

Physikalische Grundlagen des Climate Engineerings

Betrachtet man die Diskussion zum anthropogenen Klimawandel in der westlichen Öffentlichkeit, so sieht man, dass dessen Folgen nicht als große Bedrohung wahrgenommen werden. Die westlichen Länder sind die Hauptverursacher der steigenden CO₂ Konzentrationen und sind gleichzeitig am wenigsten von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen.

Trotz vieler Verhandlungsbemühungen existieren keine internationalen Abkommen, um dem Interessenkonflikt im Klimawandel beizukommen. Die Kosten-Nutzen-Abwägungen bleiben den Partikularinteressen unterworfen. Viele Machthaber scheinen dabei für sich entschieden zu haben, dass es einen untergeordneten Stellenwert hat, unsere Welt auch für die nächsten Generationen lebenswert zu erhalten und Gerechtigkeit zu schaffen.

Das Problem beim Klimawandel liegt nun an dem gewaltigen Impuls, der mit der CO₂ Anreicherung verbunden ist. CO₂ hat in der Atmosphäre eine Verweildauer, die zu vergleichen ist mit jener radioaktiven Spaltmaterials. Sollten die Menschen in Zukunft unmittelbar und in großem Maße die Folgen des anthropogenen Klimawandels spüren, oder sogar einen Gleichgewichtspunkt im Klimasystem verlassen, so besitzt der Mensch keine technischen Möglichkeiten einer globalen Erwärmung entgegenzuwirken und wird sich anpassen müssen.

Aus diesem Dilemma gibt es keinen Ausweg, außer die CO₂ Emissionen zu vermindern, bis ein stabiles Gleichgewicht des CO₂-Kreislaufs in der Biosphäre hergestellt ist. Eine künstliche Verringerung der Sonneneinstrahlung kann an dieser Tatsache nichts ändern und stellt somit keine Lösung für den Klimawandel dar. Betrachtet man das Klimasystem in einem hochdimensionalen Phasenraum, so wird klar, wie fatal gegenteilige Behauptungen sein können. Verändern wir bewusst zusätzliche Variablen des Strahlungshaushaltes, so bewegen sich die Trajektorien immer weiter von dem uns bekannten und stabilen Zustand des Systems weg. Das damit verbundene Risiko wird immer größer und nicht mehr überschaubar.

An der Ursache des Problems setzt nur das Entfernen von CO₂ aus der Atmosphäre an. Das Problem der technischen CO₂-Entfernung ist, dass sie sehr teuer ist und langsam wirkt. Effekte werden erst in Jahrzehnten erfassbar.

Warum ergibt es Sinn Erkenntnisse über Climate Engineering gewinnen zu wollen?

Die Kurzsichtigkeit der an der Klimapolitik beteiligten Akteure lässt eine schwere Krise erahnen. Werden die Auswirkungen des Klimawandels unmittelbar und offensichtlich, so ist es zu spät für Gegenmaßnahmen. Die Akteure werden dann zu jedem Strohalm greifen, der einen Ausweg aus einer Krise verspricht. Vage Vermutungen über unbekannte Risiken, werden unter dem dann herrschenden Leidensdruck möglicherweise nicht mehr gehört. Selbstschutz und Verpflichtung eines mündigen Wissenschaftlers sind daher aufklärerische Arbeit, Erkenntnisgewinn und eine genaue Quantifizierung der Wirkung von *Climate Engineering*-Maßnahmen.

Climate Engineering könnte uns im Worst-Case-Szenario etwas Zeit verschaffen, um die Versäumnisse der Vergangenheit – gemessen an zu hoher CO₂-Konzentration – aufzuholen. Was „zu hoch“ in Zahlen bedeutet, ob 500 ppm oder 600 ppm CO₂, kann nur geschätzt werden. So bleibt der Zeitpunkt der Überschreitung unbekannt.

Sollte es jedoch notwendig werden, schnell und stark auf das Klimasystem einzuwirken, so ist hierbei die Aufgabe der Physik zu untersuchen, ob *Climate Engineering*-Ideen im Kontext der physikalischen Theorie und den Erfahrungen der gesamten Disziplin Sinn ergeben, oder ins Land der Träume verbannt werden müssen.

Bisherige Vorschläge an technischen Maßnahmen des *Climate Engineering* sind z.B. das Abschirmen der Erde von der Sonne durch Reflektoren und Streuzentren im All, die Eisendüngung der Meere, um die CO₂ Aufnahme zu erhöhen, oder die Deposition von Schwefelaerosolen in der Stratosphäre, vergleichbar mit den Folgen eines Vulkanausbruchs, der nachweislich einen Kühlungseffekt erzeugt.

In dem hier vorgestellten Projekt soll die Methode des *Cloud Whitening*s quantifiziert werden. Die Wolkendecke der Erde über den Meeren soll durch die Generierung von Seesalz-Aerosolen weißer gemacht werden. Durch die Erhöhung der Albedo wird aktiv auf die Strahlungsbilanz eingewirkt und die Erde gekühlt. Vermutungen und erste Untersuchungen zeigen, dass sich die Niederschlagsmuster vieler Länder stark verschieben, eine globale Kühlung aber durchaus einsetzen würde. Vorteile hierbei sind die große „Hebelwirkung“ der Aerosole in den Wolken: es wird – theoretisch – wenig Energie benötigt und es entstehen keine industriellen Nebenprodukte und Abfälle.

Besondere Schwierigkeiten bei der Untersuchung ergeben sich dadurch, dass bei der Bedeutung der Aerosole für das Klima viele weiße Flecken auf der Landkarte der physikalischen Theorie zu finden sind (siehe IPCC AR4). Besonders zu benennen sind hierbei die Einflüsse auf den Strahlungstransport in Wolken und die Veränderung des Wasserkreislaufs. Das Projekt wird im Rahmen der Arbeitsgruppe „Atmosphärische Aerosolforschung“ von Professor Leisner durchgeführt. Für die Untersuchung der Fragestellung stehen in Karlsruhe am Institut für Meteorologie und Klimaforschung eine Wolken- und Aerosolsimulationskammer von 84 m³ Volumen für Experimente zur Verfügung. In der Kammer lassen sich alle gewünschten Druck- und Temperaturbedingungen der Atmosphäre herstellen. Somit können Wolken in unterschiedlichsten Wettersituationen simuliert werden. Außerdem wird ein Computermodell zur numerischen Fluidynamik und dem Aerosoltransport entwickelt. Mit Hilfe dieser Methoden sollen genaue quantitative Aussagen über die Bilanz und Auswirkungen von *Cloud Whitening* gemacht werden.