

Aeschbacher, Urs

CO2 stoppt Wärmestrahlung - und das soll ich glauben?! Antwort an Horst Rumpf

Beiträge zur Lehrerbildung 14 (1996) 2, S. 193-195



Quellenangabe/ Reference:

Aeschbacher, Urs: CO2 stoppt Wärmestrahlung - und das soll ich glauben?! Antwort an Horst Rumpf - In: Beiträge zur Lehrerbildung 14 (1996) 2, S. 193-195 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-133309 - DOI: 10.25656/01:13330

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-133309>

<https://doi.org/10.25656/01:13330>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Zeitschrift zu Theorie und Praxis der Aus- und
Weiterbildung von Lehrerinnen und Lehrern

**BEITRÄGE ZUR LEHRERINNEN-
UND LEHRERBILDUNG**

Organ der Schweizerischen Gesellschaft für
Lehrerinnen- und Lehrerbildung (SGL)

ISSN 2296-9632

<http://www.bzl-online.ch>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

CO₂ stoppt Wärmestrahlung - das soll ich glauben?!

Antwort an Horst Rumpf

Urs Aeschbacher

In seinem Text "CO₂ und der Treibhauseffekt" spürt Horst Rumpf in sorgfältiger Introspektion und kunstvoller Naivität den Schwierigkeiten nach, die er mit der Physik des Treibhauseffektes hat. Was er dabei mit Fragezeichen markiert, sind also gespürte Schwierigkeiten oder mit Deweys Wort "felt difficulties". Sind es nur seine? Die markierten Schwierigkeiten spontan so deutlich zu spüren, dazu gehört wohl eine ausserordentliche metakognitive Empfindsamkeit. Stellt man aber entsprechende konkrete Fragen, so stösst man bei vielen Befragten an eben diesen Stellen des Sachzusammenhanges auf Schwierigkeiten.

Da ist zum Beispiel Rumpfs fragende Vermutung, ob wohl die von der Erde abgestrahlte Wärme von anderer Art sei als die auf die Erde eingestrahlte Sonnenwärme, da sie beim Durchqueren der Atmosphäre ein anderes Schicksal erleidet. Fünfzehn von fünfundsiebzig befragten Studierenden verschiedener Fachrichtungen brachten sie in ziemlich ähnlichen Worten zu Papier, als sie explizit gefragt wurden, wie es möglich sei, dass beim sogenannten Treibhauseffekt Strahlung ohne weiteres durch die Erdatmosphäre herein-, aber nicht mehr unbehindert hinausgelange (Zweiundzwanzig führten affirmativ einen solchen Artunterschied zwischen Einstrahlung und Rückstrahlung als Erklärung an, während die restlichen achtunddreissig keine Antwort wussten; Aeschbacher, 1992). Es ist nachvollziehbar: Wer von der (Wellenlängen-) Verschiedenheit von Lichteinstrahlung und Wärmerückstrahlung - und gleichzeitig von der (Wellenlängen-) Selektivität der Strahlenabsorption in Gasen - nicht die elementarste Kenntnis hat, kann (sich) den "Einbahnstrassen-Charakter" nicht erklären. Und dann bleibt auch die Treibhaus-Analogie unplausibel.

Nun ist es aber nicht nur das Fehlen eines spezifischen Wissens und die damit zusammenhängende Erklärungsnot, was die Treibhaus-Analogie für viele von uns zu einer kognitiven Zumutung macht. Noch massiver wirkt im Gegenteil das *Vorhandensein* eines bestimmten Wissens, nämlich eines Wissens, das der Vorstellung, dass eine Strahlung in der Atmosphäre gestoppt werde, direkt widerspricht. Gemeint ist unser Alltagswissen, dass Luft keine Schatten wirft. Unser von der lebensweltlichen Sinneserfahrung mit Sonnenstrahlen und Luft geprägtes Alltagsbewusstsein differenziert dabei nicht zwischen verschiedenen Strahlenarten und zwischen verschiedenen Gasarten in der Luft (solange letztere durchsichtig sind, wie es ja auch die CO₂-(Ab-) Gase zumeist sind); es hätte auch keinerlei Erfahrungsbasis dazu (vgl. Forneck, 1982). In der Tat stimmten in einer kürzlich veranstalteten kleinen Umfrage des Autors zehn von siebenundzwanzig Lehramt-Studenten/innen dem zur Beurteilung vorgegebenen Satz "Gase können elektromagnetische Strahlung praktisch nicht aufhalten" zu, acht davon sogar mit grosser Entschiedenheit (zehn waren unentschieden, sieben vermeinten die Aussage, fünf davon mit Entschiedenheit).

Wir können (oder müssen) also davon ausgehen, dass die Information, CO₂ behindere die Wärmeabstrahlung der Erde, bereits für sich genommen für viele Leute "intuitiv" unglaublich ist, weil sie einer Primärerfahrung widerspricht³. Dass sie zudem zu einer

³ Aus dieser Sicht gibt es eben gerade keine lebensweltliche Primärerfahrung, welche diesen Punkt plausibel machen könnte. Rumpfs Hinweis auf die sonnenstrahlenstoppenden Wolken hilft hier m.E. nicht. Zum einen sind jene luftigen Gebilde eben undurchsichtig und insofern ein anderer Fall. Ausserdem betrifft ihre Hinderniswirkung, soweit sie von uns lebensweltlich erfahren wird, die "falsche" Strahlung, nämlich die Sonneneinstrahlung auf die Erde, und insofern führt dieser Bezug im Zusammenhang des Treibhauseffektes sogar zu Verwirrung. In einem denkpsychologischen Experiment

anderen Information im Widerspruch zu stehen scheint, nämlich zur Information, dass die umgekehrt gerichtete Strahlung vom gleichen CO₂ nicht behindert werde - überlagert dem unwillkürlichen Stutzen ein durch vergleichende Reflexion vermitteltes, und von dort aus geraten möglicherweise weitere gedankliche Schwierigkeiten in den Horizont eines sich erweiternden Problembewusstseins. Diese Idee gestaffelter Horizonte des Problembewusstseins wird anhand des Zusammenhangsnetzes von Abbildung 1 graphisch illustriert und konkretisiert.

Von links nach rechts in der Abbildung nimmt die vorausgesetzte Verarbeitungstiefe zu; es kommen auf diesem (nie abgeschlossenen) Weg immer komplexere und fachlichere Sachzusammenhänge in den Blick, deren Erschließung (auch die erst schematische durch ein "vorausgehendes" Problembewusstsein; vgl. Reusser, 1984) mit zunehmend aktiveren und systematischeren kognitiven Bemühungen einhergeht. Demgegenüber ist unsere Schwierigkeit mit der Behauptung, CO₂ behindere Wärmestrahlung, primärerer Art. Sie meldet sich spontan, springt uns quasi aus dem Alltagsbewusstsein heraus an.

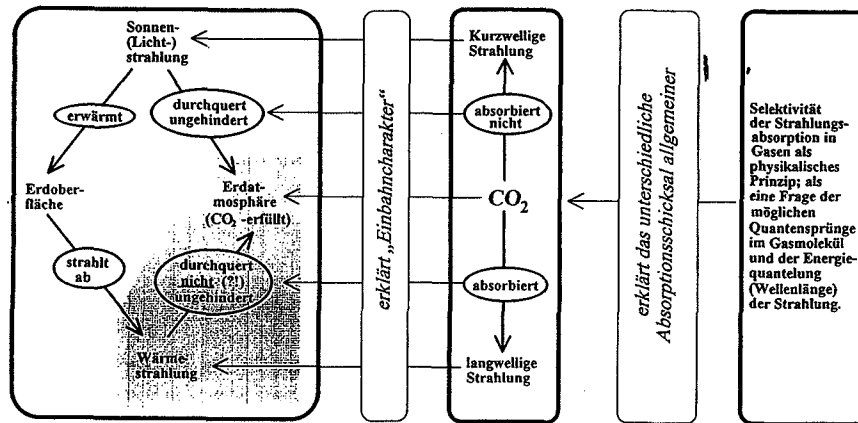


Abbildung 1: Stafflung der "felt difficulties" in Problem- bzw. Wissenshorizonten in einem Netz physikalischer Zusammenhänge des Treibhauseffektes. Der innerste Bereich links unten enthält die spürbarste, weil mit Alltagswissen ("Luft wirft keine Schatten!") zusammenhängende Schwierigkeit. Nach rechts hin werden die Schwierigkeiten (und ihre Lösungen) immer komplexer, und ihre Erschließung geht mit immer aktiveren und systematischeren kognitiven Bemühungen einher. Das Zusammenhangsnetz ist in Anlehnung an die Notationsweise von Aebli (1980/1981) gezeichnet.

Genau an diesem wundesten Punkt nun⁴ versucht das beschriebene Demonstrationsexperiment (Aeschbacher & Huber, im gleichen Heft) das Gewicht der unmittelbaren

wirkte sich der Beizug der Wolkenvorstellung und der damit verbundenen Vorstellung von zunehmendem Schatten und Frösteln tatsächlich kontraproduktiv auf das Verständnis des Treibhauseffektes aus: Er verstärkte die ohnehin verbreitete Anfälligkeit für die falsche Idee, die globale Erwärmung müsse mit einem Loch in der Atmosphäre zu tun haben (Aeschbacher, 1992; vgl. auch ders., 1996).

⁴ Rumpf weist zu Recht darauf hin, dass das Experiment nur die Tatsache der Behinderung von Wärmestrahlung durch CO₂ zeigt, aber nicht die Nicht-Behinderung von Sonnenlicht durch dasselbe Gas. Dies beides in ein und demselben Experiment unmittelbar einleuchtend und überzeugend zu zeigen, ist Erich Huber und mir trotz entsprechender Bemühungen nicht gelungen.

Wahrnehmung in die Waagschale zu bringen. Die Zuspitzung jenes Experimentes auf einen Soforteffekt hin (die Wärmestrahlung, die vom Globus ausgeht, wird durch das Einbringen von CO₂ in den Strahlengang schlagartig behindert) erlaubt eine dramatische Widerlegung der "intuitiven" Erwartung. Das durch die Anlage des Experiments aktualisierte Schema (vgl. Neisser, 1979; Aebli, 1981) des Alltagswissens, dass ein unsichtbares Gas einer Strahlung nichts anhaben könne, wird somit aufgrund der überraschenden Gegenevidenz zwingend akkommodiert, d.h. mit Blick auf CO₂ und Wärmestrahlung differenziert. Zumindest was das hinter Horst Rumpfs "Und das soll ich glauben?!" steckende widerborstige Alltagswissen betrifft, steht das Experiment also den relevanten Primärerfahrungen nicht fern, sondern sucht den direkten Clinch (oder - um noch einmal mit Piaget zu sprechen - den kognitiven Konflikt) mit ihnen.

Wie "primär" ist nun die experimentelle Erfahrung des Zeigerrückganges selber? Der CO₂-bedingte Rückgang der Strahlenintensität ist zwar leider nicht - wie Rumpf vorschlägt - direkt auf der Haut spürbar zu machen⁵. Dennoch geht die Wahrnehmung des Zeigerrückganges vielen Beobachtern direkt "unter die Haut". Darauf weisen erstaunte Ausrufe und auch ein beträchtlicher Teil der schriftlichen Schüler/innen-Rückmeldungen bezüglich des "verblüffenden" und "eindrücklichen" Charakters des Experimentes (vgl. Aeschbacher & Huber, im gleichen Heft) hin. Dass diese einfache Wahrnehmung so massiv "einfährt", hat nach Meinung der Experimentbauer auch mit der gewollten Einfachheit und "Handlichkeit" von Versuchsaufbau und -ablauf zu tun. So kann man sich vorgängig des Eingießens von CO₂ in die Modellatmosphäre handgreiflich vergewissern, dass der Zeiger tatsächlich die Intensität der im Messgerät ankommenden Wärmestrahlung anzeigt: Hält man z.B. ein Papier oder die Hand zwischen erwärmte Modellerde und Messgerät, so wandert der Zeiger sofort ans untere Ende der Skala, um erst wieder in die alte Position zurückzuschnellen, wenn das Hindernis aus dem Strahlengang entfernt wird. Wenn der Zeiger danach auch beim Eingießen von CO₂ in die Modellatmosphäre nach unten ausschlägt, so wird damit aufgrund der Analogie der Handlungsstrukturen unmittelbar einsichtig, dass das CO₂ für die Wärmestrahlung ebenfalls ein Hindernis darstellt. Genau so dramatisch und überzeugend wirkt übrigens die Umkehrung von Handlungsschema und Effekt, wenn nämlich der Zeiger bei der zügigen Entfernung des CO₂ aus der Modellatmosphäre (z.B. mittels Staubsauger) ebenfalls wieder in die ursprüngliche Position hochschnellt. Wo immer man nun diese hemdsärmelig-robuste Experimental-Erfahrung auf einer pädagogischen Dimension der "Primärhaftigkeit" begrifflich einordnen will: Primärer geht es in diesem Bereich - nach den interdisziplinären Erfahrungen der Experimentbauer - leider nicht.

Literatur:

- Aebli, H. (1980/81). *Denken: Das Ordnen des Tuns*. Bd. I & II. Stuttgart: Klett-Cotta.
 Aeschbacher, U. (1992). Meinungen, Wissen und Verstehen von Lehrerstudierenden und -studenten. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 14 (2), 149-161.
 Aeschbacher, U. (1996). *Denk- und Gedächtnisschwierigkeiten bezüglich des Treibhauseffektes*. Forschungsbericht Nr. 65 des Institutes für Psychologie, Universität Basel.
 Aeschbacher, U. & Huber, E. (1996). *Der Treibhauseffekt - auch eine pädagogische Herausforderung*. Beiträge zur Lehrerbildung, 14 (2).
 Forneck, H.-J. (1982). *Alltagsbewusstsein und Erwachsenenbildung*. Frankfurt: Campus.
 Neisser, U. (1979). *Kognition und Wirklichkeit*. Stuttgart: Klett-Cotta.
 Reusser, K. (1984). *Problemlösen in wissenschaftlicher Sicht*. Dissertation. Bern: Universitätsdruckerei.

⁵ Die absorptionsbedingte Verminderung der Strahlenintensität fällt bei der im Zimmermassstab realisierbaren Weglänge viel zu klein aus, um ohne Messgerät wahrgenommen zu werden; das Gerät muss sogar hochempfindlich und dessen Skala gespreizt sein, um einen deutlichen Zeigerausgang zu erzielen.