdem dieser Gleichgewichtszustand erreicht wurde, verbringen wir das Duplikat wieder ins Labor und messen den Zeitraum „B“, bis wieder die ursprüngliche Ausgangstemperatur von etwa  $-240$  Grad Celsius herrscht.

Wir werden herausfinden, dass beide Zeiten "A" und "B" größer als "Null" sind. "A" repräsentiert ein Maß für die Wärmekapazität unserer Erde, während "B" ein Maß für die Qualität ihrer thermischen Isolierung gegen das Weltall darstellt. Das Stefan-Boltzmann-Gesetz gilt aber nur in einem thermischen Gleichgewichtszustand zwischen Strahlung und Temperatur. Und ein solcher Gleichgewichtszustand ist nicht grundsätzlich gegeben, sondern erst dann, wenn die globalen Zirkulationen der Erde mit Energie „aufgeladen“ sind.

Die einzige temperaturbestimmende Einflussgröße im thermischen Gleichgewichtszustand auf unserer Erde ist damit die eingestrahelte Energie von der Sonne in  $[\text{W/m}^2]$  auf der Tagseite, und zwar zur Zeit  $t$  mit  $(A < t < B)$ . Wie groß der Energieinhalt des Systems Erde dabei wirklich ist und wie die tatsächliche Abstrahlung erfolgt, ist dafür zunächst unerheblich.

In Teil 4 hatten wir gesehen, dass die globale Energiebilanz für die ein- und abgestrahlte Energie auf unserer Erde durchschnittlich  $235 \text{ W/m}^2$  beträgt. Dabei müssen sich aktuell im

global gemittelten Jahresverlauf die Wärmebelastung der globalen Zirkulationen und der Wärmerückfluss aus diesen Zirkulationen genau ausgleichen:

$$\sum_{i=1-\text{Jahr}} \sum_{j=1-\text{Oberfläche}} A_j \cdot \sigma \cdot (T_{\text{hSBj}}^4 - T_j^4) \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1-\text{Jahr}} \sum_{j=1-\text{Oberfläche}} \Delta P_{\text{jgZ}} \cdot \Delta t_i$$

(WÄRMEBELADUNG DER GLOBALEN ZIRKULATIONEN = RÜCKFLUSS AUS DEN ZIRKULATIONEN)

mit  $T_{\text{hSBj}}$  - hemisphärische S-B Gleichgewichtstemperatur

$T_j$  - gemessene Ortstemperatur

$\Delta P_{\text{jgZ}}$  - Wärmerückfluss aus den globalen Zirkulationen mit  $P = S \cdot \Delta A$

Die hemisphärische Temperaturgenese auf der Tagseite der Erde belädt die globalen Zirkulationen der Erde mit Energie. Diese in den globalen Zirkulationen gespeicherte Energie trägt zur Energieabstrahlung unserer Erde bei, indem sie ein Absinken der individuellen Ortstemperatur unter die durch diese globale Zirkulationen definierte Umgebungstemperatur verhindert. Beide Energiemengen, die zyklische Beladung der globalen Zirkulationen und deren Beitrag zur globalen Abstrahlung, müssen sich im langjährigen Mittel also gerade zu null ergänzen. Denn wenn die Beladung der globalen Zirkulationen größer wäre als der Rückfluss daraus, dann müsste die globale Durchschnittstemperatur ständig ansteigen, und im gegenteiligen Fall würde sie ständig absinken.

Im Umkehrschluss muss also bei unserem Gedankenexperiment „Es gibt gar keine Erde“ die globale Durchschnittstemperatur im Zeitraum „0 bis A“ von  $-240^\circ\text{C}$  auf  $+14,8^\circ\text{C}$  angestiegen sein. Das kann aber nur geschehen, wenn die Energiebilanz nicht ausgeglichen ist, also von der Erde weniger Energie abgestrahlt wird, als sie von der Sonne erhält. Mit der Aufsummierung dieser Differenz über den Zeitraum „0 bis A“ wächst also der Wärmehalt der globalen Zirkulationen kontinuierlich an, und zwar bis zu einer globalen Durchschnittstemperatur von etwa  $14,8^\circ\text{C}$ , wie wir sie heute als NST (near surface temperature) bestimmen können.

### **Von welchen physikalischen Größen hängt nun eine NST von $14,8^\circ\text{C}$ ab?**

Wenn wir die temperaturwirksame Einstrahlung der Sonne über eine Kreisfläche von  $\pi R^2$  betrachten, dann ergibt sich:

$$S_0 \cdot (1-a) = 940 \text{ W/m}^2$$

mit der Solarkonstanten  $S_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$  und  $a$ =Albedo der Erde

Für die Temperaturgenese auf unserer Erde gibt es also nur zwei unabhängige Variable, die Bruttostrahlungsleistung der Sonne (=Solarkonstante) und die Albedo der Erde, über die sich die temperaturrelevante Nettostrahlungsleistung der Sonne herleitet. Da die Schwankungen der Solarkonstanten relativ gering sind, bleibt eigentlich nur die Albedo der Erde ( $a$ ) als wesentliche Steuerungsvariable für die klimatischen Schwankungen auf unserer Erde übrig.

**Die globale Albedo bestimmt also denjenigen Anteil der solaren Einstrahlung, der auf unserer Erde temperaturwirksam werden kann.**



Am Ende bleibt festzuhalten, dass die „natürliche“ Temperatur der Erde keineswegs nach dem Stefan-Boltzmann-Gesetz über ihre Energiebilanz bestimmt werden kann. Diese Temperatur stellt sich vielmehr im Gleichgewicht ganz unterschiedlicher Variablen und Mechanismen ein, zu denen die Solarkonstante, die Albedo der Erde, die hemisphärische Temperaturgenese auf der Tagseite, der Wärmehalt der globalen Zirkulationen und die Wärmeisolation der Erde gehören.



**Im Gleichgewicht zwischen solarer Einstrahlung und globaler Abstrahlung bestimmen auf unserer Erde die hemisphärische Temperaturgenese auf der Tagseite und der Energieinhalt der globalen Zirkulationen (Atmosphäre und Ozeane) die mittlere gemessene Durchschnittstemperatur unserer Erde (NST) von 14,8 °Celsius.**

**Und hier noch einmal alle Ergebnisse auf einen Blick:**

**Ergebnis von Teil 1 war:** Es gibt keinen atmosphärischen Treibhauseffekt.

Unstrittig sind die Solarkonstante  $S_0 = 1.367 \text{ W/m}^2$

und das Stefan-Boltzmann-Gesetz  $P/A = S_0 = \sigma \cdot T^4$

**Ergebnis von Teil 2 war:** Die thermische Aufheizung unserer Erde erfolgt aus der hemisphärischen Sonneneinstrahlung auf der Tagseite der Erde.

**Ergebnis von Teil 3 war:** Die globalen Zirkulationen wirken als thermischer Pufferspeicher unserer Erde.

**Ergebnis von Teil 4 war:** Die örtliche globale Abstrahlung wird durch die Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes beschrieben und durch individuelle Zuflüsse aus den globalen Zirkulationen gestützt.

**Ergebnis von Teil 5 war:** Im Gleichgewichtsfall zwischen Ein- und Abstrahlung stellt sich auf unserer Erde eine Gleichgewichtstemperatur analog zur jeweiligen Albedo ein.

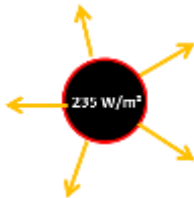
Ich stelle hier also abschließend fest, dass Temperaturgenese und Abstrahlung unserer Erde zwei völlig unterschiedlichen Mechanismen folgen. Zwar gehorchen beide dem Stefan-Boltzmann-Gesetz, aber:



Die Temperaturgenese auf der Tagseite folgt meinem hemisphärischen S-B Ansatz.



Die globalen Zirkulationen wirken als natürlicher Pufferspeicher der Erde und definieren die S-B Umgebungstemperatur  $T_0$ .



Die Abstrahlung der Erde mit  $235 \text{ W/m}^2$  wird durch die Umgebungsgleichung des S-B Gesetzes unter aktiver Mitwirkung der globalen Zirkulationen bestimmt und erfolgt bei einer NST von  $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Es bleibt also festzuhalten, dass die „natürliche“ Temperatur der Erde keineswegs mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz über ihre Energiebilanz bestimmt werden kann. Der eigentliche Fehler dieser Betrachtung ist die Fokussierung auf den reinen Nettoenergieumsatz ohne Berücksichtigung der dabei vorherrschenden Umgebungstemperatur  $T_0$ . Denn erst über die Umgebungstemperatur  $T_0$  lässt sich die individuelle Ortstemperatur  $T_i$  mit Hilfe der Umgebungsgleichung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes darstellen. Die durchschnittliche globale Energiebilanz unserer Erde lautet damit für den Gleichgewichtsfall:

$$(IN = 940 \text{ W/m}^2 * \pi R^2) = (OUT = 235 \text{ W/m}^2 * 4 \pi R^2) @ \text{NST} (= 14,8 \text{ }^\circ\text{C})$$

Allein anhand dieser Energiebilanz ist schon klar zu erkennen, dass die Temperaturgenese auf der Tagseite unserer Erde nichts mit ihrer „Abstrahlungstemperatur“ zu tun hat. Lediglich die Beträge der ein- und abgestrahlten Energiemengen sind gleich, aber dort, wo die Strahlungsmenge größer ist, muss auch eine höhere Temperatur herrschen. Am Ende bestimmen also die hemisphärische Temperaturgenese und der Energieinhalt der globalen Zirkulationen die mittlere gemessene Durchschnittstemperatur unserer Erde (NST) von  $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Ein „natürlicher“ atmosphärischer Treibhauseffekt oder eine „atmosphärische Gegenstrahlung“ sind demnach zur Erklärung der Temperaturgenese auf unserer Erde weder erforderlich noch nachweisbar!