



Fossiles CO₂: Auswirkungen über Jahrtausende

Editorial, traduction française au verso

Die Klimaforschung ist zur Megascience geworden. In der letzten Dekade wurde ich förmlich von einer Literaturlawine überrollt. Die Klimaforschung hat sich vom relativ überschaubaren Gebiet zu einem Dschungel verdichtet. Wir wissen heute vieles mehr (www.ipcc.ch). Die Datenlage hat sich auch dank Satelliten und Eisbohrkernen verbessert. Unsere Klima- und Treibhausgasmodelle sind umfassender und detaillierter geworden. Qualitative Äusserungen sind zu handfesten Aussagen mutiert: Die globale Erwärmung ist eindeutig, der Mensch ist dafür verantwortlich, und es gibt Technologien zur Vermeidung der Treibhausgasemissionen.

Der Dschungel kann aber den Blick auf das Wesentliche verstellen. Details können geschickt benutzt werden um abzulenken, zu verschleiern, zu taktieren und die Dinge komplizierter zu machen als sie sind. Fakten werden qualitativ und quantitativ falsch dargestellt. Wie kommt es, dass am diesjährigen Swiss Climate Forum der Verwaltungsratspräsident einer Weltfirma suggeriert, dass es tatsächlich keine Massnahmen zur CO₂ Reduktion braucht?

Vielleicht schadet es nicht, einige grundsätzliche Fakten zu beleuchten. Die globale Erwärmung wird weitgehend durch die Nutzung fossiler Brennstoffe getrieben. Ohne Reduktion des CO₂ Ausstosses aus fossilen Quellen verpuffen Anstrengungen zur Reduktion weiterer Treibhausgase wirkungslos und die Förderung von biologischen Senken kann den CO₂ Anstieg schlicht nicht bremsen.

Die Änderungen sind unumkehrbar. Fossiles CO₂ akkumuliert sich im System Erde. Blasen wir heute unsere konventionellen fossilen Ressourcen von

5000 Gigatonnen Kohlenstoff als CO₂ in die Luft, finden wir in 3000 Jahren immer noch einen Viertel davon in der Atmosphäre (siehe rote Kurven in Abb.). Die mittlere Oberflächentemperatur schnell in die Höhe und verharrt während Jahrtausenden auf rund 6°C. Der Grund ist klar. CO₂ ist chemisch sta



Fortunat Joos
Physikalisches Institut, Klima- und Umweltphysik und Oeschger Zentrum für Klimaforschung, Universität Bern

Contents

1	Editorial
4	News
8	 NCCR Climate Update
11	News, 2nd part
12	Meeting reports
16	Publications
20	Seminars
22	Conferences in Switzerland
23	Continuing Education
23	IGBP, IHDP, WCRP, DIVERSITAS Conferences

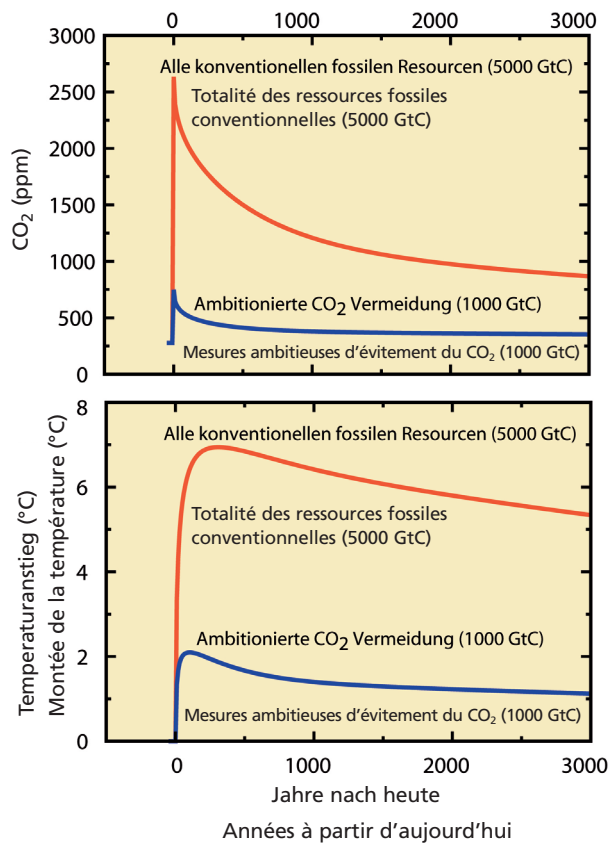


Abbildung: Langfristige Entwicklung der CO₂ Konzentration in der Atmosphäre (oben) und der mittleren globalen Oberflächentemperatur (unten) für zwei illustrative Szenarien. Im roten Business-as-usual Szenario werden alle konventionellen fossilen Ressourcen innerhalb einiger hundert Jahre verbraucht. Im blauen Szenario werden innerhalb von Jahren Massnahmen zur Vermeidung des CO₂ Ausstosses eingeleitet und der totale CO₂ Ausstoss auf einen Fünftel der konventionellen Ressourcen beschränkt. Die Resultate zeigen die Antwort des Bern Modells auf einen CO₂ Input in die Atmosphäre von 5000 GtC und von 1000 GtC zur Zeit 0.

Figure: Evolution à long terme de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère (en haut) et de la température moyenne globale de surface (en bas) pour deux scénarios représentatifs. Dans le scénario rouge «business as usual», la totalité des ressources fossiles conventionnelles est consommée en l'espace de quelques centaines d'années. Dans le scénario bleu, des mesures d'évitement des rejets de CO₂ sont prises en l'intervalle de quelques années et le rejet total de CO₂ est limité à un cinquième des ressources conventionnelles. Les graphiques montrent la réponse du modèle «Berne» pour 5000 et 1000 Gt de carbone introduites au temps 0 dans l'atmosphère sous forme de CO₂.

bil und wird nicht oxidiert oder am Boden deponiert wie andere klimarelevanten Substanzen, sondern CO₂ verteilt sich zwischen Atmosphäre, Landbiosphäre und dem Ozean (mit Sediment). Die Lebenszeit einer CO₂ Störung ist nicht rund 10 Jahre wie für Methan (dem zweitwichtigsten anthropogenen Treibhausgas), sondern beträgt Tausende von Jahren.

Was bedeutet eine globale Erwärmung um mehrere Grad? Zum Vergleich: Während der letzten maximalen Vergletscherung vor 20'000 Jahren war der Indikator globale Oberflächentemperatur um 4-6 °C tiefer. Nordamerika, Skandinavien oder das Schweizer Mittelland waren mit Eis bedeckt. Die globale Erwärmung trifft nicht wie die Eiszeit ein paar Jäger und Sammler, sondern eine Bevölkerung, welche von 200 Millionen im Jahre 1000 auf heute 7 Milliarden gewachsen ist. Die Erde ist dicht besiedelt und mit verletzlicher und teurer Infrastruktur überzogen.

Im Kontrast zu einer unverantwortlichen Business-as-usual Strategie stehen die neuesten «Mitigation-Szenarien». Eine kosteneffiziente CO₂ Reduktion wird erzielt durch einen Anstieg der Energieeffizienz und die Verwendung von CO₂-armen/freien Technologien. Emissionsreduktionen werden limitiert durch

die Erneuerungszeit der Produktionsanlagen und des Investitionsvolumens. Dies ergibt für die ambitioniertesten Szenarien einen totalen CO₂ Ausstoss von rund 1000 GtC (siehe blaue Kurven in Abb.), wobei rund die Hälfte bereits emittiert worden ist. In diesem Szenario würde die globale Temperaturerhöhung wahrscheinlich 2 °C nicht übersteigen.

Wir haben die Wahl. Business-as-usual bedeutet eine rasche Klimaänderung, hohe Temperaturen und hohe CO₂ Konzentration über Jahrtausende. Kostengünstiger ist die Mischung aus ambitionierter CO₂ Vermeidung gepaart mit den nötigen Anpassungen an die kleinere und verlangsamte Klimaänderung. Siegenthaler und Oeschger haben es bereits vor dreissig Jahren, 1978, in Science so ausgedrückt: «This scenario clearly does not allow us to go on burning fossil fuel at the present growth rate for a long time. A modestly growing demand for fossil energy could be met, but ... new technologies would have to take over a substantial part of global energy production.»

Referenz:

Siegenthaler, U., and H. Oeschger. 1978. Predicting future atmospheric carbon dioxide levels. *Science* 199:388-395

CO₂ fossile : les impacts dureront des millénaires

Fortunat Joos, Institut de physique, Climatologie et physique de l'environnement et Centre Oeschger de recherche sur le climat, Université de Berne

La climatologie est devenue une mégascience. Pendant la dernière décennie, j'ai été littéralement submergé par une avalanche de publications. D'un domaine dont il était relativement aisé d'avoir une vue d'ensemble, la recherche sur le climat s'est transformée en une jungle dense. Nous en savons beaucoup plus aujourd'hui sur le climat (www.ipcc.ch). La situation en matière de données à ce sujet s'est aussi améliorée grâce aux satellites et à l'analyse de carottes de glace. Nos modèles du climat et des gaz à effet de serre sont devenus plus complets et détaillés. Les propos qualitatifs ont évolué vers des affirmations solides : le réchauffement planétaire est manifeste, l'être humain en est responsable, et il existe des technologies permettant d'éviter les émissions de gaz à effet de serre.

Mais la jungle peut obstruer la vue sur l'essentiel. Des détails peuvent être exploités habilement pour détourner l'attention, voiler, ruser et rendre les choses plus compliquées qu'elles ne sont. Des faits sont qualitativement et quantitativement faussés. Comment se fait-il que le président du conseil d'administration d'une firme mondiale en arrive à suggérer – c'était lors du Swiss Climate Forum de cette année – qu'aucune mesure de réduction du CO₂ n'est vraiment nécessaire?

Peut-être n'est-il pas inutile de mettre en lumière quelques faits essentiels. Le recours aux combustibles fossiles est le principal moteur du réchauffement planétaire. A défaut de diminuer les rejets de CO₂ issus de sources fossiles, les efforts pour réduire d'autres gaz à effet de serre se perdront en fumée; et promouvoir les puits de carbone biologique ne permettra tout simplement pas de freiner l'augmentation du CO₂.

Nous sommes confrontés à des changements irréversibles. Du CO₂ fossile s'accumule dans le système de la Terre. Supposons que nous dispersions dans l'air, sous forme de CO₂, les 5000 gigatonnes de carbone que représentent nos ressources fossiles conventionnelles, dans trois mille ans nous en retrouverons encore un quart dans l'atmosphère (voir la courbe rouge dans la figure). La température moyenne de surface montera en flèche d'environ 6 °C et se maintiendra à ce niveau pendant des millénaires. La raison en est claire. Le CO₂ est chimiquement stable, il ne s'oxyde pas ni ne se dépose sur le sol comme d'autres substances agissant sur le climat, mais se répartit entre l'atmosphère, la biosphère terrestre et les

océans (sédiments inclus). La durée de vie d'une perturbation du CO₂ n'est pas de dix ans comme pour le méthane (le second en importance parmi les gaz à effet de serre), mais se chiffre en milliers d'années.

Que signifie un réchauffement planétaire de plusieurs degrés? A titre de comparaison, lorsque la dernière glaciation a atteint son maximum il y a 20'000 ans, l'indicateur de la température globale de surface était de 4 à 6 °C plus basse qu'aujourd'hui. L'Amérique du Nord, la Scandinavie ou le Plateau suisse étaient recouverts de glace. Cependant, le réchauffement planétaire ne touche pas, comme l'ère glaciaire, quelques quidams vivant de chasse et de cueillette, mais une population qui a passé de 200 millions en l'an 1000 à 7 milliards aujourd'hui. La Terre est densément peuplée et couverte d'infrastructures fragiles et coûteuses.

Les récents scénarios d'atténuation contrastent avec la stratégie «business as usual» irresponsable. Une réduction du CO₂, efficace en termes de coût, est obtenue en augmentant l'efficacité énergétique et en recourant à des technologies à émissions de CO₂ faibles ou nulles. Les réductions des émissions sont limitées par le temps de renouvellement des installations de production et par le volume des investissements. Il s'ensuit pour les scénarios les plus ambitieux un rejet total de CO₂ d'environ 1000 GtC (voir courbe bleue sur la figure), dont en gros la moitié a déjà été émise. Dans ce scénario, la hausse de la température globale ne dépasserait probablement pas 2°C.

Nous avons le choix. «Business as usual» est synonyme de changements climatiques rapides, de températures élevées et de fortes concentrations de CO₂ durant des millénaires. Il revient moins cher de combiner des mesures ambitieuses d'évitement du CO₂ et les adaptations nécessaires à des changements climatiques dès lors plus lents et de moindre ampleur. Il y a trente ans, Siegenthaler et Oeschger s'exprimaient déjà en ce sens dans le magazine *Science*: « This scenario clearly does not allow us to go on burning fossil fuel at the present growth rate for a long time. A modestly growing demand for fossil energy could be met, but ... new technologies would have to take over a substantial part of global energy production. »

Référence bibliographique:

Siegenthaler, U., and H. Oeschger. 1978. Predicting future atmospheric carbon dioxide levels. *Science* 199:388-395