

Der „natürliche Treibhauseffekt“ unserer Atmosphäre beruht auf einer Fehlberechnung

Von Uli Weber

Vereinfachende, mit überarbeiteten Abbildungen und um einige Erklärungen erweiterte Zusammenfassung einer englischsprachigen Veröffentlichung über den angeblichen natürlichen Treibhauseffekt. Der Originaltext ist in den Mitteilungen der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft Nr.3/2016 mit dem Titel **“A Short Note about the Natural Greenhouse Effect”** zur Diskussion gestellt worden und zu finden auf: <https://dgg-online.de/publikationen/mitteilungen/>

Definition für den natürlichen Treibhauseffekt: Der natürliche Treibhauseffekt unserer Atmosphäre soll die Temperatur der Erde um etwa 33 Grad erhöhen, und zwar von ca. -19° Celsius (theoretisch berechnete Schwarzkörpertemperatur der Erde) auf ca. +14°C (tatsächlich gemessene globale Durchschnittstemperatur).

Zusammenfassung: Der herkömmliche Ansatz für die Berechnung der theoretischen Durchschnittstemperatur unserer Erde bezieht deren unbeleuchtete Nachtseite mit ein und verletzt damit den streng geforderten thermischen Gleichgewichtszustand im zugrunde liegenden Stefan-Boltzmann Gesetz. Der „natürliche Treibhauseffekt“ unserer Atmosphäre wird nun aus der Differenz zwischen theoretischer und gemessener Temperatur abgeleitete ist daher einer Fehlberechnung geschuldet.

Dazu ein erklärendes Beispiel: Stellen Sie sich einmal vor, Sie hätten in Ihrem Haus zwei Räume und würden in einem dieser Räume einen Ofen mit einer festen Heizleistung aufstellen, die Tür zwischen beiden Räumen wäre offen. Dann würden Sie berechnen, wie stark dieser Ofen beide Räume gemeinsam - ohne die trennende Wand - erwärmen könnte und in dem erwärmten Raum nachmessen. Die Differenz zwischen der im geheizten Raum gemessenen höheren Temperatur und der niedrigeren theoretischen Temperatur für beide Räume würden Sie dann als „Treibraumeffekt“ bezeichnen und Ihrem Ofen eine zusätzliche Heizleistung zusprechen. In ganz ähnlicher Weise wird der „natürliche Treibhauseffekt“ unserer Erde berechnet.

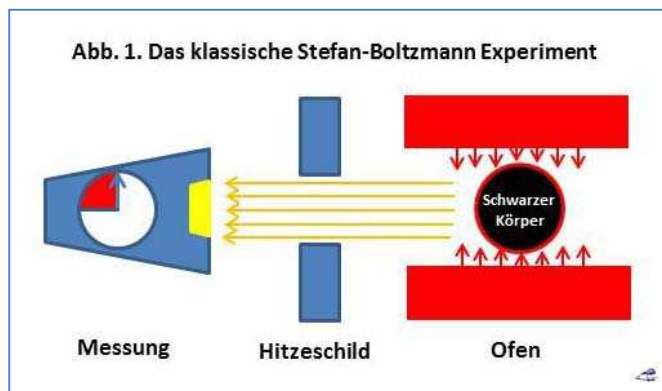
Anders ausgedrückt, das Stefan-Boltzmann Gesetz ist keine Rechenanweisung, um aus jeder beliebigen Strahlungsmenge irgendeine Temperatur oder umgekehrt aus jeder beliebigen Temperatur irgendeine Strahlungsmenge zu errechnen. Das Gleichheitszeichen im S-B Gesetz steht

vielmehr für ein ganz bestimmtes Verhältnis von Strahlung und Temperatur, nämlich für ein stabiles thermisches Gleichgewicht. Und erst in einem solchen thermischen Gleichgewichtsfall ergibt sich dann die im S-B Gesetz vorgegebene Relation zwischen Strahlungsmenge und Temperatur.

Das Stefan-Boltzmann Experiment: Die oben zitierte Definition für den natürlichen Treibhauseffekt beruht auf der Umkehrung des Stefan-Boltzmann Experiments (Abbildung 1), das durch das S-B Gesetz beschrieben wird:

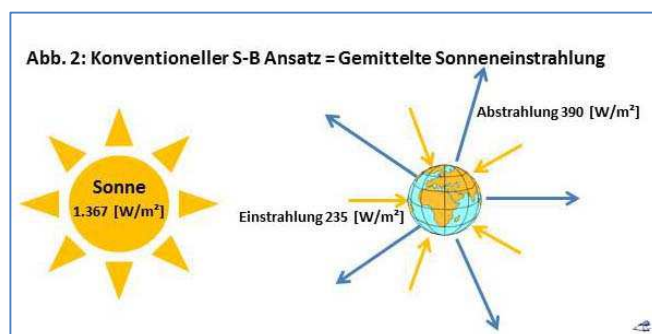
(1) $P / A = \sigma \cdot T^4$ mit der Stefan-Boltzmann-Konstanten $\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ [W m}^{-2} \text{ K}^{-4}]$
 und $P = \text{Strahlung in [W]}, A = \text{Fläche [m}^2], T = \text{Temperatur in [}^\circ\text{K]}$

Das Stefan-Boltzmann Experiment ist ein Standardexperiment in der physikalischen



Universitätsausbildung und beschreibt die Relation zwischen der Temperatur eines künstlich erhitzten schwarzen Körpers und der von ihm abgestrahlten Energiemenge in einem thermischen Gleichgewichtszustand. Es ist hier ausdrücklich hervorzuheben, dass in diesem S-B Experiment (Abbildung 1) der schwarze Körper komplett von allen Seiten erhitzt wird.

Das Stefan-Boltzmann Gesetz ist ein gesichertes physikalisches Theorem und damit ist auch seine Umkehrung anwendbar: Eine bestimmte, passiv erhaltene Energiemenge wird einen schwarzen Körper anregen, im thermischen Gleichgewichtszustand schließlich eine bestimmte Temperatur anzunehmen. Durch eine solche Rückwärtsberechnung wurde der natürliche Treibhauseffekt von 33 °C als Differenz zwischen der theoretischen Schwarzkörperstrahlung der Erde von ca. -19 °C und ihrer gemessenen Durchschnittstemperatur von ca. +14 °C ermittelt, wie das in Abbildung 2 dargestellt ist.



Wenn wir diesem konventionellen Ansatz folgen, dann wird die Einstrahlung der Sonne (Solarkonstante) auf den Querschnitt der Erde an der Oberseite der Atmosphäre (Top of Atmosphere = TOA) von 1.367 [W/m²] (WMO 1982) mit 342 [W/m²] auf die Gesamtfläche der Erdoberfläche gemittelt. Von diesem Betrag muss dann noch die von Wolken und Erdoberfläche reflektierte

Energiemenge (Stichwort: Albedo der Erde) von 107 [W/m²] abgezogen werden, die nicht zur Temperaturbildung auf der Erde beiträgt. Das Ergebnis lautet

(2) $342 \text{ [W/m}^2] - 107 \text{ [W/m}^2] = 235 \text{ [W/m}^2]$ mittlere temperaturwirksame Sonneneinstrahlung.

Diese gemittelte Strahlungsleistung der Sonne von ($P/A = 235 \text{ [W/m}^2]$) wird dann in die Stefan-Boltzmann Gleichung eingesetzt und ergibt eine berechnete Schwarzkörpertemperatur von -19,4 °C für die gesamte Erdoberfläche. Die gemessene globale Mitteltemperatur beträgt aber 14,8 °C und

deren berechnete Schwarzkörperstrahlung wiederum $390 \text{ [W/m}^2\text{]}$. Diese Differenz von $155 \text{ [W/m}^2\text{]}$ zwischen beiden Strahlungswerten wird als „natürlicher Treibhauseffekt“ bezeichnet.

Nun ist aber die Erde ein geschlossenes System, das lediglich eine externe temperaturwirksame Energiemenge von durchschnittlich $235 \text{ [W/m}^2\text{]}$ von der Sonne erhält; der Wärmefluss aus dem Erdinneren und die Gezeitenreibung sind sehr viel kleiner und können in dieser Betrachtung vernachlässigt werden. Der natürliche Treibhauseffekt muss folglich als ein zusätzlich Energie erzeugendes atmosphärisches „Perpetuum Mobile“ verstanden werden, das aus sich selbst heraus eine zusätzliche Leistung von $155 \text{ [W/m}^2\text{]}$ erzeugt. Zusammen mit der effektiv wirksamen Sonnenstrahlung von $235 \text{ [W/m}^2\text{]}$ ergäbe sich daraus dann eine Abstrahlungsleistung der Erde von insgesamt $390 \text{ [W/m}^2\text{]}$ und eine mittlere Durchschnittstemperatur von $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (Abbildung 2). Damit aber entsteht ein dauerhaftes Ungleichgewicht zwischen der eingestrahnten und der abgestrahlten Energiemenge auf unserer Erde, was zu einem physikalischen Widerspruch führt.

Zwischenergebnis 1: Ein „atmosphärischer Treibhauseffekt“ als ein Prozess zusätzlicher thermischer Selbstaufheizung mit $155 \text{ [W/m}^2\text{]}$ steht in völligem Gegensatz zu den Gesetzen der Thermodynamik, nach denen jegliche Art von Energieerzeugung aus dem Nichts (Perpetuum Mobile) unmöglich ist.

Warum sollte nun aber eine solche S-B Schwarzkörperberechnung für die Erde nicht funktionieren, wo man doch die Oberflächentemperatur der [Sonne](#) auf diese Weise recht gut bestimmen kann? Nun, die Sonne ist ein aktiv selbstleuchtender Stern, der sein Licht nach allen Seiten abstrahlt. Der grundlegende Fehler bei der konventionellen Anwendung des Stefan-Boltzmann Gesetzes zur Berechnung der Schwarzkörperstrahlung der Erde besteht nämlich darin, dass bei der Mittelung der einfallenden Sonnenstrahlung die Nachtseite der passiv beleuchteten Erde mit einbezogen wird, was gleich doppelt fehlerhaft ist:

- **Erstens** wird die einfallende Sonneneinstrahlung (**P @ TOA**) rechnerisch auf eine **doppelt so große Fläche (2A = gesamte Erdoberfläche)** verteilt, als die tatsächliche Fläche beträgt, auf der die Sonne temperaturwirksam ist (**A = Tagseite der Erde**). Dadurch wird dann die Schwarzkörpertemperatur (**T**) der Erde auch nur aus der halben spezifischen Energieeinstrahlung (**P/2A anstelle von P/A**) berechnet, aus der sich dann mit der 4. Wurzel zwangsläufig eine viel zu niedrige S-B Durchschnittstemperatur (**T = $\sqrt[4]{P/2A/\sigma}$**) ergibt.
- **Zweitens** wird bei diesem Ansatz der im S-B Gesetz zwingend geforderte **thermische Gleichgewichtszustand** zwischen Einstrahlung und Abstrahlung durch die Einbeziehung der sich ständig abkühlenden Nachtseite der Erde in die S-B Schwarzkörperberechnung verletzt.

Das Stefan-Boltzmann Gesetz geht aber zwingend von einem thermischen Gleichgewichtszustand aus. Wenn also ein ganzer Körper einheitlich erhitzt wird und sich im thermischen Gleichgewicht von Ein- und Abstrahlung befindet, dann ist es auch völlig egal, an welcher Stelle man die Messung der Schwarzkörpertemperatur durchführt, denn das geforderte thermische Gleichgewicht besteht dann ja auch tatsächlich an jeder beliebigen Stelle dieses Körpers. Der konventionelle Ansatz für die Schwarzkörperberechnung unserer Erde wäre also richtig, wenn es zwei Sonnen mit der halben Strahlungsleistung unserer Sonne gäbe, die jeweils eine Hälfte der Erde beleuchten würden; allerdings wüssten wir dann wiederum nicht, wie hoch die tatsächlich gemessene Durchschnittstemperatur der Erde wäre.

Bei unserer halbseitig von der Sonne erwärmten Erde kann man nun aber im Gegenteil nicht ernsthaft behaupten, dass an jedem beliebigen Ort ein einheitliches Temperaturgleichgewicht herrscht, denn die Nachtseite der Erde kühlt sich ja ständig ab. Wenn wir aber schon an jedem

beliebigen Ort der Erde unterschiedliche Tag- und Nachttemperaturen messen können, dann können wir mit dem Stefan-Boltzmann Gesetz umgekehrt auch keine einheitliche Schwarzkörpertemperatur für die gesamte Erde ermitteln. Denn welche gemessene Temperatur sollte dann als Vergleich zur berechneten Schwarzkörpertemperatur herangezogen werden, die Tag- oder die Nachttemperatur oder eine willkürliche Kombination aus beiden – und wenn ja, welche?

Auf diese Frage gibt das Stefan-Boltzmann Gesetz aber gar keine Antwort, vielmehr gilt dieses Gesetz ausdrücklich und ausschließlich für ein thermisches Gleichgewicht zwischen ein- und ausgehender Strahlung. Und ein solches Gleichgewicht kann bestenfalls auf der sonnenbeschienenen Hälfte der Erde existieren.

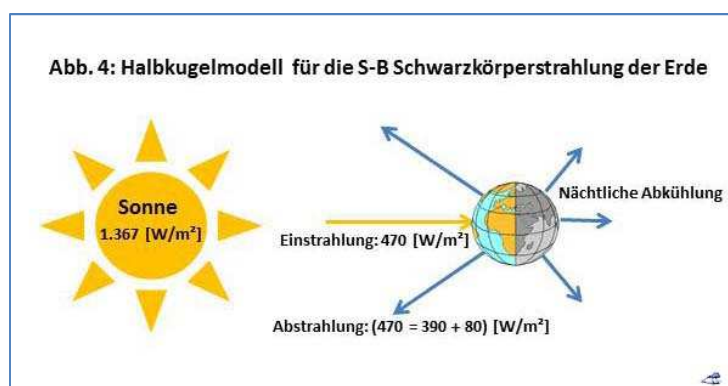
Zwischenergebnis 2: Bei einem halbseitig beleuchteten Körper wie der Erde darf man die unbeleuchtete Nachtseite nicht in die Berechnung der theoretischen Schwarzkörpertemperatur einbeziehen. Denn die Randbedingungen des Stefan-Boltzmann Gesetzes schreiben zwingend einen stabilen Gleichgewichtszustand zwischen eingestrahelter und abgestrahlter Energiemenge vor.

Alternative Lösung: Um die theoretische Durchschnittstemperatur der Erde mit dem S-B Gesetz korrekt berechnen zu können, müssen wir uns bei der Berechnung der Schwarzkörpertemperatur also ganz exakt an den S-B Versuchsaufbau in Abbildung 1 anlehnen und auch die thermische Gleichgewichtsforderung des S-B Gesetzes einbeziehen. Denn die Nachtseite der Erde wird eben nicht von der Sonne „beheizt“, sondern kühlt sich im Gegenteil ständig ab und darf daher nicht in die Berechnung eingehen.



Nachfolgend werden wir uns hier bei der S-B Temperaturberechnung also auf die **sonnenbeschienenen Tagseite der Erde** beschränken, wie das in Abbildung 3 dargestellt ist. Stellen wir uns bei dieser Betrachtung weiterhin einmal vereinfachend vor, unsere Erde würde nicht (genauer: nur 1x im Jahr) um ihre eigene Achse

rotieren, der Sonne also immer die gleiche Seite zuwenden. Damit wären dann alle Orte auf der Tagseite in einem dauerhaften Strahlungsgleichgewicht.



Wenn wir für die Tagseite der Erde nun alle Strahlungswerte aus Gleichung (2) verdoppeln, erhalten wir die durchschnittliche Strahlungsleistung auf der Tagseite, wie das in Abbildung 4 dargestellt ist. Der Energieinhalt der infraroten Rückstrahlung von der Erdoberfläche im sogenannten „atmosphärischen Fenster“ von $80 \text{ [W/m}^2\text{]}$ wird direkt in

den Weltraum abgestrahlt und entfällt daher bei einer Berechnung der atmosphärisch wirksamen Strahlungsleistung.

Es ergibt sich daraus dann

(3) $684 \text{ [W/m}^2\text{]} - 214 \text{ [W/m}^2\text{]} - 80 \text{ [W/m}^2\text{]} = 390 \text{ [W/m}^2\text{]}$ effektive Strahlungsleistung

in der Atmosphäre und eine oberflächennahe Atmosphärentemperatur von $14,8 \text{ }^\circ\text{C}$, und zwar ganz ohne einen „natürlichen Treibhauseffekt“. Dieses Ergebnis gilt entsprechend auch für die rotierende Erde, weil sich dort ja die Strahlungsmengen gegenüber dem vereinfachten Modell nicht verändern. Lediglich am Morgen dürfte es auf der rotierenden Erde einige Zeit dauern, bis wegen der nachts abgestrahlten Energiemenge wieder ein Strahlungsgleichgewicht erreicht wird. Für die Nachtseite der Erde kann dagegen keinerlei Aussage getroffen werden. Es handelt sich dabei nämlich um einen isolierten, sich langsam abkühlenden Halbkörper, für den das Stefan-Boltzmann Gesetz gar keine Lösung anbietet.

Endergebnis dieser Betrachtung: Der konventionelle Ansatz für die Schwarzkörpertemperatur der Erde ist falsch, weil die Nachtseite der Erde in diese Berechnung eingeht und damit der im Stefan-Boltzmann Gesetz streng geforderte thermische Gleichgewichtszustand zwischen eingestrahelter und abgestrahlter Energiemenge verletzt wird.

Das Stefan-Boltzmann Gesetz ist keine Rechenanweisung, um aus jeder beliebigen Strahlungsmenge irgendeine Temperatur oder umgekehrt aus jeder beliebigen Temperatur irgendeine Strahlungsmenge zu errechnen. Das Gleichheitszeichen im S-B Gesetz steht vielmehr für ein ganz bestimmtes Verhältnis von Strahlung und Temperatur, nämlich für ein stabiles thermisches Gleichgewicht. Und erst in einem solchen thermischen Gleichgewichtsfall ergibt sich dann die im S-B Gesetz vorgegebene Relation zwischen einer bestimmten Strahlungsmenge und der vierten Potenz der Temperatur.

ERGO: Der konventionelle Ansatz für die Schwarzkörpertemperatur der Erde ist hiermit durch einen schlüssigen physikalischen Gegenbeweis widerlegt worden und damit auch der dadurch definierte „natürliche atmosphärische Treibhauseffekt“.

Das hier vorgestellte Halbkugelmodell kann die gemessene Durchschnittstemperatur der Erde allein aus der Sonneneinstrahlung auf der Tagseite der Erde erklären. Ein „atmosphärischer Treibhauseffekt“, der zudem noch den Gesetzen der Thermodynamik widersprechen würde, ist hierfür nicht notwendig.

ABER: Das hier vorgestellte Halbkugelmodell ist eine neue Hypothese zur Ermittlung der Schwarzkörpertemperatur unserer Erde, die, wie gezeigt worden ist, den physikalischen Gegebenheiten auf der Tagseite der Erde genügt. Ebenso, wie die hier gerade widerlegte konventionelle Stefan-Boltzmann Schwarzkörperberechnung, kann auch diese Hypothese jederzeit mit einem einzigen Gegenbeweis widerlegt werden; ein solcher Gegenbeweis liegt bisher nicht vor.

Anmerkung zu dieser Zusammenfassung: Der exakte Lösungsweg für dieses Problem kommt zum selben Ergebnis, beschreibt aber einen Zweischichtfall für Atmosphäre und Erdoberfläche und wird im oben zitierten Originalartikel ausführlich hergeleitet. Es wird an dieser Stelle betont, dass es sich hier um eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem konventionellen Ansatz zur Berechnung der S-B Schwarzkörpertemperatur unserer Erde handelt, was durch eine Fehlanwendung des S-B Gesetzes auf die gesamte Erdoberfläche zur Konstruktion eines sogenannten „natürlichen atmosphärischen Treibhauseffektes“ geführt hatte.