Experimentelle Überprüfung des CO_2-Treibhauseffektes: Die falschen Klima-Propheten

geschrieben von Chris Frey | 28. Juni 2020

Kurzfassung

Jean-Baptiste Joseph Fourier war der Erste, der 1827 eine Erwärmung der Atmosphäre durch CO_2 postulierte. Viele Jahre später glaubten Hoimar von Ditfurth, Albert Arnold „Al“ Gore und Volker Quaschning, dass sie die Fourier-These experimentell nachgewiesen haben, da sie eine beträchtliche Lufterwärmung bei verschiedenen CO_2-Experimenten beobachteten. Eine sorgfältige Überprüfung ihrer Experimente zeigt nun, dass hier die Öffentlichkeit manipuliert und getäuscht wird. Die Temperaturerhöhungen werden nicht durch den CO_2-Treibhauseffekt, sondern durch die Abnahme der Wärmeleitung verursacht. Besonders starke Effekte erhält man, wenn CO_2 als „Gas-See“ unter einer Luftschicht eingeleitet wird. Werden aber, wie in der Atmosphäre, Luft und CO_2 gleichmäßig vermischt, bleibt die Erwärmung aus und unter besonderen Umständen kann sogar eine leichte Abkühlung auftreten.

Einleitung

Folgt man den etablierten Massenmedien ist der angeblich vom Menschen verursachte Klimawandel wissenschaftlich eindeutig bewiesen und benötigt keine weitere Forschung. Zunächst ein Widerspruch in sich, denn die Naturwissenschaft liefert keine absolute Wahrheiten, in Stein gemeißelte Gesetze, sondern nur Annahmen und Hypothesen. Selbst wenn sich eine These in der Praxis bewährt und allgemeine Anerkennung gefunden hat, ist eine kritische Überprüfung kein Sakrileg sondern unverzichtbare Pflicht eines jeden Wissenschaftlers. Denkverbote und Maulkörbe sind Methoden und typische Merkmale einer Diktatur, die die Wissenschaft zu einem unwürdigen Knecht der Mächtigen degradiert. Wie glaubwürdig ist eine Gesellschaft, die bunt sein möchte aber Meinungsvielfalt unterdrückt (hier).
Es ist sehr beunruhigend, dass sich beim Thema Klimawandel hauptsächlich nur ehemalige Institutsdirektoren, pensionierte Professoren und Forscher zu Wort melden und den Weltuntergangsszenarien widersprechen. Wenn nur Menschen Widerstand leisten, die sich keine Sorgen bezüglich ihrer Karriere, Reputation oder ihres Einkommens machen müssen. Wenn in Deutschland die ältere Generation von einem öffentlich rechtlichen Sender („Meine Oma ist `ne alte Umweltsau“) verspottet wird.

Für einen Außenstehenden ist es schwer bis unmöglich die Vorhersagen von Dürre, Hitze, Überschwemmungen und Artensterben zu überprüfen. Es sein denn, man stöbert in ur-alten Zeitungen und findet düstere Prophezeiungen in schöner Regelmäßigkeit wie z.B. die „ungewöhnliche“ Arktis-Erwärmung im Jahre 1924 und 1934 (hier, hier). Vielleicht sind es die Lebenserfahrungen der Älteren, dass sie dem Sensations-Journalismus nicht auf dem Leim gehen und eher gelassen reagieren.
Die Untergangsprognosen spaltet die Gesellschaft in Menschen, die alles glauben was die Medien produzieren und Menschen, die sich lieber selber eine eigene Meinung bilden. Meine experimentellen Untersuchungen richten sich an die letztere Gruppe. Auch wenn sich das komplexe Geschehen von Wetter und Klima im Labor nicht nachbilden lässt, einzelne Aspekte und Aussagen lassen sich durchaus überprüfen. Im folgenden Artikel geht es um spektakuläre Labor-Experimente prominenter Klima-Alarmisten, die kritisch hinterfragt werden sollen. Am Ende wird sich herausstellen warum ihre Experimente scheitern mussten und ihre Warnungen vor dem angeblich gefährlichen CO_2 unbegründet sind.

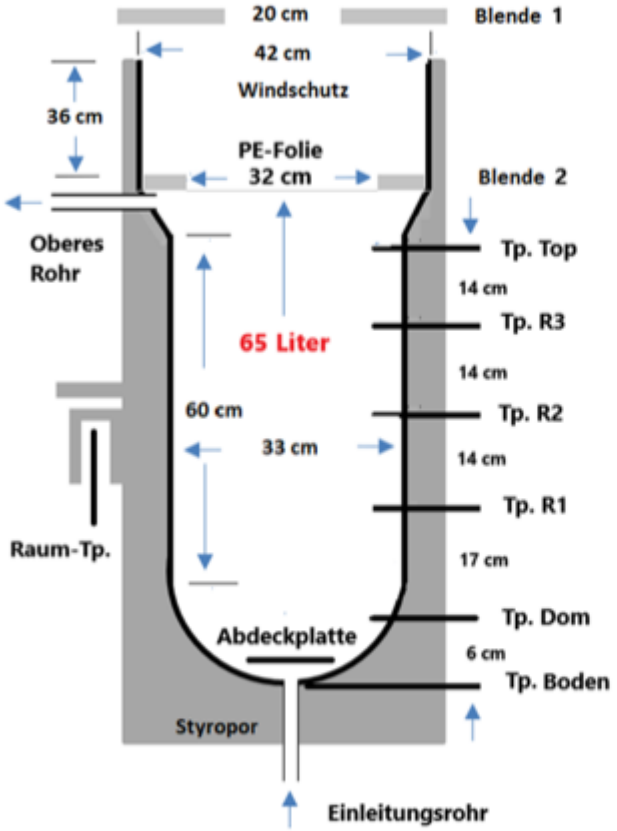
1. Das Hoimar von Ditfurth Experiment

Man findet im Internet eine Reihe von einfachen Versuchen, die den CO_2-Treibhauseffekt mit der Lufttemperatur verknüpfen. Danach soll sich CO_2 wie eine Glasscheibe verhalten, die kurzwelliges Licht durchlässt, aber langwellige Wärmestrahlung absorbiert. Eine deutliche Erwärmung nach Zugabe von CO_2 wurde als Beweis eines Treibhauseffektes erachtet. Die bekanntesten Versuche stammen von Al Gore (hier), Volker Quaschning (hier), und Hoimar von Ditfurth (hier). Sie haben einen sehr ähnlichen Versuchsaufbau und lassen sich wie folgt charakterisieren:
1. Eine Glühlampe bestrahlt von außen ein Gefäß (Simulation der Sonnenstrahlung).
2. Das Gefäß wird wahlweise mit normaler oder CO_2-haltiger Luft gefüllt (Erd-Atmosphäre).
3. Eine Bodenfläche oder ein kugelförmiger Körper simuliert die Erdoberfläche.
Das wohl spektakulärste Experiment wurde 1978 von dem Autor und Fernsehmoderator Dr. Hoimar von Ditfurth† durchgeführt. Diese Vorführung verdient einige Superlative: Neben spektakulär ist es das größte und gefährlichste Experiment, mit dem stärksten Temperatur-Anstieg und den meisten physikalischen Rätseln.
Auf einer Bühne waren zwei große Zylinder mit den ungefähren Maßen 2 x 3 m aus durchsichtiger Plastikfolie aufgebaut. In jedem dieser Zylinder befand sich eine Testperson, die ein Thermometer beobachtete, aber nur in einem Zylinder wurde CO2 aus mehreren großen CO_2-Flaschen sehr rasch von unten eingeleitet.
Der eigentliche Kern des Versuches waren zwei Bühnenscheinwerfer, die aus kürzester Entfernung, von oben in die offenen Zylinder hineinstrahlten und sie dadurch erwärmten.
Am Ende wurde festgestellt, dass der CO_2-gefüllte Zylinder 11,3 °C wärmer war als der Vergleichszylinder.

Das YouTube-Video, das noch immer im Internet zugänglich ist, vermittelt eine Botschaft, die wegen ihrer Einfachheit auch von der breiten Öffentlichkeit leicht zu verstehen ist: „Seht her, CO_2 kann unsere Erde um 11 °C oder vielleicht noch höher erwärmen, wenn ihr nicht sofort handelt.“ Aber stimmt diese Prophezeiung?
Die Experimente der prominenten Klima-Alarmisten sind reine Demonstrationen. Es fehlen detaillierte Beschreibungen, Angabe der CO_2-Konzentrationen und Kontroll-Experimente. Zur Auswertung kommt lediglich eine Vorher-Nachher-Betrachtung. Diese Versäumnisse sollen durch eine gründliche Überprüfung nachgeholt werden.

2. Die Versuchsapparatur

Die Versuchsapparatur und erste Ergebnisse wurden bereits auf der alternativen 13. Klima-Konferenz (IKEK) in München November 2019 vorgestellt (hier).
In der Zwischenzeit wurde die Apparatur durch Einbau eines 7. Sensors „Tp. Boden“, der die Temperatur der Dom-Wand misst, erweitert. Dadurch lassen sich Luft- und Boden-Temperaturen miteinander vergleichen.



Alle Temperaturen werden mit Datenloggern im Minutentakt aufgezeichnet. Bis auf Tp. Boden messen alle Sensoren die Luft- bzw. Gastemperaturen.

Der Dom ist eine Edelstahlschüssel, die Röhre und die konusförmige Erweiterung bestehen aus poliertem Aluminium (0,6 mm) und der Windschutz aus Alu-kaschierter Styropor-Tapete.

Wahlweise befindet sich im oberen Teil eine offene Blende 1 oder geschlossene Blende 2.

Die Abdeckplatte ermöglicht eine gleichmäßige Befüllung des Domes mit verschiedenen Versuchs-Gasen. Das obere Rohr ist nur bei Versuchen mit Blende 2, bei der Gaseinleitung oder beim Umpumpen, geöffnet.

Die Einleitung der Gase wird mit einem Rotameter überwacht. Die konkrete Menge wird durch Wiegen der Gasflaschen ermittelt. Das Abpumpen erfolgt mit einer Aquariumpumpe mit 1,5 l/min.

Die Apparatur wird mit einer 100 W Glühlampe aus 60 cm Entfernung bestrahlt.

Abb. 1: Schema der Versuchs-Apparatur

Die wichtigste Neuerung ist eine PE-Folie in Form von Blende 2 oberhalb der konischen Erweiterung der Röhre. PE hat den Vorteil, dass die Folie Wärmestrahlung durchlässt, aber den Versuchsraum gasdicht verschließt. Dadurch lassen sich vergleichende Experimente mit offener (Blende 1) und

geschlossener Apparatur (Blende 2) durchführen.

Abb. 2: Linkes Bild: Die Strahlungs-Apparatur mit Blende 1
Mitte und Rechts: Strahlungs-Apparatur mit Blende 2, mit rotem bzw. weißem Licht bestrahlt

2.1 Überprüfung des Ditfurth-Experimentes

Wie beim Ditfurth-Experiment wird die mit Luft gefüllte, offene Apparatur (Abb. 2, linkes Bild) mit einer 100 W Rotlicht-Reflektor-Lampe bestrahlt. Durch die Bestrahlung ist die Versuchs-Apparatur bis zu 10 °C wärmer als die Raum-Luft. Dabei entsteht eine ungewöhnliche Luftschichtung, mit warmer Luft unten und kälterer Luft oben (Abb. 3). Die Erklärung ist das Lambertsche Kosinusgesetz. Der Boden, obwohl am weitesten von der Lampe entfernt, erhält wegen seiner parallelen Ausrichtung zur Strahlungsquelle die größte Strahlungsdichte von der Rotlicht-Lampe. Alle anderen Flächen werden nur schräg angestrahlt und dadurch weniger erwärmt. Die Wärme breitet sich hauptsächlich durch Wärmeleitung aus, wie an der 4 °C Differenz zwischen Boden und Dom-Luft zu sehen ist (Abb. 3, Boden vs. Dom).
Nach einiger Zeit werden 23 L CO_2 innerhalb von 15 Minuten von unten in die Apparatur eingeleitet. Die Temperaturen in der Apparatur reagieren sofort auf das CO_2, allerdings sehr unterschiedlich. Während sich Boden und Dom-Luft sofort erwärmen, zeigen die anderen Sensoren zunächst eine Abkühlung, um nach einer gewissen Verzögerung ebenfalls einen Anstieg zu vermelden (Abb. 3).

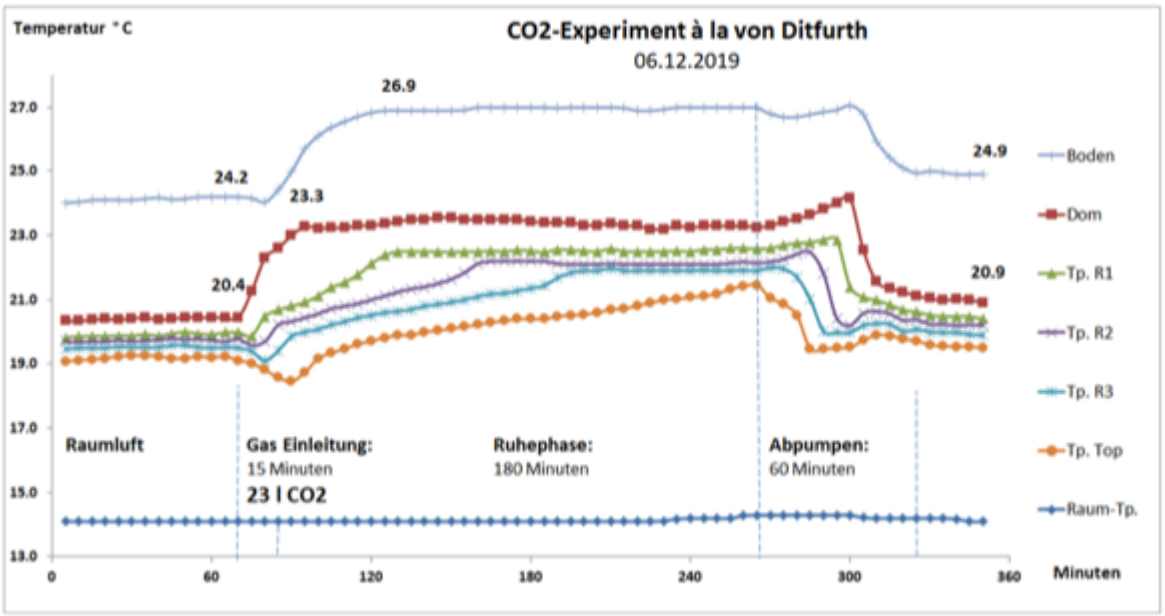


Abb. 3: Temperatur-Daten: Überprüfung des Ditfurth-Experimentes

Die von Datenloggern ermittelten Temperaturen werden in einer Excel-Tabelle über die Zeit aufgetragen. Jeder Datenpunkt entspricht einem Zeitintervall von 5 Minuten und ist der Temperatur-Durchschnitt von 5 Messungen.

Nach einer Beobachtungszeit von 180 Minuten (Ruhephase) werden die Gase durch das „Einleitungsrohr“ im Boden wieder abgepumpt. Das Abpumpen war als Kontrolle gedacht, um nachzuweisen dass die Temperatur-Anstiege tatsächlich durch CO_2 verursacht werden.
Eine Bestimmung der abgepumpten CO_2-Menge ergab, dass nur noch wenig CO_2 von den ursprünglichen 23 Litern vorhanden war. Das meiste CO_2 war während des Versuches aus der oben offenen Apparatur unbemerkt in den Laborraum entwichen (diffundiert). Der stetige Temperatur-Anstieg der Top-Position (gelbe Linie) zeigt diese Diffusion.

2.2 Das Argon-Kontroll-Experiment

Auf den ersten Blick sieht das vorherige CO_2-Experiment wie eine Bestätigung der Ditfurth-Hypothese aus. Aber Zweifel ist die Mutter aller Wissenschaften und so muss auch dieses Ergebnis überprüft werden. Als alternatives Kontroll-Gas bietet sich Argon an. Argon ist wie CO_2 ein schweres Gas aber kein Treibhausgas und sollte beim Einleiten in die Röhre keine Temperatur-Änderung verursachen. Der Kontroll-Versuch ist jedoch eine faustdicke Überraschung: Das IR-inaktive Argon verursacht exakt die gleichen Temperatur-Anstiege wie das Treibhausgas CO_2 (Abb. 4).

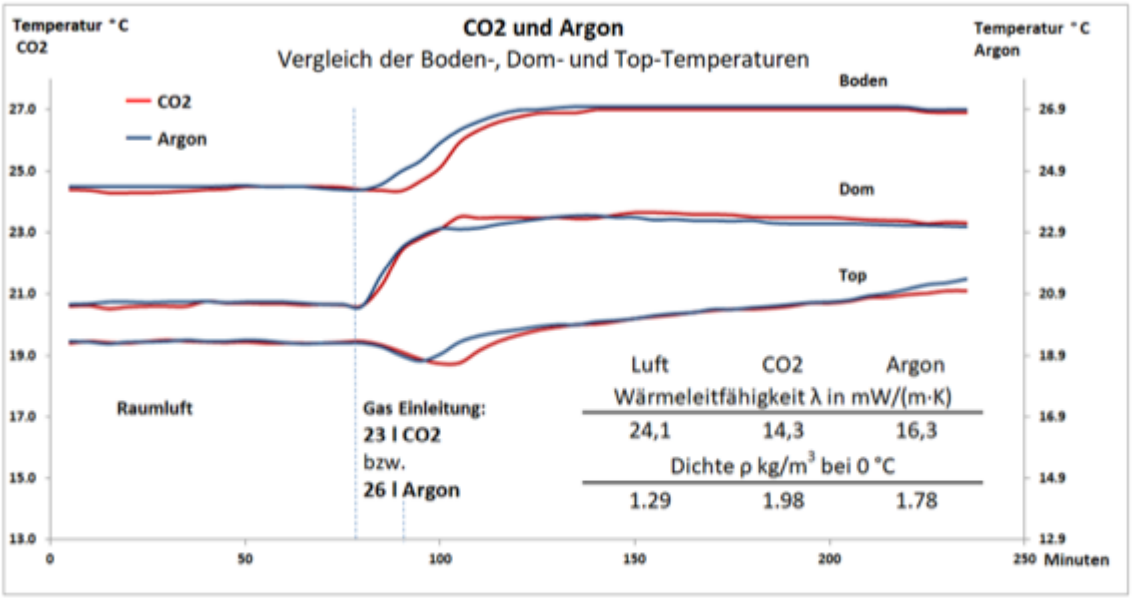


Abb. 4: Vergleich der CO2- und der Argon-Temperatur-Anstiege

Da Argon und CO2 unterschiedliche spezifische Wärmeleitfähigkeiten (Verhältnis 1:1,14) haben, wird die Argon-Menge um den Faktor 1,14, als eine Ausgleichmaßnahme, erhöht (26 Liter Argon vs. 23 Liter CO2).

2.3 Schlussfolgerungen

Das Edelgas Argon ist ein IR-inaktives Gas, das weder Wärmestrahlung absorbieren noch emittieren kann. Wenn CO_2 und Argon den gleichen Erwärmungs-Effekt zeigen, muss man die Ursache außerhalb der Wärmestrahlung suchen. Schwere Gase haben eine kleinere spezifische Wärmeleitfähigkeit λ als Luft (die Tabelle in Abb. 4). Werden diese Gase in die Röhre eingeleitet, verringern sie den Wärmestrom innerhalb der Apparatur. Die schweren Gase wirken wie eine Isolierschicht. Somit lässt sich feststellen:
Das Ditfurth-Experiment zeigt nicht den Treibhauseffekt, sondern ist ein Phänomen schwerer Gase.
Diese erste Erkenntnis bestätigt die Skepsis von Helmut Krebs und Anthony Watts, die an den Ditfurth- und Al Gore-Experimenten, als Beweis des CO_2-Treibhauseffektes, gezweifelt hatten (hier, S. 91,98).

3. Experimente in der geschlossenen Apparatur

3.1 Überprüfung des Ditfurth-Experimentes in der geschlossenen Apparatur

Da bei der ersten Untersuchung CO_2 entweichen konnte, wurde der Versuch von Kap. 2 mit einer geschlossenen Apparatur wiederholt. Hierzu wurde Blende 2 mit Silicon-Gummi oberhalb der konischen Erweiterung eingeklebt. Blende 2 ist mit einer durchsichtigen PE-Folie

(Schichtdicke: 11 µm) bespannt, die Wärmestrahlung durchlässt, aber den Austritt von CO_2 verhindert (Abb. 1, das Bild in der Mitte). Überraschenderweise gingen bei diesem Versuch die Temperaturen bereits nach zwei Stunden wieder auf die Ausgangswerte zurück, obwohl gar nicht abgepumpt wurde (Abb. 5).

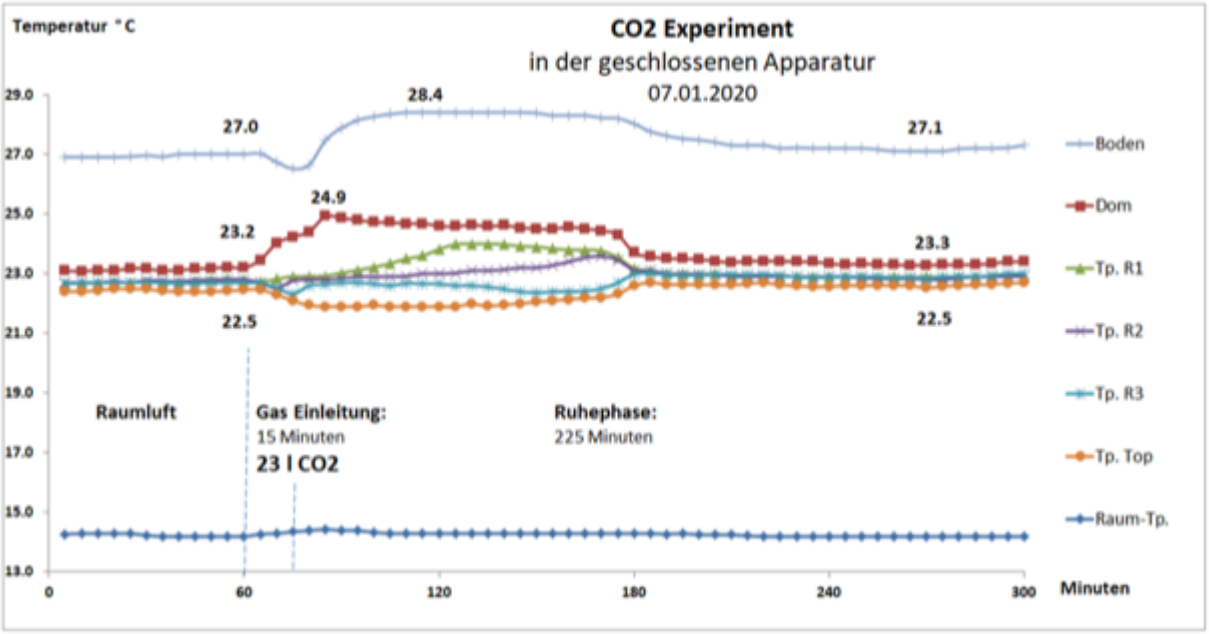


Abb. 5: Rückgang der Temperaturen während der Ruhephase

Das abweichende Verhalten lässt sich durch einen unterschiedlichen Verlauf der CO_2-Diffusion bei einer offenen und geschlossenen Apparatur erklären. Beim CO_2-Einleiten durch das untere Einleitungsrohr bildet sich im Dom ein CO_2-„See“, vergleichbar mit einer Flüssigkeit, die in eine Schüssel gefüllt wird. (Für diese Art der Gasfüllung wurde die „Abdeckplatte“ im Dom installiert!) Das CO_2 arbeitet sich danach langsam durch Diffusion nach oben aus. Dabei nähert sich das CO_2 der Rotlichtlampe und wird hier stärker erwärmt als in den unteren Schichten, was den Aufstieg beschleunigt. Bei der offenen Apparatur führt das zu einem Entweichen von CO_2, bei der geschlossenen aber zu einer Vermischung, Homogenisierung mit der Innenluft.
Der Homogenisierungs-Prozess verändert das Verhältnis von CO_2-Wärmeleitung und CO_2-Wärmestrahlung.
Die Wärmeleitung einer CO_2-haltigen Schicht hängt von ihrer Zusammensetzung und der CO_2-Konzentration ab (hier). Den größten Isoliereffekt hat das reine CO_2 beim Einleiten in den Dom, wodurch die oberen Schichten weniger Wärme von dem wärmeren Boden bekommen. Beim Vermischen mit Luft verringert sich der Isoliereffekt mit abnehmender CO_2-Konzentration. Das erklärt die entgegengesetzten Temperatur-Änderungen zwischen Boden- und Top-Position in den ersten Minuten kurz nach CO_2-Einleitung.
Im Gegensatz dazu ist das Strahlungsvermögen von CO_2 nicht von seiner Konzentration, sondern von der Anzahl der CO_2-Moleküle abhängig. Der Homogenisierungs-Prozess verringert die CO_2-Konzentration aber nicht die Anzahl der CO_2-Moleküle.

Dieser Zusammenhang führt zu der Erkenntnis, dass der anfänglich starke Temperatur-Anstieg von 1 – 2 °C hauptsächlich durch ein Konzentrationsgefälle verursacht wird. Eine homogene CO_2-Luft-Mischung führt dagegen nur zu einer geringen Erwärmung von 0,1 – 0,2 °C (Abb. 5).

3.2 CO_2-Experiment mit beschleunigter Homogenisierung

Die These der internen Vermischung von CO_2 und Luft ließ sich experimentell bestätigen. Nach Einleitung von CO_2 wurde für 30 Minuten mit einer Aquarium-Pumpe das im Dom befindliche CO_2 abgesaugt und in das obere Rohr wieder eingeleitet. Durch dieses Umpumpen wurde die Homogenisierung beschleunigt und die Temperaturen sanken deutlich schneller als beim vorherigen Versuch (Abb. 6 und Tab. 1).

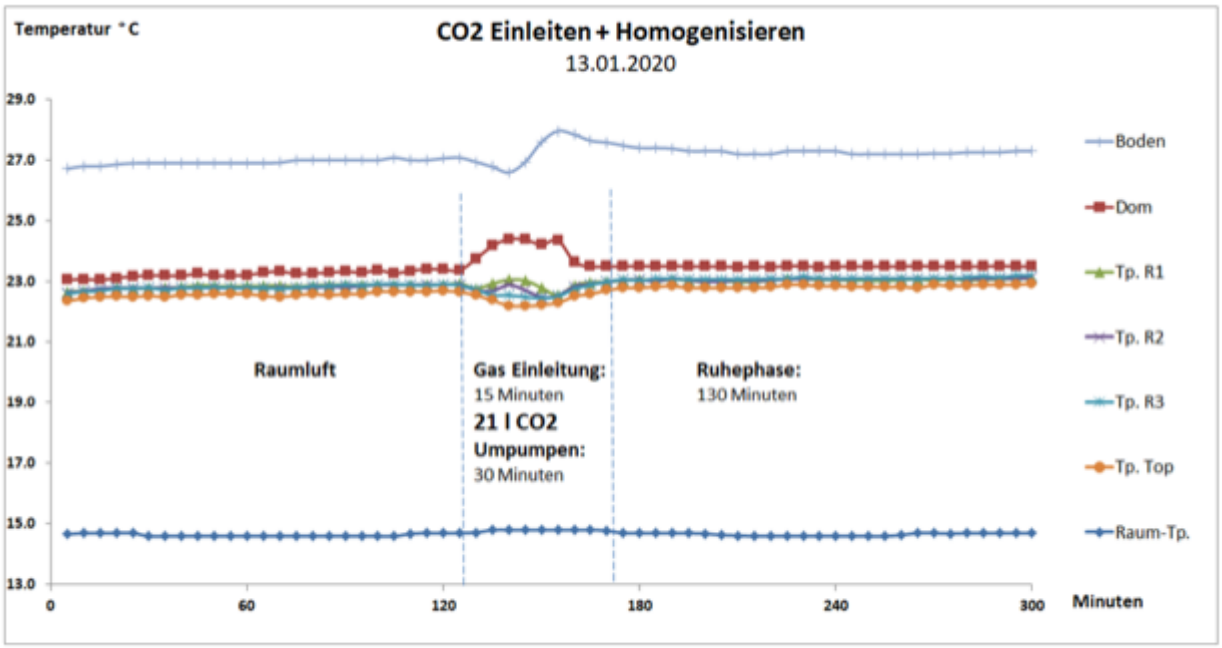


Abb. 6: Temperatur-Verlauf bei beschleunigter Homogenisierung

3.3 Homogenisierungs-Versuche mit schweren Gasen

Weitere Homogenisierungs-Versuche mit unterschiedlichen Mengen CO_2, Freon 134a und Argon ergaben immer die gleichen geringen Temperatur-Anstiege von 0,1 – 0,3 °C (Tab. 1). Auch ein CO_2-Kontrollversuch mit einem farblosen 100 W Strahler (Abb. 2, rechtes Bild) führte zu keinem anderen Ergebnis.

Gas	Volumen Liter	Temperatur-Anstieg (°C) nach Homgenisierung					
		Boden	Dom	Tp. R1	Tp. R2	Tp. R3	Tp. Top
CO2	21	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
CO2 *	21	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
CO2	8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
Freon 134a	5	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Argon	27	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1

CO2 * = 100 W farbloser Glühlampenstrahler

Tab. 1: Temperatur-Anstiege mit verschiedenen Gasen nach Homogenisierung in Luft

3.4 Homogenisierungs-Experimente in Argon

In einer letzten Versuchsreihe wurde vor Zugabe von Treibhausgasen die Luft in der Apparatur (die Raumluft) durch Argon ausgetauscht. Durch diese Maßnahme sollte der Einfluss der Wärmeleitung verringert werden. Tatsächlich verursachten jetzt CO_2 bzw. Freon 134a keine messbare Erwärmung der Luft in der Dom-Position, während es am Boden sogar zu einer Abkühlung kam (Tab. 2).

Gas	Volumen Liter	Temperatur-Anstieg (°C) nach Homgenisierung in Argon					
		Boden	Dom	Tp. R1	Tp. R2	Tp. R3	Tp. Top
CO2	21	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Freon 134a	5	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tab. 2: Temperatur-Anstiege nach Homogenisierung in Argon

4. Fazit und Ursachensuche

Die Behauptungen von Al Gore, Ditfurth und Quaschning, den CO_2-Treibhauseffekt durch eine Luft-Erwärmung nachgewiesen zu haben, sind falsch. Beseitigt man Sondereffekte, die durch die geringe spezifische Wärmeleitung schwerer Gase und durch einen Konzentrationsgradienten entstehen, bleibt von der postulierten Erwärmung nichts mehr übrig.
Aber warum funktionieren solche Experimente mit einer Bestrahlung von außen nicht? Um das zu verstehen, muss man sich die Bestrahlungs-Lampen, als Quelle der Energiezufuhr, genauer ansehen. Die Glaskolben der farblosen und der Rotlicht-Lampe erreichen Temperaturen von 115 °C bzw. 125 °C und produzieren dadurch, neben ihrem sichtbaren Licht, eine erhebliche Wärmestrahlung. Entscheidend ist nun, dass diese Wärmestrahlung den gleichen Wellenlängen-Bereich $\lambda = 3 - 30$ µm umfasst, der auch von Treibhausgasen benutzt wird.
Um die Bedeutung der Wärmestrahlung zu verstehen, müssen wir zunächst abschweifen und die Frage beantworten, was die Erde mit der Wärme macht, die sie von der Sonne bekommt.
Die Erde hat eine ganze Reihe von unterschiedlichen Möglichkeiten, Wärme horizontal und vertikal zu transportieren, was von der Meteorologie erforscht und vereinfacht als Wetter bezeichnet wird. Der größte Teil dieser Wärme landet in der Atmosphäre und nur ein sehr kleiner Teil (40

W/m^2) wird direkt von der Erdoberfläche an das Weltall in Form von Wärmestrahlung abgegeben. Tatsächlich ist es die Atmosphäre (in rund 5 bis 10 km Höhe) und nicht die Erdoberfläche, die die Wärme der Sonne wieder entfernt, und zwar ausschließlich durch Wärmestrahlung (Ausstrahlung) von rund 200 W/m^2 in Richtung Weltall, wenn man Kevin E. Trenberth Energieschema zugrunde legt (hier).
Stickstoff, Sauerstoff und Argon, die Hauptbestandteile der Atmosphäre, sind IR-inaktiv, d.h. sie können zwar Wärme speichern und transportieren, aber keine Wärmestrahlung aussenden. Diese Funktion und Fähigkeit besitzen nur Wolken, Aerosole und Treibhausgase. Ohne diese kleinen Partikel und die IR-aktiven Spurengase würde sich die obere Atmosphäre langfristig erwärmen, und nur in Bodennähe gebe es noch einen gewissen Wärmeaustausch durch Wärmeleitung. Dann gäbe es nur noch in Bodennähe einen gewissen Temperatur-Gradienten durch den Tag- und Nacht-Wechsel und zwischen dem Äquator und den Erdpolen.
Die Atmosphäre ist eine gewaltige Wärmekraftmaschine, die einen Teil ihrer Wärme in Arbeit umwandelt. Diese Arbeit ist der Antriebsmotor der planetarischen Zirkulation mit ihren Luftströmungen (Passatwinde, Polarwinde, Jetstreams) und den verschiedenen Strömungs-Zellen (Hadley, Ferrel, Walker) und der Hebeprozesse (Konvektion). Wie bei allen Wärmekraftmaschinen ist der Wirkungsgrad dieser Energie-Umwandlung von der Temperatur-Differenz zwischen den warmen und kalten Schichten der Atmosphäre abhängig. Bei einer nahezu isothermen Atmosphäre wäre das aber nicht mehr gegeben. Die Treibhausgase, die bisher nur als Hinderung der terrestrischen IR-Ausstrahlung gesehen werden (Treibhauseffekt) spielen hier eine unverzichtbare positive Rolle, da sie durch ihre IR-Strahlung die obere Atmosphäre abkühlen und so für den erforderlichen Temperatur-Unterschied sorgen.
Die IR-Strahlung der Treibhausgase hat allerdings keine Vorzugsrichtung, was zu zwei entgegengesetzten Effekten führt. Einerseits wird durch die Strahlung in Richtung Weltall (Ausstrahlung) die obere Atmosphäre abgekühlt und andererseits durch Strahlung in Richtung Erde (Gegenstrahlung) die Erdoberfläche erwärmt.
Ob und inwieweit zusätzliches CO_2 zur Erwärmung der Troposphäre beiträgt, ist umstritten. Das IPCC hatte im zweiten Bericht „SAR“ unter Leitung von Ben Santer diese These als Ursache einer globalen, vom Menschen verursachten Erwärmung aufgestellt und als Beweis echte Messungen zwischen 1963 bis 1968 angeführt. Sehr peinlich, denn kurz darauf konnten Michaels und Knappenberger nachweisen, dass die troposphärischen „Hot Spot“ verschwinden, wenn der Gesamtzeitraum, der damals verfügbaren Daten von 1958 bis 1995 betrachtet wird. Die Autoren warfen dem IPCC Rosinenpicken und Datenmanipulation vor (hier).
Welche Rolle das CO_2 für die Erderwärmung spielt ist ebenfalls heftig umstritten. Nach den Modell-Rechnungen könnte bei einer Verdopplung der CO_2-Konzentration (CO_2-Klimasensitivität) eine Erwärmung in einer Spanne zwischen 0,6 °C bis 4,5 °C auftreten (hier, hier, hier).
Diese beträchtliche Unstimmigkeit entsteht durch eine unterschiedliche Bewertung der Wolken-Wirkung und durch strittige Rückkopplungen. Wäre CO_2 das einzige Treibhausgas der Atmosphäre, wäre die CO_2-Klimasensitivität

rund 1 °C (hier). Ein Wert, der weitgehend akzeptiert wird und keine ernsthaften Auswirkungen hätte. Der Streit zwischen „Alarmisten“ und „Skeptiker“ ist also nicht die Wirkung von reinem CO_2 sondern die komplexen Wechselwirkungen und Überlagerungen der verschiedenen IR-aktiven Stoffe der Atmosphäre und vor allem die sogenannte CO_2-Wasserdampf-Rückkopplung, die unterschiedlich bewertet werden. Dabei würde eine positive Rückkopplung die CO_2-Klimasensitivität verstärken aber eine negative Rückkopplung die Wirkung von CO_2 verringern.
Der Streit entbrannte an einer seltsam anmutende Theorie der Alarmisten, dass eine Erwärmung der Erdoberfläche (⅔ Wasser!) um 0,065 °C den Wolkenbedeckungsgrad um 1 % reduziert (hier)!
Wie bitte, wärmeres Wasser = mehr Verdunstung = weniger Wolken? Die Alarmisten sind sich hier sicher, denn die Daten wurden aus dem ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Project) Beobachtungen der globalen Erwärmung gewonnen. Danach sind im Zeitraum von 1986 bis 2017 die Meeres-Oberflächen-Temperaturen (SST) von 19,1 °C auf 19,4 °C gestiegen und der Wolkenbedeckungsgrad von 72 % auf 67 % gesunken.
Hier zeigt sich das gleiche Dilemma wie beim Ditfurth-Experiment, Daten-Erfassung und Daten-Interpretation sind zwei völlig verschiedene Schuhe. So kann es nicht verwundern, dass kürzlich eine ganz andere Interpretation auftaucht, die sogar von einem negativen Feedback ausgeht, wenn man kürzere Zeiträume in den ISCCP-Daten zugrunde legt. M. Jonas hatte herausgefunden, dass der Wolkenbedeckungsgrad und SST-Erhöhung eine positive Korrelation zeigen, wenn man den Wolkenbedeckungsgrad 1 – 6 Monaten nach der gemessenen Wasser-Temperatur betrachtet (hier).
Sollte sich diese Einschätzung bewahrheiten, wäre der CO_2-Treibhauseffekt als Klima-Killer erledigt und könnte wie ein Kartenhaus in sich zusammenfallen. Allen Regierungen, Geschäftsführern und Aktivisten sollte das eine Warnung sein. Ihre Rechtfertigung für die „Große Transformation“ und dem damit verbundenen Konsumverzicht hängt an einem seidenen Faden, der jederzeit reißen kann.
Doch nun zurück zu den Laborversuchen, hier überlagert die Wärmestrahlung der Lampen die CO_2-Strahlung. Die Bestrahlung der Apparatur durch die externe Lampe hat die gleiche Richtung wie die CO_2-Gegenstrahlung. Nach dem Planck’schen Gesetz erzeugt die Rotlicht-Lampe im Spektralbereich 14 – 16 µm (annähernd CO_2-Bande bei 15 µm) bei einer Temperatur von 125 °C, eine Strahlungsdichte von rund 100 W/m^2. Wieviel davon tatsächlich den Boden der Apparatur erreicht ist unklar, denn durch die kugelförmige Ausbreitung der Lampen-Strahlung verringert sich die Strahlungsdichte bevor sie in die Apparatur eintritt.
Das CO_2 in der Gasphase absorbiert die IR-Strahlung der Lampe und sendet dafür eine eigene Strahlung aus, die bei der Luft-Temperatur von 23 °C im Wellenlängenbereich 14 – 16 µm maximal 43 W/m^2 betragen kann. Wenn die absorbierte Lampen-Strahlung größer ist als die emittierte CO_2-Strahlung, verringert sich die Bestrahlung des Bodens und er kühlt sich ab (Tab. 2). Dieser Vorgang ist vergleichbar mit einem IR-Spektrometer, bei dem die Schwächung eines IR-Strahls durch CO_2 gemessen wird.
Aber warum gibt es keine Luft-Erwärmung, wenn das CO_2 doch einen gewissen

Teil der Lampen-Strahlung absorbiert hat? Die Antwort ist die Art und Weise wie CO_2 IR-Strahlung emittiert. Betrachtet man die Strahlungsachse Lampe –Boden, dann haben wir zwei Flächen, Richtung Lampe und Richtung Boden, über die CO_2 die absorbierte Energie wieder abgeben kann. Solange die absorbierte Energie der Lampen-Strahlung nicht die CO_2-Ausstrahlung auf zwei Flächen übersteigt gibt es auch keine Luft-Erwärmung.
Ob eine Luft-Erwärmung auftritt oder nicht hängt also von der Intensität der Lampen-Strahlung und der Temperatur der CO_2-Schicht ab, dem Verhältnis von Absorption und Emission. Das lässt sich sogar zeigen, wenn man sich die einzelnen Messpositionen von Boden bis Top ansieht. Die IR-Strahlung der Lampe trifft zunächst auf das CO_2 in der Top-Position, wodurch hier die Absorption ein Maximum hat und in Richtung Boden langsam zurückgeht. Im gleichen Maße verändert sich das Absorptions-Emissions-Verhältnis wodurch sich ein Temperatur-Gradient ausbildet und die oberen Messfühler (R1 bis Top) eine leichte Erwärmung aber der unterste (Boden) eine leichte Abkühlung registrieren (Tab. 1).
Fourier hat als erster formuliert, dass CO_2 als Absorber zur Erwärmung der Atmosphäre beiträgt und damit eine fundamentale Verwirrung ausgelöst, die bis heute andauert. Offensichtlich wurden Al Gore & Co. von dieser Aussage verführt, den Treibhauseffekt durch Messung der Lufttemperaturen ermitteln zu wollen. Dabei wird übersehen, dass das atmosphärische CO_2 nicht nur Absorber sondern auch IR-Strahler ist, also sowohl Abkühlung als auch Erwärmung verursachen kann.
Um den Beitrag von CO2 zur tatsächlichen Erwärmung der Atmosphäre wirklich zu verstehen, muss man eine Integration der Schwarzschild-Gleichung $ds = - I_\lambda + B_\lambda (T)$ mit vielen tausend Linien und Koeffizienten über die gesamte Troposphäre/Stratosphäre durchführen. Dabei bezeichnet der erste Term auf der rechten Seite die Verringerung der Strahlungsintensität (Luft-Erwärmung durch Absorption der Boden-Strahlung und der Strahlung der oberen Schicht), während der zweite Term den Anstieg der Strahlungsintensität (Luft-Abkühlung) darstellt, der sich aus der IR-Emission innerhalb der Schicht ergibt (hier).
H. Harde hat diese Berechnungen in drei Klimazonen (Tropen, mittlere und hohen Breiten), für 228 Unterschichten und bis zu einer Höhe von 86 km unter Berücksichtigung der Wasserdampf –Überlagerung durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass sich CO_2 viel stärker auf die Boden- als auf die Lufttemperatur auswirkt. Auch verursacht zusätzliches CO_2 nur eine Luft-Erwärmung bis zu einer gewissen Höhe in der Atmosphäre (hier).
Die Lufttemperatur ist also nur ein schwacher Indikator des Treibhauseffektes und wird obendrein noch von der externen Bestrahlung, wie oben angegeben, überlagert. Alle Versuche, den Treibhauseffekt anhand der Lufttemperatur nachzuweisen sind also von vornherein fragwürdig oder zum Scheitern verurteilt.
Entscheidend für den CO_2-Treibhauseffekt ist nicht die Lufttemperatur, sondern die IR-Strahlung, die von einer konkreten CO_2-Menge bei einer bestimmten Temperatur ausgeht. Das ist eine gewisse Herausforderung, da es auf der Erde keinen Versuchs-Raum für das CO_2 gibt, der nicht auch IR-Strahlung aussendet und damit die Messung erschwert, wenn nicht sogar unmöglich macht. Die Lösung ist eine Strahlungsmessung von warmem CO_2 vor

einem kalten Hintergrund. Man registriert dabei nicht die absolute CO_2-Strahlung, sondern nur die Zunahme der gemeinsamen Strahlung.
Dieses Konzept hat den Vorteil, dass der erdnahe Treibhauseffekt, die Überlagerung von Wolken- und CO_2-Strahlung, in einem Labor-Experiment realitätsnah simuliert wird. Die Zunahme der IR-Strahlung lässt sich mit einem Strahlungssensor (Wärmebildkamera) oder durch die Temperatur-Änderungen einer zusätzlichen schwarzen Fläche, die die Erdoberfläche simuliert, ermitteln.
Wird im letzteren Fall die Temperatur der schwarzen Fläche konstant gehalten und dafür ihre elektrische Heizung variiert, lässt sich die Strahlung der IR-aktiven Gase quantifizieren. Mit dieser Methode wurden die molaren Emissionsgrade ε_m verschiedener IR-aktiver Gase, als eine Kennziffer ihrer Strahlungsfähigkeit, ermittelt. Dabei erwies sich CO_2 mit ε_m=0,043 als ein deutlich schwächerer IR-Strahler als Lachgas (ε_m=0,055). Nur Methan war mit ε_m=0,029 ein noch schwächerer IR-Strahler (hier). Demnach ist es unverständlich, dass das IPCC dem Methan ein angeblich 28-mal größeres Treibhauspotential als CO_2 unterstellt.
Entgegen Fouriers Annahme war der Gasraum unauffällig und zeigte keinen signifikanten Temperaturanstieg. Möglicherweise war bei diesen Experimenten der Versuchsraum nicht ausreichend isoliert, um die schwachen Erwärmungs-Effekte der Luft, die nach den Modell-Rechnungen erwartet werden, auch tatsächlich messen zu können.
Einen direkten Nachweis der CO_2-Strahlung gelang Christoph und Matthias Marvan, die mit einer Wärmebildkamera warmes CO_2 vor einem kalten Hintergrund untersucht hatten (hier).
So wurde durch zwei unterschiedliche Messmethoden experimentell bestätigt, dass CO_2 bei den üblichen Temperaturen der erdnahen Atmosphäre, eine messbare und quantifizierbare IR-Strahlung aussenden kann. Eine elektromagnetische Anregung durch eine externe Strahlungsquelle ist hierzu nicht notwendig. Aus den Versuchen kann geschlussfolgert werden, dass die CO_2-Moleküle durch Zusammenstoß mit anderen Molekülen in einen angeregten Schwingungs- bzw. Rotationszustand übergehen und durch Abgabe eines Photons wieder in den ursprünglichen Grundzustand zurückfallen. Die erforderliche Energie für die CO_2-IR-Strahlung stammt demnach aus der inneren Energie der Luftschicht, in der sich die CO_2-Moleküle befinden. CO_2 agiert in diesem Zyklus wie ein Katalysator bei chemischen Prozessen, wodurch seine Wirkung erheblich vergrößert wird. Dadurch können auch geringe Mengen CO_2 die Wärmeströme der Atmosphäre beeinflussen.
Mit beiden Untersuchungsmethoden wurde nachgewiesen, dass zumindest der erdnahe CO_2-Treibhauseffekt physikalisch möglich ist. Aber es wurde auch gezeigt, dass die IR-Strahlung der Wolken den Treibhauseffekt von CO_2 erheblich verringert. Die Experimente bestätigen die Position der „Skeptiker“, die in Wasserdampf und Wolken eine Verringerung der CO_2-Klimasensitivität sehen und den „Alarmisten“ eine maßlose Übertreibung einer angeblichen CO_2-Gefahr vorwerfen.
Die englische Version gibt es hier als PDF:
Experimental review of the CO2 greenhouse effect