

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung
SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: 1 (1982)

Heft: 4: Sondernummer CO2

Artikel: CO : Gefahr für unser Klima

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586651>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

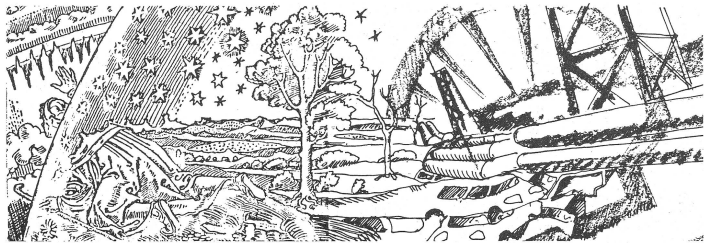
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



CO₂ – GEFAHR

Sind wir wirklich bedroht durch die Zunahme des CO₂-Gehalts in der Luft? Pflanzen benötigen Kohlendioxid, um zu wachsen, wir wiederum sind auf die Pflanzen angewiesen, und je besser die Pflanzen spriessen und gedeihen... Nein, so geht es nicht, dies ist eine zu einfache und einseitige Betrachtungsweise, denn die Sache mit dem CO₂ in der Luft ist wesentlich komplizierter. Halten wir vorerst einmal fest: Im Verlauf ihrer Entwicklung (der Evolution) haben sich grüne Pflanzen aller Arten an eine bestimmte CO₂-Konzentration angepasst. Der wichtigste biologische Prozess der Erde, die *Photosynthese* (Umwandlung von Lichtenergie in chemische Energie, wobei das in Luft und Wasser vorhandene CO₂ organisch in Form von Glukose gebunden wird), verläuft bei relativ geringen CO₂-gehalten, kann aber durch eine leichte Erhöhung der Konzentration dieses Gases gefördert werden. Eine doppelte Erhöhung der Normalkonzentration führt zu einer Produktionssteigerung von bis zu 100 Prozent. Dies dürfte ein Zeichen sein für eine Anpassung von Pflanzen an etwas höhere Gehalte in vergangenen Erdzeitaltern und somit auch ein Zeichen dafür, dass sich der CO₂-Gehalt der Luft innerhalb gewisser Grenzen bewegt. 90 Prozent des pro Jahr umgesetzten CO₂ stammt direkt oder indirekt aus der Atmung der Lebewesen: Bakterien, Pilze, höhere Pflanzen und Tiere. Eine neuwertige Veränderung dieser Prozentzahl ergibt sich eigentlich nur – vorübergehend – durch eine Verstärkung vulkanischer Vorgänge.

CO₂ und die Temperatur auf der Erde

Die Konzentration von CO₂ in der Luft bestimmt nicht nur die biologischen Prozesse der Pflanzenwelt, sondern beeinflusst auch die *Temperatur*, die auf un-

ser Erde herrscht. Aus der Zusammensetzung der Pflanzenwelt früherer geologischer Zeiträume, so auch des ausgehenden Tertiärs (Erdneuzeit, Entwicklung der Vögel und Säugetiere), wo subtropische Vegetation ganz Europa bedeckte, ist abzulesen, dass die Temperatur global etwa um 4° C höher lag als heute. Dieses Zeitalter war nicht nur gekennzeichnet durch höhere Temperaturen, sondern auch durch eine von heute abweichende *Niederschlagsverteilung* sowie der Ausbreitung *arider* (das heisst die Verdunstung ist dort stärker als der Niederschlag) Zonen in Äquatornähe: ein sogenanntes *Stress-Klima*. Diese höheren Temperaturen wurden durch den veränderten CO₂-Gehalt der Luft ausgelöst: Das Kohlestoffmolekül kann Infrarotstrahlung absorbieren und in Wärme umwandeln. Dies bedeutet, dass schon eine geringfügige Zunahme des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre die Wärmespeicherfähigkeit der Luft erhöht; normalerweise strahlt die Erdoberfläche einen grossen Teil des eingestrahelten Sonnenlichts in Form infraroter Wärmestrahlen wieder ab. Ist jedoch der Kohlendioxid-Gehalt erhöht, wird die Abstrahlung reduziert, und mehr Wärme bleibt auf der Erde, was mit *«Treibhaus-Effekt»* umschrieben wird. Man könnte hier einwenden: Ja, was ist denn so schlimm daran, ganz Europa reist auf der Suche nach Sonne und Wärme an die Mittelmeerstrände, in den Süden; wird das Klima wärmer, so kann man sich am Rhein unter Palmen sonnen und Tropicferien auf Helgoland buchen. Nun, die Sache hat leider mehrere *Haken*:

1. Ein wärmeres Klima bedeutet nicht unbedingt ein Klima mit *gleichviel* oder *mehr Niederschlag*. Die Erwärmung kann mit einem *ariden* Klima oder mit *sehr unterschiedlichen Niederschlagsverhältnissen* gekoppelt sein.

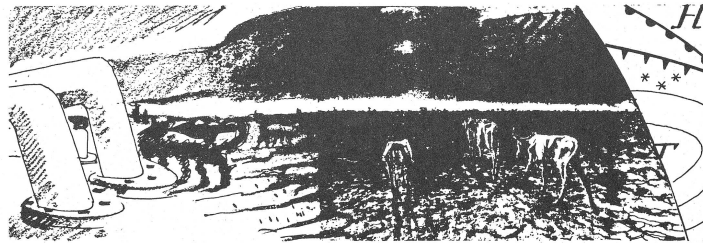
2. Eine globale Erwärmung bedeutet eine ganz andere *Verteilung* der Vegetationszonen, somit auch eine Veränderung der vorherrschenden Wind- und Meeresströmungen. *Beinträchtigungen* der wichtigsten *Anbaugelände* der Erde sind damit vorprogrammiert.

3. Ein wärmeres Klima heisst auch: Die polaren Eiskappen könnten abschmelzen und damit den Meeresspiegel erhöhen. Die Veränderungen, die unsere Erde durch die Erhöhung des CO₂-Gehalts erfahren kann, darf man nicht leichtfertig abtun, denn sie können sich – vielleicht noch nicht in den nächsten Jahrzehnten, aber sicher in den nächsten Jahrhunderten – einschneidend auf unsere Lebensumstände und unsere Überlebenschancen auswirken.

«Der Mensch... wird nunmehr mit einer bisher nicht gekannten ungeheuren Verantwortung ausgestattet, und in die neue Rolle eines Stewers allen Lebens auf den Planeten – darunter auch seines eigenen – hineinversetzt.» Aurelio Peccati

Eine andere Erde

Herrschen auf der Erde Klimaverhältnisse wie im Pliozän (Ende des Tertiär, höhere Temperaturen, veränderte Niederschlagsverhältnisse), *verschieben sich die kultivierten und kultivierbaren Zonen*. Ein kleiner Exkurs in die Menschheitsgeschichte zeigt, weshalb: Es ist anzunehmen, dass gerade die pliozänen Verhältnisse in der *«Wiege der Menschheit»* in Ostafrika den dort heimischen Urmen-



FÜR UNSER KLIMA

schen in Richtung Norden aufbrechen liessen, wo noch eiszeitliche Verhältnisse herrschten. Dieses *«Wechselbad»* scheint den ersten Menschen jedoch nicht geschadet zu haben, im Gegenteil, sie entwickelten dadurch eine besondere Flexibilität und Anpassungsfähigkeit, ihre geistigen Fähigkeiten wurden erst dadurch angekurbelt. Der Urmensch war zu dieser Umstellung fähig – ist es der heutige Zivilisationsmensch auch noch? Ein Temperaturanstieg in Folge höheren CO₂-Gehalts bedeutet also nicht einfach *«Subtropen in Mitteleuropa»*, sondern vor allem nicht voraussehbare, destabilisierende Einflüsse auf Klima und Witterung in der langen Umstellungszeit – mit allen Konsequenzen, die sich daraus ergeben, auf die Bevölkerungsentwicklung, die Ernährungssituation, Gesellschaftsstrukturen, Wirtschaftswachstum und Energieentwicklung.

«Die Verantwortung für das CO₂-Problem liegt bei uns – davon sollten wir ausgehen und bei der Anerkennung unserer Rolle als Sachverwalter der Erde für zukünftige Generationen entsprechend handeln.» G. Speth, Rat für Umweltqualität, USA

Messbare Veränderungen

Ist die Annahme eines solchen *«pliozänen»* Szenarios, das Schreckensbild der neuerlichen Vertreibung des Menschen aus seinen heimischen Zonen (wohin?), überhaupt begründet? Nimmt der CO₂-Gehalt wirklich in diesem Ausmass zu? Wenn ja, weshalb merken wir noch nichts davon?

Dass der Gehalt an Kohlendioxid *zunimmt*, ist messbar und erwiesen: Verschiedene, durch Industrie und Autoabgase nicht direkt beeinflussbare Messstationen (z. B. am Südpol) zeigen eine andauernde und kontinuierlich steigende Zunahme der CO₂-Konzentration über die letzten 20 Jahre auch in den entlegensten Weltgegenden.

Einige Zahlen: Von 1800 bis 1969 wurden 411 Milliarden Tonnen CO₂ durch Verbrennung fossiler Brennstoffe ausgestossen, in der kurzen Zeitspanne von 1969 bis 1975 gar 106 Milliarden Tonnen. Das entspricht 22 Prozent des ursprünglichen CO₂-Gehaltes von 1800. Bis 1990 wird sich, falls der Trend anhält, die Menge von 1975 verdoppelt haben, was einer aktuellen Zunahme von 1 ppm (1 ppm = 1 Teil CO₂ auf 1 000 000 Teile Luft) pro Jahr entspricht, also 33 Milliarden t C/Jahr.

Jährliche Schwankungen von 5 bis 6 (bis max. 15) ppm sind auf die Aktivität der Vegetation der Erde zurückzuführen. Ein Vergleich mit Kohlenstoffwerten für die pflanzliche Biomasse des Festlandes 830 Milliarden t C, davon 90 Prozent Wald und ihre Nettoprimärproduktion (unter Abzug der Atmungsverluste) 50 Milliarden t C, rückt diese Zahlen ins rechte Licht.

Eine gefährliche Entwicklung

Auch wenn die heute messbare Zunahme an CO₂ noch so gering ist, dass sie unter dem (heute) *«kritischen Wert»* liegt, darf dieses Problem nicht verharmlost werden: Alle Anzeichen deuten darauf hin, dass wir in den nächsten Jahrzehnten diesen Trend unaufhaltsam verstärken. Weiterhin werden wir, sofern nicht drastische Sparmassnahmen ergriffen werden, durch Heizen und Autofahren zusätzlich fossile Brennstoffe in grossen Mengen verbrennen, werden wir na-

türliche Waldgebiete (Speicher riesiger C-Mengen s.o.) zur Gewinnung von landwirtschaftlichem Nutzland roden. Die Zunahme des CO₂-Gehaltes ist eindeutig auf die *Einwirkung des Menschen* zurückzuführen, nicht auf natürliche Ursachen wie Vulkanausbrüche oder Vegetationsveränderungen. Die Zahlen spre-

Handlungsspielraum

Eine Auswirkung des CO₂-Anstiegs auf das Klima ist z. Z. aufgrund der Messdaten noch nicht nachweisbar. Das macht es leicht, ein mögliches CO₂-Klima-Problem zu verdrängen. Da aber schon die gegenwärtige Energiepolitik mit der Wahl bestimmter Primärenergieträger auch die CO₂- und Klimabelastung für die nächsten Jahrzehnte und länger festlegt, geraten wir in ein Dilemma. Denn wollen wir bis zum Nachweis globaler Klimaaustrückwirkungen warten, wäre es für Gegenaktionen zu spät. Also müssen Entlastungsmassnahmen, sollen sie überhaupt noch greifen, schon jetzt eingeleitet werden. Der Handlungsspielraum ist dadurch keineswegs eingengt, wenn die Flexibilität, Fehlentscheidungen zu revidieren, gewahrt bleibt und wenn neue Erkenntnisse jederzeit in den Entscheidungsprozess einfließen und ihn mitbestimmen Wilfried Bach: *Gefahr für unser Klima.*

chen für sich: Der Anstieg fällt zusammen mit dem Beginn des industriellen Zeitalters, als erstmals in der Menschheitsgeschichte fossile Brennstoffe in zu-

nehmendem Umfang verbraucht wurden – und bis heute verbraucht werden. Es mag vielleicht vordergründig beruhigend klingen, wenn Fachleute betonen, dass wir erst 15 Prozent der flüssigen und gasförmigen Vorräte an Brennstoffen aufgebraucht hätten. Weniger beruhigend hingegen ist die Tatsache, dass wir bei fortschreitender, ungebrochener Entwicklung und bei Erschließung mutmasslicher Vorkommen in etwa 50 Jahren alle Vorräte erschöpft haben werden. Eine zusätzliche Verschärfung der Situation bringt die **Abnahme der Waldfläche**: Pro Jahr werden etwa 110 000 km² Wald (entsprechend 1 Prozent der Gesamtwaldfläche oder 4,5 Millionen t C/Jahr) gerodet und meistens verbrannt, ebenso die oberste Humusschicht. Das bedeutet – bei bleibender Trendentwicklung –, dass die Waldfläche bis zum Jahr 2000 auf 40 Prozent des heutigen Umfangs reduziert sein wird. Der Anteil der Waldvernichtung an der CO₂-Überproduktion entspricht etwa 10 bis 20 Prozent, kann sich aber auf maximal 35 Prozent erhöhen.

Werden alle Faktoren, die den CO₂-Anteil in der Atmosphäre beeinflussen (Verbrennung fossiler Brennstoffe, gekoppelt mit Bevölkerungsvermehrung und Verstädterung wie auch steigenden Ansprüchen, Waldvernichtung), zusammengezählt, ergibt sich eine zunehmend steigende Konzentration an CO₂. Dass wir bis heute von den Auswirkungen noch nichts merken, liegt an der **Pufferwirkung des Meeres**: Ein Teil des freigesetzten CO₂ wird in den Gewässern der Weltmeere gelöst. Die Intensität jedoch der Aufnahme von CO₂ hängt von vielen Faktoren, darunter als wichtigstem die chemische Zusammensetzung des Wassers, ab. Bis heute dürfen etwa 50 Prozent des CO₂ durch Wasser gebunden worden sein. Eine genaue Prognose ist jedoch nicht möglich.

«Wir haben die Erde nicht von unseren Vätern geerbt, sondern wir borgen sie von unseren Kindern.»
L. R. Brown, Präsident des World Watch Instituts

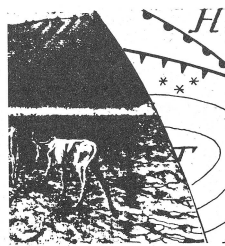
Unsicherheitsfaktoren

Die Aufnahmefähigkeit des Meeres ist nur ein Unsicherheitsfaktor. Weitere Unsicherheiten ergeben sich – neben solchen energetischer, soziopolitischer und ökonomischer Art – aus der Wirkung verschiedener rückgekoppelter Vorgänge, wie z. B. des **Abschmelzens der Polkappen**. Verringert sich die stark reflektierende Eisfläche (Abnahme der Albedo = Mass für die Rückstrahlungsfähigkeit von nicht selbstleuchtenden, diffus reflektierenden Oberflächen),

dann wird weniger Wärmestrahlung ins Weltall zurückgestrahlt, die dunkleren eisfreien Flächen erwärmen sich stärker, das gesamte Gebiet wird dadurch noch mehr aufgewärmt, was wiederum bewirkt, dass noch mehr Eis schmilzt: die verschiedenen Faktoren schauen sich gegenseitig hoch und verstärken dadurch ihre Wirkung. Diese Erwärmungsvorgänge sind jedoch mit noch mehr zum Teil **rückgekoppelten Vorgängen** verbunden:
1. **Wolkenbildung** spielt eine Rolle, weil Wolken nicht nur zurückstrahlen, sondern auch reflektierte Strahlung der Erdoberfläche abschirmen.
2. **Wasserdampf und Staubgehalt**: Die Wolkenbildung ihrerseits hängt ab vom Wasserdampfgehalt der Luft. Auch dieser Gehalt kann sich auf die allfällige Erwärmung verstärkend auswirken, und zwar mit einem Faktor 2 bis 3.
3. **Gas**: Ähnlich wirken Spurengase (Methan, Kohlenmonoxid) und die bereits legendär gewordenen Spraygase, die zum Abbau der Ozonschicht beitragen.



gen. Auch diese Stoffe können die CO₂-Wirkung 1,5- bis 1,8mal verstärken!
4. **Albedo**: Durch Nutzungsveränderung der Erdoberfläche (Abholzung, Verwüstung) wird die Albedo verändert, was ebenfalls zu einer weiteren Aufwärmung führen kann.



5. **Energie**: Die Abwärme, die beim Energieverbrauch entsteht, trägt ebenfalls zur Aufwärmung unseres Klimas bei. Auch wenn man alle diese Unsicherheitsfaktoren, die eine ganz exakte Prognose

nicht möglich machen, in Betracht zieht, kommt man eindeutig zur Schlussfolgerung, dass bei einer Verdoppelung des CO₂-Gehalts mit einer **globalen Temperaturzunahme von 3° C** zu rechnen ist, d. h. in Äquatornähe 1,5 bis 2° C, in Polnähe aber um 5 bis 10° C.

«Du musst den Brunnen graben, bevor du Durst hast.»
Weisheit des Ostens

Die Folgen:

Wie eingangs erwähnt, würden sich die klimatischen Verhältnisse nicht nur hinsichtlich der Temperatur, sondern auch in bezug auf die **Niederschläge** verändern. Fachleute haben neue globale Zirkulationsmodelle entworfen, die aufzeigen, dass sich unter veränderten klimatischen Bedingungen auch die Landwirtschaft

grundlegend wird ändern müssen: z. B. wären die nordamerikanischen Weizen- und Maisgebiete wesentlich trockener, weite Teile Europas aber zum Teil trockener, zum Teil feuchter. Wärmere und trockenere Bedingungen, wie für Nordamerika berechnet, verringern z. B. den Maisertrag (um 20 bis 26%), besonders empfindlich reagiert auch der Weizen gegenüber zu hohen oder zu niedrigen Temperaturen. Modellrechnungen haben ergeben, dass es zu Ernte-Einbußen von 10% (in den USA) bis 20% (in der UdSSR) bei einer Temperaturerhöhung von 1 Grad kommen kann. Mitbestimmend ist das **Temperaturgefälle Pol-Aquator**. Ist das Gefälle gross, so wirkt sich die klimabestimmende stratosphärische Hauptwindzirkulation im Bereich der gemässigten Zonen stark auf unsere klimatischen Verhältnisse aus, wir haben das übliche wechselhafte Wetter mit starken Unterschieden zwischen Sommer und Winter. Ist der Temperaturunterschied jedoch klein, so weiten sich die wärmeren Zonen stark in Richtung Pol aus, unser Klima wird subtropisch, in der Übergangsphase vermutlich stark wechselhaft. Diese Verschiebung der stratosphärischen Windsysteme ist gekoppelt mit Verschiebungen in den Niederschlagsverhältnissen und damit auch mit Änderungen in bodennahen Wind- sowie Meeresströmungen.

«Entscheidungen müssen ständig getroffen werden, sie sollten dann aber auf den besten Erkenntnissen der möglichen Folgen beruhen.»

Wie schnell der Prozess ablaufen wird, ist unsicher, ja, eventuell kann durch das **Abgleiten der Eismassen** vom westantarktischen Eisschild **beschleunigt** werden. Die daraus resultierende Erhöhung des Meeresspiegels könnte bedeuten, dass 5 bis 12% der Bevölkerung der USA evakuiert und umgesiedelt werden müssten; auch sämtliche Hafenstädte an den Flachküsten Europas käme in den kritischen Bereich. Die Eismassen der Arktis waren schon einmal ins Meer gegliedert: zum letzten Mal im Tertiär, als die Globáltemperatur – wie erwähnt – um nur 4° höher war als heute.

«Keine blinde Opposition gegen den Fortschritt, aber Opposition gegen den blinden Fortschritt.»
Sierra Club

Regelsystem für eine CO₂-Klima-Impaktanalyse
Mit Ergänzungen von Markey und Carlson (1980)
Quelle: W. Bach, Gefahr für unser Klima

