

Was beeinflusst die Temperatur der Erdatmosphäre wirklich?

Ehrhard Raschke¹ und Stefan Bakan²

(¹Universität, ²Max-Planck-Institut für Meteorologie Hamburg)

Im Augustheft 2006 erschien unter sehr ähnlichem Titel ein längerer Aufsatz von G. Stehlik, in dem der Autor eigentlich fast alles, was die Wissenschaft heute zu diesem Thema kennt, auf den Kopf stellt und anzweifelt und sich am Ende noch als Berater einer unserer im Bundestag vertretenen Parteien empfiehlt. Wir können und wollen hier keine Detailkritik an dieser Vorgehensweise üben, denn das ist sicher nicht der Zweck Ihrer uns beide sehr ansprechenden Zeitschrift KORONA, sondern wir beabsichtigen dieses Thema in kurzer Form so sachlich zu behandeln, dass Sie, die Leser der KORONA, zumindest einigermaßen¹ neutral über den in der Wissenschaft anerkannten Kenntnisstand der Klimaforschung informiert sind. Bei der angestrebten Kürze entfallen natürlich viele Details und es wird vieles auch sehr oberflächlich² erscheinen.

Unsere Erde ist mindestens 4,5 Milliarden Jahre alt. In ihrer langen Geschichte haben eine komplexe Vielfalt physikalischer, chemischer, geologischer und dann später auch biologischer Prozesse ihren jetzigen Zustand bewirkt. Das heutige Klima – nehmen wir mal das Referenzjahr 1900, um die jetzige Erwärmung später betrachten zu können – ist Ergebnis dieser Vielfalt und wird durch ständigen Austausch von Energie als Strahlung mit dem Weltraum, von Wärme, Impuls und Masse am Erdboden und auch innerhalb der Erdatmosphäre aufrecht erhalten. Dabei spielen natürlich die Ozeane mit ihrer hohen Wärmekapazität eine entscheidende Rolle.

Die einzige Quelle für eine **Energiezufuhr** „von außen“ ist die Sonne! Alle anderen Energieumsätze innerhalb des Klimasystems erfolgen innerhalb von Kreisläufen; Verluste werden immer wieder durch die Sonne ersetzt³. Ihre mittlere Einstrahlung, die „Solarkonstante“, hat derzeit einen Wert von etwa 1365 Wm⁻². Vermutlich muss man diesen Wert aufgrund der neuesten Messungen von Satelliten aus auf etwa 1361 Wm⁻² korrigieren. Dadurch ändern sich nur Modelldaten – die Erde wird deshalb nicht kühler. Die Wärmezufuhr aus dem Erdinneren ist trotz der vielen Vulkanschlote am Meeresboden und auf den Kontinenten um etwa 5 Zehnerpotenzen geringer. Diese Einstrahlung der Sonne wird zu etwa 30% direkt in den Weltraum zurück reflektiert. Der verbleibende Rest wird durch eine entsprechend hohe Ausstrahlung der Erde von allerdings langwelliger Wärmestrahlung im langjährigen Mittel vollständig kompensiert. Wenn man mal das Analogon eines „Schwarzen Strahlers“⁴ hier nimmt, dann beträgt die mittlere effektive Emissionstemperatur der gesamten Erde, wie man das auch von Satelliten aus stets wieder misst, etwa 254K oder -19°C.⁵ An diesem global und über viele Jahre gemittelten Wert sind Emissionen von vielen Oberflächen und schließlich auch von den

¹ Warum informieren die Autoren nicht neutral, sondern nur einigermaßen neutral?

² Warum informieren sie überhaupt, wenn sie es nur sehr oberflächlich machen?

³ Die Sonne strahlt extrem konstant über Mrd. von Jahren und weiß nicht, was sie 'ersetzen' soll. Das ist wissenschaftliches "Baby" - Deutsch!

⁴ Siehe Fußnoten 9) und 10)

⁵ Die „Globaltemperatur“ kann nicht „einfach“ vom Satelliten nicht gemessen werden. Siehe das Stichwort „CERES“ in meinem Aufsatz.

Treibhausgasen (s. weiter unten) in der Atmosphäre beteiligt. Insbesondere spielen hier die Wolken eine entscheidende Rolle.

Die (jetzige) vertikale Temperaturverteilung in der Atmosphäre sei hier auch kurz skizziert: Vom Erdboden aus nimmt die Temperatur der Luft im Mittel um etwa 6,5K pro Kilometer Höhenzunahme ab bis zur sogenannten Tropopause, die in Höhen um 6 bis 8 km über den Polargebieten und bis zu 15 bis 17 km über den äquatornahen Tropen liegt und anschaulich als Obergrenze einer ständig vertikal und horizontal durchmischten Luftschicht (genannt Troposphäre)⁶ gedeutet werden kann. Darüber erfolgt eine Zunahme der Temperatur bis in etwa 50 km Höhe (Stratopause als Obergrenze der Stratosphäre), über der dann die Lufttemperatur in der Mesosphäre bis zu etwa 85 km Höhe auf ca. 200 K und noch weniger absinken kann. Diese tiefen Temperaturen in dieser Höhe erlauben dem hier nur noch in Spuren vorhandenen Wasserdampf an Staubteilchen zu gefrieren: es entstehen in diesem Höhenbereich die oft sehr schönen Leuchtenden Nachtwolken.

Natürlich gibt es einige regionale Unterschiede.

Wie kommt diese Temperaturschichtung zustande? Zunächst: die Atmosphäre besteht "heute" zu bereits etwa 98% aus den Gasen Stickstoff und Sauerstoff. Die "Spurengase" Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan, verschiedenen Stickoxiden, und Ozon in Bodennähe sowie insbesondere in der Stratosphäre bilden den Rest. Sie werden zunehmend ergänzt durch verschiedene andere Gase, die oft nur durch menschliche Aktivitäten entstanden sind, wie etwa alle Chlorkohlenwasserstoffe (FCKWs). In dieser Gasatmosphäre schweben, vorzugsweise in der Troposphäre, die Aerosole und natürlich die Wolken. Letztere können nur dank des Wasserdampfes entstehen.

Dominiert wird die oben skizzierte vertikale Temperaturverteilung durch die Einstrahlung der Sonne, die den Erdboden auf (im globalen Jahresmittel) etwa +15°C aufgeheizt. Dieser gibt Wärme an die Atmosphäre ab durch Wärmestrahlung und zusätzlich durch Kaskaden turbulenter Austauschprozesse, zu denen auch die Verdunstung am Boden beiträgt. Die oben in der Reihenfolge ihrer Strahlungswirkung genannten 5 Gase sind fast vollständig durchlässig für die solare Einstrahlung im Spektralbereich zwischen etwa 0,3 und 1,2 µm. Das Ozon absorbiert aber dankenswerterweise das solare Ultraviolett (Wellenlängen < 0,3µm) fast vollständig, so dass nicht nur alles Leben am Boden weitgehend geschützt ist, sondern die Stratosphäre sich auch aufwärmen kann. Der Wasserdampf tritt vorzugsweise in der Troposphäre auf, denn nahe der kalten Tropopause mit Temperaturen um -55 bis -75°C wird er fast vollständig ausgefroren beim Versuch weiter nach oben zu wandern. Die Gase CO₂, CH₄ und die Stickoxide – sowie auch viele der Chlorkohlenwasserstoffe (FCKWs) sind dagegen mit fast konstantem Mischungsverhältnis bis in Höhen um 70 km vertreten⁷. Diese Gase absorbieren sehr stark die von unten kommende Wärmestrahlung⁸ und emittieren gleichzeitig mit der jeweiligen

⁶ Mit ihrer Formulierung "als Obergrenze gedeutet werden kann" deuten die Autoren an, dass sie die Wahrheit kennen. Die Obergrenze der 'turbulenten' Durchmischung der Atmosphäre liegt nicht in Höhe der Tropopause, sondern sehr viel höher bei ca. 70 km in der 'Turbopause'. Siehe Fußnote 7)

⁷ Das konstante Mischungsverhältnis ist der Beweis für die Durchmischung bis in diese Höhe von 70 km. In einer durchmischten Atmosphäre gibt es keinen „Natürlichen Treibhauseffekt“.

⁸ Gase im allgemeinen absorbieren nur sehr schwach. N₂ und O₂ praktisch gar nicht. "Diese" Gase absorbieren alle zusammengenommen sehr viel weniger als gasförmiges Wasser. Noch

Umgebungstemperatur Wärmestrahlung in alle Richtungen. Dadurch kühlen sich die Troposphäre und auch die Mesosphäre nach oben hin ab. Wolken und Aerosole in der Troposphäre modifizieren das ganze sehr entscheidend. Die Zunahme der Temperatur in der Stratosphäre ist dagegen dem dort vorhandenen Ozon zu verdanken.

So kann man sich sehr vereinfacht die Aufrechterhaltung des Treibhauseffektes unserer Erdatmosphäre erklären. Die Venusatmosphäre wirkt analog; und auch auf dem Mars lässt sich ein schwaches Treibhaus nachweisen. Nun doch etwas zu dem von Herrn Stehlik in den Mittelpunkt gestellten "Modell": Würde man hypothetisch alle Treibhausgase und damit auch alle Wolken entfernen, dann würde sich bei gleicher Erdalbedo von 30% tatsächlich eine Temperatur am Boden von etwa -18 bis -19°C einstellen⁹. Dieses sehr vereinfachende Argument wurde in der Vergangenheit¹⁰ stets gebraucht um die Bedeutung der Treibhausgase für unser Klima hervorzuheben. Dies ist kein Modell, wie Herr Stehlik stets behauptet, sondern nur eine Veranschaulichung.¹¹

Und nun ändert der Mensch – ein sehr dominanter und aggressiver Bestandteil¹² der Biosphäre – die Zusammensetzung der Atmosphäre, wobei er die Konzentrationen von CO_2 , CH_4 , Stickoxiden und am Boden auch vom Ozon erhöht und gleichzeitig die des Ozons in der Stratosphäre reduziert. Er hat auch inzwischen fast alle Landoberflächen umgewandelt. Die vielen FCKWs sind seine Erfindung und auch viele der Aerosole. Seit Beginn des Industriezeitalters etwa in der Mitte des 19. Jahrhunderts haben die Konzentrationen der erstgenannten Gase um etwa 35% (CO_2), 140% (CH_4) und 70% (N_2O) zugenommen. Es hat sich dadurch die Absorptions- und gleichzeitig auch Emissionsfähigkeit der Atmosphäre erhöht mit dem Endergebnis, dass sowohl mehr Wärmestrahlung nach unten als noch oben emittiert wird, was inzwischen auch durch Messungen nachgewiesen worden ist. Dadurch kann die Temperatur in Bodennähe zunehmen und in der Stratosphäre und darüber auch abnehmen¹³. Messungen belegen dies bereits! Wir sollten natürlich wieder im Auge behalten, dass das Endresultat nicht ohne die vielen turbulenten (das stört den Amateurastronomen bei seinen nächtlichen

viel mehr als alle Gase incl. H_2O zusammengenommen absorbieren Wolken, also H_2O flüssig. Und am wichtigsten ist, das Wolken nicht nur absorbieren, sondern auch noch reflektieren. Ihr Reflexion wärmt nachts die Erde!"

⁹ Diese Rechnung ist einfach nur falsch. Sie ist der Kardinalfehler der NTR Hypothese. Ich formuliere die Ursache für diesen Fehler jetzt bewusst provozierend. Das dieser Fehler heute die "Welt beherrscht" liegt daran, dass Physiker nichts von Chemie verstehen. Und die übrige Menschheit versteht nichts von Physik - einzige Ausnahme: die Physikochemiker.

¹⁰ Es wäre sehr schön, wenn diese falschen -18°C jetzt und in Zukunft nicht mehr verwendet und dazu missbraucht würden, etwas Falsches über CO_2 hervorzuheben.

¹¹ Ich differenziere in meinem Aufsatz zwischen Modellen, Strahlungsbilanzmodellen und Klimamodellen. Modelle sind aber grundsätzlich immer nur Veranschaulichungen.

¹² Menschen als "Bestandteil" zu bezeichnen ist menschenverachtend. Die Autoren haben ein sehr befremdliches Bild von den Menschen, die den Forschern die teure Forschungsarbeit mit ihren Steuerleistungen finanzieren.

¹³ Dass es oben kälter und unten wärmer wird (über die von der Gravitation bedingte barometrische Höhenformel hinaus) lässt die bewegliche Natur der Gase nicht zu. Es kommt zum Temperaturengleich durch die Turbulenz der Luftmassen. Um die Turbulenz zu leugnen, erfolgt diese Falschaussage. Siehe Fußnote 5)

Beobachtungen) Austauschprozesse in der Atmosphäre und die Wirkungen von Wolken und Aerosolen und natürlich auch durch Austausch am Erdboden zustande kommen kann.

Wir müssen hier außerdem noch einfügen, dass die **Strahlungstransporteigenschaften** der genannten Gase und auch der Aerosole und der **Wolken durch Messungen und auch durch Rechnungen sehr genau bekannt¹⁴** sind. Diese Werte werden in allen Klimamodellen entsprechend genau berücksichtigt.

Die sehr umfangreichen und gründlich recherchierten **Analysen von vielen Eis- und Sedimentbohrkernen** – und auch von Stalagmiten vieler Höhlen – erlauben recht gute Rekonstruktionen der Klimaverläufe in den vergangenen 500 Jahrtausenden und eine entsprechende Einstufung von deren Ursachen. Hier spielen sowohl Änderungen der Einstrahlung von der Sonne als **auch der Treibhausgase (CO₂ und CH₄ vorzugsweise) eine führende Rolle¹⁵**. **Zusätzlich existieren verschiedene Periodizitäten von Strömungssystemen, die zu kurzzeitigen und meist regionalen Anomalien im Klima führen können.**

Wie versucht man nun die jetzige weltweit zu beobachtende Zunahme der Temperatur in Erdbodennähe und gleichzeitige Abnahme in der unteren Stratosphäre, sowie weitere Änderungen im Klima ursächlich zu erklären? Dazu kann man nur sehr **komplexe Modelle** verwenden, in denen möglichst gleichzeitig das Klimageschehen in der Atmosphäre, am festen Erdboden mit einem gewissen Austausch in die obersten Bodenschichten und mit der Vegetation und natürlich mit der Atmosphäre und in den Ozeanen mit allen deren Strömungen von unterschiedlich warmen Luft- bzw. Wasserkörpern numerisch nachvollzogen werden. Für diese Zwecke werden den Forschern die besten Großrechner zur Verfügung gestellt. Zur Klärung von Unsicherheiten in Prozessabläufen werden sehr kostspielige Expeditionen durchgeführt. Es werden ständig die Routinemessnetze am Boden, in den Ozeanen und auch in Satellitenhöhen ausgebaut. Und die oben erwähnten Untersuchungen des historischen Ablaufes des Klimas bilden eine wesentliche Grundlage um solche Modelle **„zu eichen“¹⁶**.

Und noch kennen und wissen wir nicht alles!

Mit solchen sehr komplexen Modellrechnungen konnte aber bereits geklärt werden, dass bis etwa zu den Jahren um 1970 die Temperaturzunahme in Erdbodennähe zu etwa 60% des notwendigen Antriebes mit einer allerdings nicht sehr starken Zunahme der Emission solarer Strahlung erklärt¹⁷ werden. Der Rest geht zu Lasten der seit etwa 1850 gemessenen Anstiege der

¹⁴ Der Strahlungstransport der Gase ist nur in differentiellen Schichten berechenbar, der entscheidende konvektive turbulente Transport ist nicht berechenbar, und die Wolken sind völlig unberechenbar! Diese Aussage der Autoren ist schlicht unwahr!

¹⁵ Nur die Sonne spielt eine „führende“ Rolle. In manchen Epochen hinkt der CO₂ Anstieg dem „führenden“ T-Anstieg ~8 ha hinterher. Auch hier sagen die Autoren schlicht die Unwahrheit!

¹⁶ In der Vergangenheit gab es keinen menschengemachten CO₂ Anstieg. Daher können die Modelle an „Proxies“ (Daten für das Paleoklima) nicht „geeicht“ werden. Durch die Anführungszeichen mildern die Autoren ab, dass sie auch hier die Unwahrheit sagen. Eigentlich sollten dazu Experimente gemacht werden. Dazu lassen sich die „Klimamodellierer“ aber nichts einfallen und behauptet statt dessen, experimentell sei die Komplexität nicht beherrschbar.

¹⁷ Die Zunahme der Sonnenaktivität im 20. Jahrhundert ist unbestritten. Wann sie endete, ist wegen einer zeitgleich erfolgten Umstellung der Satellitentechnik und der damit verbundenen

Treibhausgaskonzentrationen. Der nachfolgende weitere Anstieg erfolgt den Modellrechnungen zufolge **allein zu Lasten der Zunahme der Treibhausgase**¹⁸, denn die Sonne hat sich sogar ab etwa 1975 leicht abgeschwächt, wie Satellitenmessungen zeigen. CO₂ hat zusätzlich in weiten Teilen der Ozeane die Azidität des Wassers erhöht, worunter empfindliche Organismen bereits leiden. Dabei soll man aber nicht ausschließen, dass auch eine uns zunächst noch unbekanntere Fluktuation des Klimas zur derzeitigen Erwärmung beitragen kann.

Wir gestatten uns aufgrund der vorliegenden Ergebnisse eine sehr **vorsichtige Prognose zur weiteren Entwicklung des Klimas**: Die zunehmenden Konzentrationen der genannten Treibhausgase werden das Klima in Richtung einer Temperaturzunahme in den unteren Schichten der Atmosphäre und am Boden und Abnahme in Tropopausenniveau **drängen**, was nicht bedeutet, dass es dazu kommen muss. Einem solchen "Antrieb (engl.: forcing)" sind auch in Zukunft natürliche Schwankungen überlagert, die durchaus auch zu kürzeren Abkühlungsperioden in Bodennähe führen können. **Die Natur wird sich anpassen**¹⁹; wir Menschen werden auch lernen müssen damit umzugehen. Allein daher und noch verstärkt durch andere und sogar wesentlich drängendere Probleme (z.B. nahendes Ende der fossilen Energievorräte, Überbevölkerung²⁰ in einigen Regionen) müssen entsprechende "Gegenmaßnahmen" weltweit getroffen werden.

Wir hoffen mit unserem kurzen und sachlichen Beitrag Ihnen, den Amateurastronomen, das Schlüsselproblem der Klimaforschung erklärt zu haben. Bitte schreiben Sie der Redaktion von KORONA, sodass Ihre Fragen vielleicht in einem weiteren Beitrag gebündelt beantwortet werden können. Die Klimaforschung unserer heutigen Zeit erfolgt durch eine weltweite Zusammenarbeit von vielen Wissenschaftsdisziplinen mit bestens ausgebildetem Personal und sollte daher schon aus diesem Grunde nicht mit oft nur **Unwissen signalisierender Polemik**²¹ und Besserwisserei gekontert werden.

26 KORONA Nr. 103

Anmerkungen zum Artikel von Dr. Gerhard Stehlik

„Was beeinflusst die Erdtemperatur wirklich?“

in KORONA Nr. 202, September 2006

Eichproblematik umstritten. Dass es wärmer wird, wenn die Sonne stärker strahlt bedarf keiner Modellrechnung. Das ist evident.

¹⁸ So unverfroren sagt noch nicht einmal das IPCC im TAR (2001) die Unwahrheit! (siehe Abb. 4, Seite 27 in meinem Aufsatz: Ozon und "Black Carbon" und siehe auch Fußnote 20)

¹⁹ Das ist ein merkwürdiger Satz. Ein Mensch kann sich anpassen, ohne Frage. Wem aber passt sich die Natur an? Und was soll „Die Natur“ in diesem Kontext überhaupt sein, das Klima, eine statistische Größe?

²⁰ Landnutzungsänderungen sind Folge der Überbevölkerung und unstreitig ein menschengemachter Klimafaktor. IPCC in TAR (siehe Abb. 4, Seite 27 in meinem Aufsatz) wertet sie kühlend. Der Stadteffekt wärmt aber messbar. Wetterstationen ziehen aufs Land. Baken und Raschke wissen das.

²¹ Menschen, die eine wohlbegründete andere Auffassung haben, Unwissenheit, Polemik und Besserwisserei zu unterstellen, erlauben sich im allgemeinen nur Mächtige gegenüber Machtlosen. Aber Vorsicht! Ab und an kommt es dann zum „Aufstand“ dieser Machtlosen.

K.-P. Haupt

Schon beim ersten Lesen hatte ich das Gefühl²², dass wesentliche Aspekte der Physik und der Begriffsbildungen falsch und unvollständig dargestellt werden. Ich möchte einige Anmerkungen hierzu machen und hoffe, dass die Leser diese zur Kenntnis nehmen und mehr als kritisch²³ mit dem Aufsatz von Dr. Stehlik umgehen.

- Schon in der Einleitung benutzt Dr. Stehlik verschiedene andere Einflussfaktoren auf die mittlere Temperatur um damit eine mögliche Korrelation zwischen CO₂ und Temperatur zu widerlegen. Seine Argumentation wird der Komplexität der Zusammenhänge nicht gerecht.²⁴

- Im nächsten Abschnitt stellt er, teilweise mit nicht angebrachten Vergleichen, die mittlere Erdtemperatur von -18°C als Ergebnis eines Klimamodells²⁵ vor („DPG/DMG Modell“). Ist ihm nicht bewusst, dass diese Zahl jeder Oberstufenschüler durch einfache Formelanwendungen²⁶ als Übungsaufgabe bestimmen kann? Sie entsteht über eine einfache Strahlungsbilanz einer atmosphärenfreien Erde. Er erweckt den Eindruck als sei diese Zahl das Ergebnis eines politischen Prozesses. Dies ist vollkommen falsch! Dass die genannten Organisationen die Formel nicht erwähnen, liegt sicher daran, dass sie zumindest jeder Physikstudent kennt... und nicht daran, dass die Temperatur nicht das Ergebnis einer physikalischen Überlegung ist. Später bezeichnet er diese Übungsaufgabe dann als Klimamodell, eine nicht gerechtfertigte Begriffsbildung!

- Auf Seite 13/14 diskutiert Dr. Stehlik die Wirkung von CO₂ und die geringe Absorption von Sonnenstrahlung durch dieses Gas. Für den Treibhauseffekt sollen die Treibhausgase aber nicht die Sonnenstrahlung absorbieren, sondern einen Teil der von der Erde wegen der anderen Temperatur bei anderen (längeren) Wellenlängen emittierten (es ist keine Reflexion!) IR-Strahlungen!

- Entsetzt bin ich über die Betitelung der Abb1: „DPG und DMP behandeln ...die Erde... wie eine Kreisscheibe...“. Will er damit den beiden Organisationen unseriöses Vorgehen vorwerfen oder ist ihm nicht klar, dass man als Absorptionsfläche einer Kugel die Querschnittsfläche erhält

²² Physiker sollten nicht ‚fühlen‘, ob etwas falsch und unvollständig ist, sondern exakt benennen, was falsch ist und was fehlt. „Gefühle“ stören beim naturwissenschaftlichen Denken.

²³ Was soll ein ‚mehr als kritischer‘ Umgang sein? Muss ich als Autor etwa Maßnahmen befürchten?

²⁴ Es wird unterstellt, ich ‚erfinde‘ Einflussfaktoren, um den Monokausalzusammenhang CO₂ – Temperatur zu widerlegen. In Wahrheit wird die Temperatur von vielen Faktoren beeinflusst. Meine – ergo – komplexere Behandlung wird somit der Komplexität der Zusammenhänge eher gerecht als die monokausale „mögliche Korrelation zwischen CO₂ und Temperatur“.

²⁵ An dieser Stelle spreche ich nicht von einem Klimamodell, sondern nur von „DMG / DMG Modell“, An anderer Stelle spreche ich differenziert von Strahlungsbilanzmodellen bzw. Klimamodellen. Selbstkritisch räume ich ein, dass ich in meinem Aufsatz genau hätte beschreiben sollen, wann ich warum zwischen den Begriffen „Modell – Strahlungsbilanzmodell und Klimamodell“ unterscheide.

²⁶ Ich beschreibe doch im Text ganz ausführlich Ableitung und Anwendung dieser „einfachen Formel“.

(das muss man nicht über Integration bestimmen, geht zwar, aber das leuchtet auch ganz anschaulich ohne jede Mathematik ein)??²⁷

- In Abb. 2 ist er nicht bereit zwischen Kreis- und Kugeloberfläche zu unterscheiden!

- Obstruß wird die Argumentation bei der Diskussion der -18°C – Hülle. Nicht nachvollziehen kann ich die scheinbare Kompensation zweier 33°C – Fehler (S. 18)

- Auf S. 19 zeigt er auf, welche Fehler entstehen, wenn Strahlungsabsorption und Strahlungsemission einzeln in Temperaturwerte umgerechnet werden. Mit der „einfachen Formel“ meint er wohl das Stefan-Boltzmannsche Gesetz. Dies gilt aber nur für die Emission eines Schwarzen Körpers²⁸. Um es anwenden zu können, muss man ein Strahlungsgleichgewicht annehmen und die Gesamtbilanz der Strahlung berücksichtigen. Auch auf Seite 20 erläutert er die angeblich nicht ausgeglichene Strahlungsbilanz am Tag/ Nacht - Wechsel. Ich habe Klimamodelle immer so verstanden, dass sie solche kurzzeitigen Veränderungen ausmitteln, da nur so Aussagen über das Klima im Jahresmittel gemacht werden können.²⁹

- Energiebilanzen sind nicht „undurchschaubar“ und ein nicht berechenbares Durcheinander“ und es dürfte nicht stören, wenn „Energieumwandlungen untrennbar beteiligt sind“, das ist ja gerade der Sinn einer Bilanzierung von Energien!³⁰

²⁷ Offenbar hätte ich mich noch elementarsprachlicher ausdrücken sollen, als ich es getan habe. Es geht nicht um die geometrischen Formen Kreisfläche und Kugeloberfläche, sondern darum, dass die Kugel aus Materie besteht und jeder chemische Stoff bei gleicher Bestrahlung durch die Sonne ganz unterschiedliche (Stoffspezifische) Temperaturen annimmt.

²⁸ Das Stefan-Boltzmann-Gesetz ist ein universelles Naturgesetz, das nicht auf ein „Gleichgewicht“ bezieht. Seine wesentliche Aussage ist die Abhängigkeit der emittierten Wärmestrahlung von der vierten Potenz der (absoluten) Temperatur. Entscheidend für die Emissivität von chemischen Stoffen ist der stoffspezifische Emissionskoeffizient. Die wichtige physikalische Größe der „Zeit“ ist im Stefan-Boltzmann-Gesetz nicht enthalten. Es ist daher grundsätzlich ungeeignet zur physikalischen Beschreibung von dynamischen (also zeitabhängigen) Vorgängen. Trivial sprachlich formuliert: Ein Körper der Temperatur T kann nur Null Sekunden lang mit dieser Temperatur emittieren, weil er schon nach einer differentiell kleinen Strahlungszeit nicht mehr die Temperatur T hat, sondern nur noch die kältere Temperatur $T - F(T)$.

²⁹ Durch die bis zum Erdboden dringende Sonnenstrahlung wird dem Erdboden Energie vom „Fusionsreaktor Sonne“ quasi so zugeführt, als gäbe eine Art „Körperlichen Kontakt“ zwischen Sonne und Erdboden. Diese Energiezufuhr erfolgt in einem konstanten Energiefluss (in Watt pro Quadratmeter). Die Abkühlung durch den Weltraum ist so groß, dass die Temperatur am Erdboden im Mittel konstant bleibt. Am Erdboden ist die Bilanz von Energiezufuhr und Energieabfuhr ausgeglichen. Da die Energiezufuhr fast zu 100 % durch Sonnenstrahlung erfolgt, die Abkühlung aber durch turbulente Konvektion der Luft, ist die Strahlungsbilanz am Erdboden nicht ausgeglichen. Der Erhaltungssatz gilt nur für die Gesamtenergie. Einen Erhaltungssatz für Strahlung gibt es nicht.

³⁰ Die energetische Bilanzierung einzelner Energieflüsse scheitert an der unbeherrschbaren Dynamik der Wolken. Herr Haupt sollte sich einmal fragen, warum der Wolkenexperte Prof. Borrmann, Uni Mainz, seine zur Messung der Wolkendynamik gebauten Messgeräte mit einer MIG 29 in „Hector Wolkentürmen“ herumfliegen lassen darf und das BMBF nicht

• Die auf Seite 21/22 diskutierten unterschiedlichen Einwirkung von Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit des CO₂ auf die unteren Luftschichten mag richtig³¹ sein, das müsste ich nachlesen, aber darin besteht doch nicht die Wirkung des CO₂ als Treibhausgas. Es strahlt im IR – Bereich auch auf die Erde zurück **und erwärmt den Erdboden³²**, der erst zur Steigerung der Lufttemperatur führt.

• Dann wird auf S.22/23 die seltsame Flächendiskussion fortgesetzt und erneut die einfache Bilanzrechnung von -18° C als komplexes Klimamodell mit realen Aspekten verglichen. Die angeführten Argumente von Dr. Stehlik werden dagegen von den richtigen Klimamodellen durchaus berücksichtigt und deren Ergebnis bestätigen die Tendenz der „groben“ von Dr. Stehlik als Modell bezeichneten Schulaufgabe.

• Auf S. 24/25 werden Strahlungstransportmechanismen diskutiert und mit der Betrachtung eines Hohlraumstrahlers als Modell für einen Schwarzen Strahler vermengt. Anschließend behauptet Dr. Stehlik, Klimamodelle würden die „Temperatur der Erdoberfläche so“ berechnen, als wäre sie eine Grenzfläche, an der Energietransport durch Strahlung stattfindet.“ So wie ich Klimamodelle wahrgenommen habe, machen sie genau das nicht! So geht nur die Schulaufgabe vor, die zu den – 18° C als Ergebnis kommt, aber diese ist kein Klimamodell!

• Auf S. 25 stellt Dr. Stehlik den Treibhauseffekt als „Summe aller Verzögerungen“ dar. Das ist meiner Kenntnis nach falsch!³³ **Der „Energietau“ bewirkt eine Verschiebung eines Gleichgewichtszustandes und nicht allein eine Verzögerung der Abstrahlung.**

In einer vor vielen Jahren gemachten Untersuchung konnten Journalisten zeigen, dass sich deutsche Politiker von Astrologen bei wichtigen Entscheidungen beraten lassen. Damals war ich entsetzt. Es scheint sich hier zu zeigen, dass sog. wissenschaftliche Beratung nicht immer der Sterndeuterei³⁴ überlegen sein muss. Schaden fügen beide zu!

verfügt, das Geld für die MIG 29 sparen wir uns, denn ihr könnt doch schon alles modellieren.

³¹ Genau darin besteht aber die „thermodynamische Gesamtwirkung“ von CO₂ als Gas und Bestandteil der Luft! Die Wärmeleitfähigkeit des CO₂ hat zwei molekulare Komponenten, die Energieübertragung von Molekül zu Molekül durch mechanischen („translatorischen“) Stoß und durch Strahlung. Kein Physiker kann die Strahlungsübertragung von Molekül zu Molekül bei der Messung der Wärmeleitfähigkeit abschalten.

³² Der Glaube an die Existenz eines „Treibhauseffektes“ ist bei Herrn Haupt so inbrünstig, dass er tatsächlich auch daran glaubt, dass ein kälterer Körper wie die Atmosphäre den wärmeren Körper Erdboden erwärmen kann. Gelänge es einem Physiker, etwas derartiges experimentell nachzuweisen, hätten wir tatsächlich eine „Neue Physik“.

³³ In einem Treibhaus (im Sinne von Gewächshaus) wird es innen wärmer als außen, weil die Konvektion als wichtigster Faktor des Energieflusses vom Boden ins All mechanisch verhindert wird. Dieser Energietau, wie jeder Energietau in einem Energiefluss, erhöht die Temperatur. Wie ein Physiker das in Abrede stellen kann, ist mir unverständlich.

³⁴ Das „Glauben“ an einen experimentell nicht nachweisbaren Effekt ist für mich als Naturwissenschaftler noch viel weniger akzeptabel als der naive Glaube an die Vorhersagen der Astrologen.