

Selected Student Papers

www.ipw.rwth-aachen.de/pub/select_tx.html

ISSN 1862-8117

Selected Student Paper Nr. 38, März 2013

Nils Matzner

Die Politik des Geoengineering

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Magisterarbeit 2011

Online veröffentlicht unter:

http://www.ipw.rwth-aachen.de/pub/select/select_38.html

Veröffentlicht von:

Institut für Politische Wissenschaft

RWTH Aachen

Mies-van-der-Rohe-Straße 10

52074 Aachen

www.ipw.rwth-aachen.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
2 Was ist Geoengineering?	7
2.1 Von der Wetterbeeinflussung zum Geoengineering	8
2.2 Der Klimawandel und seine Gefahren	11
2.3 Technologien des Geoengineering	14
2.4 Überblick über den Diskurs klimapolitischer Optionen	18
2.5 Zusammenfassung	23
3 Methoden und Analyserahmen	25
3.1 Diskussion der Forschungsperspektive und Methoden der Diskursanalyse	25
3.1.1 Von der Diskurstheorie zur Analyse der Diskurse	26
3.1.2 Textexploration mit lexikometrischer Korpusanalyse	29
3.1.3 Wissenssoziologische Diskursanalyse	36
3.2 Eingrenzung und Erstellung des Textkorpus	41
3.3 Arbeiten mit Analysesoftware	45
4 Der Textkorpus im naturwissenschaftlichen GE-Diskurs	48
4.1 Datenerhebung	48
4.1.1 Zusammenstellung des Textkorpus	48
4.1.2 Aufbereitung des Textkorpus	49
4.2 Metadaten des Korpus	50
5 Lexikometrische Korpusanalyse	56
5.1 Durchführung	56
5.2 Ergebnisse und Diskussion zur diskursive Oberflächenstruktur	63
5.3 Zusammenfassung	67
6 Wissenssoziologische Diskursanalyse	69
6.1 Durchführung	69
6.2 Ergebnisse und Diskussion politischer Implikationen im GE-Diskurs	70
6.2.1 Klassifikationen mit Risiko	70
6.2.2 Phänomenstruktur eines unsicheren, globalen Problems	76
6.2.3 Deutungsmuster klimapolitischer Optionen	83
6.2.4 Die story line des GE-Diskurses	89
6.3 Zusammenfassung	93
7 Resümee und Schlussbetrachtung	95
Literatur	97
Bibliographie des Textkorpus	102
Abkürzungs-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	106
Anhang	
Stop List	
Verwendete Software	

1 Einleitung

Ist Geoengineering (GE) „a contribution to resolve a policy dilemma?“, fragt der Entdecker des Ozonlochs und Chemie-Nobelpreis-Träger Paul Crutzen (vgl. Crutzen 2006: 1). Der Naturwissenschaftler Crutzen nennt die scheiternden Klimaabkommen bei weiterhin steigenden CO₂-Emissionen das Politikdilemma des Klimawandels. Das Versagen der Politik im Kampf gegen den Klimawandel könnte mit Hilfe technischer Mittel des Geoengineering überbrückt werden, so sein Vorschlag in dieser Notlage. Hinter dem in der Öffentlichkeit noch wenig bekannten Konzept des Geoengineering verbergen sich verschiedene Technologien, die mit dem Ziel entwickelt werden, die globale Mitteltemperatur auf ein gewünschtes Maß zu senken. Sie gelten einigen als Antwort auf den Klimawandel und als Reaktion auf das von Crutzen benannte Dilemma. Der Politik wird bescheinigt, das weitreichende Problem der Erderwärmung nicht selbstständig beheben zu können: Auf sie darf man nicht hoffen (vgl. ebd.).

Aus dieser Konstellation handlungsunfähiger politischer EntscheidungsträgerInnen und Annahmen über einen technisch ermöglichten Ausweg entsteht eine Forschung über Großtechnologien, die fähig sein sollen, beispielsweise die Sonne zu verdunkeln oder der Atmosphäre das treibhauswirksame CO₂ zu entziehen. Schon bald könnten Ideen umsetzbar sein, die etwa Auswirkungen eines Vulkanausbruchs derart zu simulieren, dass Ballons oder Flugzeuge große Mengen Schwefel in höhere Atmosphäreschichten einbringen. Man möchte sich die Reflektionskraft der Schwefelteilchen zunutze machen und einen Teil der Sonneneinstrahlung zurückspiegeln. In anderen technischen Szenarien wird auf hoher See Eisen ausgebracht, welches das Algenwachstum anregen soll, damit die Algen das überschüssige CO₂ binden. Insgesamt befinden sich die Technologien in sehr unterschiedlichen Entwicklungsstadien, von der Leistungsseite betrachtet mehr oder weniger effizient, und vom Aufwand her betrachtet kostenschonend bis äußerst teuer. Auch bei sehr unterschiedlich großen Risiken eint alle Technologien des Geo- oder Climate Engineering, dass ihre Auswirkungen auf das globale Klimasystem nicht sicher vorherzusehen sind. Dabei sind ihre Einflüsse auf biologische oder soziale Systeme, sowie politische Konstellationen schwer erforschbar und bisher unerforscht.

Durchaus im Bewusstsein dieser Schwierigkeiten schreibt Crutzen in seinem viel beachteten Kommentar „Albedo Enhancement by stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to

resolve a Policy Dilemma?“ (Crutzen 2006), es sei nötig, Geoengineering zu erforschen und die Technologie für den Notfall bereit zu machen. Sein Plädoyer beruht auf der Annahme, dass der Klimawandel eine Bedrohung für die Menschheit ist und der Politik weiterhin die Durchsetzungsfähigkeit zum wirksamen Klimaschutz fehlt. Hier soll die Technik ein Problem lösen, das die Politik nicht zu lösen vermag. Und sie soll verhindern, dass sich die Menschheit mit den Folgen der Erwärmung, beispielsweise mit dem Problem eines ansteigenden Meeresspiegels, abfinden muss.

Paul Crutzen besitzt als erfolgreicher Naturwissenschaftler eine so große Reputation, dass hier der Nachrichtenübermittler die Nachricht selbst ist („the messenger is the message“). Seine KollegInnen geben dies als entscheidenden Grund an, warum sein Kommentar in der Zeitschrift *Climatic Change* ein so großes Echo bekam. Über GE wurde schon in den 1950ern vereinzelt nachgedacht, doch erst mit Crutzens Aufsatz begann 2006 eine intensive, ernsthafte Diskussion mit großer Resonanz (vgl. Fleming 2007). Die Publikationszahlen zu dem Thema steigen seitdem an (siehe Kapitel 4.2) und es werden vermehrt Konferenzen abgehalten.

Die Spannung zwischen GE als Technologie auf der einen Seite und internationaler Politik und Institutionen auf der anderen Seite, die von Crutzen angedeutet wird, zeigen eine Konstellation, in der technisches und politisches Problemlösen sich alternativ gegenüberstehen. Der Vorschlag, beim Falle scheiternder Klimaverhandlungen statt dessen GE zu forcieren, hat allerdings selbst politische Implikationen, die hier untersucht werden sollen.

Ein Blick auf den Stand der Forschung zeigt, dass GE ein sehr neues Feld ist. Während Militärs schon in den 1950er Jahren über Klimamodifikation nachdenken, werden genauere naturwissenschaftliche Untersuchungen erst ab den 1980er Jahren angestellt (mehr zur Geschichte in Kapitel 2.1). Geistes- und Sozialwissenschaftliche Studien erst nach dem Bericht der britischen Royal Society im Jahr 2009 erstellt. Mittlerweile wird das Thema immer internationaler und interdisziplinärer rezipiert. Die meisten Publikationen finden in englischsprachigen Medien statt.

Ziel dieser Arbeit ist es zu zeigen, dass „der Politik“¹ und den politischen Akteuren im Diskurs des GE von NaturwissenschaftlerInnen die Rolle eines „tragischen Helden“

1 Diese allgemeine und ungenaue Formulierung findet nur deshalb Verwendung, weil sie dem untersuchten Diskurs zugrunde liegt. Dort wird das Politische überhaupt in Form von „der Politik“ oder den „policy makers“ angesprochen, ohne weiter zu differenzieren (siehe Kapitel 6.2.3).

zugewiesen wird, der seine eigentliche Aufgabe des Klimaschutzes verfehlt hat. Der naturwissenschaftliche Diskurs – hier verstanden als Ort von (Re-)Produktion von allgemein verfügbaren Wissensbeständen – soll auf die Rollenzuweisungen der Akteure in der Klimapolitik hin untersucht werden. Dazu wird folgende Fragestellung untersucht werden: Wie werden die klimapolitischen Optionen des Geoengineering, der Mitigation (CO₂-Emissionsreduktion) und der Adaption (Anpassung an Klimafolgen) im naturwissenschaftlichen Diskurs konstruiert?

Zur Untersuchung von Wissenskonstellationen bietet sich der Diskursbegriff von Michel Foucault und seine Anwendung in der Wissenssoziologischen Diskursanalyse (WDA) nach Reiner Keller (2008) an. In einer solchen Diskursperspektive nimmt die/der SprecherIn im Diskurs übergeordnete Wissensbestände in den Blick. Was also das politische Denken der NaturwissenschaftlerInnen im GE-Diskurs auszeichnet, soll mit den Werkzeugen der Diskursanalyse untersucht werden.

Grundlage dieser Untersuchung sind wissenschaftliche Fachzeitschriften, die mittels diskursanalytischer Vorgehen systematisch einer quantitativen und qualitativen Auswertung unterzogen werden. Um einen ersten Überblick über die reichhaltige, aber eingegrenzte Sammlung von Texten (das Korpus²) zu erhalten, ist ein lexikometrisches Verfahren geeignet. Es informiert den/die ForscherIn über quantitative Zusammenhänge einzelner Wörter im Korpus. Somit kann die Analyse der gesamten Aussagen im Korpus vorstrukturiert werden.

Zunächst soll ein Überblick über den Klimawandel und die Technologien gegeben werden, die eine Lösung versprechen (Kapitel 2). Im selben Kapitel wird der Diskurs des Geoengineering anhand der Beschreibung der Akteure und diskursiven Ereignisse dargestellt.

Das 3. Kapitel legt die Methoden und deren Theorien dar, die zur Untersuchung des Diskurses verwendet werden. Erläutert werden entsprechend ihrer forschungslogischen Rolle zunächst die lexikometrische Korpusanalyse (3.1.2) sowie anschließend die Wissenssoziologische Diskursanalyse (3.1.3). Außerdem wird der Analyserahmen festgelegt (3.2).

Kapitel 4 beschreibt die praktische Erstellung des zu analysierenden Textkorpus. Eine erste Auswertung allgemeiner Daten zum Korpus wird in Kapitel 4.2 präsentiert.

2 Hier soll gleich einem Missverständnis vorgebeugt werden. Das Wort Korpus aus dem Bereich der Linguistik ist neutrum. Der ansonsten bekannte Korpus, der den Körper bezeichnet, ist maskulinum, aber nicht mit dem Textkorpus zu verwechseln. Dieser Umstand führt bei vielen LeserInnen zu Irritationen.

Die Durchführung der Diskursanalyse erfolgt in den Kapiteln 5 und 6. Beide Analysen werden zunächst unabhängig voneinander durchgeführt und ausgewertet, während mit Hilfe der Lexikometrie Hypothesen und erste Erkenntnisse für die qualitative Diskursanalyse generiert werden. Es folgt eine abschließende Bewertung der gewonnenen Ergebnisse.

2 Was ist Geoengineering?

Zum Begriff Geoengineering (GE)³ existieren mehrere konkurrierende Definitionen. Allen gemein ist, dass die technische Bearbeitung eines Umwelt- oder genauer Klimaproblems als Geoengineering oder Climate Engineering bezeichnet wird. Die Zeitschrift *politische ökologie* präsentiert eine kompakte und verständliche Definition: „Der Begriff Geo-Engineering umfasst technische Eingriffe in (bio)geochemische Kreisläufe, die das Ziel haben, die Klimaerwärmung oder die Versauerung der Meere zu bremsen“ (o.V. 2010: 8). Diese Techniken sowie der Eingriff in die Umwelt und ihre Kreisläufe sind übliche Aspekte im Verständnis von Geoengineering. Betont werden muss, dass auch die Versauerung der Meere ein Problem des Klimawandels ist und ebenfalls durch einen Teil, aber eben nicht durch alle GE-Technologien angegangen wird. Die Versauerung tritt deshalb auf, weil Teile des CO₂ aus der Atmosphäre sich in den Meeren lösen und so zu einem sinkenden pH-Wert (Säuerung) führen. Sie kann nur von GE-Technologien verringert werden, die das CO₂ aus der Atmosphäre oder direkt aus den Ozeanen entfernen.

David Keith legt in seiner Definition einen stärkeren Akzent auf Intention und Umsetzung des Geoengineering. In einem Übersichtsartikel begreift er GE als eine (a) mit Vorsatz durchgeführte (b) großskalige Manipulation der Umwelt und ergänzt als weitere Bedingung, dass es sich dabei (c) um eine Gegenmaßnahme oder einen „technological fix“ handelt (Keith 2000: 247). Mit dieser Definition wäre es möglich, GE für weitere Anwendungsfelder einzusetzen, wie etwa die Idee, mit Terraforming ganze Planeten zu verändern, doch ist diese Gebrauchsweise die Ausnahme.

Weil Keiths Definition das in der aktuellen Diskussion bevorzugte Anwendungsfeld des Klimasystems vernachlässigt, ziehen manche den Begriff „Climate Engineering“ vor. Beispielsweise verwendet das GE-Projekt des Heidelberger Marsilius-Kollegs lieber letzteren Begriff, der von ProjektmitarbeiterInnen für exakter gehalten wird. Damit sind sie allerdings in der Minderheit, denn „Geoengineering“ ist der ursprüngliche Begriff und somit stärker verbreitet.⁴ Wenige ForscherInnen des GE (vgl. Wigley 2006) nehmen eine Eingrenzung auf

³ Im US-amerikanischen und britischen Gebrauch wird die Schreibweise „geoengineering“ und dessen Großschreibung verwendet. Der Bindestrich im „Geo-Engineering“ kommt fast nur in deutsch-sprachigen Veröffentlichungen vor. Da hier eine Diskursanalyse des englisch-sprachigen Wissenschaftsdiskurses gemacht wird, ist die Schreibweise „Geoengineering“ zu bevorzugen. Zum Alternativbegriff „Climate Engineering“ folgt ein Kommentar.

⁴ In dieser Diskursanalyse hat sich gezeigt, dass im englisch-sprachigen Wissenschaftsdiskurs „Geoengineering“ bei weitem bevorzugt wird (siehe Kapitel 4.1.1). Ein kurzer Blick in Googles

die Regulierung der solaren Energiezufuhr der Erde vor. Ihrer Ansicht nach ist mit GE vor allem Solar Radiation Management (SRM, dt. auch „Strahlungsmanagement“) gemeint, während die Entfernung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre Carbon Cycle Engineering genannt wird – ein Ansatz, der meistens als Carbon Dioxid Removal (CDR) vorkommt.⁵ Diese Besonderheiten werden hier außer Acht gelassen. Keiths Definition des Begriffes Geoengineering wird insofern verwendet, als sie sich auf das Klimasystem inklusive der Kohlenstoffproblematik bezieht. Diese technischen Details werden später erläutert.

In Kapitel 2.1 wird erläutert, wie sich die Genese des GE als technische Maßnahme vollzog. Ihre Anfänge nahm sie in der Wetterbeeinflussung, aber wie wir unter Anwendung der Definition sehen werden, in anderer Größenordnung und mit einem anderen Zweck. Um aber Vorsatz und Zweck des GE zu verstehen, müssen wir erst versuchen die Grundzüge des Klimasystems und anschließend den Klimawandel nachzuvollziehen, was in Kapitel 2.2 geschieht. GE setzt an bestimmten Stellen des Klimasystems ein. Die verschiedenen Techniken, die unter GE gefasst werden, werden in Kapitel 2.3 diskutiert, darunter auch die Unterscheidung von Solar Radiation Management (SRM) und Carbon Dioxid Removal (CDR). Als Vorbereitung auf die Diskursanalyse stellt das Kapitel 2.4 den Diskursverlauf des naturwissenschaftlichen GE-Diskurses einführend dar. Dies geschieht anhand von Lektüre und Beobachtungen, ersetzt aber nicht die Systematik der eigentlichen Diskursanalyse.

2.1 Von der Wetterbeeinflussung zum Geoengineering

Die Geschichte des GE beginnt mit der Wetterbeeinflussung. Zu unterscheiden sind hier keineswegs bloß die technischen Mittel. Die Chronologie von Wetter- und Klimabeeinflussung lässt sich auch anhand ihrer deutlich verschiedenen Intentionen ordnen. Dadurch sollte klarer werden, was das Geoengineering als spezifisch großskalige Technologien gegenüber eingegrenzter Wettermanipulation auszeichnet. Im Folgenden werden diese Ziele und Intentionen kurz dargestellt: 1. Landwirtschaftlicher Vorteil, 2. Militärische Nutzung, 3. Regenfreies Wetter für Massenveranstaltungen, 4. Schadensregulierung bei anthropogener Umweltzerstörung.

Analysewerkzeug für das Auftreten von N-Grammen, zeigt, dass „Climate Engineering“ nur einen geringen Anteil im sprachlichen Feld hat und auch verhältnismäßig wenig ansteigt. Selbst wenn Ungenauigkeiten dieser Methode herausgenommen werden, ist GE ca. vier mal häufiger vertreten (http://ngrams.googlelabs.com/graph?content=geoengineering%2Cclimate+engineering&year_start=1800&year_end=2000&corpus=0&smoothing=3).

⁵ Begriffe können durchaus einflussreich sein. Dennoch scheint in diesem Fall der semantische Unterschied so gering, dass eine tiefergehende Diskussion an dieser Stelle nicht lohnenswert ist.

1. Die wahrscheinlich älteste Absicht, das Wetter zu bestimmen, hatte ihren Ursprung im Wunsch, von der Willkür des Wetters unbeeinflusst zu bleiben – sei es nun individuelles Verlangen, oder, noch viel wichtiger, in der Landwirtschaft. Dort können Unwetter oder Dürren die Erträge zunichtemachen. Ein bekanntes Beispiel ist der zeremonielle Regentanz, aber auch heute beinhaltet der Volks- und Aberglaube in einigen Regionen der Erde noch Riten (wie Opfergaben), die Un- oder Schönwetter herbeiführen sollen (vgl. Sardemann 2010: 9). Im 20. Jahrhundert wurden Techniken für kontrollierten Niederschlag für dessen landwirtschaftliche Nutzung entwickelt. Mit Hilfe künstlicher Kondensationskeime aus Silberiodid, in Wolken ausgebracht, lässt sich Regen erzeugen. Diese Technik wird noch heute in Deutschland in der Landwirtschaft zur Prävention von Hagel eingesetzt. Sogenannte Hagelflieger steigen in manchen bayrischen und badischen Regionen auf, wenn LandwirtInnen befürchten, dass ihre Ernte durch Hagel vernichtet wird (vgl. Wiertz 2010: 17).

2. Eben diese Technik, die verspricht, Wolken regnen zu lassen, wurde auch für die militärische Nutzung interessant. Bekannt ist der Einsatz von Kondensationstechniken der USA im Vietnamkrieg. Belegt sind etwa Versuche, Nebel aufzulösen, um militärische Ziele besser anvisieren zu können, ebenso wie militärische Flüge für künstlichen Regen über Versorgungswegen des Vietcongs. Die Vereinten Nationen verboten 1978 die militärische Nutzung von umweltverändernden Techniken (vgl. ebd.: 16f).

3. Das dritte Einsatzszenario beinhaltet das Vorhaben, Regenwolken von sportlichen oder politischen Großveranstaltungen fern zu halten. So hat Russland vor Militärparaden mit entsprechend ausgerüsteten Fliegern Wolken gedüngt, damit es vor der Veranstaltung abregnet und im Trockenen marschiert werden kann. Weitere Versuche in größerem Maßstab werden in der Volksrepublik China unternommen, die ein staatliches „Wetteränderungsamt“ unterhält. Jüngst sollen zu den Feiern zum 60. Jahrestag der Gründung der Volksrepublik am 1. Oktober 2009 Regenwolken verhindert worden sein (vgl. Sardemann: 2010: 11).

Für welchen Zweck auch immer Wetterbeeinflussung eingesetzt wurde und wird, ihre Wirksamkeit ist bis heute nicht klar belegt. In vielen Ländern lassen aktuell LandwirtInnen, Militärs und StaatschefInnen Wolken mit Chemikalien düngen, um gewünschte Wetterlagen zu erzielen. Ob diese wegen der Chemikalien oder aus natürlichen Gründen eintreten, ist bis heute nicht erforscht (vgl. Sardemann 2010: 11f). Die dabei angesprochene grundsätzliche

Schwierigkeit findet sich ebenso beim Geoengineering: Im komplexen Wettersystem mit vielen Einflussfaktoren ist direkte und sichere Einflussnahme schwierig bis unmöglich. (Auf das Komplexitätsproblem geht auch das Kapitel 6.2.2 ein.) Schon die Literatur über die Wetterbeeinflussung macht klar, dass eine Kausalität zwischen den menschlichen Eingriffen und Wetterereignissen nicht hergestellt werden kann. Es lassen sich nur die Versuche von Wettermanipulationen dokumentieren, wie US-amerikanische Einsätze im Vietnam-Krieg, deutsche Hagelflieger oder andere Wettermaßnahmen, aber intendierte Effekte sind nicht sicher als solche erkennbar, denn bis jetzt ist es nicht möglich zu sagen, ob es aus natürlichen Gründen oder der menschlichen Beeinflussung wegen geregnet hat (vgl. Wiertz 2010: 17).

4. Erst ab den 1960er Jahren entwickelte sich eine neue Anwendungsintention: Einen *menschlich* verursachten Schaden zu beheben oder zu mindern. Zu diesem Thema wurde bereits im Jahr 1965 der Bericht „Restoring the Quality of our Environment“, der vom „Science Advisory Committee“ (PSAC) des damaligen US-Präsidenten Johnson erarbeitet. Geoengineering-Maßnahmen wurden vorgeschlagen, um die negativen Auswirkungen eines Anstiegs des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre zu kompensieren. Das Mittel der Wahl war die Erhöhung der Erdalbedo, was so viel bedeutet wie ein höherer Weißheitsgrad oder Helligkeitsgrad der Erde. Schon für einen geringen Effekt wurden pro Jahr 500 Millionen Dollar an Kosten veranschlagt (vgl. Sardemann 2010: 12).

Auch in den dann folgenden Diskussionen internationaler WissenschaftlerInnen wird deutlich, dass sie als Reaktion auf anthropogene Umweltveränderungen und -zerstörungen gedacht sind. Der Zweck ist also (im Gegensatz zu den o.g. Szenarien 1.-3.) der einer Gegenmaßnahme, wie es Keith in seiner Definition bestätigt (s.o. unter (c)). Aber nicht allein der Zweck unterscheidet GE von Wetterbeeinflussung. Auch ist es von Anbeginn an großskalig gedacht (vgl. oben Keiths Definition (b)). Nicht mehr einzelne Wolken oder regionales Wetter sind Gegenstand der Manipulation, sondern die Wärmebilanz des Planeten insgesamt.

Ein Blick in die Begriffsgeschichte zeigt, dass seit 1945 in amerikanischen Publikationen von „Weather Control“ oder „ClimateControl“ bzw. „Modification“ gesprochen wird. Als Begriff wird „Geoengineering“ erstmals 1977 vom italienischen Physiker Cesare Marchetti in der ersten Ausgabe der Zeitschrift *Climatic Change* verwendet. In seinem Aufsatz „On Geo-Engineering and the CO₂ Problem“ fordert Marchetti, CO₂ ins Meer hinein zu leiten, also eine

Form des Carbon Dioxid Storage (Marchetti 1977). Seit den 1990ern sind die Begriffe Geoengineering (oder auch Geo-Engineering) und Climate Engineering im Wissenschaftsdiskurs gebräuchlich (vgl. Sardemann 2010: 8).

2.2 Der Klimawandel und seine Gefahren

Die Grundzüge des Klimasystems müssen bekannt sein, damit der Klimawandel ebenso wie das GE erklärt werden können. Die Atmosphäre ist das instabilste und am schnellsten wandelbare Teilsystem des Klimasystems. Andere Klimabestandteile sind Hydrosphäre (Wasserkreislauf), Kryosphäre (von Eis bedeckte Oberfläche), Landoberfläche und Biosphäre. Von natürlichen, anthropogenen und speziell durch GE erzeugten Veränderungen sind mehrere oder alle Teile des Klimasystems betroffen. Hier gehen wir kurz näher auf die Atmosphäre ein, da hier die meisten Ansatzpunkte für GE liegen (vgl. IPCC 2001: 88f).

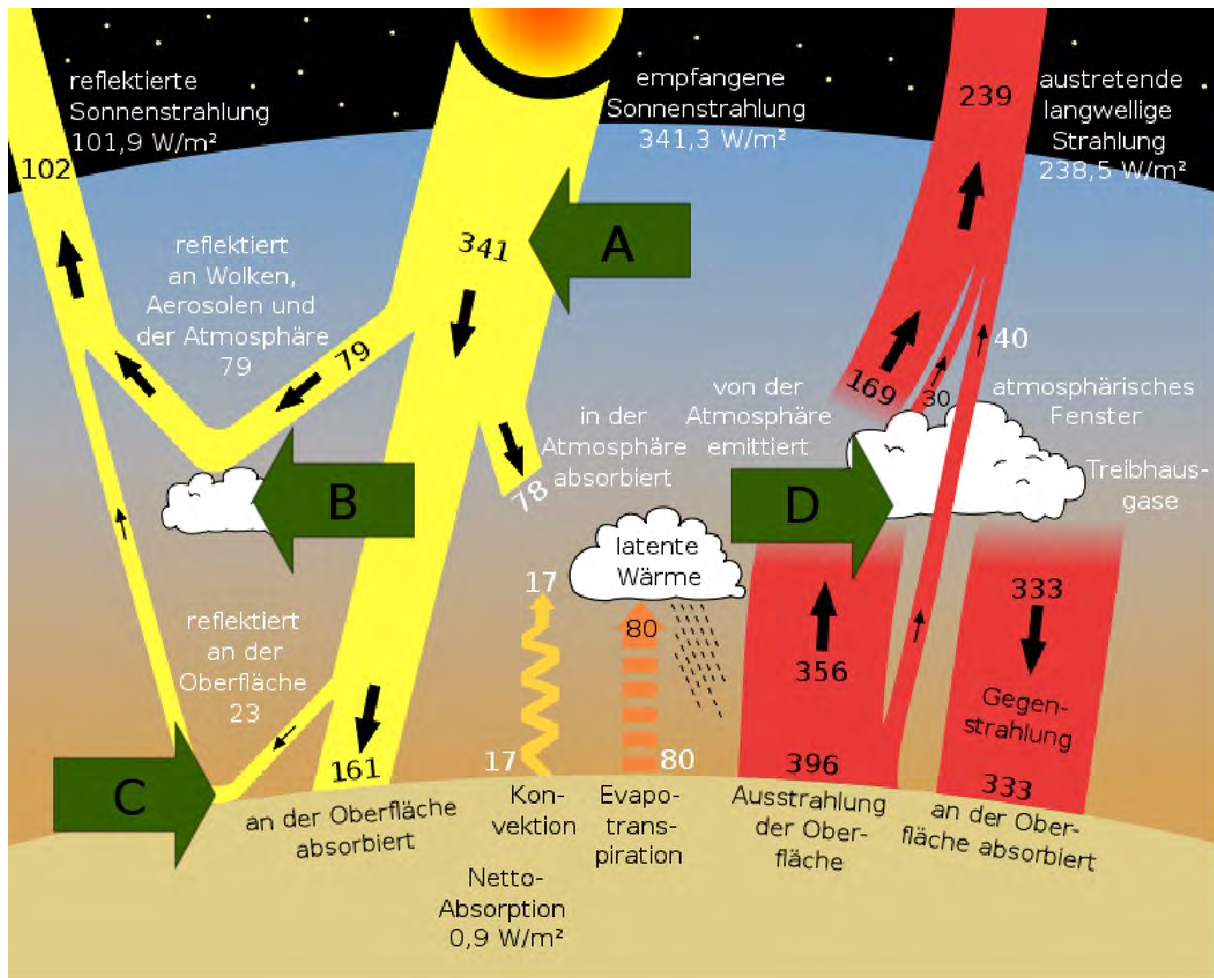


Abbildung 1: Die Energiebilanz des Treibhauseffekts. Quelle: Modifizierte Darstellung nach IPCC 2001.

Auf Abbildung 1 ist zu sehen, wie die Energiebilanz der Erde anhand der Sonneneinstrahlung berechnet wird. Wichtig zu wissen ist, dass von der kurzwelligen Sonnenstrahlung (links im Bild) nur ungefähr die Hälfte an der Erdoberfläche absorbiert wird (vgl. IPCC 2001: 89-95). Der andere Teil wird an mehreren Stellen auf seinem Weg absorbiert oder wieder zurückgestrahlt. Die Markierungen A bis C zeigen diese Stellen der natürlich oder menschlich beeinflussten Sonnenrückreflektion. Sie sind für das später zu erklärende Sonneneinstrahlungs-Management wichtig.

Im natürlichen Treibhauseffekt spielt nur die langwellige Strahlung eine Rolle (rechts in Abbildung 1). Sie wird von den Treibhausgasen (D) wieder zurückgestrahlt. Die Konzentration der treibhauswirksamen Gase in der gesamten Atmosphäre macht nur 0,1 % ihres Volumens aus und trotzdem haben sie einen starken Effekt auf die globale Mitteltemperatur (vgl. ebd.). Das Leben auf der Erde ist nur deshalb möglich, weil der

Treibhauseffekt +33 °C zur Erdtemperatur hinzufügt. Ansonsten hätten wir Minusgrade auf der Erde (vgl. Rahmsdorf/Schellnhuber 2007: 30ff).

In der Klimapolitik liegt deshalb eine hohe Aufmerksamkeit bei CO₂, weil dieses den größten Teil der Treibhausgasemissionen ausmacht, obwohl es das geringste Treibhauspotenzial der Spurengase hat. Es liegt 25-mal niedriger als das von CH₄ (Methan, welches an zweiter Stelle steht), ist aber weitaus stärker in der Atmosphäre vorhanden als dieses. Für die Durchschnittstemperatur der Erde wird das CO₂ damit als wichtiger Faktor angesehen (vgl. IPCC 2001).

Seit der Industrialisierung hat die Konzentration der wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und FCKW in der Atmosphäre drastisch zugenommen. Bohrungen aus permanentem Eis belegen, dass die aktuelle CO₂-Konzentration die höchste seit mindestens 700.000 Jahren ist. Menschlich verursachte Umweltbelastungen, nicht zuletzt das Verbrennen fossiler Brennstoffe, werden für diese sich weiterhin erhöhende Konzentration verantwortlich gemacht. Von deutlich messbar erhöhten CO₂-Werten ist der Rückschluss auf einen anthropogenen Klimawandel und eine damit verbundene Erderwärmung naheliegend (vgl. Rahmsdorf/Schellnhuber 2007: 33-36).

Vorboten einer Klimakrise sind aus Sicht der meisten Klima-WissenschaftlerInnen bei fortgesetzter Erderwärmung unübersehbar: Die Arktis schmilzt, Permafrostböden und Festland-Eispanzer tauen auf, der Meeresspiegel steigt und extreme Wetterlagen nehmen zu, um nur einige zu nennen. Der Wandel wird durch Verstärker-Effekte zur Krise verschärft: Auftauende Permafrostböden setzen das Klimagas Methan frei und mit abschmelzenden Eisflächen erhöht sich die Aufnahmefähigkeit für Sonnenstrahlung (Albedoreduktion) (vgl. Rahmsdorf/Schellnhuber 2007: 16-20). Die Erwärmung sorgt dafür, dass es schneller wärmer wird. Zu den Folgen für die Natur treten gesellschaftliche und politische Folgen des Klimawandels hinzu: Migration, Dürre, Hunger und Kriege werden wahrscheinlicher.

Diesen Befunden stehen einige SkeptikerInnen kritisch gegenüber. Teilweise werden die Krisenszenarien als ideologisch verblendet bezeichnet. Argumentiert wird, dass Messungen und Modelle so unsicher sind, dass von einem Szenario des Klimawandels mit negativen Folgen nicht sicher ausgegangen werden kann. Klimaschutz sei reine Interessenpolitik, aber wissenschaftlich nicht haltbar (vgl. Ewert/Thuss 2009). Manche erkennen zwar an, dass es

einen anthropogenen Klimawandel gibt, dieser sei aber nicht dramatisch. Weil die Erwärmung viele Vorteile habe, solle man „Panik vermeiden“ (vgl. Reichholf 2007: 28).

Welche Seite in der Klimadiskussion nun recht behält, braucht zur Erörterung des GE nicht geklärt werden. Entscheidend ist, dass für die Diskussion um GE der Klimawandel als Faktum und als Bedrohung⁶ wahrgenommen wird. Die o. g. möglichen Schäden werden als Rechtfertigung zur Entwicklung von GE angeführt. Allerdings gibt es in der Diskussion auch Abweichungen von dieser Argumentationslinie, auf die wir in Kapitel 2.4 näher eingehen.

Zuletzt sei kurz auf die klimapolitischen Entwicklungen eingegangen. Schon im Jahr 2009 ist die politische Dynamik der Klimaschutzbemühungen verschwunden, die zwei Jahre zuvor zu beobachten war, als Al Gore und das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) den Friedensnobelpreis erhielten. Statt konkreter Maßnahmen zur CO₂-Einsparung tun sich neue Gräben zwischen den Verhandlungsparteien auf, insbesondere Industrienationen und Entwicklungsländern (Santarius 2009: 84). Die Klimakonferenz in Kopenhagen wird als gescheitert angesehen (Sterk 2010). Diese Erfahrung des Scheiterns hat zur gewachsenen Aufmerksamkeit für GE beigetragen.

2.3 Technologien des Geoengineering

Geoengineering greift auf mehreren Ebenen in das Klimasystem ein. Manipuliert werden soll auf der einen Seite die Sonneneinstrahlung selbst, auf der anderen der Atmosphärenanteil der Treibhausgase, insbesondere des CO₂. Die Technologien teilen sich auf in Solar Radiation Management (SRM, dt. Sonneneinstrahlungs-Management) und Carbon Dioxide Removal (CDR, Kohlenstoff-Sequestrierung⁷). SRM hat das Ziel, die Erde von zu viel Sonneneinstrahlung abzuschirmen oder die Rückreflexion der Erde zu erhöhen, um eine direkte Abkühlung durch eine geringere Menge an wirksamer Sonnenenergie zu erzeugen. In Abbildung 1 sind diese Eingriffe an den Punkten A bis C markiert. Hingegen setzt CDR scheinbar näher am Problem des anthropogenen Treibhauseffektes an (D), indem diese

6 In dieser Konstellation ist der Klimawandel eine Bedrohung und kein Risiko. Zwar ist menschliches Handeln Ursache des Phänomens, doch gibt es eher eine Aggregation einzelner Handlungsketten bspw. aus Lebensstil und Techniknutzung zu einem globalen Systemeffekt (vgl. Grunwald 2010: 37). Dieser ist dann kaum a) einzelnen Handlungen zurechenbar und b) nicht direkter Effekt konkreter Entscheidungen. Somit trifft der Klimawandel aus dieser Perspektive nicht die Definition des Risikos nach Luhmann (1991).

7 Mit dieser technischen Idee ist Carbon Dioxid Capture and Storage (CCS) verwandt und wird meistens als industrielle Kohlenstoffabscheidung und dessen Lagerung verstanden. Weitere Diskussion bei Keith 2010.

Technologien CO₂ aus der Atmosphäre entziehen, wie beispielsweise durch chemische oder biologische Lösung des CO₂ in den Ozeanen (zur Übersicht vgl. Feichter/Leiser 2009).

Die grundsätzliche Idee des *Sonneneinstrahlungs-Management (SRM)* ist es, die Erde vor zu viel Sonneneinstrahlung abzuschirmen. Selbst bei starker CO₂-Emission würde es reichen, die Netto-Sonnenstrahlung um 1,6 % zu verringern. Zwei physikalischen Größen könnten dazu manipuliert werden: das gesamte die Erde erreichende Sonnenlicht (siehe A in Abbildung 1) und dann die Albedo (Rückstrahlkraft).⁸ Die Albedo wiederum wäre an der Stratosphäre (der 2. Atmosphäreschicht), den Wolken in der Troposphäre (unterste Schicht) (beides B) und auf der Erdoberfläche auf verschiedene Weise (C) veränderbar (vgl. Lohmann 2010; Feichter/Leiser 2009).

Diese physikalisch-technisch ansetzenden Pläne implizieren sowohl sehr konkrete, als auch nach bisherigem Stand utopisch zu nennende Technologien zur Anwendung. Beispielsweise sollen Spiegel, die an geeigneter Stelle im Orbit platziert werden, Sonnenlicht zwischen Sonne und Erde ablenken. Bis zum Einsatz dieser sehr teuren Technik könnten noch Jahrzehnte bis Jahrhunderte vergehen, weshalb sie eher als für Science-Fiction-Metaphern in Zeitungsartikel dient, denn als Anleitung für anwendungsorientierte Forschung. In der Stratosphäre, d. h. dem von der Sonne aus betrachtet nächsten Angriffspunkt, soll mittels massenhaft eingebrachter Schwefelteilchen ein Vulkanausbruch simuliert werden. Das funktioniert, indem man SO₂, H₂SO₄ oder andere Stoffe als Luft-Teilchen-Gemisch in die ca. 12 bis 16 km-hohe Atmosphäreschicht einbringt. Die Sonnenreflexionseigenschaft von derartigen Aerosolen wollen PhysikerInnen sich zu Nutze machen. Sie nehmen dafür aber ein sehr hohes Risiko unbekannter Umwelteffekte in Kauf. Eine andere Technik besteht darin, mithilfe von speziellen Schiffen Wolken mit Meersalz zu „düngen“ („cloud seeding“). Damit würden sie weißer und ihre Albedo erhöht. Diese Technik scheint relativ risikoarm zu sein, weil sie schnell zu stoppen ist, aber dennoch ist sie nicht unproblematisch, weil von einer starken Veränderung der Niederschläge ausgegangen wird. Sie wird vor allem in den USA momentan viel diskutiert. Unter dem Stichwort Bodenalbedo lassen sich mehrere Technologien fassen: Weiße Häuserdächer, Felder mit weißeren Pflanzen, Spiegel in der Sahara oder auf dem Meer. Was zunächst umsetzbar klingt, hat im Detail viele Probleme, wie

⁸ Physikalisch gesehen geht es hier um die Manipulation der Solarkonstante S_0 , die normalerweise eine Einstrahlung von 341,3 Watt/m² beinhaltet und der Albedo A . Letzteres ist die Reflexionskraft der Atmosphäreschichten oder Erdoberfläche und ist mit 1 maximal und absorbiert mit 0 die volle Sonnenenergie (vgl. Feichter/Leiser 2009).

hohe Kosten, schwache Wirkung und, wie letztlich alle GE-Technologien, unsichere klimatische Auswirkungen (vgl. Lohmann 2010).

Die *Carbon Dioxide Removal (CDR)* setzt im Klimasystem physikalisch-chemisch anders an. Die Atmosphärenzusammensetzung soll so verbessert werden, dass der anthropogene Treibhauseffekt zumindest verlangsamt wird. Dazu kann in mehreren der Teilsysteme des Klimas angesetzt werden: Mit Technologien des CDR soll das Klimagas CO₂ chemisch gelöst oder biologisch aufgefangen und im zweiten Schritt gelagert werden (vgl. Oschlies 2010).⁹

Ähnlich wie beim SRM gibt es auch beim CDR weiter fortgeschrittene und noch unerreichbare Technologien. Künstliche Bäume (auch: *direct air capture*), die CO₂ aus der Luft filtern, gibt es bisher nur als Prototypen. Dieses Verfahren wäre technisch schwierig, teuer und energieaufwendig. Außerdem müsste das CO₂ – genauso wie bei industrieller Kohlenstoffabscheidung (CCS) – gelagert werden. Die Probleme wären nicht unerheblich, da CO₂ in hoher Konzentration giftig ist und eine längere Halbwertszeit hat als Atommüll. Natürliche Bäume hingegen würden scheinbar einfacher CO₂ speichern. Aufforstung ist dem Anschein nach zunächst unproblematisch, doch müsste eine Fläche in der Größenordnung Australiens aufgeforstet werden, um 10 % der aktuellen globalen Emissionen zu kompensieren, wiederum mit spezifischen anderen Nebenfolgen. Mit anderen Verfahren würde man sich die Meere als Lagerstätte für CO₂ zunutze machen. Die Eisendüngung der Ozeane soll Algenwachstum anregen, damit diese Kohlenstoff aus der Atmosphäre binden. Die Hoffnung dabei ist, dass die neu gebildeten Algen absterben und das gebundene CO₂ sozusagen mit in ihr maritimes Grab nehmen. Bei Feldversuchen (wie dem deutsch-indischen LOHAFEX) wurde ein tatsächlich erhöhtes Algenwachstum festgestellt, allerdings nur mit einer Wirksamkeit von 10 bis 20 Prozent. Bei der Anwendung oder schon bei großskaligen Experimenten befürchten UmweltschützerInnen unvorhersehbare Konsequenzen für das Ökosystem der Ozeane (vgl. Oschlies 2010).

In der Literatur ist die kategorische Unterscheidung zwischen den beiden Technologiegruppen SRM und CDR bedeutsam. Der Physiker Thomas Peter drückt es bündig aus: „SRM is quick and dirty. CDR is slow and safe.“¹⁰ Allerdings ist die Unterscheidung nur von der technischen Seite her gedacht, sozusagen einseitig *technology driven*. Nach eingehender Diskussion

⁹ Die Atmosphärenabsorptionskraft α ist das Maß dafür, wie stark das langwellige Licht wieder zum Boden zurückreflektiert wird. Treibhausgase vergrößern diese Variable (vgl. Feichter/Leisner 2009).

¹⁰ Thomas Peter auf der Summer School „Global Governance on Climate Engineering“, Heidelberg, 16.7.2010.

anhand von Entscheidungskriterien wie Risiken, Chancen, Kosten, Unsicherheiten und Nicht-Wissen lässt sich eine umfassende Bewertung der Gruppen nicht aufrecht erhalten. Von den SRM-Methoden mit Spiegeln im All und Aerosolen in der Stratosphäre ist die erste äußerst teuer und die zweite eine der billigsten, aber riskantesten GE-Varianten. Auf der Seite von CDR hingegen scheint es, dass bspw. Aufforstung viele Nebeneffekte hätte: Ein schnell wachsender Wald schränkt die Biodiversität ein, Aufforstung tritt in Konkurrenz zu Nahrungsmittelproduktion und nicht zuletzt ist Wald farblich dunkel. Diese Albedoreduktion würde wiederum das Klima erwärmen (vgl. Feichter/Leisner 2009). Die Reihe ließe sich fortsetzen und zeigt, dass zur Evaluation nach o.g. Kriterien stärker auf die einzelnen Technologien und ihr Anwendungsszenario geschaut werden muss, anstatt es bei der Unterteilung in SRM und CDR zu belassen.

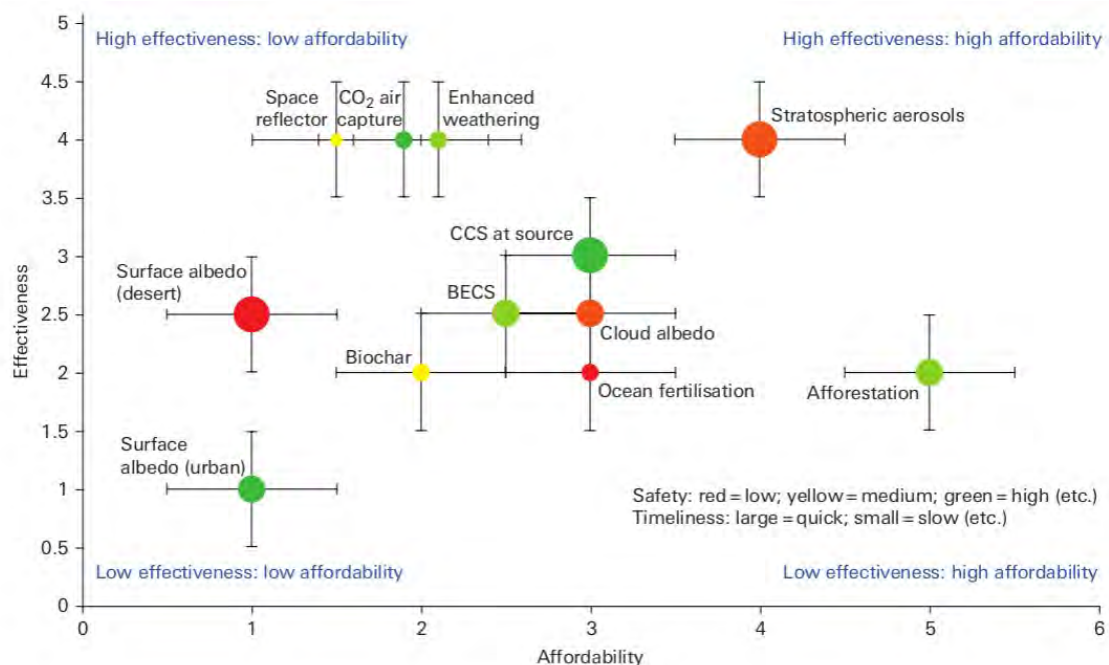


Abbildung 2: Effektivität und Finanzierbarkeit von GE-Methoden. Quelle: Royal Society 2009: 49.

Zur Bewertung von Chancen und Risiken von GE hat die Royal Society 2009 einen umfassenden Bericht vorgestellt. Sie hat die wichtigsten GE-Methoden anhand von finanzieller Machbarkeit, Effektivität, Sicherheit und ihrem Zeitfaktor kartographiert. In Abbildung 2 ist die vielfach zitierte Grafik zu sehen. Bemerkenswert ist, dass die Stratosphären Aerosole im Effektivitäts-Kosten-Vergleich hoch bewertet werden, aber dennoch den großen Nachteil der hohen Risiken haben. Hier wird deutlich, dass es keine

Technologie gibt, die aufgrund ihrer Eigenschaften insgesamt nach den genannten Kriterien klar zu bevorzugen ist.

Die Risiken und Unsicherheiten des GE sind in der wissenschaftlichen Literatur aus Sicht verschiedener Disziplinen der wahrscheinlich am stärksten diskutierte Aspekt (vgl. bspw. Crutzen 2006, Bergtsson 2006, Ott 2010a, Ott 2010b, Robock/Marquardt/et al 2009, Robock 2008, Schneider 2010). Eine inhaltliche Diskussion der Risiken und Unsicherheiten als solche und deren politikwissenschaftliche Betrachtung kann an dieser Stelle nicht geleistet werden, weil der Schwerpunkt dieser Arbeit auf den politischen Implikationen im Wissenschaftsdiskurs liegt. In der Diskursanalyse soll untersucht werden in welcher Art und Weise Risiken und Unsicherheiten konstruiert und verhandelt werden. Vorbereitend auf die systematische Analyse des naturwissenschaftlichen GE-Diskurses sollen nun einige Argumentationsfiguren, Akteure und wichtige Ereignisse aus dem allgemeinen Diskurs erläutert werden. Das nächste Kapitel stellt GE in den Kontext der anderen klimapolitischen Optionen.

2.4 Überblick über den Diskurs klimapolitischer Optionen

Zunächst muss auf eine Schwierigkeit hingewiesen werden, die allerdings erst in der Diskussion der Methode weiter behandelt werden kann. Im Sinne der Diskurstheorie existieren Gegenstände jeglicher Art nicht *a priori*, sondern werden erst im Diskurs konstruiert (vgl. Keller 2004). Hier wird ein moderater Konstruktivismus angelegt, der davon ausgeht, dass es ontologische Objekte gibt, aber Menschen diese nur diskursiv begreifen können (vgl. Ziai 2004: 2ff). Für „Geoengineering“ als klimapolitische Option bedeutet dies, dass diese Technologien nicht einfach als Lösung der Klimakrise vorhanden sind. Mehr noch; die o. g. Techniken sind nicht einfach Lösungen für ein feststehendes Problem, sondern mit ihrer Konstitution wird auch „das Problem selbst“ und seine Repräsentation in Diskursen konstruiert und akzentuiert. Im Folgenden soll auch angedeutet werden, dass es unterschiedliche Deutungen zu GE gibt, die entsprechenden Akteurskonstellationen entspringen.

Klimapolitische Optionen

Im klimapolitischen Feld werden drei idealtypische Handlungsoptionen herausgestellt: a) *Mitigation*¹¹, b) *Geoengineering*, unabhängig davon welche Technologie oder in welcher Kombination es angewendet werden würde und c) *Adaption* oder Anpassung an Klimaveränderungen, seien diese nun anthropogen oder natürlich. Diese drei Idealtypen klimapolitischer Richtungsentscheidung haben vor allem heuristischen Wert (vgl. Kahlberg 2006: 38f), denn real sind nur Mischformen auf sozialen und technischen Ebenen schon vorhanden oder zukünftig möglich. Eine systematische Analyse zur Konstruktion und Bewertung der Optionen im Naturwissenschaftsdiskurs, soll in der Diskursanalyse geleistet und an dieser Stelle einige Positionen aus der Literatur referiert werden.

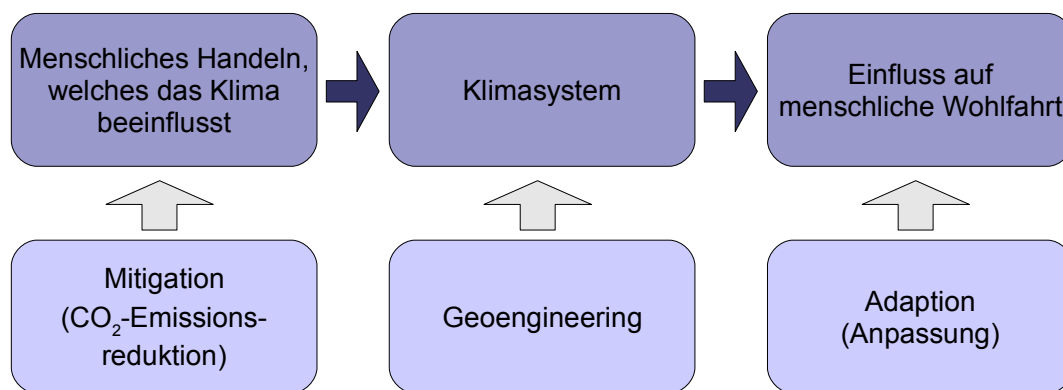


Abbildung 3: Einfaches Schema des anthropogenen Klimaproblems und dessen Lösungsstrategien. Quelle: Eigene Darstellung nach Keith 2000: 248.

David Keith (2010: 248) hat die handlungslogische Sequenz von menschlicher Klimabeeinflussung, womit vor allem Emissionen gemeint sind, das Klimasystem und die Auswirkungen auf die menschliche Wohlfahrt schematisch in eine Reihe geschaltet (siehe Abbildung 3).¹² Das Schema verdeutlicht, inwiefern die drei klimapolitischen Optionen an verschiedenen Stellen im Verhältnis von Mensch und Klima ansetzen.

¹¹ Einsparung von CO₂-Emissionen.

¹² Keith hat dieses einfache Schema für den Vergleich zu einem erweiterten Schema erstellt. Darin wird der erste Schritt (in der Abbildung links) aufgeteilt in ein Fossiles Energiesystem und die CO₂-Emissionen in die Biosphäre. Zu dem neu erstellten handlungslogischen Abschnitt ordnet er Industrial Carbon Management (ICM, ähnlich dem CCS) zu. Damit erreicht er ein Modell, das „pre-emissions“ mit ICM verbinden kann und „post-emissions“ mit Geoengineering. Da hier der Fokus auf Geoengineering und nicht auf Techniken der prä-emissären Kohlenstoffabscheidung ist, ist der Bezug auf einfache Schema ausreichend (vgl. Keith 2010: 249).

Keiths Modell verfehlt dabei die Rückkopplung von menschlicher Wirtschaftsweise und Umweltverhältnissen. Menschen arbeiten in einem ständigen „Stoffwechsel mit der Natur“ (Marx 1969: 192), der gegenseitig abgeschlossen ist. Der Heidelberger Ökonom Timo Goeschl hat diesen Gedanken aufgenommen, indem er das ökonomische Modell und das Klimasystem gegenübergestellt und die beiden Seiten durch Treibhausgase und Klimaeffekte verbunden hat.¹³ Prinzipiell sind ökonomisches System und Klima bezüglich des individuellen Nutzens negativ gekoppelt: Dadurch, dass alle ihren ökonomischen Eigennutz verfolgen, erzeugen sie negative (oder als negativ empfundene) Klimaeffekte, die sich wiederum negativ auf die menschliche Wohlfahrt auswirken. Jedoch bricht GE aus dem Kreislauf von Gesellschaft und Natur teilweise aus. Einzelne Staaten, oder Staatenkoalitionen, könnten versuchen das Klima mit GE-Methoden abzukühlen. Kollektives Handeln ist zunächst nicht erforderlich (Victor/Morgan/et al 2009: 71). Wie später noch zu zeigen sein wird (siehe Kapitel 6), ist zur Aufrechterhaltung und langfristigen Kontrolle der Erdmitteltemperatur dennoch politische Stabilität und internationale Kooperation notwendig. Unabhängig vom Komplexitätsgrad der Darstellung von verbundenen sozio-ökonomischen und natürlichen Kreisläufen werden in der Literatur diese drei Handlungsoptionen diskutiert, wobei GE vergleichsweise neueren Datums ist.

In der aktuellen Diskussion sind Anpassungsmaßnahmen nur wenig prominent vertreten. Adaption ist auch mit sozialen Anpassungen verbunden, wie etwa Deichbauten, Strukturanpassungsmaßnahmen oder Bevölkerungsumsiedelungen, die möglicherweise größer sind, als die Lebensstilveränderung einiger Landesbevölkerungen zum Klimaschutz. Auch könnte es am Fokus auf den Gegensatz von Klimaschutz und GE liegen. Möglicherweise ist das System umfassender Anpassungsmaßnahmen viel komplexer als die anderen beiden Optionen (vgl. Lochte/Mosburger/et al. 2009).

Akteure des allgemeinen GE-Diskurses

Erste Überlegungen zur Klimaveränderung kamen nach Ende des 2. Weltkrieges auf und wurden erst in den 1960ern und 70ern intensiver verfolgt (siehe Kapitel 2.1). Etwa zur gleichen Zeit wurde Umweltschutz ein öffentliches Thema. Doch sowohl Umwelt- und

¹³ Dieses Modell hat Goeschl noch mit zusätzlichen Rückkopplungen über wirtschaftliche Gewinne aus der GE-Anwendung versehen. Hier wäre zu diskutieren, ob dieser, mit Profiten ausgestattete Kreislauf, in unterschiedlichen ökonomischen Modellen funktioniert. Unveröffentlichter Vortrag von der Summer School „Global Governance of Climate Engineering“ 2010 in Heidelberg, 15.7.2010.

Klimaschutz, als auch Geoengineering waren als Ideen noch nicht voll entwickelt. GE war teilweise ungebrochenem „Machbarkeitsdenken“ (Rieken 2010) unterworfen.

Dieses Denken findet sich in der BefürworterInnenschaft des GE, die zu Beginn der Debatte noch stärker vertreten war als sie es heute ist. Zu Anfang waren es IngenieurInnen, Militärs und WaffenentwicklerInnen, welche die Diskussion bestimmten und sich teilweise bis heute auf diesen Positionen gehalten haben (vgl. Sardemann 2010: 14). Der klimapolitische Journalist Wolfgang Pomrehn kritisiert dies sehr deutlich: „Geo-Engineering-Vorschläge waren bis vor wenigen Jahren die Sache von Leuten, die ganz in den Omnipotenzfantasien der Moderne verfangen sind“ (Pomrehn 2010: 13). Es ist von daher nicht verwunderlich, dass auch der Vertreter des ökologischen Think Tanks *Ecologic* den BefürworterInnen Interessenpolitik vorwirft:

„Den aktiven Kern der Befürworter von Geo-Engineering bilden konservative, der Wirtschaft und vor allem der Kohle- und Ölindustrie nahestehende Think-Tanks in den USA. Sie haben dafür gesorgt, dass sich hochrangige Wissenschaftsberater der britischen Regierung mit dem Thema befassen wie der US-Kongress“ (Kraemer 2010: 71).

Einige klimaskeptische Think Tanks stehen Wirtschaftsakteuren der fossilen Energie nahe und stellen sich gegen CO₂-Einsparungen in die öffentliche Debatte. Exxon Mobil hat mit 670.000 US-Dollar das US-amerikanische Heartland Institut unterstützt, das Lobbykampagnen gegen KlimaschützerInnen verantwortet. Dieser Kampf wird so weit politisiert, dass von einer angeblichen Gefahr durch „global warming extremists“ gewarnt wird (vgl. Pomrehn 2010: 13). Zu wirtschaftlich-politischen Verflechtungen kommen militärisch-technologische hinzu. Militärs und die technologische Intelligenz (v. a. IngenieurInnen) werden als vornehmlich technisch motiviert beschrieben und seien weniger dem Klimaschutz zugeneigt (vgl. ebd.).

Oft gibt es das Missverständnis, es handle sich bei „Geoengineering“ um ein Feld der IngenieurInnen. Das ist nicht ganz richtig, denn diese sind nur zu einem geringen Anteil vertreten. Die meisten WissenschaftlerInnen kommen aus den Naturwissenschaften und nur kleiner Teil aus den Technik- und Ingenieurwissenschaften. Diese Aussagen lassen sich mit Metadaten der Artikel, als auch die lexikometrischen Daten belegen (siehe Kapitel 4.2 und 5.2).

Eine der ersten und wichtigsten NGOs, die sich der GE-Problematik angenommen hat, ist die ETC Group (Action Group on Erosion, Technology and Concentration). Diese internationale, ökologische Organisation beschäftigte sich zunächst kritisch mit Biodiversität und

Gentechnik. In den Jahren 2009 und 2010 veröffentlichte sie mehrere Berichte zu GE und startete die Kampagne „Hands Off Mother Earth“. Ihre Ziele sind es, WissenschaftlerInnen davon abzuhalten, Feldexperimente durchzuführen, Regierungen zu überzeugen, kein GE einzusetzen und den zivilen, ökologischen Protest zu unterstützen (vgl. H.O.M.E. 2010).

Eine umfassende Kartographierung der Akteure, inhaltlichen Positionen und Interessen scheint es bislang noch nicht zu geben.

Diskursive Ereignisse im Wissenschaftsdiskurs

Im Teildiskurs der Wissenschaft haben viele der Akteure nur einen geringen Einfluss. Für die Strukturierung des Diskurses sind vor allem diskursive Ereignisse relevant, die der Diskursforscher Reiner Keller im Anschluss an Michel Foucault definiert. Verstreut passieren Ereignisse, die dem Kommunikationsprozess entscheidenden Antrieb geben (vgl. Keller 2008: 205f).

Der wissenschaftliche Diskurs erreichte ein neues Level an Ernsthaftigkeit, als Paul Crutzen 2006 seinen Editorial Essay zu Stratosphären-Aerosolen (eine SRM-Methode) veröffentlichte (siehe Einleitung 1). Der Chemie-Nobelpreisträger Crutzen argumentiert, dass es aufgrund mangelnder politischer Durchsetzungsfähigkeit der CO₂-Mitigation notwendig sein könnte, GE einzusetzen. Dabei schränkt er den möglichen Einsatz von GE doppelt ein, einerseits durch die Forderung nach umfassender Forschung und andererseits betrachtet er GE nur als Plan B. Für Crutzen war die Reduktion von CO₂-Emissionen immer noch das wichtigste klimapolitische Mittel (vgl. Crutzen 2006). Zwar brachte Crutzen grundsätzlich keine neuen Argumente, aber seine Persönlichkeit machte großen Eindruck auf NaturwissenschaftlerInnen. Sein Artikel erhielt große Resonanz, die in großen Teilen unterstützend, jedoch z. T. auch kritisch ausfiel. Für viele WissenschaftlerInnen folgte diesem diskursiven Ereignis der Einstieg in das Thema und die Initialzündung für ihre Forschung. So urteilte der Klimaforscher Thomas Peter rückblickend: „We were all fascinated about the style of Paul Crutzen's Essay. It was without many numbers and tables. Just a text to think about why we probably have to do geoengineering.“¹⁴

Als die Royal Society im September 2009 einen umfassenden Bericht zu GE vorlegte, war das für die Wissenschaftsgemeinschaft „quite a big deal“ (David Keith, zitiert nach Brumfield 2009). Erstmals setzte sich eine nationale Wissenschaftsakademie intensiv mit dem Thema

¹⁴ Thomas Peter auf der Summer School on Climate Engineering 2010, Heidelberg, 16.7.2010.

auseinander. Die Royal Society hat die wichtigsten GE-Maßnahmen nach Effektivität, Risiken und Umsetzbarkeit beurteilt und gibt Handlungsvorschläge für die Politik. Allerdings warnt der Bericht vor den unüberschaubaren Risiken des GE und gibt genauso wie Crutzen der Mitigation den deutlichen Vorzug (Royal Society 2009: V). Der Vorsitzende der Arbeitsgruppe betont, dass „Geoengineering [...] not a magic bullet“ ist (vgl. Paker 2010).

Seit Ende des letzten Jahrzehnts beschäftigten sich auch politische Akteure mit GE. Das britische Parliamentary Office of Science and Technology (POST) veröffentlichte im März 2009 eine Übersicht für EntscheidungsträgerInnen, die sehr kritisch ausfiel (vgl. POST 2009). Im Herbst desselben Jahres hielt das äquivalente Komitee des US-Repräsentantenhauses ein Hearing mit führenden Wissenschaftlern des GE ab.¹⁵ Der zweite Teil wurde am 4. Februar 2010 mit anderen WissenschaftlerInnen durchgeführt. Zur Besetzung des ersten Hearings gehörte auch der skeptisch eingestellte Atmosphärenforscher Alan Robock (Rutgers University, USA), welcher in seinem Statement deutlich machte, dass solange wir nicht wissen ob GE eine vertretbare Option ist, wir unbedingt „aggressive mitigation“ brauchen (vgl. Robock 2009: 2). Bis jetzt sind jedoch keine staatlichen Akteure bereit über die Forschung hinaus zu gehen.

2.5 Zusammenfassung

Geoengineering (GE) wird hier als großskalige, intentionale Klimamanipulation verstanden, die sich selbst als technische Lösung für klimatische Erwärmung und Ozeanversauerung versteht (während letztere nur von CDR bearbeitet wird). Ursprünglich zurück gehen die Vorstellungen zu GE auf Methoden der Wetterbeeinflussung, die aber kurzfristige landwirtschaftliche, politische oder militärische Zwecke verfolgt. Für GE hingegen wird als Zweck gesetzt, das globale Klima zu beeinflussen und den Klimawandel, insofern er als gegeben angenommen wird, zu bekämpfen.

Von den meisten GE-ForscherInnen wird der Klimawandel als ein ernstzunehmendes Problem identifiziert. Grundlage des Klimawandels ist die veränderte Strahlungsbilanz der Erde. Langwelliges Licht wird durch Treibhausgase, allen voran CO₂, wieder zur Erde zurückgestrahlt. Erst die erhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre sorgt, so die verbreitete Annahme der KlimaforscherInnen, für eine erhöhte Wärmerückstrahlung im

¹⁵ Die Videoaufzeichnung der Veranstaltung ist in voller Länge verfügbar (<http://science.edgeboss.net/wmedia/science/scitech09/110509.vwx> [zuletzt zugegriffen am 15.03.2011]).

Treibhauseffekt und so zum Klimawandel. Als Gefahren des Klimawandels werden unter anderem der steigende Meeresspiegel und extreme Wetterlagen gesehen.

Technologien des GE sollen diese Gefahren verhüten helfen. Als Sonneneinstrahlungs-Management (SRM) werden die Technologien bezeichnet, die kurzwelliges Sonnenlicht ins All reflektieren. Die Wirkung langwelligen Lichtes im Treibhauseffekt sollen Maßnahmen der Kohlenstoff-Sequestrierung und -Speicherung (CDR) eindämmen, indem sie das CO₂ aus der Atmosphäre entziehen und ungefährlich lagern.

In der klimapolitischen Debatte wird GE neben zwei anderen Optionen, Mitigation und Adaption, diskutiert. Mitigation bezeichnet die Einsparung anthropogener Emissionen von CO₂ und anderer Klimagase. Keine Veränderung des Klimas, sondern eine menschliche Anpassung an Klimafolgen soll mit der Option der Adaption beschrieben werden.

Im Diskurs um das GE spielten anfänglich uneingeschränkte BefürworterInnen der Technik eine Rolle. Einige wirtschaftliche Akteure haben das GE für sich entdeckt. Teilweise sind es Öl- und Kohlekonzerne, die zwar den Klimawandel leugnen, paradoxerweise aber dennoch Gewinn im Handel mit CO₂-Zertifikaten machen wollen, wenn sie CDR-Anlagen betreiben. Gegenspielerinnen dieser GE-BefürworterInnen sind ökologische NGOs, wie die ETC group.

Wichtige diskursive Ereignisse waren die Veröffentlichung eines GE-befürwortenden Artikels von Paul Crutzen, der Royal Society Bericht 2009, die Veröffentlichung einer wissenschaftlichen Stelle der britischen Regierung und die Anhörung vor dem US-Repräsentantenhaus 2010.

Nach diesem thematischen Überblick werden werden Forschungsmethoden und Analyserahmen erläutert.

3 Methoden und Analyserahmen

3.1 Diskussion der Forschungsperspektive und Methoden der Diskursanalyse

Dem wissenschaftlichen Ideal nach wird die Methode frei von Zwängen oder Neigungen nur dem Gegenstand angemessen gewählt. In der Forschungsrealität müssen Konzessionen gemacht werden und auch die Methodenwahl muss sich am Machbaren orientieren (vgl. Wilson 1982: 489). Die Auswahl der hier vorgeschlagenen Methode der Diskursanalyse hat auch forschungspragmatische Gründe, weil sie sich auch mit begrenzter Materialgrundlage durchführen lässt, vorausgesetzt die Fragestellung ist entsprechend eingeschränkt. Eine quantitativ-repräsentative Umfrage unter internationalen NaturwissenschaftlerInnen des Themenbereichs Geoengineering würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Gerade eine Diskursanalyse bietet sich für das wissenschaftliche Feld des GE an, weil es sich um ein neues Feld handelt und die Diskursanalyse ein exploratives Vorgehen erlaubt. Die Möglichkeit, auf neue Sachverhalte zu stoßen, spricht forschungspragmatisch für eine diskursanalytische Perspektive. Auch wenn noch unklar ist, ob GE eine erfolgreiche Antwort auf die sich stellenden Klimafragen geben kann, bietet die Diskursanalyse ein Werkzeug zum Untersuchen der Art und Weise formulierter Alternativen. In der diskursanalytischen Untersuchung der Aussagen, steckt ein weiterer Vorzug:

„Die Diskursforschung stützt sich überwiegend auf natürliche Daten, also mündliche, schriftliche, audiovisuelle Aussageereignisse, beobachtbare Praktiken, seltener auch materiale Objekte aus dem Untersuchungsfeld“ (Keller 2004: 75).

Mit natürlichen Daten sind für den/die ForscherIn weitestgehend direkt greifbare Daten gemeint. Zeitungstexte, Werbesendungen, bis hin zu Fußballgesängen sind alles Aussagen und Praktiken, die dem/der ForscherIn den Umweg über Befragungen oder andere Datenerhebungsverfahren ersparen.

Zunächst werden die Grundlagen der Diskurstheorie und die theoretische Herleitung der verwendeten Methoden diskutiert.

3.1.1 Von der Diskurstheorie zur Analyse der Diskurse

Um die passende diskursanalytische Methode für den naturwissenschaftlichen Diskurs des Geoengineering zu finden, werden zunächst die Grundlagen der Diskurstheorie knapp erläutert. Je nach diskursanalytischer Forschungsperspektive unterscheiden sich die diskurstheoretischen Grundlagen. Seit den 1960er Jahren entwickelten sich mehrere Diskursbegriffe¹⁶, welche die Diskursforscher Keller/Hirsland (2006: 11ff) in vier Ansätze einteilen:

- *Discourse analysis* entstammt dem angelsächsischen Raum und orientiert sich am Pragmatismus. Diskurs wird als Alltagssprachliche Kommunikation verstanden. Die Forschungspraxis bezieht sich eher auf Sprach- und Konversationsanalyse.
- *Diskursethik* nach Jürgen Habermas fasst Diskurs als „normative Verfahrens- und Orientierungsprinzipien für Diskussionsprozesse“ (ebd.: 11) auf. Als ethisches und Politik-theoretisches Konzept ist Habermas Diskursbegriff einflussreich, jedoch eignet er sich wegen des präskriptiven Akzents kaum für die Diskursforschung.
- *Kulturalistische Diskursanalyse* geht eher auf die kollektiv-interaktive Herstellung von Symbolen ein. Sie wird im Anschluss an die Soziologie Pierre Bourdieus angewendet, hat aber im Bereich der Diskursforschung nur eine geringe Verbreitung.
- *Diskurstheoretische Analyse* nach Michel Foucault untersucht das produktive Zusammenwirken von Macht und Wissen, sowie Formen der Subjektkonstruktion. Die Foucault'sche Theorie hat mehrere Ansätze der Diskursforschung inspiriert: Kritische Diskursanalyse, Wissenssoziologische Diskursanalyse, auch Cultural Studies/Kulturanalyse (s.o.) und teilweise auch historische und linguistische Korpusanalysen.¹⁷

Foucaults Werk war für die Theorie und Forschung sehr fruchtbar – weitaus stärker als andere poststrukturalistische Ansätze, die zur gleichen Zeit entstanden. Eine zentrale Leistung Foucaults ist die Verbindung von Macht und Wissen im Konzept des Diskurses (vgl.

¹⁶ Die Begriffsgeschichte geht bis in die Antike zurück. Hier ist lediglich der moderne Begriff von Bedeutung.

¹⁷ In nur zwei Paradigmen der Diskursanalyse unterscheidet der Diskursforscher Johannes Angermüller die amerikanisch-pragmatistische Diskursanalyse von der ‚französischen Schule‘ und ‚poststrukturalistischen‘ Diskurstheorie. In seiner Darstellung entfällt Habermas' Diskursethik und die kulturalistische Diskursanalyse wird als geringer Teilbereich der französisch-poststrukturalistischen Strömung zugerechnet (vgl. Angermüller 2001). Seine Darstellung ist interessant, weil sie die Entwicklungslinien und Einflüsse der Paradigmen aufzeigt.

Joas/Knöbl 2004: 507f). Foucault selbst hat nur selten versucht (oder sich dem verweigert), eine konsistente Theorie und Methodologie der Diskursanalyse zu formulieren (vgl. Keller 2008: 123). Mit der Operationalisierung zur Diskursanalyse ergeben sich folgende Charakteristika, die Theorie und Forschungsmethodologie teilen (vgl. Keller 2004: 8):

- Theorie und Analyse beschäftigen sich mit dem tatsächlichen Gebrauch von Sprache und weiteren gesellschaftlichen Praktiken;
- sie vertreten die Sichtweise, dass Bedeutungen konstruiert sind und Realität von sozialem Handeln abhängig ist;
- dass einzelne Interpretationsangebote sich in einem größeren diskursiven und damit stabilisierenden Zusammenhang befinden;
- dass Regeln des Deutens und Handelns durch den Gebrauch symbolischer Ordnungen reproduziert werden.

Nach diesen Überlegungen soll nun ein diskursanalytisches Forschungsprogramm gefunden werden, welches in der Lage ist, im wissenschaftlichen Feld die Wissensbestände zum Thema Geoengineering zu untersuchen mit dem Ziel das Verhältnis der wissenschaftlichen DiskursteilnehmerInnen zur Politik aufzudecken. Aber gerade, weil es hier nicht um wissenschaftliche „Fakten“ geht, sondern um die Art und Weise, wie im wissenschaftlich-praktischen Zusammenhang über die Geoengineering-Politik-Verbindung gedacht wird, eignet sich ein von Foucault inspirierter Ansatz der Diskursanalyse. Wie in der obigen Aufzählung genannt, sind die Bedingungen für die Konstitution wissenschaftlicher Realität, die Interpretationsangebote und die symbolischen Ordnungen hier von Interesse. Welche Methodologie greift dazu am besten?

Die *Kritische Diskursanalyse (KDA)* nach Siegfried Jäger und Jürgen Link geht, trotz ihrer Ablehnung sprachwissenschaftlicher Zugänge, selbst zu stark auf sprachliche Phänomene ein, um als Werkzeug zur Untersuchung des Wissens im wissenschaftlichen Feld Verwendung zu finden. Sie versteht sich als ein „Projekt qualitativer Sozial- und Kulturforschung, das sich auch einer Reihe sprachwissenschaftlicher Instrumente bedient“ (Jäger 2010: 5), das aber für einen wissenszentrierten Ansatz jedoch nicht die erste Wahl ist.¹⁸

¹⁸ Klassische Analysen der Kritischen Diskursanalyse sind die zu rassistischem Sprachgebrauch. In jüngerer Zeit wird die Dispositivanalyse stärker vorangetrieben, die über die Textebene hinaus auch Institutionen miteinbeziehen will (vgl. Keller 2004: 33f). Für ihre Anwendungsfelder kann die KDA dezidierte Untersuchungen vorlegen, die sich jedoch durch ihren starken Fokus auf Sprache von dem hier zu

Trotz der unverkennbaren Ähnlichkeiten der *Wissenssoziologischen Diskursanalyse (WDA)* nach Reiner Keller hat diese den Vorzug, im Unterschied vor der KDA sowohl die sprachlichen und andere alltäglichen Praktiken in den Blick zu nehmen, als auch Konzepte für die Makroebene bereit zu stellen, wie etwa das der „story line“, in dem „interne Verknüpfung[en] [von] Grundannahmen“ (Keller 2006: 135) erfasst werden. Seinen Ansatz der qualitativen Diskursforschung fasst Keller wie folgt zusammen:

„Der wissenssoziologischen Diskursanalyse geht es darum, Prozesse der sozialen Konstruktion, Objektivation, Kommunikation und Legitimation von Sinn-, d.h. Deutungs- und Handlungsstrukturen auf der Ebene von Institutionen, Organisationen bzw. sozialen (kollektiven) Akteuren zu rekonstruieren und die gesellschaftlichen Wirkungen dieser Prozesse zu analysieren“ (Keller 2006: 115).

Überhaupt macht die Attraktivität qualitativer Forschung aus, dass sie „die Sichtweisen der beteiligten Subjekte, die subjektiven und sozialen Konstruktionen ihrer Welt berücksichtig[t]“ (Flick/von Kardorff/Steinke 2008: 17). Die WDA bietet die Werkzeuge für die Untersuchung von Aussagekomplexen im thematischen Wissenschaftsdiskurs. Hier sind es Aussagen in Form von wissenschaftlichen Zeitschriftenartikeln aus dem naturwissenschaftlichen GE-Diskurs, die auf ihren konstruktiven Gehalt für das Geoengineering selbst untersucht werden sollen.

Zu Beginn der Diskursanalyse bietet sich dem/der ForscherIn eine reichhaltige Gesamtmenge an Texten. Die qualitative Untersuchung der Texte ist sehr zeitaufwendig und zu Anfang unübersichtlich. Die erste Orientierungshilfe ist dabei das Vorwissen des/der ForscherIn. Hier wurde schon in Kapitel 2.4 ein inhaltlicher Überblick aus der Literatur rekonstruiert. Eine umfassende Methode, um das Textmaterial zu erschließen, ist die sogenannte Korpusanalyse. Dazu können quantitative, meist über Software automatisierte Auszählverfahren herangezogen werden, die das Korpus – hier zunächst als zu untersuchende, geschlossene Textsammlung zu verstehen – nach darin verwendeten Worten und Wortfeldern durchsuchen (vgl. Kuckartz 2007: 125ff).

Eine solches Verfahren kann als *quantitative Vorstudie zur qualitativen Diskursanalyse* eingesetzt werden, bleibt im Bezug auf ihre Reichweite jedoch diskussionsbedürftig. Quantitative Methoden werden – aus Sicht der qualitativen Forschung – des öfteren und zu Unrecht in eine Schublade mit Ansätzen gesteckt, die einem „naiven Realismus“ nahe stehen. Zum einen liegt im Methodenstreit ein Unverständnis hinsichtlich unterschiedlicher

verfolgenden Ansatz unterscheiden.

Zielsetzungen der Methoden (vgl. Witt 2001: 2f) vor. Ursächlich ist auch die oftmalige Unkenntnis der Methoden quantitativer Korpusexploration (vgl. Glasze 2007: 15). Als qualitativer Forscher stellt Reiner Keller die Gemeinsamkeiten der korpuslinguistisch-quantitativen Diskursperspektive mit der sozialwissenschaftlich-qualitativen heraus: Beiden gemein ist die Analyse von Textkorpora nach spezifischen Kriterien mit der Interpretation sprachlicher Zeichen. Gleichzeitig betont Keller, dass diese Gemeinsamkeiten nur einen Teil der qualitativen Diskursanalyse abbilden, die darüber hinaus Situationen und Kontexte in den Blick nimmt (vgl. Keller 2004: 65).

Ein zentrales Problem der quantitativen Korpusanalyse ist die Entkontextualisierung. Lexikalische Elemente werden unabhängig von ihrem Kontext gezählt und aufgelistet. Allerdings gibt es zum einen innerhalb der korpusanalytischen Methode darauf Antworten (wie etwa die Überprüfung von KWIC-Listen, siehe 3.1.2) und zum anderen lassen sich durch die Kombination mit der am Textganzen arbeitenden WDA die vorläufigen Ergebnisse der Korpusanalyse kontextualisieren. Beide Möglichkeiten holen den Kontext wieder in die Methode zurück.

Im Folgenden werden die zwei Methoden in der logischen Reihenfolge ihrer Verwendung erläutert. Dabei sollte deutlich werden, dass die lexikometrische Korpusanalyse (Kapitel 3.1.2) nicht rein auszählend arbeitet, sondern auch bedeutungsinterpretative Momente enthält, wie auch die Praxis der Wissenssoziologischen Diskursanalyse (Kapitel 3.1.3) durchaus nicht rein qualitativ zu verstehen ist.

3.1.2 Textexploration mit lexikometrischer Korpusanalyse

3.1.2.1 Theorie und Methodologie der Lexikometrie

Grundlage einer lexikometrischen oder linguistischen Korpusanalyse ist die Annahme, dass die wahrnehmbare Welt aus einer arbiträren Zeichenordnung besteht, die sich in ihrer Gestalt über die Differenz der Zeichen erfassen lässt. Nach den einflussreichen Überlegungen Saussures zur Sprachtheorie sind Bezeichnendes und Bezeichnetes nicht in einem gegebenen sinnvollen Verhältnis zueinander angeordnet, vielmehr ist ihre Inverhältnissetzung eine „Kollektivgewohnheit“ (vgl. Saussure 1967: 80). Diesem Theorem folgend ging die strukturalistische Linguistik strikt wissenschaftlich vor, um eine „verdeckte Struktur“ der Zeichenkombinationen zu untersuchen (vgl. Joas/Knöbl 2004: 484). Ein solches Vorgehen

kann aber in einen naiven Positivismus münden. Poststrukturalistische Theorien hingegen gehen davon aus, dass im Diskurs die Regelmäßigkeit und Differenz der Äußerung von Zeichen deren inhaltlichen Charakter ausmacht. Im Anschluss an Michel Foucaults Diskurstheorie lässt sich sagen, dass die „kontingente und temporäre Fixierung von Bedeutung“ den Diskurs bildet (vgl. Glasze 2007: 2).

Wenn man nun annimmt, dass eine sozial geschaffene Zeichenordnung unserem Denken und Handeln, zumindest in Teilen, zugrunde liegt, wie lässt sich dann eine Bedeutung erfassen? Für die Lexikometrie antwortet Georg Glasze: „Bedeutung wird [...] als Effekt der Beziehung zwischen (sprachlichen) Elementen analysiert“ (2007: 2). Die Analyse der Zeichen selbst und ihrer gegenseitigen Beziehungen hilft dabei, Bedeutung zu rekonstruieren. Damit ist das Erkenntnisprogramm beschrieben: über Zeichen, die in dieser Methode als lexikalische Einheiten aufgefasst werden, Inhalte zu erschließen.

Als lexikalische Elemente werden hier sogenannte Lexeme, also zusammenhängende, kürzere oder längere Zeichenketten, verstanden, im einfachsten Fall ein Wort. Diese Elemente werden im Textzusammenhang, dem geschlossenen Textkorpus, definiert und ihrer Häufigkeit und Stellung nach analysiert. Beispielsweise wäre die Suche der häufigsten Lexeme in Tageszeitungen über den zeitlichen Verlauf hinweg eine mögliche, einfache Anwendung.

„Lexikometrische Verfahren untersuchen die quantitativen Beziehungen zwischen lexikalischen Elementen in geschlossenen Textkorpora, d. h. in Textkorpora, deren Definition, Zusammenstellung und Abgrenzung klar definiert ist und die nicht im Laufe der Untersuchung verändert werden“ (Dzudzek/Glasze/et al 2009: 233).

Mit der Lexikometrie als weitestgehend quantitativ ausgerichteter Methode ist es mit ihr möglich „großflächige Strukturen der Sinn- und Bedeutungskonstitution in Textkorpora“ (ebd.) zu analysieren. Die Aufmerksamkeit liegt auf der Oberflächenstruktur der Texte und damit nicht auf Tiefenphänomenen (vgl. Bubnhofer 2008: 54). Erst mit dem Einsatz von spezieller Software ist die Analyse – das Auszählen von Worthäufigkeiten, zusammen auftretenden Wörtern und der Vergleich mehrerer tausend Texte – mit einem recht geringen Aufwand in Zeit, Ressourcen und Arbeitskraft durchzuführen.

Ein struktureller Zusammenhang zwischen den analysierten Einheiten wird in verschiedenen Verfahren dargestellt. Sie zu interpretieren ist der Schritt, der bei dem quantitativen Verfahren der Lexikometrie nachgelagert ist (vgl. Dzudzek/Glasze/et al 2009: 234). Vielleicht zu eindringlich lobt Paul Baker in seinem Buch über Korpuslinguistik den Vorzug eines

reduzierten Bias der ForscherInnen für ihre Forschungstätigkeit. Dazu weist er auf einige Belege für Verzerrungseffekte durch Vorprägung der Experimentatoren hin. Aber auch Baker gesteht zu, dass es keine vorurteilsfreie Forschung gibt und mit dem quantitativen Verfahren die als schwierig gesehene Interpretation lediglich verschoben wird (vgl. Baker 2006: 10ff).

Die Interpretation von lexikalischen Daten bezieht sich nicht auf „faktische“ Inhalte. Keinesfalls gemeint ist eine rein linguistische oder eher naiv-positivistische Betrachtung von Beziehungen unter Lexemen. Von Interesse sind hier – angelehnt an Foucault – die Art und Weise des Sprechens/Schreibens, ebenso wie dessen politische und weitere Implikationen (vgl. Baker 2006: 4f, Angermüller 2001: 19). Wird etwa die signifikant häufige Nachbarschaft der Lexeme „Geoengineering“ und „Politik“ im Korpus festgestellt, dann ist die Beziehung dieser Lexeme eine diskursiv hergestellte und keine „faktische“ oder „natürliche“. In Texten liegt Sinn nicht offen zu Tage, sondern muss vielmehr mit hermeneutischen Verfahren hervorgeholt werden (vgl. Glasze 2007: 12ff).

Die Lexikometrie bietet eine Unterscheidung, welche für die Reihenfolge von Hypothesen und deren Überprüfung wichtig ist. Es gibt zwei Herangehensweisen an die Analyse eines Textkorpus, also der geschlossenen Sammlung von Texten zu einem definierbaren Gegenstand (vgl. Dzudzek/Glasze/et al 2009: 234, Bubenhofer 2008: 55f, Baker 2006: 16f):

- *corpus based*: In diesem deduktiven Verfahren werden zuvor aufgestellte Hypothesen am Textkorpus überprüft. Der lexikometrischen Software werden Suchbegriffe vorgegeben.
- *corpus driven*: Ohne Vorannahmen wird in explorativen Durchläufen das Textkorpus auf auffällige Häufungen und Zusammenhänge von Lexemen untersucht. Dieses Verfahren ist induktiv, weil es aus den Daten selbst Konzepte und Hypothesen entwickelt.

Vorteil des „corpus driven“-Verfahrens ist, dass es ohne vorgegebene Suchanfragen und Kategorien auskommt, wenngleich eine vollkommene Unvoreingenommenheit auch hier nicht existiert. Doch ist die Exploration der Möglichkeit erhellend für den Forschungsprozess: „Wenn man corpus driven vorgeht, ist das natürlich mit der Hoffnung verbunden, auf interessante Phänomene zu stoßen, an die man zu Beginn der Untersuchung nicht dachte“ (Bubenhofer 2008: 56).

In der Literatur wird diskutiert, beide Herangehensweisen zu verbinden. Es sei sinnvoll, mit einem corpus driven-Verfahren zunächst einen Überblick zu bekommen, anschließend Hypothesen zu entwickeln oder bestehende zu präzisieren, um dann in einem corpus based-Verfahren die entwickelten Hypothesen wiederum zu testen (vgl. Bubenhofer 2008: 61, Baker 2006: 16). Eigentlich wäre anzunehmen, dass ein quantitatives Verfahren wie das der Lexikometrie von der Hypothesenbildung über Datenerhebung bis zum Test der Hypothese linear verläuft. Doch in der Praxis werden die Herangehensweisen vermischt. Dabei wird wieder einige Schritte zurück gegangen, um dann mit neuen Ideen eine weitere Analyse zu starten. Dieser Umstand mag auch der Funktionalität der lexikometrischen Software geschuldet sein, weil diese es ermöglicht, mit einem einmal eingelesenen Textkorpus, in Sekundenschnelle von einem Analyseverfahren ins andere zu wechseln und damit auch zirkulär zu arbeiten.¹⁹

In der gängigen Software zur Korpusanalyse ist die Möglichkeit, sich Konkordanzen anzeigen zu lassen, integriert. Konkordanzen bezeichnen das Lexem und seinen Zusammenhang im Text. Die Software stellt in einer sogenannten KWIC-Liste (Key Word in Context) das gesuchte Lexem und den bzw. die es umgebenden Sätze dar. Dadurch sollen sprachliche Muster direkter erkennbar gemacht werden. Auch dieses Verfahren spricht gegen eine rein quantitativ-lineare Verwendung der Lexikometrie. Dzudzek, Glasze, et al (2009: 242) stellen den vorbereitenden Charakter der Konkordanzanalyse für qualitative Forschungsarbeit heraus.

Bevor die zur Verwendung kommenden Methoden erörtert werden können, muss noch auf einige Schwächen der Lexikometrie hingewiesen werden. Das Problem der Dekontextualisierung wurde schon erwähnt und diskutiert. Es lässt sich innermethodisch durch Konkordanzanalysen und außermethodisch in der anschließenden qualitativen Diskursanalyse durch Überprüfung der quantitativen Ergebnisse eingrenzen.

Schwierig ist der Umgang mit rein numerischen und deshalb interpretationsbedürftigen Ergebnissen. Eine hohe Frequenz, beispielsweise die des Wortes „geoengineering“, lässt weder auf eine positive, noch auf eine negative Konnotation schließen. Deshalb spricht Baker (2006: 47) treffend von „oversimplifying“. Und nicht nur der Zahlenwert, sondern überhaupt das dekontextualisierte Wort kann in seinem rhetorischen Gewicht äußerst unterschiedlich

¹⁹ Der Unterschied zwischen qualitativer und quantitativer Forschung wird von Witt (2001) als zirkulärer und linearer Untersuchungsverlauf bezeichnet. Beim linearen Verlauf, steht die Hypothesenbildung am Anfang und deren Test am Schluss. Ein lexikometrisches Untersuchungsverfahren, das sich auch explorativen Methoden öffnet, enthält damit auch Elemente eines qualitativ-zirkulären Designs.

ausfallen. Weitere Tests, wie eben die Konkordanzanalyse und damit der Kontext des Wortes, und vorsichtige Interpretationen sind geboten (vgl. Dzudzek/Glasze/et al 2009: 253f).²⁰

3.1.2.2 Methodisches Vorgehen in der Lexikometrie

Die Durchführung der Lexikometrie selbst, wenn sie mithilfe von Software (siehe Kapitel 3.3) geschieht, ist wenig aufwendig. Jedoch ist die Auswahl, Zusammenstellung und Aufbereitung des Textkorpus (siehe Kapitel 3.2) sehr zeitintensiv. Allerdings kann eben dasselbe Korpus für die qualitative Analyse weiter benutzt werden.

Vier Methoden kommen hier zum Einsatz (für alle vgl. Baker 2006, Dzudzek/Glasze/et al 2009):

1. *Wortliste*: Eine Wortliste oder Frequenzanalyse zählt die Lexeme im Textkorpus. Das Programm zählt jede einzelne zusammenhängende Zeichenkette und listet diese geordnet nach ihrer Frequenz auf. Die Frequenz bezeichnet die Häufigkeit als absoluten Zahlenwert. In dieser Form ist die Wortliste für nicht mehr und nicht weniger als eine erste Übersicht geeignet.

Zwei Anpassungen müssen gemacht werden: Damit sich nicht funktionale Wörter wie im Englischen „of“, „the“ und „a“ auf den ersten Plätzen befinden, muss eine sogenannte *stop list* eingeführt werden, die nicht relevante Wörter herausfiltert.²¹ Nun werden aber Singular- und Pluralformen korrekt als einzelne Lexeme aufgeführt. Damit diese sinnvollerweise zusammengefasst werden, müssten sie lemmatisiert werden, was so viel bedeutet wie alle grammatikalischen Abwandlungen auf die Grundform zu beziehen. Bspw. wird „climates“ nicht eigen gezählt, sondern der Häufigkeit der Grundform „climate“ zugerechnet. Das geschieht mit einer *lemma list*.²²

2. *Konkordanzanalyse*: Eine Konkordanz ist die Liste aller Suchwörter im Korpus, dargestellt im Kontext ihres Erscheinens. Das Ergebnis ist die KWIC-Liste (Key Word In Context). Mit ihr ist es möglich einen schnellen Überblick über alle Zeilen des Korpus zu bekommen, in denen bspw. das Wort „policy“ vorkommt.

20 Für eine dezidierte Diskussion der Stärken und Schwächen siehe Baker 2006.

21 Die stop list ist abgedruckt im Anhang (siehe Stop List, S. 108). – Es kann bei entsprechendem Untersuchungsinteresse Fälle geben, in denen gerade funktionale und grammatikalische Wörter wichtig sind. Für die Frequenzanalyse in diesem Fall sind sie störend.

22 Mit 14.770 Zeilen wäre die Lemma-Liste zu lang für den Anhang. Hier wurde die Liste des Programmherausgebers verwendet (siehe http://www.antlab.sci.waseda.ac.jp/software/e_lemma.zip). Für sprachwissenschaftliche Untersuchungen kann es wichtig sein gerade die funktionalen Wörter und jede Pluralform zu zählen, worauf hier verzichtet wurde.

Konkordanzen werden üblicherweise zur Überprüfung der anderen methodischen Schritte verwendet, oder, wie bereits erwähnt, zur Vorbereitung auf qualitatives Codieren. In dieser Arbeit werden die Konkordanzen bei jedem Analyseschritt aufgerufen. Da in lexikometrischer Software Memos – das sind inhaltliche sowie funktionale Notizen – unbekannt sind, werden Beobachtungen notiert und später in die Software zur qualitativen Analyse übertragen (siehe Kapitel 3.3).

3. *N-Gramme*²³: Mit dieser Methode werden Lexeme aus der Wortliste auf ihre direkten Nachbarn überprüft. Mit der N-Gramm-Suche werden die links oder rechts vom Suchterm stehenden Lexeme gefunden und ihrer Frequenz nach geordnet. Bei „policy“ könnte „policy makers“ häufig sein, bei „climate“ möglicherweise „climate change“. Die entsprechende freie corpus driven-Methode sucht nach beliebig langen N-Grammen, zusammengesetzte Worten oder Phrasen, aus dem Textkorpus. Für eine linguistisch an der Wissenschaftssprache ausgerichtete Arbeit wären sicherlich N-Gramme von einer Länge von ungefähr fünf Einheiten interessant, weil diese übliche Redewendungen und Phrasen herausstellen (wie etwa Bubenhofer (2008) es veranschaulicht). Bedeutende zusammengesetzte Begriffe scheinen sich eher mit einer Länge von zwei bis drei Wortteilen im Textkorpus des GE finden zu lassen.

4. *Kollokationen*: Eine weitere Möglichkeit, die Verbindungen auf Zeichenebene herauszufinden, sind sogenannte Kollokationen. Dies sind Lexeme, die innerhalb eines vorgegebenen Abstandes zum Suchterm vorkommen. Ein Abstand von -7 bis +7 Schritten wird in der Literatur als üblich angegeben (vgl. Baker/Hardie/et al 2006: 37).²⁴ Die Analysesoftware zeigt dazu eine Liste der Frequenzen gemeinsamen Auftretens zweier Wörter. Die Wörter „geoengineering“ und „policy“ kommen beispielsweise fünfmal gemeinsam in diesem Abstand vor.

Damit der absolute Wert der Kollokationsfrequenz in das Verhältnis zum Gesamtkorpus gesetzt werden kann, braucht es statistischer Methoden. Das statistische Verfahren der Mutual Information (MI) soll gewählt werden, weil dieses in der Lexikometrie üblich ist, ohne dass die mathematischen Grundlagen hier im Einzelnen erklärt werden könnten. Es setzt die Frequenzen des Suchwortes und des gefundenen Wortes in Verbindung mit dem

23 Teilweise wird der Begriff N-Gramm auch für Wörter mit n Buchstaben benutzt. Hier ist ausschließlich das zusammengesetzte Wort oder die Phrase aus n Lexemen gemeint.

24 Ein kleines Intervall wäre genauer, hätte aber weniger Treffer, ein größeres wäre zu wenig trennscharf. Dennoch gibt es keinen genauen Anhaltspunkt für die sinnvollste Größe des Intervalls. Wenn die Größe bspw. zwischen -1 und +1 zu -10 und +10 so lange verändert wird, bis ein leicht zu interpretierendes Ergebnis herauskommt, dann wird der Forschungsprozess manipuliert (vgl. Baker 2006: 103f).

Gesamtkorpus. Nachteil dieses Verfahrens gegenüber anderen (wie t-Test oder log-likelihood) ist, dass es Worte mit niedrigen Frequenzen überbewertet, wenn diese häufig mit dem Suchwort auftreten (vgl. Baker 2006: 102ff, Baker/Hardie/et al: 2006: 37f, 120). Da der Test auf Kollokationen der letzte Schritt ist, können sowohl semantisch, als auch frequenziell unwichtige Wörter ausgeschlossen werden und so der Nachteil minimiert werden.

Hintergrundannahme dieses Verfahren ist, dass bei Aussagen über „geoengineering“ und „policy“, diese auch in entsprechender Nähe zueinander im Text auftauchen müssen. Inhaltliche Strukturen werden damit auf Oberflächenstrukturen des Textkorpus zurückgeführt. Ob allerdings trotz hoher Frequenz und aussagekräftigem statistischem Wert nicht doch immer eine Verneinungsform in den Sätzen steht, die beide Begriffe enthalten, kann mit diesem Verfahren allein nicht beantwortet werden. Zum einen müssen die anderen Verfahren zur Hilfe genommen werden, wie etwa ein Blick in die Konkordanzen und die Lektüre der KWIC-Liste. Zum anderen ist schlicht Vorsicht bei der Interpretation geboten.

Des Weiteren ist für diese Analyse interessant, welche Worte semantisch miteinander verbunden sind. Baker (2006: 87) schlägt vor, nach „semantischen Präferenzen“ zu suchen, womit er die Relation zwischen einem Lexem oder Lemma und mit ihm semantisch verbundenen Wörtern meint. Damit könnten bestimmte Wortgruppen oder -felder in Bezug gesetzt werden.

Die Methoden werden teil-offen angewendet. Zunächst sollen explorativ (*corpus driven*) die Verbindungen im Textkorpus gesucht werden. Im zweiten Schritt soll jeweils überprüft werden (*corpus based*), wie Worte des Geoengineering und anderer klimapolitischer Optionen sowie der Politik aus dem Korpus hervortreten.

Für die Interpretation der Ergebnisse ist nicht nur interessant, was im Bereich des Sagbaren ist, sondern gerade das, was nicht gesagt wird. Es könnte vorkommen, dass bestimmte vorhandene Klimaoptionen im Textkorpus nicht erscheinen. Neben der Darstellung und Interpretation als Ergebnisse der lexikometrischen Analyse gehen sie gleichzeitig in die Wissenssoziologische Diskursanalyse ein.

3.1.3 Wissenssoziologische Diskursanalyse

3.1.3.1 *Theorie und Methodologie der WDA*

Die Analyse von Sagbarem und Nicht-Sagbarem ist theoretisch durch die Diskurstheorie Foucaults gestützt. Im Gegensatz zur Habermasschen Diskurstheorie, mit zumindest dem Ideal nach freiem Zugang zum Diskurs, ist bei Foucault durch Macht geregelt, was sagbar ist und was nicht (neben weiteren Unterschieden zwischen beiden Theoretikern). In dieser Art und Weise beschäftigt sich Foucault vor allem mit emergenten Strukturen, die als Macht/Wissen-Komplex auf der Makroebene erscheinen, aber nicht etwa auf das summierte Handeln der Einzelnen zurückführbar sind, wie es bei Max Weber der Fall ist (vgl. Keller 2008: 136-142).

Auch wenn der Diskurs nicht als Kompositum seiner Teile zu verstehen ist und als „überindividuell“ (Jäger 2006: 88) erkannt werden muss, so gibt es doch keinen top-down-Determinismus, der unser Denken und Handeln aus der omnipräsenten Macht allein erklären will. Die Radikalität von Foucaults Macht-Theorie als alles durchziehende und doch schwer zu fassende Einheit, wurde oft kritisiert (vgl. Joas/Knöbl 2004: 508). Die damit verbundenen Gefahren liegen auf der Hand: Nicht zuletzt kann das alltägliche, individuelle Handeln durch den theoretischen ‚Imperialismus‘ des Foucaultschen Machtbegriffs aus dem Blick geraten.

Damit alltägliches Denken, Handeln und Kommunizieren wissenssoziologisch erfasst werden kann, macht Keller für seine Methodologie eine Synthese aus den Ansätzen von Foucault und Berger/Luckmanns Werk „Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit“. Wie die interaktionistische Aushandlung von objektivierten Wissensbeständen als alltäglicher Prozess funktioniert, zeigen Berger/Luckmann in ihrer Theorie (vgl. Keller 2008: 12ff). Auch wenn die beiden Ansätze in vielen Punkten gegeneinander stehen, hebt Keller die Gemeinsamkeiten hervor:

„Beide Traditionen gehen von der Annahme aus, dass alles, was wir wahrnehmen, erfahren, spüren, über sozial konstruiertes, typisiertes, in unterschiedlichen Graden als legitim anerkanntes und objektiviertes Wissen (Bedeutungen, Deutungs- und Handlungsschemata) vermittelt wird. Wir haben keinen unmittelbaren Zugang zur Welt ‚an sich‘, auch wenn ihre materiale Qualität uns Widerstände entgegensetzt und vor Deutungsprobleme stellt, also Spielräume der ‚Robustheit‘ von Wissen vorgibt“ (Keller 2004: 56f).

Neben diesen beiden Haupteinflüssen gibt es weitere, sekundäre Einflüsse der Wissenssoziologischen Diskursanalyse, die hier nicht weiter behandelt werden.²⁵ Das Programm seiner diskursanalytischen Perspektive beschreibt Keller wie folgt:

„Die *Wissenssoziologische Diskursanalyse* untersucht diese gesellschaftlichen Praktiken und Prozesse der kommunikativen Konstruktion, Stabilisierung und Transformation symbolischer Ordnungen sowie deren Folgen: Gesetze, Statistiken, Klassifikationen, Techniken, Dinge oder Praktiken bspw. sind in diesem Sinne Effekte von Diskursen und ‚Voraus‘-Setzungen neuer Diskurse. Der *Wissenssoziologischen Diskursanalyse* geht es dann darum, Prozesse der sozialen Konstruktion, Objektivation, Kommunikation und Legitimation von Sinn-, d.h. Deutungs- und Handlungsstrukturen auf der Ebene von Institutionen, Organisation bzw. sozialen (kollektiven) Akteuren zu rekonstruieren und die gesellschaftlichen Wirkungen dieser Prozesse zu analysieren“ (Keller 2004: 57).

Die WDA geht hermeneutisch und interpretativ vor. Anhand qualitativer Daten soll „subjektiv Gemeinte[s]“ und „latente[r] Sinn“ nachvollzogen werden (vgl. Rosenthal 2005: 19). In diesem Sinn bezeichnet Keller die Diskursanalyse als unhintergebar interpretativ. Sie ist „immer und notwendig ein Prozess hermeneutischer Textauslegung“ (Keller 2004: 72). Das macht die Person des/der ForscherIn entscheidend und birgt gleichzeitig die Schwierigkeit, dass Diskursanalyse nicht als eine rezeptähnliche Methode erlernbar ist.²⁶

Welche Konzepte zur inhaltlichen Strukturierung gibt es? Keller (2008: 240-252, auch 2004: 99-108) schlägt vier Unterscheidungen vor:

- *Deutungsmuster* sind „bedeutungsgenerierende Schemata, die durch Diskurse verbreitet werden und nahe legen, worum es sich bei einem Phänomen handelt“ (Keller 2008: 243). Nicht etwa in reiner Zeichenform, sondern in Deutungsmustern liegt Bedeutung im Diskurs vor. Sie werden aus dem gesellschaftlichen Wissensvorrat gespeist. Beispiele für Deutungsmuster sind: „Mutterliebe“, „unhintergehbare Technologierisiken“, „klimabedingte Umweltkatastrophen“, etc. (vgl. ebd.: 240-243).
- *Klassifikationen*: Wirklichkeit wird in Klassifikationen nicht abgebildet, sondern vielmehr werden sie in der praktischen Verwendung von Erfahrungen und Deutungen hergestellt. Es sind (zu)ordnende Konzepte und Denkschemata, die aus einem sozialen Typisierungsprozess hervorgehen. Während sie Wirklichkeit konstruieren, besitzen sie

25 Allgemein werden Etappen der Wissenssoziologie genannt, wie Marx/Engels, Mannheim, Durkheim, Social Studies of Science, Cultural Studies, Systemtheorie und das interpretative Paradigma. Neben Foucaults Diskurstheorie, werden auch deren Weiterentwicklungen diskutiert: Laclau und Mouffe Ideologie-, Hegemonie- und Subjektkonzepte (vgl. Keller 2008).

26 Es sollte klar geworden sein, dass Diskursanalyse keine Methode im eigentlichen Sinne ist, sondern eine Forschungsperspektive, da immer wieder forschungsstrategische Anpassungen an den Gegenstand gemacht werden müssen (vgl. Keller 2004: 8).

ein performatives Element und ein Machtelement. Die Klassifikation einer spezifischen Gruppe mit bestimmten Eigenschaften lässt diese erst als solche erkennbar werden (performativ) und teilt gleichzeitig Ressourcen sowie diskursive Positionen zu. Klassifikationen können im Diskurs stark umkämpft sein, wie es in den Feldern von Gender und Migration sehr augenscheinlich der Fall ist (vgl. ebd.: 243-248). Beispielsweise hat die Zugehörigkeit zu einer Bevölkerung bestimmte diskursive Voraussetzungen und wichtige Folgen für das Leben der einzelnen Personen.

- *Phänomenstrukturen:* Mit der Phänomenstruktur soll der Diskursgegenstand selbst mit seinen Elementen und Dimensionen in den Blick genommen werden. Keller weist ausdrücklich darauf hin, dass es sich „keineswegs [um] Wesensqualitäten“ handelt und Phänomenstrukturen deshalb auch aus dem Diskurs selbst erschlossen werden müssen. Die verschiedenen Dimensionen eines Problems können logisch, kausal, ästhetisch oder moralisch sein. Mithilfe dieser Bausteine gliedert die Phänomenstruktur den Gegenstand inhaltlich auf und leistet damit einen Beitrag zur diskursanalytischen Erschließung und Ordnung des Themas. In ihren Dimensionen kann die Phänomenstruktur zunächst mit Codes erfasst werden. Die inhaltliche Erschließung arbeitet mit situativ-kontextuellen Inhalten oder mit Codefamilien. Beispielsweise könnte eine Dimension die „Ursache“ (für die wachsende Umweltverschmutzung) sein und die zugehörige inhaltliche Ausführung das „Wohlstandswachstum und [der] technische[...] Fortschritt“ (vgl. ebd.: 248-251).
- *Narrative Strukturen:* Erzählstruktur („story line“), in der Deutungsmuster, Klassifikationen und Dimensionen der Phänomenstruktur in Beziehung gesetzt werden. Die narrativen Strukturen ordnen die Diskurselemente zu einem „roten Faden“, der bestimmte, abgrenzbare Episoden umfasst, aber auch Kausalzusammenhänge beinhalten kann, wie bspw. in Betonungen von Handlungsdringlichkeit (vgl. ebd.: 251f).

Diese Momente der inhaltlichen Strukturierung liegen nicht offen in einem einzelnen Text vor. Sie müssen „textübergreifend“ aus einer Menge von Texten rekonstruiert werden. (vgl. Keller 2008: 275). Methoden zur Datenerhebung und -analyse werden in der Diskursforschung der *Grounded Theory* von Barney G. Glaser und Anselm L. Strauss

entlehnt.²⁷ Sie bieten ein Programm zur „Entdeckung von Theorie aus – in der Sozialforschung systematisch gewonnenen und analysierten – Daten“ (Glaser/Strauss 2008 [org. 1967]: 11). Drei Methoden sind hier von Bedeutung:

Mit dem *theoretischen Sampling* wird schon die Erhebung von Daten zu einem Prozess, der mit gleichzeitiger Codierung und Analyse parallelisiert werden soll. Da der Untersuchungsgegenstand keine natürliche Entität ist, muss im Laufe des zirkulären Forschungsprozesses das Textkorpus durch Ausschluss von Texten oder Nacherhebungen angepasst werden. Mit jedem Durchlauf durch Datenerhebung, Codierung und Analyse wird das Material „gesättigter“ (vgl. Glaser/Strauss 2008: 53, Truschka/Kaiser/et al 2005: 10-16, Keller 2004: 87ff).

Damit überhaupt der Vergleich von Aussagen hergestellt werden kann, müssen diese Aussagen (resp. Textstellen) *codiert* werden. Die hier schon oft erwähnte Codierung ist der erste Schritt zur Theorie. Sogenannte Codes sind Kategorien und Unterkategorien, die einzelnen Aussagen zugeordnet werden und im Verlauf der Forschung eine Baumstruktur bilden, in der sich wiederum einzelne Äste miteinander verbinden lassen. In diesem Verfahren nutzt der/die ForscherIn sein/ihr Hintergrundwissen für exaktere Codierung. Allerdings wird davor gewarnt, zu stark den eigenen Vorannahmen zu folgen und der Anspruch erhoben, die Offenheit der Analyse unter allen Umständen zu bewahren (vgl. Glaser/Strauss 2008: 107ff, Truschka/Kaiser/et al 2005: 10-16, Böhm 2008: 476ff).

Sobald sich bei der Codierung von Daten bestimmte Muster zeigen, sollte eine *kontrastierte Auswahl* erfolgen. Mit einer minimalen Kontrastierung vergleichbarer Daten erreicht der/die ForscherIn, dass eine Kategorie verifiziert und anhand ihrer Eigenschaften überprüfbar identifizierbar ist. Die maximale Kontrastierung zeigt die Reichweite oder Streuung der Daten (vgl. Glaser/Strauss 2008: 63ff; Keller 2004: 87ff).

In aller Kürze soll hier auf das eingegangen werden, was Keller die „*Materialität der Diskurse*“ nennt (vgl. 2008: 252ff). Zu dieser Betrachtung gehören neben Praktiken und dem sperrigen Konzept der Dispositive auch Akteure und Diskurskoalitionen. Diese Perspektive ist deshalb wichtig, weil die SprecherInnen hinter den Zeichenordnungen und Wissensdiskursen verschwinden, aber tatsächlich unverzichtbar für die Existenz eben dieser sind. Auf praktische

27 Keller formuliert als Grundannahme der Wissenssoziologischen Diskursanalyse: „Sie versteht sich als Form der grounded theory, d.h. als ein zur Selbstkorrektur fähiger Prozess der Theoriebildung auf empirischer Grundlage, und nicht, wie verschiedene diskurstheoretische Programme, als deduktive Anwendung oder Nachweis des selbstbezüglichen Funktionierens einer abstrakten Diskursordnung“ (Keller 2008: 11f).

und institutionelle Zusammenhänge soll hier nicht eingegangen werden; teilweise ist dies schon in Kapitel 2.4 geschehen. In dieser Untersuchung sollen einige Daten – die Keller „Metadaten“ nennt – zu Akteuren und deren Texten gesammelt werden, wie etwa Geschlecht, Forschungsland, Artikelzahl pro Jahr, etc.²⁸

3.1.3.2 Methodisches Vorgehen nach der WDA

Die WDA bedient sich ausdrücklich bei der Grounded Theory zu Verfahren der Datenerhebung und -auswertung. Der Forderung der Grounded Theory nach theoretischem Sampling kann nicht in vollem Umfang entsprochen werden. Für die Methode der lexikometrischen Analyse musste das Korpus schon erstellt sein. Lediglich Anpassungen und Nacherhebungen von Daten werden noch getätigt. Das ist so weit unproblematisch, weil Grounded Theory, und Diskursanalyse überhaupt, immer auf den Untersuchungsgegenstand zugeschnitten werden müssen (vgl. Truschka/Kaiser/et al 2005: 2).

Als Ausgangsannahmen dienen sowohl die Fragestellung als auch die gewonnenen Erkenntnisse aus der Lexikometrie. Es soll jedoch, gerade weil lexikometrische Ergebnisse recht unsicher sind, immer noch die Offenheit im Forschungsprozess bewahrt bleiben. In der Grounded Theory wird eine solche Haltung im *offenen Codieren* vorausgesetzt. In diesem Verfahren werden sukzessive Kategorien für Textstellen vergeben. Die direkteste Form des offenen Codierens ist die Verwendung von In-vivo-Codes, bei denen der ausgewählte Text gleichzeitig der Name des Codes ist. Dieser Verfahrensschritt wirkt expandierend, weil schon zu kleinen Textstücken große Mengen interpretativer Code gesammelt werden (vgl. Böhm 2008: 476-483).

Beim *axialen Codieren* wird eine Kategorie in den Mittelpunkt gestellt und deren umliegenden Beziehungen erforscht. Ziel dieses Codiervfahrens ist, aus den Relationen der Achsenkategorie zu anderen Kategorien eine erste Theoriebildung erstellen zu können. Es ist hilfreich, die Relationen mit Ursachen und Kontextbedingung für das Phänomen zu codieren und daraus abgeleitete Konsequenzen, welche die Handelnden ziehen, zu identifizieren (vgl. ebd.). An dieser Stelle darf es nicht vollständig vorgegeben werden, aber der Fragestellung

²⁸ Je nach verwendeter Methode und Software unterscheidet sich die Datenerhebung zu SprecherInnen und ihren Texten. Da das lexikometrische Werkzeug AntConc diese Funktion nicht unterstützt (die sonst mit dem sogenannten Tagging implementiert wird), wurden mit dem qualitativen Analyseprogramm MaxQDA die Metadaten zu den einzelnen Texten gesammelt, wie AutorIn, AutorInnengeschlecht, Jahreszahl, etc. (siehe dazu 3.3 und 4.2).

nach wäre die Axialcodierung von Codes zu Geoengineering und solchen von Politik, aber auch Forschung, Klimawandel und einige andere interessant.

In der letzten Phase wird *selektives Codieren* wichtig. Hier soll(en) die Kernkategorie(n) der Fragestellung untersucht werden, oder falls sich herausstellt, dass sich andere Kategorien als Ursachen für Phänomene darstellen, eben diese genauer verfolgt werden. Im explorativen Prozess einer Diskursanalyse in einem noch jungen Untersuchungsfeld wie dem des GE, sind die verwendeten Argumentationsfiguren und Konzepte anfangs noch nicht absehbar. Eine Achsenkategorie wie „Geoengineering“ könnte sich gut als Kernkategorie eignen. Möglicherweise konstruiert der Diskurs andere Kategorien als Problemursache, wie etwa „Klimakrise“ oder „politisches Versagen“. Im bisherigen Forschungsprozess gewonnene Erkenntnisse werden mithilfe des selektiven Codierens anhand des Materials angereichert (vgl. ebd.).

Schon im Laufe der Codierung werden mithilfe von Memos erste Ideen, Konzepte und Theoretisierungsversuche aufgenommen. In späteren Phasen der Verdichtung werden die methodologischen Konzepte der Wissenssoziologischen Diskursanalyse heraus gearbeitet: Deutungsmuster, Klassifikationen, Phänomenstrukturen und narrative Strukturen.

3.2 Eingrenzung und Erstellung des Textkorpus

Ein methodisches Problem der Diskursanalyse mit konstruktivistischem Hintergrund, tritt auf, wenn das Textkorpus als vorläufig abgeschlossene Textsammlung zu einem Gegenstand gemacht werden soll. „Wenn Gegenstände durch Diskurse erst in ihrer spezifischen, erkennbaren Gestalt geschaffen werden, kann nicht einfach vom Gegenstand ausgehend ein Diskurs erschlossen werden“ (Keller 2004: 68). Es darf nicht unreflektiert davon ausgegangen werden, dass es „Geoengineering“ *a priori* gibt oder etwa implizit so verfahren werden als wäre dem so. Wie schon gezeigt wurde (siehe Kapitel 2.4), werden zwei Technologiegruppen (SRM und CDR) unterschieden, von denen genauso gut die eine „Climate Engineering“ und die andere „Geoengineering“ genannt werden könnte. Auch könnte in ein paar Jahren klar werden, dass gezielte Klimamanipulation unmöglich ist, womit der Begriff ‚aussterben‘ würde. Trotz Diskursverschiebungen und sozial konstruierter Wirklichkeit kann von einer spezifischen „Materialität de[s] Diskurs[es]“ (Keller 2009: 252ff) ausgegangen werden. Es gibt Akteure und SprecherInnen im Themenfeld, Diskurskoalitionen der BefürworterInnen

und GegnerInnen sowie Institutionen, die involviert sind, wie etwa (um nur ein Beispiel zu nennen) das zu GE forschende Marsilius Kolleg in Heidelberg.

Das Charakteristikum des Diskurses, viele Bereiche zu durchziehen, die ansonsten thematisch, institutionell, ideologisch oder anderweitig getrennt erscheinen, macht es für den/die DiskursforscherIn schwer, ein geschlossenes Textkorpus abzugrenzen. Ein realisierbares Textkorpus ist notwendigerweise nur ein Teilbereich im „Feld des Sagbaren“ (Jäger 2006: 85). Ist der Gegenstand erst einmal vorläufig erfasst, stößt man auf zwei weitere Probleme, wie sie Keller (2006: 139f) benennt:

- *Grenzziehungsprobleme:*

Die Grundgesamtheit an Texten muss nach Untersuchungszeiträumen und -gegenständen abgegrenzt werden. Ein möglicherweise erst während der Diskursanalyse klar werdender Gegenstand ist schwer genau zu umreißen. Eine anfänglich benutzte Volltextsuche anhand bestimmter Begriffe, kann sich später als weniger treffend erweisen, weil die anderen Begriffe den Diskurs deutlicher umreißen. Hierzu kann nur mithilfe von Vorwissen und im Sinne der Grounded Theory mit minimaler und maximaler Kontrastierung sukzessiv das Korpus angepasst werden.

- *Geltungsprobleme:*

„Geltungsprobleme ergeben sich bezüglich der Begründung des analysierenden Vorgehens am einzelnen Dokument/Datenbestand, der Zusammenführung unterschiedlicher Datenformate, bezüglich des Schlusses vom einzelnen Dokument auf übergreifende Zusammenhänge des Diskurses, der Schließung des Analyseprozesses (wann ist alles wichtige erfasst?) und im Hinblick auf Generalisierungen, d.h. der Begründung von Aussagen über den gesamten Diskurs“ (ebd.: 140).

Keller selbst gibt keine schlüssige Antwort für das Geltungsproblem. Eine Antwort könnte sein, dass es weniger um Repräsentanz (wie in der quantitativen Forschung) als um Relevanz geht, wenn bspw. eine wichtige Persönlichkeit eine SprecherInnenposition bezieht.

Würfel: Wissenschaftsdiskurs

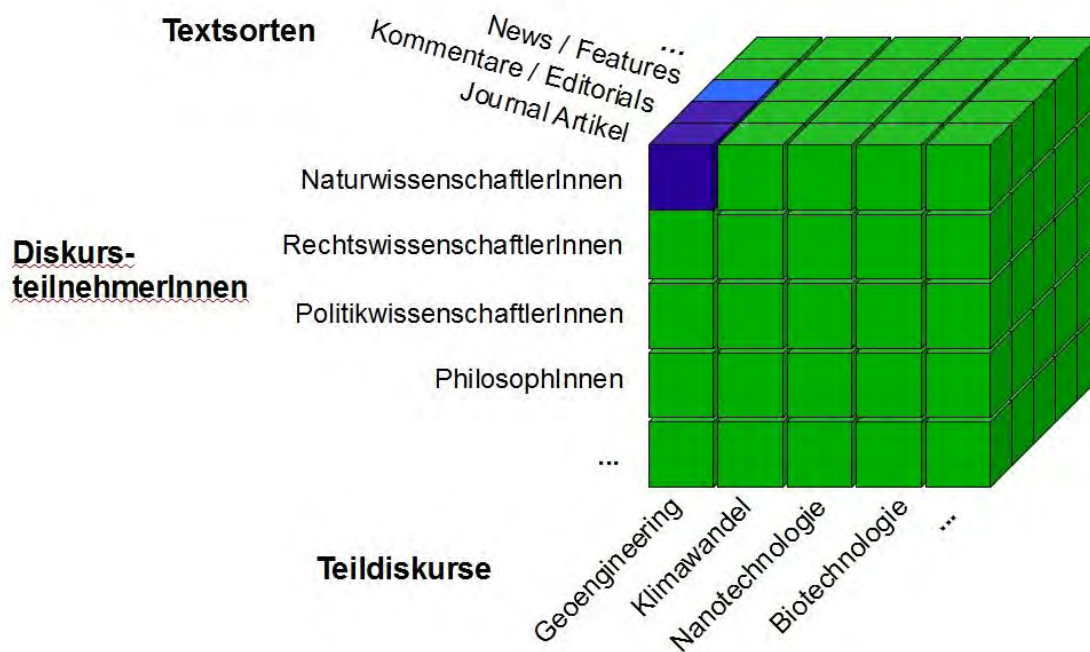


Abbildung 4: Teildiskurse im Wissenschaftsdiskurs. Behandelte Text-Korpus hier blau gekennzeichnet. Eigene Darstellung nach Jung 2006: 35.

Je nach Ansatz der Diskursforschung unterscheiden sich die Eingrenzungen des jeweiligen Diskurses. Gemeinsam ist eine Festlegung nach *Thema* oder *Gegenstand*, in dem die Texte, oder nach Jäger „Diskursfragmente“, eine semantische Beziehung untereinander haben. Es braucht kaum wiederholt werden, dass es hier um „Geoengineering“ geht, das ebenfalls in unterschiedlichen Benennungsformen (wie „Climate Engineering“) angesprochen wird. Die zweite Dimension geht nach *Funktionszusammenhang* oder *Disziplinen*, wie etwa der Wissenschaft. Dritte Dimension sind die *Akteure* im Diskurs, die hier die NaturwissenschaftlerInnen sind. Des weiteren werden Textsorten und Diskurspositionen unterschieden, auf die zu einem späteren Zeitpunkt eingegangen wird (vgl. Keller 2006: 138, Jäger 2006: 99ff, Jung 2006: 34f).

Das hier untersuchte und geschlossene Textkorpus befindet sich in einem mehrfach fragmentierten Diskurs, der in einem dreidimensionalen Modell veranschaulicht wird (vgl. Jung 2006: 35ff). Größte Einheit, in der sich das Korpus befindet, ist der Wissenschaftsdiskurs, verdeutlicht als Würfel, zusammengesetzt aus kleinen Würfeln (siehe

Abbildung 4). Auf der *x-Achse* sind die Teildiskurse des Wissenschaftsdiskurses in thematischer Differenzierung als Reihe von kleinen Würfeln aufgetragen. Thematische Einheit ist das Geo- oder Climate Engineering entsprechend der vorangegangenen Definition (womit CCS ausgeschlossen ist). Die *y-Achse* bezeichnet die Gruppen von DiskursteilnehmerInnen des Wissenschaftsdiskurses, von denen hier nur die NaturwissenschaftlerInnen interessieren. Außerwissenschaftliche TeilnehmerInnen eines größer zu fassenden Diskurses über GE werden hier nicht berücksichtigt. In der Deutung der *z-Achse* gibt es eine Abweichung von Jungs Bezeichnung als Textsorten sprachlicher Realisierung, die bei ihm als Zeitungsartikel und mündliche Rede gedacht waren. Nur die Artikulations- und Veröffentlichungsweise des Artikels in einer Wissenschaftszeitung ist hier Untersuchungsgrundlage. Die Dimensionen der Textsorte sind hier so zu verstehen, dass zwischen Journal-Artikeln, Kommentaren bzw. Editorials und Nachrichtenmeldungen (News, News Features) unterschieden wird. Letztere haben bei weitem nicht das selbe Ansehen in der wissenschaftlichen Community wie die anderen beiden und sind im Modell deshalb schwach blau statt blau gekennzeichnet.

Ein Diskurs ist immer auch ein Prozess. Die Längsschnittperspektive ist ebenso Teil des Diskurses wie die im Würfelmodell verdeutlichte Querschnittperspektive. Der zeitliche Verlauf lässt sich allerdings besser mit dem Diskursstrang-Modell von Siegfried Jäger verdeutlichen. Nach Jäger (2006: 98ff) hat ein Diskursstrang einen thematisch einheitlichen Verlauf im zeitlichen Geschehen. Die Diskursstränge können jedoch verschränkt sein. Sie überlagern und binden sich zu einem „diskursiven Knoten“ (ebd.: 99). Angewendet auf den wissenschaftlichen Diskurs des Geoengineering, lässt er sich sicherlich als ein Ast des Diskursstranges der Wetterbeeinflussung (siehe Kapitel 2.1) bezeichnen. Zum anderen speist sich der GE-Diskurs stark aus Teilen – vor allem den pessimistischen – des Klimawandels (siehe Kapitel 2.4). Wäre hier nicht nur der rein wissenschaftliche Diskurs gemeint, dann wären Einflüsse aus Umwelt-, Wirtschafts- und Politikdiskursen zu nennen.

Für beide Verfahren wird zunächst das gleiche Korpus verwendet. Die Lexikometrie wird vor allem verwendet um Übersicht zu gewinnen und erste Hypothesen zu generieren. Lediglich für die elektronische Verarbeitung im Verfahren der lexikometrischen Korpusanalyse müssen die Dateien anders aufbereitet werden, während die Auswahl dieselbe bleibt. Es ist durchaus möglich, dass es im Laufe der Wissenssoziologischen Diskuranalyse noch Veränderungen am Korpus gibt.

Es sei noch erwähnt, dass auch dieses Kapitel am Ende eines Darstellungsprozesses steht, nachdem der Forschungsprozess weitestgehend abgeschlossen war. Es haben sich immer wieder Veränderungen im Zuschnitt des Textkorpus ergeben, die dem iterativen Verfahren der Grounded Theory entsprechen, zu der sich die Wissenssoziologische Diskursanalyse zugehörig erklärt (vgl. Keller 2008: 11). Immer wieder muss zwischen den Phasen der Planung, Datenerhebung, Datenanalyse und Theoriebildung gewechselt werden, damit der kreative Prozess qualitativer Datenanalyse fruchtbar ist (vgl. Mey/Mruck 2007: 12f).

3.3 Arbeiten mit Analysesoftware²⁹

„(Fast) alles, was das Computerprogramm macht, ließe sich auch mit althergebrachten Paper-and-Pencil Techniken realisieren, aber es würde um einige Zehnerpotenzen mehr Zeit benötigen“ (Kuckartz 2007: 13).

Auf die Softwarenutzung weitestgehend angewiesen sind Korpusanalysen. Ihre Anzahl steigt in den letzten Jahren stark an (vgl. Anthony 2006: 275f, Ädel/Reppen: 2008: 11). Ein wichtiger Grund ist sicherlich, dass Analyseprogramme in kürzester Zeit statistische Daten zum Textkorpus erstellen. Auch wenn diese Daten in ihrer Aussagekraft beschränkt sind, so wird ihnen doch mindestens eine Qualität als „Aufmerksamkeits-Marker“ (vgl. Diaz-Bone/Schneider 2008: 495) gegeben.

Die hier verwendete korpusanalytische Software ist *AntConc* des japanischen Entwicklers Laurence Anthony.³⁰ Der Name setzt sich aus der Hauptfunktion, der Konkordanzanalyse, und dem Namen des Entwicklers zusammen. Das Programm kann jedoch weitaus mehr als Konkordanzen darstellen: Wortlisten (Frequenzanalyse), N-Gramme (*n* benachbarte Lexeme), Kollokationen (in der Nähe von *n* Schritten eines Lexemes auftretende Lexeme) und Keyword Lists zum statistischen Vergleich verschiedener Textkorpora oder Korpusteile, wobei die Keyword Lists hier keine Verwendung finden.

Besonders die Funktionen der Konkordanzanalyse ist für die qualitative Forschung interessant. Es lassen sich alle Textstellen, die einen bestimmten Such-Terminus aufweisen ausgeben und anschließend in einer qualitativen Analyse weiterverarbeiten. Das ist einer der

²⁹ Die technischen Daten der Software befinden sich im Anhang (siehe Verwendete Software).

³⁰ Andere Korpusanalyse-Programme sind: WordSmith Tools (<http://www.lexically.net/wordsmith/>), MonoConc Pro (<http://www.monoconc.com/>), WordPilot (http://home.ust.hk/~autolang/whatis_WP.htm) und Web Concordancer (<http://vlc.polyu.edu.hk/concordance/aboutweb.htm>). AntConc wurde deshalb gewählt, weil es einerseits einfach zu bedienen ist und andererseits frei verfügbar ist, während es gleichzeitig alle wichtigen Funktionen enthält.

Gründe, warum Software zur qualitativen Datenanalyse oft selbst Wortsuch- und Konkordanzfunktionen unterstützt.

Für die qualitative Diskursanalyse wurde die bekannte und leistungsstarke Software *MaxQDA* verwendet.³¹ Im Gegensatz zur quantitativen Analyse hilft eine QDAS (Qualitative Datenanalyse Software) stärker bei der Strukturierung und Organisation des empirischen Materials. Eine quantitativ arbeitende Software macht die Analyse weitestgehend selbst (vgl. Diaz-Bone/Schneider 2008: 491f).

Heutige QDAS sind die „in Software geronnene Methodologie‘ der Grounded Theory“ (Diaz-Bone/Schneider 2008: 497). Sie unterstützen viele Konzepte der qualitativen Analyse. Der Mitentwickler von MaxQDA Udo Kuckartz (2007: 14) nennt einige Akte des wissenschaftlichen Arbeitens, die von der Software unterstützt werden: Exploration, Interpretation, Kategorisierung, Klassifikation (teilweise auch Typenbildung), Theoriekonstruktion und Ergebnispräsentation.

In seiner Bedienungsführung und sogar in den Anwendungsbeispielen der EntwicklerInnen finden sich die Termini aus der Grounded Theory. Sind erst einmal die Daten, hier: die wissenschaftlichen Zeitschriftenartikel, in die qualitative Analysesoftware eingelesen, kann der/die Forscherin gleich mit dem Codieren beginnen. Wie schon im methodischen Teil erläutert, werden in den Texten, die nun in der Software dargestellt sind, einzelne Textstellen mit Markern, den Codes, versehen. Sind nach einem ersten Durchlauf die Texte am digitalen Textrand markiert – es funktioniert ähnlich wie das Arbeiten mit Papier und Textmarker –, dann lassen sich die zugeordneten Codes wieder verschieben und zusammenfassen. In den folgenden Arbeitsschritten werden die Codierungen verdichtet und mit eigenen Memos angereichert, die eine Ähnlichkeit zu Haftnotizen haben. Dieser Prozess der Codierung und Interpretation wird wiederholt, bis eine erste Version des Forschungsberichtes entsteht.³²

Besonderer Vorteil der Benutzung von QDAS ist neben strukturiertem Arbeiten auch ein „erhebliche[r] Zugewinn an Reliabilität und Validität“ (ebd. 19). Vorausgesetzt die Möglichkeiten der Software wurden entsprechend genutzt, liefern die erarbeiteten

31 Die bekannteste Alternative zu MaxQDA ist Atlas.ti (<http://www.atlasti.com/de/>). Es bietet einen sehr ähnlichen Funktionsumfang und die Entscheidung zwischen beiden Programmen scheint mehr eine Glaubensfrage zu sein.

32 Weitere Möglichkeiten von MaxQDA, wie Volltext-Recherche, Fallvariablen, komplexe Text-Retrievals und Visualisierungen, können hier nicht weiter diskutiert werden. Hierzu sei auf die Online-Hilfe des Programmes oder auf die gut strukturierte und hier schon mehrfach zitierte Einführung von Udo Kuckartz (2007) verwiesen.

Codesysteme und Memos zusätzliche Transparenz und Nachvollziehbarkeit des Forschungsprozesses. Dennoch ist für die Interpretationsleistung immer noch der Mensch verantwortlich, denn qualitative Daten scheinen resistent gegen automatische Auswertung zu sein (vgl. ebd. 57).

4 Der Textkorpus im naturwissenschaftlichen GE-Diskurs

4.1 Datenerhebung

Die erste Schwerpunktsetzung in der Konstruktion des Korpus war, Wissenschaftszeitschriften als Textgrundlage auszuwählen. Gerade Fachzeitschriften sind zentrales Medium der wissenschaftlichen Kommunikation und nicht zuletzt auch der Reputation. Gleichzeitig sind sie nach anerkannten Kriterien der Fachdisziplin ein stark kontrolliertes Medium der diskursiven Reproduktion. Viele Zeitschriften haben Peer-Review-Verfahren, in denen FachkollegInnen eingereichte Aufsätze begutachten. Solche Methoden führen unter anderem dazu, dass der Bereich des Sagbaren im Wissenschaftsdiskurs recht klar abgesteckt ist, während im Mediendiskurs etwas freier argumentiert werden kann.

4.1.1 Zusammenstellung des Textkorpus

Die drei Zeitschriften *Science*, *Nature* und *Climatic Change* wurden aus inhaltlichen Gründen ausgewählt. Unbestritten sind *Science* und *Nature* die wichtigsten und ältesten wissenschaftlichen Zeitschriften. Beide erscheinen wöchentlich und haben eine große LeserInnenschaft. Die Zeitschrift *Climatic Change* ist themenbezogen relevant, weil GE sich als Antwort auf den Klimawandel versteht, aber auch weil sie wichtiges Debattenorgan ist. Zum anderen fand in der 1977 gegründeten Zeitschrift im Jahr 2006 eine viel zitierte Debatte zwischen Paul Crutzen und weiteren NaturwissenschaftlerInnen zu GE statt (siehe Kapitel 2.4). Zudem haben die vorherigen Recherchen gezeigt, dass diese Zeitschriften auch in ihrer Anzahl an thematischen Artikeln zumindest überdurchschnittlich sind.

Über die Internetangebote der Zeitschriften (bei *Climatic Change* über SpringerLink)³³ ließen sich alle Artikel frei herunterladen. Um möglichst viele thematisch relevante Artikel zu erfassen, wurden die Suchtermini „geoengineering“, „geo-engineering“ und „climate engineering“ für die Volltextsuche verwendet. Es ist nicht auszuschließen, dass selbst bei dieser breiten Suche Artikel einen thematischen Bezug ausweisen, aber keines dieser Schlagworte enthalten. Die Artikel wurden nach Zeitschriften geordnet und mit einem

³³ Die Internetpräsenz der ausgewählten Wissenschaftszeitschriften:
Science (<http://www.sciencemag.org>);
Nature (<http://www.nature.com/nature>);
Climatic Change über SpringerLink (<http://www.springerlink.com/content/100247/>).

Schlüsselwort versehen abgespeichert. Das Schlüsselwort, das hier als Sigle verwendet wird, ist zusammengesetzt aus den Anfangsbuchstaben der Zeitschrift und einer laufenden Nummer, bspw.: „CC01“ für den ersten Artikel in *Climatic Change*, „N18“ für den 18. Artikel in *Nature*.³⁴

4.1.2 Aufbereitung des Textkorpus

Die heruntergeladenen Texte wurden weiter bearbeitet.³⁵ Im Laufe dieser Arbeit mit den Texten wurde deutlich, ob die einzelnen Texte in das Textkorpus passten oder nicht. Zusätzlich wurde ein separater Durchgang gemacht, um die Textauswahl zu verfeinern. Hierzu wurden die Kriterien, wie sie in der Eingrenzung des Korpus entwickelt wurden (siehe Kapitel 3.2) wie folgt angewendet:

1. *Thema Geoengineering*: Es wurden Artikel entfernt, die zwar eines der Suchwörter enthielten, vom Thema her aber nicht näher auf GE eingingen. Das kam öfters in News-Artikeln vor, die über verschiedene Entwicklungen berichteten.
2. *AutorInnen NaturwissenschaftlerInnen*: Artikel, die nicht von NaturwissenschaftlerInnen geschrieben waren, wurden aussortiert. Bei einer gemischt-disziplinären AutorInnenschaft wurde die deutliche Mehrheit von NaturwissenschaftlerInnen vorausgesetzt. Schwierig waren AutorInnen wie Hans Joachim Schellnhuber. Zwar ist er Professor der theoretischen Physik und ausgewiesener Klimaforscher, doch gleichzeitig sehr in der Politik involviert, weil er Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) ist und zudem im IPCC mitarbeitet. Wenn es einen genuin naturwissenschaftlichen Ort des Sprechens im GE-Diskurs gibt, dann wird er weniger von Politikerfahnen wie Schellnhuber besetzt. Trotzdem wurde zunächst

34 Die Bibliographie des Textkorpus ist getrennt vom Literaturverzeichnis, weil für die Korpustexte nicht der reine Informationswert zählt, sondern auch performativen und impliziten Sprechakten besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Bibliographie befindet sich als 7 Bibliographie des Textkorpus auf S. 102.

35 Zur technischen Erläuterung: Für die lexikometrische Analyse war es notwendig, dass die Texte im txt-Format (plain text) vorliegen. Bis auf einige wenige Artikel, lagen alle Texte als pdf vor. Alle pdf-Dateien wurden in txt-Dateien konvertiert. Diese mussten von Konvertierungsfehlern sowie falschen Zeilenumbrüchen bereinigt werden. Da die txt-Dateien lediglich für die Lexikometrie bestimmt waren, wurde nur der Nominaltext behalten und alle weiteren Angaben, wie biographische Angaben der AutorInnen, Bibliographien, technische Anmerkungen des Herausgebers etc. gekürzt. In der jeweils zweiten Version als pdf-Datei waren diese Daten selbstverständlich noch vorhanden und wurden später weiter verarbeitet.

einheitlich nach Profession sortiert, denn die Involviertheit in Politik lässt sich schwer ausdifferenzieren.

3. *Textsorten*: Für die Auswahl von Texten wurden drei Textsorten zugrunde gelegt:

- a) Journal Artikel,
- b) Kommentare (Editorials, Editorial Commentaries, Commentaries),
- c) Nachrichten (News, Features).

Alle gesammelten Artikel konnten diesen Textsorten zugeordnet werden.

Das Ergebnis des Bereinigungsprozesses sieht wie folgt aus:

↓ Anzahl ↓	Science	Nature	Climatic Change	Σ
Erstzusammenstellung	60	45	40	145
Thematische und disziplinäre Bereinigung	16	23	31	70
Anteile	22,9 %	32,9 %	44,3 %	100 %

Tabelle 1: Bereinigter Textkorpus. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: Science, Nature, Climatic Change.

Auffällig ist die starke Verringerung der Texte aus der *Science*, was seine Ursache darin hat, dass viele PolitikwissenschaftlerInnen, ÖkonomInnen, PhilosophInnen, etc., also Nicht-NaturwissenschaftlerInnen, zu dem Thema geschrieben haben. Wichtiger noch ist jedoch das andere Nachrichtenformat der *Science*, bei dem die Artikel oft nur wenige Zeilen umfassen – zu wenig, um sie sinnvoll zu codieren.

Dieses so zusammengestellte Korpus (die untere Zeile in Tabelle 1) mit insgesamt 70 Texten ist Grundlage für die Anwendungen beider Analysemethoden. Zunächst wurden jedoch die Metadaten der Texte gesammelt und ausgewertet.

4.2 Metadaten des Korpus

Der Analyse der Metadaten liegt das Textkorpus zugrunde, wie es für die lexikometrische Korpusanalyse verwendet wird. Es ist nicht auszuschließen, dass es während der Wissenssoziologischen Diskursanalyse noch Nacherhebungen oder Ausschlüsse von Texten gibt, die dem theoretischen Sampling der Grounded Theory entsprechen. Das Textkorpus enthält insgesamt 70 Texte, aus drei wissenschaftlichen Zeitschriften, aus den Jahren 1977 bis 2010 zum 3. Jahresquartal, mit drei Kategorien von Textsorten. Die Metadaten der Texte werden nun ausgewertet.

Für die Kategorien AutorInnen, Geschlecht und Forschungsland wurden nur die Textsorten Journal Artikel und Kommentar verwendet, mit zwei Begründungen: Zum einen treten mit der Textsorte der Nachrichten andere SprecherInnen auf, die vor allem WissenschaftsjournalistInnen sind. Sie haben alle einen naturwissenschaftlichen Abschluss oder Titel, darauf wurde bei der Textauswahl geachtet, aber sie sind nicht als WissenschaftlerInnen selbst angesehen.³⁶ Zum anderen geben Nachrichtenartikel keine oder kaum wissenschaftliche Reputation, die für die Reproduktion des Feldes notwendig ist.

Textsorten und Zeitschriften

Von den thematisch ausgewählten Zeitschriftenartikeln wurden 40 % der Textsorte Journal Artikel zugeordnet. Der zweiten Kategorien Kommentare gehören ein Drittel (32,9 %) an. Die Wissenschaftsnachrichten kommen auf 27,1 % der Gesamtartikelzahl. Damit sind Textsorten relativ gleichmäßig verteilt.

Wie schon gezeigt (siehe Tabelle 1) sind die meisten Texte aus *Climatic Change* entnommen. An zweiter Stelle steht *Nature*, an dritter *Science*. In Abbildung 5 ist im zeitlichen Verlauf erkennbar, dass ein rapider Anstieg der Artikelanzahl (in absoluten Zahlen) seit 2006 zu verzeichnen ist. Dieser Anstieg ist durch die Debatte in der *Climatic Change* zu erklären, die Nobelpreisträger Paul Crutzen ausgelöst hat. Die Zahlen zeigen, dass in diesem Jahr die meisten Artikel aus der *Climatic Change* selbst stammen.

³⁶ Nur um ein Beispiel zu nennen: Richard A. Lovett hat zwei der ausgewählten Nachrichtenartikel in *Nature* verfasst. Er ist als US-amerikanischer Science-Fiction Autor und Wissenschaftsjournalist bekannt. Er hat einen BA in Astrophysik und einen PhD in Ökonomie. Es scheint nicht weiter begründungsbedürftig zu sein, dass er nicht als aktiver Forscher auftritt und nicht die entsprechende Reputation besitzt (siehe auch <http://www.richardalovett.com/>).

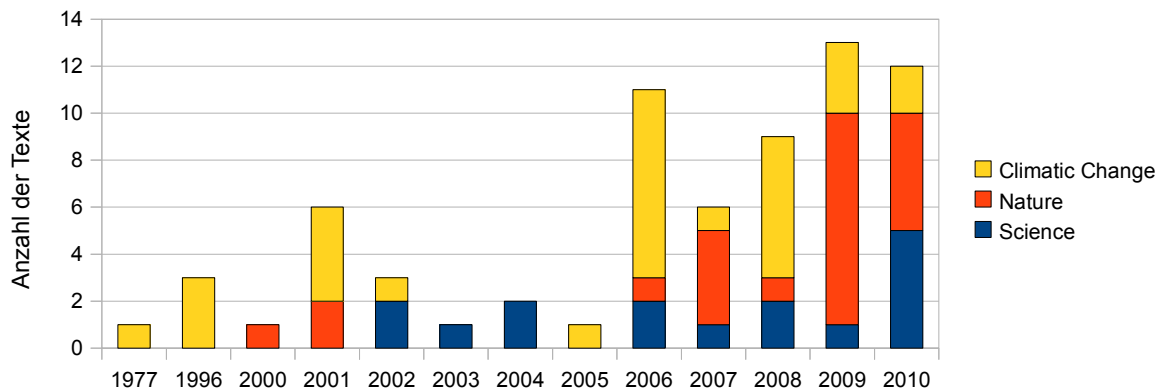


Abbildung 5: Längsschnitt der wissenschaftlichen Publikationen aufgeteilt nach Zeitschriften im Textkorpus. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle Science, Nature, Climatic Change.

Einschränkend ist zu bemerken, dass die Debatte 2006 in der *Climatic Change* gerade ein Auswahlkriterium für diese Zeitschrift war. Der Befund ist daher nicht verwunderlich. Dennoch steigen ab diesem Jahr auch in den anderen Zeitschriften die Veröffentlichungszahlen an und weisen auf eine Intensivierung des Diskurses hin. Das bestätigt den Einfluss des diskursiven Ereignisses von Paul Crutzens einflussreicher Publikation in der *Climatic Change* auf den wissenschaftlichen Diskurs (siehe Kapitel 2.4).

Der Wert von 2010 müsste um $\frac{1}{4}$ hochgerechnet werden, da das letzte Quartal nicht mit erfasst wurde. Rein rechnerisch wären 2010 statt 12 insgesamt 15 Artikel zu erwarten, was einen kontinuierlichen Anstieg der Publikationszahlen seit 2007 bedeutet.

Häufige AutorInnen³⁷

Es ist sinnvoll, sich einen Überblick über die SprecherInnen im Diskurs zu verschaffen. Im durch Macht vermittelten Diskurs werden SprecherInnenpositionen nicht willkürlich besetzt. Je nach Stellung in der Diskurshierarchie bekommen einige Akteure die „Chance auf Gehör“ und andere nicht (vgl. Keller 2006: 253). Wissenschaftliche Zeitschriften, insbesondere solche mit der Reputation von *Nature* und *Science*, stehen am Ende eines wissenschaftlichen Ausleseprozesses. Die hier dargestellten Metadaten zu den AutorInnen sagen damit auch etwas darüber aus, wie das Wissenschaftssystem seine SprecherInnenpositionen vergibt.

³⁷ Eine genauere Diskussion zur Geschlechterverteilung im Diskurs kann hier nicht geleistet werden. Die Zahlen sollen jedoch wenigstens genannt werden: Von den insgesamt 123 AutorInnen der Texte (Journal Artikel und Kommentare), waren 13,8 % (n = 17) weiblich und 86,2 % (n = 106) männlich. Nur 29,4 % der Frauen (n = 5) waren Erstautorinnen. Für einen bewertenden Vergleich des GE-Diskurses mit dem allgemeinen naturwissenschaftlichen Feld müssten Vergleichszahlen angeführt werden, was hier zu weit führen würde.

Name	Anzahl Artikel
David W. Keith	5
M. Granger Morgan	3
Stephen H. Schneider	3
Alan Robock	2
David Archer	2

Name	Anzahl Artikel
Gregory Benford	2
Ken O. Buesseler	2
Philip W. Boyd	2
Victor Brovkin	2

*Tabelle 2: AutorInnen mit mehr als einem wissenschaftlichen Artikel in der Textauswahl.
Quelle: Eigene Darstellung. Datenquellen: Science, Nature, Climatic Change.*

Nur 8 der 123 AutorInnen (der 51 nicht-journalistischen Artikel) haben an mehr als einem Artikel mitgewirkt (siehe Tabelle 2). Diese Häufung ist der geringen Fallzahl wegen nicht repräsentativ für den wissenschaftlichen Gesamtdiskurs. Allein David Keith, er gilt als einer der aktivsten Naturwissenschaftler, die sich mit GE befassen, kann mindestens 19 Artikel zu dem Thema in verschiedenen Fachjournalen vorweisen.³⁸ Für diese Diskursanalyse jedoch lässt sich aus der großen Streuung an AutorInnen ableiten, dass häufig auftretende Aussagen eher eine Gemeinsamkeit unter den verschiedenen SprecherInnen zeigt als eine Häufung an Aussagen eines/einer SprecherIn. Übergeordnete, bei allen SprecherInnen vorhandene Wissensbestände lassen sich so einfacher analysieren.

Die Disziplinen der AutorInnen wurden nur zum Zwecke des Ausschlusses ermittelt und nicht weiter systematisch erhoben. Dennoch fällt auf, dass M. Granger Morgan der einzige Ingenieur unter den mehrfach veröffentlichenden AutorInnen ist. IngenieurInnen kommen im GE-Diskurs vor, bilden aber keine Mehrheit. Das sei deshalb nochmals gesagt, weil das Missverständnis existiert, es handele sich aufgrund des Namens „Geoengineering“ vornehmlich um ein Betätigungsfeld der IngenieurInnen, während umgekehrt vielmehr die NaturwissenschaftlerInnen zu Wort kommen. Der Begriff ist weniger auf die Akteure zu beziehen, als vielmehr auf den ‚Blick‘ des/der IngenieurIn, der nach ‚Stellschrauben‘ im Klimasystem sucht (vgl. Sardemann/Grundwald: 2010: 4).

³⁸ Neben David Keith (<http://people.ucalgary.ca/~keith/geo.html>) wären natürlich noch weitere, wie Ken Caldeira zu nennen.

Forschungsländer

Um die Gliederung des Diskurses deutlich zu machen, wurden hier die Forschungsländer der AutorInnen ausgezählt.³⁹ Die Verteilung für das hier untersuchte Textkorpus (siehe Abbildung 6), zeigt, dass 50 % der NaturwissenschaftlerInnen aus den USA kommen, bzw. für ihre Forschung dort stationiert sind. Das nächste Viertel teilen sich Kanada mit 14,3 %,

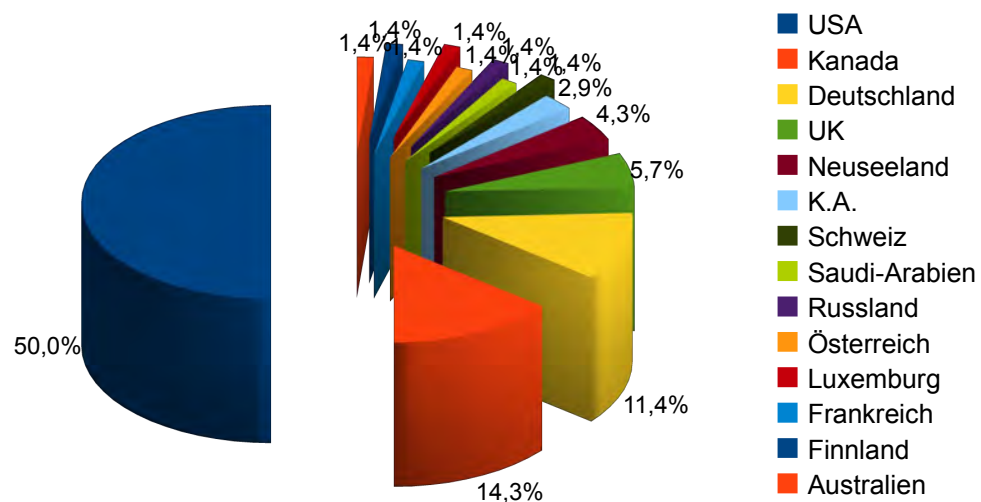


Abbildung 6: Forschungsland der AutorInnen. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: Science, Nature, Climatic Change.

Deutschland mit 11,4 % und Vereinigtes Königreich (UK) mit 5,7 %. Das letzte Viertel teilen sich neun weitere Länder (sowie keine Angaben).

Die hier dargestellte Verteilung scheint wiederum nicht repräsentativ dem Gesamtdiskurs zu entsprechen. Zwar sind die USA wahrscheinlich führendes Forschungsland, doch irritiert es, dass das Vereinigte Königreich nur auf dem vierten Platz ist. Der Bericht der Royal Society wurde von einer großen Anzahl von WissenschaftlerInnen verfasst, darunter viele britische ForscherInnen (vgl. Royal Society 2009). Es ist wahrscheinlich, dass die Gesamtheit der naturwissenschaftlichen Zeitschriftenartikel, welche über die drei ausgewählten Zeitschriften hinausgeht, einen wesentlich höheren Anteil an WissenschaftlerInnen aus dem Vereinigten Königreich aufweist. Der Vergleich zum Mediendiskurs zeigt, dass dort zwischen 1990 und 2010 (nur bis 1. Quartal) 39 % der wissenschaftlichen AutorInnen von Zeitungstexten aus dem UK kam (vgl. Buck 2010).

³⁹ Diese Zählung bezieht sich auf die AutorInnen, nicht auf die Artikel selbst. Manche Artikel wurden nur von einem/einer AutorIn geschrieben und repräsentieren deshalb nur ein Land, andere von mehreren und werden deshalb als AutorInnen-Länder mehrfach gezählt.

Allerdings ist Verallgemeinerung nicht unbedingt Ziel dieser Metadatenanalyse. Sie soll vielmehr einen Überblick über das vorliegende Textkorpus geben, das allerdings nur einen Diskursausschnitt darstellt.

Zusammenfassung

Für die wissenschaftlichen Artikel und Kommentare gilt, dass fast vier Fünftel ihrer AutorInnen männlich sind. Nur wenige AutorInnen haben mehrere Artikel in den drei ausgewählten Zeitschriften veröffentlicht. Die Hälfte der AutorInnen kommt aus den USA oder forscht zur Zeit dort. Ein Viertel kommt aus Kanada, Deutschland und dem Vereinigten Königreich. Diese Zahlen scheinen nicht für den naturwissenschaftlichen Gesamtdiskurs des GE verallgemeinerbar zu sein. Die meisten Artikel wurden in *Climatic Change* veröffentlicht, die wenigsten in *Science*. Dieser Umstand ist der Tatsache geschuldet, dass in *Climatic Change* 2006 eine Debatte um Paul Crutzens Artikel begann. Die größte Zahl waren Journal Artikel, die geringste waren Nachrichtentexte. Insgesamt lässt sich ein recht starker Anstieg der Veröffentlichungen diesen wissenschaftlichen Zeitschriften verzeichnen, der eine Spitze bei 2006 hat.

5 Lexikometrische Korpusanalyse

5.1 Durchführung

Während der Durchführung zeigte sich, dass die Ergebnisse jedes Analysedurchlaufes stark interpretationsbedürftig waren. Mit der Auslegung der Teilergebnisse wurde nicht bis zum Schluss des Verfahrens gewartet, sondern bereits währenddessen versucht, eine Struktur in die Daten zu bringen. Dieses Vorgehen schien der Sache angemessen und als Methodenmix aus explorativem (corpus driven) und speziefischerem (corpus based) Ansatz sinnvoll zu sein. Auch wenn die Lexikometrie laut eigenem Anspruch erst nach der Datenerhebung und -analyse an die Interpretation geht, verfährt Baker (2006) selbst so (siehe Kapitel 3.1.2.2), dass er gewonnene Teilergebnisse immer wieder überprüft und das Verfahren im Verlauf anpasst.

Wie in der Methode beschrieben, wurde zunächst eine Wortliste erstellt, dann N-Gramme untersucht und schließlich für auffällige Wörter Kollokationen analysiert.

Wortliste

Aus dem gesamten Korpus der 70 Texte aus insgesamt drei Zeitschriften wurde mithilfe der Software AntConc eine Wortliste der Lexeme erstellt und ihrer Frequenz (Häufigkeit) nach sortiert. Diese Liste ist schon von funktionalen Wörtern und Zeichen (bspw. mathematischen Formeln) bereinigt und enthält jeweils die Stammform (Lemma) eines Wortes. Die häufigsten 20 Lexeme sind in Tabelle 3 sortiert nach absoluter Frequenz abgebildet.

Rang	Frequenz	Lexem	Rang	Frequenz	Lexem
1	1912	climate	11	619	scenario
2	1440	co2 (CO ₂)	12	602	cost
3	1360	carbon	13	601	time
4	1224	change	14	590	model
5	945	emission	15	578	impact
6	742	global	16	558	large
7	738	year	17	529	gas
8	726	increase	18	516	energy
9	681	forest	19	508	aerosol
10	650	ocean	20	508	geoengineering

Tabelle 3: Ausschnitt aus lexikometrischer Wortliste des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.

Als erstes fallen die Vokabeln aus dem Kontext des Klimawandels ins Auge, welche die ersten sechs Ränge belegen. Während „CO₂“, „carbon“ und „emission“ semantisch mit dem Ausstoß klimawirksamer Gase in Verbindung zu bringen sind, muss zur Erläuterung auf die anderen Lexeme „climate“, „change“ und „global“ vorgegriffen werden. In der Konkordanzliste und in den N-Grammen zeigt sich, dass diese vor allem als zusammengesetzte Wörter vorkommen: „climate change“, „global warming“ und „global climate“.

Während alle wichtigen Ergebnisse in der Auswertung Platz finden, soll kurz auf zwei weitere Auffälligkeiten hingewiesen werden. Die Mittel des GE, wie „aerosol“ und die Zielsysteme, wie „forest“ und „ocean“ kommen sehr häufig vor und „geoengineering“ selbst steht auf Platz 20. Das häufigste Wort mit klarem Politikbezug ist „policy“ auf Platz 38 mit einer Frequenz von 353, was 0,7 mal so viel ist wie „geoengineering“. Ein starkes Vorkommen des Wortfeldes um GE ist erwartungsgemäß. Ob die Nennungen von Politik im hier untersuchten Diskursausschnitt eine Besonderheit darstellen, kann nur vermutet werden: Es müsste ein Vergleichsdiskurs untersucht werden um festzustellen, wie häufig dort Begriffe aus dem Feld der Politik auftauchen. Zunächst erscheint es bemerkenswert, dass Politik in der Zeichenordnung einen nicht unwichtigen Platz hat, denn es handelt sich immerhin um einen naturwissenschaftlichen Diskursausschnitt, in dem ausschließlich das Sprechen der NaturwissenschaftlerInnen untersucht wird. NaturwissenschaftlerInnen äußern sich in diesem Diskursausschnitt nicht selten zu politischen Zusammenhängen.

N-Gramme

Zusammengesetzte Worte lassen sich lexikometrisch nur als sogenannte N-Gramme erfassen. In einer freien Suche (corpus based) wurden alle N-Gramme des Korpus mit einer Länge von zwei bis drei Einheiten aufgelistet. Die ersten 20 Treffer der bereinigten Liste zeigt Tabelle 4.⁴⁰

Rang	Frequenz	Lexem	Rang	Frequenz	Lexem
1	736	climate change	11	108	natural gas
2	199	fossil fuel	12	104	climate engineering
3	189	co2 sequestration	13	95	large scale
4	171	air capture	14	94	forest carbon
5	166	greenhouse gas	15	83	carbon storage
6	139	global warming	16	80	land use
7	121	co2 concentration	17	78	global climate
8	119	co2 emissions	18	71	radiative forcing
9	118	carbon dioxide	19	71	sea level
10	111	atmospheric co2	20	68	deep ocean

Tabelle 4: Ausschnitt aus lexikometrischer N-Gramme-Liste (Länge 2 bis 3) des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.

Wie schon angekündigt, ist das erste N-Gramm „climate change“. Dann folgt eine ähnliche semantische Zusammensetzung wie schon in der Wortliste. Das Wortfeld des Klimawandels ist führend, gefolgt von Begriffen, die mit GE oder, wie es auch hier auftaucht, „climate engineering“ in Verbindung zu bringen sind. Als der Politik zugehörig lassen sich erst Begriffe ab Rang 79 identifizieren. Es tauchen „policy makers“ (n=31) und „climate policy“ (n=22) auf.

Kollokationen

Gemeinsam auftretende Lexeme wurden als Kollokationen im Textkorpus gesucht, insofern ihr Auftreten „überzufällig“ war (Bubenhofer 2010), sie also verglichen zu anderen deutlich gehäuft auftraten. Wie in der Methode begründet, wurden Lexeme gesucht, die in einem Abstand von bis zu sieben Wörtern vor und hinter dem Suchbegriff stehen. Insgesamt wurden

⁴⁰ Das Programm AntConc unterscheidet etwas umständlich in Cluster und N-Gramme. Cluster sind zusammengesetzte Worte, die gezielt gesucht werden, also in einem corpus based-Verfahren. Einen anderen Begriff ebenfalls für ein Wort aus mehreren Worteinheiten oder Lexemen ist das N-Gramm, welches der Autor des Programmes L. Anthony als freie corpus driven-Methode der Suche versteht. Da in der Literatur der Begriff Cluster keine weitere Erwähnung findet, wird hier lediglich N-Gramm verwendet.

mehr als 20 Kollokationen untersucht, von denen aber nur wenige interpretativ verwertbar waren. Die kreuzweise Überprüfung der frequenziell und semantisch prominentesten Worte eines Wortfeldes erwies sich als fruchtbar. Es wurden die acht Worte aus Tabelle 5 mit jeweils jedem anderen Wort überprüft. Die statistische Betrachtungsweise einer Kollokation von zwei Wörtern ist umkehrbar. Die Kollokation von „policy“ mit „mitigation“ hat den gleichen statistischen MI-Wert und die gleiche Frequenz, wie „mitigation“ mit „policy“. Beispielhaft zeigt Tabelle 5 die Kollokationen zu den Lexemen, die mit „policy“ in einem Abstand von sieben Lexemen nach links und nach rechts stehen, sowie das statistische Verhältnis der Lexeme.⁴¹

Lexem	Mutual Information (MI)	Frequenz
<i>policy</i>	-	352
mitigation	4,03	10
research	3,89	17
climate	3,87	67
geoengineering	1,93	5
cost	0,92	5
co2	0,83	6
uncertainty	0,72	1

Tabelle 5: Ausschnitt der Kollokationen mit dem Lexem „policy“ des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.

Zur Interpretationshilfe dieser Tabelle wird ein Vergleichswert angegeben. Das Lexem „makers“ steht zu einem Drittel (n=28) seiner Frequenz (n=87) mit „policy“ zusammen als N-Gramm „policy makers“. Im Übrigen werden die EntscheidungsträgerInnen ebenso oft mit „decision makers“ (n=27) adressiert. Ansonsten hat das Lexem „makers“ keine nennenswerten Nachbarlexeme. Als feststehender Begriff der politischen EntscheidungsträgerInnen ist „policy makers“ mit einem hohen MI-Wert von 8,27 gekennzeichnet. Dieser Vergleich zeigt, dass der statistische Zusammenhang von „policy“ und „mitigation“ noch nicht an den eines zusammengesetzten Wortes herankommt, dennoch sehr deutlich ist.

Auch wenn „mitigation policy“ ebenfalls ein feststehender Begriff ist (im Korpus nur n=5), ist „mitigation“ als Wort jedoch selbstständiger und kommt auch als einzelnes Wort vor. Der MI-

⁴¹ Eine Suche in der Wortliste hat gezeigt, dass es keine nicht-politikverbundenen Wörter im Korpus gibt, die mit „poli“ beginnen; abgesehen von einem einzigen „police“.

Wert von über 4 ist deutlich „überzufällig“ und gibt einen Hinweis auf eine inhaltliche Verbindung von Politik und Mitigation. Welchen Charakter eine solche inhaltliche Verbindung hat, muss in der qualitativen Analyse genauer herausgestellt werden. Ein erster Eindruck kann hier schon mit Konkordanzen gewonnen werden.

„There is a disconnection between the very long-term scenarios that *mitigation* analysts present to *policy*-makers and increasingly ominous climatic symptoms which suggest that a threshold or tipping point for some kind of non-linear, possibly catastrophic climate event may be near“ (eigene Hervorhebungen, CC28⁴²).

Der Autor macht hier einen Gegensatz in der zeitlichen Orientierung von Mitigationsszenarien und klimatischen Symptomen auf, welche den PolitikerInnen jeweils nahe gebracht werden soll. Weiter betont der Autor, wie akut ihm die Klimakrise erscheint und was eine langsame Strategie der Mitigation gegenüber dem schnellen GE bedeutet. Das Beispiel zeigt, dass sehr wohl eine inhaltliche Beziehung zwischen zwei Lexemen angenommen werden kann, aber in der Interpretation der Richtung dieser Beziehung ist größte Vorsicht geboten. Der hier zitierte Autor möchte PolitikerInnen eben nicht Mitigation ans Herz legen, sondern im Gegenteil ihnen empfehlen, dies zugunsten von GE zu unterlassen.

Hier zeigt sich, dass Wörter der Politik am stärksten mit dem als zusammengesetztes Wort zu verstehenden „climate change“ verbunden sind; abgesehen von der Verbindung, die als N-Gramm „policy makers“ identifiziert werden konnte. Wesentlich schwächer im statistischen Wert und in der absoluten Frequenz tritt die Verbindung zu „geoengineering“ auf. Verhältnismäßig sicher lässt sich demnach sagen, dass in den selben Passagen häufig gleichzeitig über Politik und Klimawandel, aber nicht ebenso häufig zugleich über GE und Politik diskutiert wird.

Konzeptionierung zu Wortfeldern im Verlauf der Untersuchung

Während jedes dieser drei Schritte wurden einzelne Worte (als Lexeme oder N-Gramme) mithilfe von Konkordanzen im Kontext ihres Erscheinens untersucht. Dies half den unklaren Zusammenhang der einzelnen, nur ihrer Frequenz nach angezeigten Worte zu erhellen. Anfangend mit der Wortliste wurden Wörter, die ihrer Frequenz und ihrem semantischen Gehalt nach auffällig waren, in eine konzeptionelle Ordnung gebracht. Aus Lexemen und N-

42 Die Sigle bezieht sich auf die Texte des Textkorpus. Diese sind in der Bibliographie aufgeführt.

Gramme gleichermaßen wurden die jeweiligen Oberbegriffe gewählt und eine Struktur erstellt, von der hier das Wortfeld des GE beispielhaft in Tabelle 6 gezeigt wird.

Wortfeld	Σ	Begriff	Freq.	Begriff	Freq.	Begriff	Freq.
Geoengineering	1912						
→ GE-Begriffe	684	geoengineering	524	climate engineering	104	geo-engineering	56
→ Akteure	11	geoengineers	11				
→ GE-Technologien	1217	sequestration	360	aerosols	508	air capture	171
		iron fertilization	51	carbon storage	83	carbon managment	44

Tabelle 6: Wortfeld Geoengineering als Beispiel für eine Konzeptionierung der lexikometrischen Einzelanalysen. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.

Hier wurden weniger die reinen Häufigkeiten oder die statistischen Zusammenhänge zur Zusammenfassung in Wortfeldern benutzt, als vielmehr der semantische Füllgehalt der Wörter. Die semantische Zusammenfassung zu Wortfeldern ist inhaltlich durch das hier dargelegte Vorwissen zu begründen. So beschreiben mehrere Begriffe das gleiche Phänomen des GE, weshalb „climate engineering“ und „geo-engineering“ als Teil des Wortfeldes einbezogen wurden. Die einzelnen GE-Technologien machen den größten Teil des Wortfeldes aus, während für die Akteure nur ein einziges Wort mit geringer Häufigkeit klar identifiziert werden konnte. Jedoch wurde hier eine enge Definition gewählt, denn andere Akteure wurden weitaus häufiger genannt: „expert“ (n=502), „researchers“ (n=59) und „climate scientists“ (n=21). Allein „engineer“ war mit fünf Nennungen geringfügig vertreten, was darauf hindeutet, dass trotz der naheliegenden Vermutung Geoengineering kein dezidiertes Feld der IngenieurInnen ist. Diesen Befund stützt die in den Metadaten (siehe Kapitel 4.2) überprüfte Fachzugehörigkeit der AutorInnen, welche sehr oft die der Atmosphärenphysik oder der Ozeanographie ist.

Die Summe der Frequenzen der im Wortfeld zusammengefassten Wörter (Tabelle 6, Spalte 2) wurde nur als grobe Orientierung verwendet, denn die Zusammensetzung des Wortfeldes ist interpretationsabhängig und hat damit einen anderen Stellenwert als ein numerischer Wert suggeriert. Nur zum Vergleich der Größenordnung werden hier ein paar Frequenzsummen kurz genannt. Das größte Wortfeld ist das des Kohlenstoffs und seiner Verbindungen, allen voran der des CO₂, mit einer Gesamtfrequenz von 4730. An zweiter Stelle steht Klima/Klimawandel ($\Sigma=2797$). Das Wortfeld der Politik kommt mit 1315 knapp nach dem des GE. Knapp die Hälfte bis ein Zehntel dessen zählen die Felder Unsicherheit/Risiko ($\Sigma=547$)

und Bedrohung/Schaden ($\Sigma=146$). In der nun folgenden grafischen Darstellung (Abbildung 7 auf S. 62, Abbildung 8 auf S. 63) wurden diese Verhältnisse anschaulich gemacht.

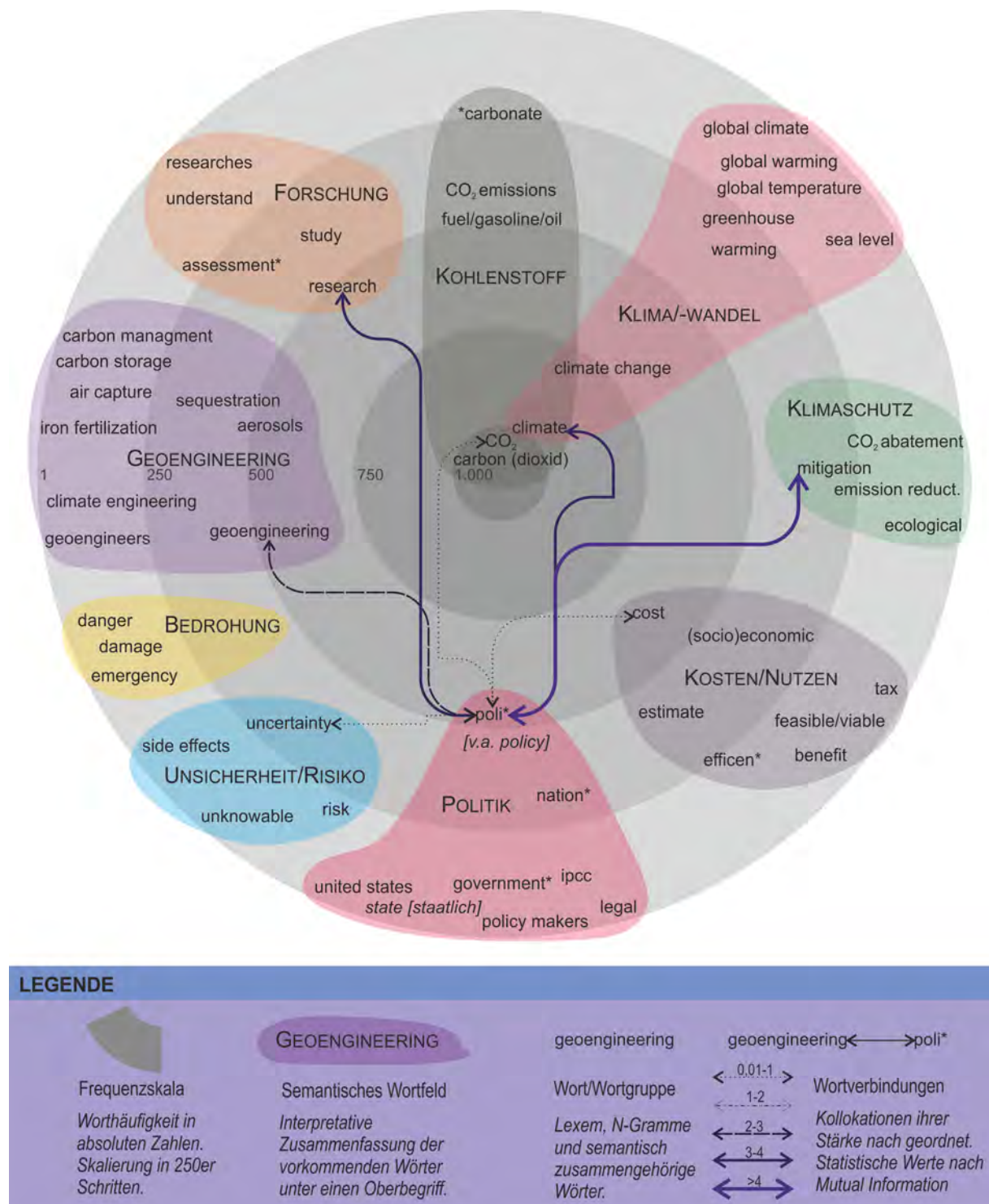
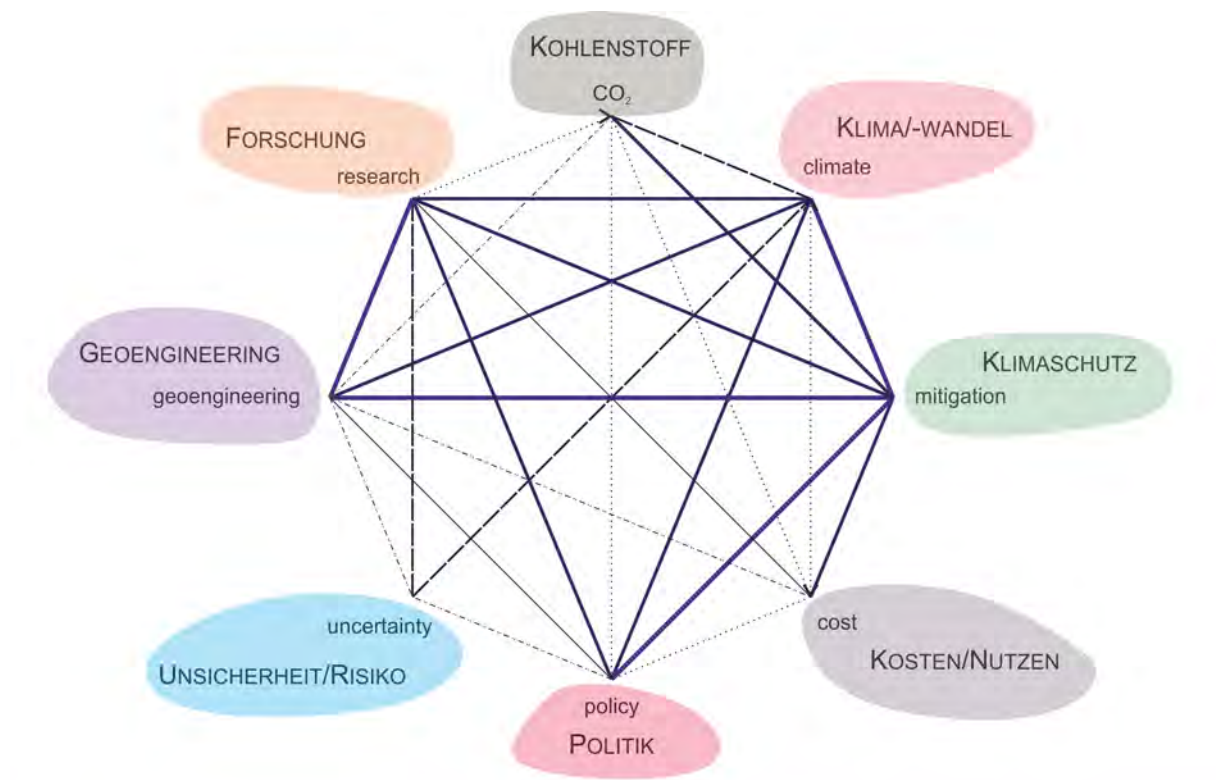


Abbildung 7: Frequenzen und Kollokationen der Wörter im ausgewählten Textkorpus des Geoengineering.
Quelle: Eigene Daten und Darstellung.



LEGENDE		
geoengineering	GEOENGINEERING	geoengineering ↔ policy
Wort	Semantisches Wortfeld	< 0,01-1 >
Lexem dessen	Interpretative	1-2
Kollokation	Zusammenfassung der	< 2-3 >
stellvertretend für das	vorkommenden Wörter	3-4
Wortfeld untersucht wird	unter einen Oberbegriff.	>4
		Wortverbindungen
		Kollokationen ihrer
		Stärke nach geordnet.
		Statistische Werte nach
		Mutual Information

Abbildung 8: Kollokationen zwischen wichtigen Wörtern der Wortfelder. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.

5.2 Ergebnisse und Diskussion zur diskursive Oberflächenstruktur

Grundlage für eine erste Verdichtung waren die Wortfelder, welche als Kondensation der Ergebnisse aus Wortliste, N-Gramm-Suche und Konkordanzen genutzt wurden. Diese wurden zur Übersicht in einem Schaubild radial angeordnet. Abbildung 7 (S. 62) zeigt die Wortfelder mit ihren zugehörigen Wörtern (als Lexeme, einzelne Wörter, oder N-Gramme, zusammengesetzte) auf einer kreisförmigen Skala der Wortfrequenz nach angeordnet. Damit orientiert sich die Darstellung an Dzudzek, Glasze, et al (2009). Die Wörter mit Frequenzen

über 1.000, was nur „CO₂“ und „carbon“ betrifft, stehen im Mittelpunkt. Nur wenige, oft die wichtigsten Wörter eines Wortfeldes, ragen in den Bereich der 500 oder sogar 750 hinein. Die meisten anderen Wörter finden sich auf den zwei äußeren Ringen der Skala, die in Schritten von 250 in absoluter Frequenz gestaffelt ist. Die neun wichtigsten Wortfelder konnten so der Nennungshäufigkeit ihrer enthaltenen Worte nach dargestellt werden.

Die Abbildung 7 zeigt zunächst die Frequenz der Wörter in ihrer Position zwischen Rand und Mittelpunkt. Die Anordnung zu Wortfeldern ist die Interpretationsleistung, die sowohl aus dem Vorwissen, als auch mithilfe von Konkordanzen gewonnen ist. Die Position der farblich hinterlegten Wortfelder auf der Kreisbahn, wie etwa die Nachbarschaft von Wortfeldern, ist demnach nicht durch Daten gestützt.

Weiterhin zeigen die Wortfelder eine bestimmte Schwerpunktsetzung des Diskurses an. Für die Relevanz des Klimawandels kann damit nicht nur die nominelle Häufigkeit von „climate change“ herangezogen werden, sondern auch weitere semantisch zugehörige Wörter wie „global warming“ und „sea level rise“. Welche Beziehung einzelne Wörter untereinander haben, kann statistisch erst durch Kollokationen angezeigt werden. Die Kollokationen finden nur vom Standpunkt des Wortes Politik Eingang in das Kreisdiagramm, weil die vielfachen Beziehungen zwischen allen Feldern diese Abbildung ansonsten überfrachten würden. Aufgezeichnet wurden die Verbindungen des Wortes „policy“, wie sie auch schon in Tabelle 5 zu sehen sind. Die Abbildung 8 zeigt hingegen alle Kollokationen zwischen den wichtigsten Wörtern der Wortfelder. Ein Durchgang der Wortfelder und Kollokationen soll die Deutungen der Befunde liefern.

Die beiden Wortfelder mit den höchstfrequentierten Wörtern sind die von *Kohlenstoff* und *Klima* bzw. *Klimawandel*. Konkordanzen und Kollokationen (MI von „CO₂“ und „climate“=2,11) zeigen einen starken Zusammenhang der Wortfelder. Bei aller Unsicherheit, die der Diskurs des Klimawandels vermittelt, wird hauptsächlich CO₂ für einen stärker werdenden Treibhauseffekt und damit für die Erderwärmung verantwortlich gemacht. Die zu Anfang vorgestellte wissenschaftliche Definition von GE schließt genau dieses ein. Dennoch ist der „technological fix“ (Keith 2000) im Klimasystem nicht die einzige Motivation hinter GE. In der thematischen Literatur werden immer wieder technikbegeisterte und wirtschaftliche Akteure genannt, bei denen der Klimawandel nicht im Fokus des Interesses steht (vgl. Sardemann 2010: 14). Wie in der thematischen Einführung besprochen (siehe

Kapitel 2.4), leugnen einige Öl- und Kohlekonzerne den Klimawandel, investieren aber dennoch gleichzeitig Geld in Forschung zum GE (vgl. Kraemer 2010: 71). Ihre Hoffnung ist, mit GE-Technologien (vor allem CDR) am CO₂-Markt Profit zu machen (Victor/Morgan/et al 2009: 72). Zwar beziehen sich einige der entsprechenden Konzerne in ihren Handlungen auf das diskursive Phänomen anthropogener Klimawandel, das sie selbst ablehnen, aber in ihren diskursiven Aussagen werden sie es nicht tun. Vieles spricht dafür, dass der wirtschaftliche und der militärische Diskurs über GE sich deutlich vom wissenschaftlichen Diskurs unterscheidet.

Im wissenschaftlichen Diskurs selbst scheint der Klimawandel („climate change“ ist mit n=731 hoch frequentiert) wichtiger Bezugspunkt für das GE zu sein. Hinzu kommt, dass das Wortfeld des *Klimaschutzes* deutlich hervortritt. Auch das wäre nicht notwendig, wenn die NaturwissenschaftlerInnen sich lediglich auf die Technologien des GE konzentrierten. In der qualitativen Untersuchung wird zu prüfen sein, welchen Stellenwert der Klimaschutz im Diskurs hat und ob er der eigentliche klimapolitische Plan A der NaturwissenschaftlerInnen ist, während nach Crutzens Aufsatz (2006) GE nur als Plan B dienen soll.

Für die Fragestellung dieser Arbeit ist besonders das *Feld des Politischen* hervorzuheben. Wörter, die mit „poli“ beginnen, meistens „policy“, „policies“ oder „politically“, treten häufig (n=555) auf. Einige staatliche oder politisch-internationale Begriffe werden ebenso genannt. Die Akteure des Politischen werden als „policy makers“ oder „decision makers“ angesprochen. Häufiger jedoch als die Akteure wird Politik allgemein verwendet oder in Verbindungen wie „climate policy“ genannt. Die Kollokationen, wie sie in beiden Schaubildern auf Grundlage derselben Daten eingezeichnet sind, zeigen den stärksten Bezug (MI=4,03) zu Mitigation, die beiden zweitstärksten zu Klima (MI=3,87) und Forschung (MI=3,89). Aus diesen Makrostrukturen des Korpus lässt sich zumindest schließen, dass Klima und Klimaschutz vor allem der Politik zugeordnet sind. Zwar wäre es möglich, dass die statistisch ermittelten Aussageverhältnisse zu Klima und Forschung jeweils negiert werden und gesagt wird, dass sie *nicht* in den Aufgabenbereich der Politik fallen, aber das Vorwissen und die Konkordanzen weisen in die entgegengesetzte Richtung. Mitigation ist eine Aufgabe der Politik. Hingegen scheint GE (MI=1,93) nicht in gleicher Weise mit Politik verbunden zu sein. Diese deutliche Schwerpunktsetzung bleibt anhand inhaltlicher Aussagen zu überprüfen.

Als themengebendes Wortfeld ist Geoengineering auch stark durch die verschiedenen Technologien vertreten. Darunter fallen SRM-Technologien wie Stratosphären-Aerosole („aerosols“) und mehrere CDR-Technologien („sequestration“, „iron fertilization“, „air capture“), die sich vor allem auf das CO₂ beziehen, sowie weitere, dem technischen Wortfeld zugehörigen Begriffe. Dass GE noch keine eigene Akteursklasse generiert hat, wurde weiter oben bereits erwähnt, ebenso wie die Alternativbegriffe zu GE. Die starken lexikalischen Verbindungen von „geoengineering“ sind für das thematisch ausschlaggebende semantische Feld leicht erklärbar, wenngleich sich starke Unterschiede zeigen. Die Begriffe „cost“, „CO₂“, „policy“ und „uncertainty“ treten weitaus seltener zusammen mit „geoengineering“ auf, als es „climate“, „mitigation“ und „research“ tun. Somit geben eben diese Vermutungen zumindest einen Hinweis darauf, dass GE als alternative klimapolitische Option zu Mitigation und als wissenschaftliche Antwort auf den Klimawandel konstruiert wird.

Das Wortfeld von Kosten und Nutzen beinhaltet zumeist ökonomische Begriffe. Doch es zeigte sich, dass „cost[s]“ auch als Energiekosten gemeint sein können, jedoch traten diese Bedeutungen geringer auf. Oft traten Überlegungen zu ökonomischer Rentabilität, Energieeffizienz und weiteren Kosten-Nutzen-Rechnungen gemeinsam auf.⁴³ In der Abbildung 8 ist deutlich zu sehen, dass es einen wesentlich stärkeren statistischen Zusammenhang zwischen Kosten und Mitigation als zwischen Kosten und GE gibt. Offensichtlich wird die Kostenbelastung der Mitigation betont, während GE als eigentliches Thema des Diskurses nur in geringerem Maße mit Kosten in Verbindung steht. Es muss aber eingeräumt werden, dass hier noch nicht klar ist, wie die Kosten jeweils berechnet wurden und wie Mitigation im Vergleich zu GE abschneidet.

Ein erwartungsgemäß starkes Wortfeld ist das der Forschung. Ursache dafür ist, dass die eigene Forschung benannt wird, aber auch von Forschungspolitik gesprochen wird. Auffällig sind die starken Kollokationen zu Klima, Klimaschutz, GE und Politik. Noch ist unklar, in welcher Art und Weise von Forschung gesprochen wird, was im Folgenden weiter zu überprüfen sein wird.

43 „There does not appear to be an inherent physical barrier to designing *cost* and *energy*-efficient systems for adding alkalinity to the oceans [...]“ (eigene Hervorhebungen, CC32). – „The table separates the studies into four general categories, including global *cost estimates*, sub-global *regional estimates*, national or *sub-national estimates* for the United States, and other national or *sub-national estimates*“ (eigene Hervorhebungen, CC13).

Für die diskursanalytische Perspektive ist es wichtig, den Bereich des Sagbaren zu identifizieren. Dazu ist wichtig herauszufinden, was gerade nicht gesagt wird. In den Ergebnissen und damit in der Abbildung fehlt die dritte klimapolitische Option. Adaption („adaptation“) kommt wesentlich seltener vor (n=111) als GE und Mitigation und bezieht sich (laut Konkordanzen und Kollokationen) meist auf die beiden anderen. Adaption steht meistens für sich und bildet kein eigenes Wortfeld. Hier bleibt die Frage offen, welchen Stellenwert die menschliche Anpassung an Klimaschäden wirklich hat. Es bleibt weiterhin zu überprüfen, ob Adaption nur als Plan C rangiert, wie zuvor vermutet.

5.3 Zusammenfassung

Die explorative Anwendung der lexikometrischen Korpusanalyse hat sich als fruchtbar erwiesen, wenn auch mit nicht zu vernachlässigender Unsicherheit in der inhaltlichen Ausrichtung der Ergebnisse. Das Auftreten bestimmter Wörter und die ermittelten Wortfelder sowie deren lexikalische Verbindungen konnten statistisch belegt werden, jedoch mit welchen Deutungsmustern die DiskursteilnehmerInnen die Politik und das GE verbinden, muss erst noch gezeigt werden. Im Folgenden werden zentrale Befunde und noch zu klärende Fragen genannt.

- *Politik* ist ein wichtiger Teilbereich des GE-Diskurses, wie er hier im Textkorpus repräsentiert wird. Mitigation, Klima und Forschung sind der Politik nahestehende Konzepte. GE ist jedoch weniger mit Politik verbunden als die drei genannten Felder. Die gemessenen Werte legen nahe, dass gerade Mitigation stärker mit Politik verbunden ist und vielleicht eher eine Aufgabe und Herausforderung von Politik ist, als das GE.
- *Geoengineering* selbst ist nicht das größte Wortfeld, obwohl es die thematische Grundlage dieses Diskurses bietet. Mehr und höher frequentierte Begriffe kommen in den Wortfeldern von Klima/-wandel und Kohlenstoff vor. Aus den Definitionen von GE ist bekannt, dass es als eine technische Lösung, ein „technological fix“ (Keith 2000) gesehen wird. Die Ergebnisse legen ebenfalls nahe, dass im Diskurs ein starker Fokus auf der *technischen* Bearbeitung des Klimawandels liegt.
- Das Wortfeld der *Unsicherheiten* ist lexikalisch stärker hervorgehoben als das der Risiken und stärker mit dem Klimawandel verbunden als mit GE. Wenn der

Klimawandel durch GE bearbeitet werden soll, dann bleibt offen, wie trotz der festgestellten Betonung von Unsicherheit überhaupt vom Klimawandel ausgegangen werden kann. Zwar werden Risiken und Unsicherheit deutlich genannt, doch scheint es sich hier nicht um einen vornehmlichen Risikodiskurs des GE zu handeln.

- Es ist nicht ersichtlich, ob die lexikalische Verbindung von *CO₂* und *Klimawandel* durch die genannte Unsicherheit vermittelt ist, doch tritt sie sehr deutlich hervor. Auch stark vertretene Worte wie „fossil fuel“ und „CO₂-emissions“ deuten darauf hin, dass im Diskurs eine Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen anthropogenen CO₂-Emissionen und einer globalen Erwärmung zu finden ist.
- Während *GE* und *Mitigation* zwei klimapolitische Optionen sind, die Wortfelder bilden und Kollokationen eingehen, ist die menschliche Anpassung an Klimaphänomene (*Adaption*) deutlich unterrepräsentiert. *Adaption* steht bei der Aufmerksamkeit im Diskurs nicht auf gleicher Stufe wie *GE* und *Mitigation*.
- *Kosten* und weitere ökonomische Begriffe bilden ein wichtiges Wortfeld. Die stärkere Verbindung zu *Mitigation* und die schwächere zu *GE* tritt deutlich hervor. Hier scheinen anhand von Kosten-Nutzen-Rechnungen die klimapolitischen Optionen verglichen zu werden. Für einen Vergleich spricht auch die starke Verbindung von *Mitigation* und *GE* selbst.

Folgende Fragen sind in der Wissenssoziologischen Diskursanalyse noch zu klären:

- Wie wird Politik von NaturwissenschaftlerInnen in diesem Kontext inhaltlich bewertet? Wird der Politik als Akteur ein bestimmter Aufgabenbereich, wie etwa der *Mitigation* zugeordnet?
- Wie wird *GE* als klimapolitische Option – die technisch noch nicht entwickelt ist – diskursiv konstruiert? Lässt sich die offen genannte Deutungshypothese des *GE* als Plan B aufrechterhalten oder hat die Technologie schon einen anderen Stellenwert erlangt?
- Gibt es eine *story line*, die CO₂-Emissionen als Ursache für den Klimawandel und die politische Herausforderung der *Mitigation* mit der technischen Lösungsmöglichkeit des *GE* in Verbindung bringt?

6 Wissenssoziologische Diskursanalyse

6.1 Durchführung

In diesem Kapitel werden zunächst einige Besonderheiten benannt, die während der Durchführung auffielen, aber nicht zu den Ergebnissen gehören.

Den Empfehlungen der Grounded Theory folgend wurde die qualitative Analyse des Textkorpus des GE offen angegangen. Ergebnisse aus der lexikometrischen Untersuchung wurden erst in einer späteren Phase berücksichtigt, damit beim offenen Codieren möglichst breit gestreute Ergebnisse erzielt werden konnten. In einer Detailanalyse wurden die Texte gelesen und entsprechende Textstellen mit Codes versehen. Anschließend wurden Codes zu Gruppen zusammengefasst, die den Wortgruppen aus der Lexikometrie ähneln (siehe Abbildung 7).

Während der Lektüre der Texte wurden die Unterschiede der Textsorten deutlich. Die Journal Artikel lasen sich nicht nur technischer als Kommentare und Nachrichtenartikel, sondern waren auch weniger ergiebig für die Codierung,⁴⁴ da die naturwissenschaftlichen Journal Artikel viele Tabellen, Grafiken, Diagramme und Formeln enthalten, die für einen Gesellschaftswissenschaftler nicht zu bewerten sind. Zwar wäre es interessant gewesen, Skalierungen, Eingrenzungen und Berechnungsgrundlagen auf ihre möglicherweise normativen Implikationen und diskursiven Vorannahmen zu überprüfen, doch fehlt dem Autor dieser Zeilen dazu schlicht das Fachwissen. Für die Bewertung rein naturwissenschaftlicher Aussagen ist man auf die Kommentare und Kritiken der NaturwissenschaftlerInnen selbst angewiesen.

Der oben genannte Umstand ist auch darauf zurückzuführen, dass NaturwissenschaftlerInnen in den wissenschaftlichen Journal Artikeln sehr zurückhaltend mit wertenden oder überhaupt allgemeinen Aussagen umgehen. Im Gegensatz dazu sind Kommentare erwartungsgemäß von einem offenen Diskussionsstil geprägt. Die Nachrichtenartikel hingegen arbeiten mit vielen Zitaten, die sehr direkte Einschätzungen der NaturwissenschaftlerInnen enthalten.

⁴⁴ Insgesamt wurden 829 Textstellen in 70 Texten codiert, wobei viele Textstellen mehrfach codiert wurden. Kommentare hatten mit durchschnittlich 19,6 Codes pro Artikel die größte Codedichte; Nachrichtenartikel hatten 10,3 Codes/Seite, Journal Artikel nur 8,2. Die Textlänge schwankt zwischen ½ Seite und 20 Seiten. Letzteres waren meistens Journal Artikel mit Platz füllender Darstellung von Forschungsergebnissen und Zahlen.

6.2 Ergebnisse und Diskussion politischer Implikationen im GE-Diskurs

In den folgenden vier Unterkapiteln werden die Ergebnisse der WDA vorgestellt und gedeutet. Das erste Kapitel (6.2.1) verknüpft die wissenssoziologische Herangehensweise der Klassifikationen mit dem Risikobegriff. Hier sollen die Klassifikationen von GE selbst und weiteren GE-Begriffen dargestellt und auf ihre Implikationen für eine Risikoanalyse untersucht werden.

Das folgende Kapitel (6.2.2) untersucht, welchen Einfluss die Existenz der Option GE auf die Kommunikation des Klimawandels als unsichere Erscheinung hat. Die im Diskurs verarbeitete Unsicherheit hat Einfluss auf politisches Entscheiden, was untersucht werden wird. Insgesamt wird eine Phänomenstruktur des Klimawandels rekonstruiert.

Das Kapitel 6.2.3 schaut auf die Deutungsmuster der drei klimapolitischen Optionen. Insbesondere die Deutung von Akteuren rückt hier ins Licht der Betrachtung.

Das letzte Kapitel der Diskursanalyse (6.2.4) interpretiert den diskursiven Verlauf als Erzählung und rekonstruiert eine *story line*. Dabei werden die Rollen der Akteure im dramaturgischen Verlauf geordnet, insbesondere die Rolle der Politik.

6.2.1 Klassifikationen mit Risiko

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Diskursanalyse deuten darauf hin, dass Geoengineering sich aktuell in einem Klassifizierungsprozess befindet. Hiermit ist jedoch nicht gemeint, dass um die vermeintlich passendere Worthölse „Climate Engineering“ gegen „Geoengineering“ gekämpft wird (siehe Diskussion zur Definition von GE im Kapitel 2 und zu Begriffshäufigkeiten in Kapitel 5.2). Vielmehr vermitteln Klassifikationen eine wichtige Strukturierungsleistung für den Diskurs, wenn sie bestimmte Phänomene einer Kategorie zuordnen und andere ausschließen (vgl. Keller 2008: 246f).

Im GE-Diskurs ist eine wichtige Klassifikation der Technologien, die Unterscheidung von Sonneneinstrahlungs-Management (SRM) und Kohlenstoff-Sequestrierung (CDR). Die Kategorien SRM und CDR, welche jeweils eine eigene Gruppe von Technologien bezeichnen, werden im Diskurs einseitig klassifiziert. Anhand der Wellenlänge des Sonnenlichtes werden beide Technologiebündel unterschieden. SRM-Technologien sollen kurzwelliges Licht reflektieren helfen, bevor dieses die Erde aufheizt und CDR-Technologien versprechen, dem

im Treibhauseffekt wirksamen langwelligen Licht einen Teil seiner Angriffsfläche zu nehmen, wenn das Treibhausgas CO₂ aus der Atmosphäre entfernt wird (vgl. Feichter/Leisner 2009: 82). Dieser Unterteilung soll keineswegs ihre Berechtigung abgesprochen werden. Doch wären auch andere Klassifikationen möglich, wie etwa nach dem Anwendungsort, ob am Boden, in der Luft, auf dem Wasser, oder aber anhand der Wirkungsdauer. Diese Gruppierung von Technologien wird dann folgenreich, wenn eine Bewertung der Gruppen und vor allem eine Risikoeinschätzungen damit verbunden ist.

Eine Bewertung von CDR als „slow and expensive ,but gets the carbon out“ (N26) fasst sehr unterschiedliche Technologien, wie Eisendüngung der Ozeane, Aufforstung und Air Capture, unter eine Kategorie zusammen. SRM hingegen wird als das Gegenteil definiert: „cheap, fast and imperfect“ (N31). Dieser Klassifikationsversuch übersieht, dass die SRM-Methode Bodenalbedo sehr teuer und langsam sein kann, während Eisendüngung als CDR-Methode immer noch kostengünstiger ist als die Spiegel im Orbit zwischen Erde und Sonne (siehe Kapitel 2.3).

Die Unterscheidung von CDR und SRM wird auf Grundlage von Atmosphärenphysik gemacht. Entweder soll der Treibhauseffekt beeinflusst werden (CDR) oder das einfallende, kurzwellige Sonnenlicht soll reflektiert werden (SRM). Die Unterscheidung ist damit eher technisch-funktional, wird aber auch auf andere Weise benutzt, wie gleich gezeigt wird.

Potenziell gefährlich wird die unbedachte Verwendung einer solchen Klassifikation, wenn politisch entschieden wird, generell CDR oder SRM zum Einsatz zu bringen, ohne einzelne technische Szenarien auf ihre genuin technischen, politischen und sozialen Risiken zu prüfen. Eine anhand zu allgemeiner oder zu eng gefasster Klassifikationen gemachte Ablehnung von einzelnen GE-Szenarien könnte nützliche Optionen verbauen; im umgekehrten Fall könnte eine zu optimistische Einschätzung anhand einer ungenauen Klassifikation besondere, nicht berücksichtigte Risiken befördern. Dennoch gehen viele GE-ForscherInnen von der Notwendigkeit einer intensiven Risikobewertung aus bevor es zur Anwendung kommen könnte (N31, S38).

Das Risiko einer Nutzung von GE als Waffe wird nur wenig diskutiert. Hier die zwei einzigen Textstellen aus dem Korpus:

„Weather modification could be used as a weapon, thus violating the 1977 U.N. Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques“ (S29).

„We went on to argue that some people could even consider use of climate modification as an overt or clandestine weapon against economic or political rivals, and that prospect might require the need for an international treaty“ (CC02).

Während Alan Robock (S29) sehr genau von Wettermodifikation spricht, geht es bei Schneider (CC02) um „climate modification“ im Allgemeinen. Wieder ist eine so allgemeine Klassifikation von GE mit einigen unpassenden Zuordnungen verbunden, weil GE generell kaum waffentauglich ist, wenn man sich Szenarien wie etwa Aufforstung darunter vorstellt. Dennoch wären Aerosole in der Stratosphäre möglicherweise insofern intentional zu benutzen, dass die befürchteten regionalen Effekte auf bestimmte Länder fallen, wie Dürren und Ernteausfälle. Zu erwartende regionale Nebeneffekte bestimmter GE-Technologien würden billigend in Kauf genommen oder gewünscht.

Wird GE als *catch all phrase* für verschiedene, komplexe Szenarien verwendet, dann kann dies eine Risikobewertung und ein politisches Risikomanagement erschweren.⁴⁵ Gesellschaftliche Reaktionen, für die ein Risikomanagement offen sein muss (vgl. Renn/Schweizer/et al 2006: 13), wären je nach entsprechendem GE-Szenario sehr unterschiedlich und würden sich je nach Akteursgruppe unterscheiden. Die Einschätzung von ExpertInnen in einem Delphi-Verfahren ergab, dass die Aufforstung von Umweltverbänden als wenig kritisch bis positiv beurteilt werde (zumindest bis Langzeitfolgen bekannt sind), aber die Einbringung von Stratosphären-Aerosolen – als Schreckensbild „Schwefelsäure in der Atmosphäre“, das den Anschluss an den Diskurs des sauren Regens bietet – möglicherweise Proteste auslösen würde (vgl. Delphi-Bericht 2011).⁴⁶

Risiken des GE werden im Diskurs intensiv diskutiert. Dabei gehen nur wenige von explizit geringen und in ihren Folgen beherrschbaren Risiken aus (N14, N21, S23), während viele mittlere und große Risiken feststellen (s. u.). Um von der Risikowahrnehmung abzulenken, werden positive Nebeneffekte angeführt (CC18), oder es wird darauf hingewiesen, dass bestimmte Risiken auch durch normale Umweltverschmutzung entstehen (ebd.). Dennoch wird auch zugestanden, dass neben den bekannten möglicherweise auch unbekannte Risiken existieren (N32).

Meistens⁴⁷ werden die GE-Risiken als nicht zu vernachlässigen oder sogar als schwerwiegend charakterisiert. Der veränderte Niederschlag und die Ausweitung des Ozonlochs werden

45 Diesen Gedanken äußerte auch Ortwin Renn auf dem Experten-Delphi zu GE in Stuttgart im Februar 2011.

46 Ich habe selbst als Experte an diesem von Ortwin Renn organisierten Delphi teilgenommen.

47 Mehr als ¾ der Codes zur Risikoeinschätzung waren zu den Kategorien *oder* als mittlere und vor allem starke Risiken vergeben worden.

speziell für Aerosole in der Stratosphäre diskutiert sowie allgemein „harmful side effects“ (CC14, CC18, CC19, N06, N24, N26, S30, S47). Als schwerwiegende Risiken werden Monsunregen und Dürren bezeichnet (v. A. durch Aerosole), die Hungerkatastrophen auslösen könnten, sowie Störung des Ozeansystems und der Biodiversität (Eisendüngung) (N39, S29, S30, S38, S48). Auch der Kritiker Alan Robock sieht große Risiken:

„However, until these discrepancies [verschiedener Klimamodelle, N.M.] are fully resolved, models cannot reliably predict how short-wave engineering can target precipitation and temperature simultaneously, implying that very large risks are associated with any such geoengineering scheme“ (S38).

Doch selbst Robock hält Forschung an GE für den äußersten Klimanotfall für sinnvoll. Nur die ForscherInnen Victor Brovkin, Vladimir Petoukhov u.a. kommen als einzige zu dem Schluss, dass die sehr hohen Risiken eine grundsätzliche Ablehnung von Forschung an GE rechtfertigen.

„In summary, we have found that climate change mitigation using stratospheric aerosol emissions is associated with high risks which will persist for centuries and even millennia. Therefore, this geoengineering option cannot be seen as a solution to the problem of human-made climate change. Assessment of this option and its consideration as a sort of emergency brake in case climate change becomes too dangerous must not distract the scientific mainstream from searching for sustainable approaches to diminishing economic dependence on fossil fuels“ (CC33).

GE-Methoden werden von GE-ForscherInnen als machbar beschrieben, ohne dass das unsichere und hohe Risikopotenzial dieser Bewertung die Machbarkeit selbst einschränkt. Die Klassifikation von GE-Technologien als Risikotechnologien impliziert eine potenzielle Ausführbarkeit eben dieser. „Der Begriff des Risikos setzt Entscheidungen und Optionen voraus. Je mehr Entscheidungen (bzw. Optionen), desto mehr Risiken“ (Beck 1998: 263).

Oft wird so gesprochen als könnte durch GE bereits ein gezielter Effekt hervorgebracht werden: „Warming due to anthropogenic greenhouse gases *can* be countered by deploying systems in the stratosphere“ (eigene Hervorhebung, N07, vgl. auch S15). Nur hätten diese Anwendungen bestimmte Risiken, so der Autor des Zitates. Die Risikodiskussion befördert die Wahrnehmung von GE als wählbare Option, welche möglicherweise mit Schäden verbunden ist, die aber nicht notwendigerweise eintreffen müssen.

Wenn GE als Risikotechnologien klassifiziert werden, dann hat diese Klassifikation eine performative Kraft (vgl. Keller 2008: 247). Auf der Handlungsebene wird die Risikotechnologie zum entscheidbaren Politikum. Da tatsächlich eintretende Ereignisse und

Schäden heute nicht geklärt sind, muss notgedrungen entschieden werden. Niklas Luhmann charakterisiert den durch Kontingenz (sogar ein „hochstufiges Kontingenzarrangement“) aufgenötigten Entscheidungsdruck wie folgt: „Einmal aufgelöst in zeitliche und soziale Differenzierungen, gibt es keine Rückkehr zur Unschuld des Weltwissens. Die Tür zum Paradies bleibt versiegelt. Durch das Wort Risiko“ (Luhmann 1991: 26).

Hinzu kommt das „Anwachsen kausaler Komplexität“ (ebd.: 101) bei Hochtechnologien. GE lässt sich nicht nach einem einfachen Zweck-Mittel-Schema kontrollieren. Ob überhaupt messbare Effekte eintreten, ist hochgradig unsicher, ganz zu schweigen von intendierten Veränderungen. Würde die Anwendung oder Nicht-Anwendung von GE als Risikokalkulation der einfachen Art verstanden, dann käme das einer zu einfachen Abwägung nahe, wie etwa der Entscheidung, ob man bei einer angesagten Regenwahrscheinlichkeit von 65 % vor die Tür geht.

Noch vertrackter wird die Lage, wenn Risiken gegen andere Risiken abgewogen werden: „We think that the risks of not doing research outweigh the risks of doing it“ (N31). Zur Erläuterung ist zu sagen, dass mit der Forschung deshalb Risiken verbunden werden, weil großskalige Experimente in der Atmosphäre oder im offenen Meer ähnliche Effekte und Nebenfolgen haben können, wie die eigentliche Anwendung selbst (vgl. Grunwald 2010: 38).

„Der Risikobegriff konstituiert nämlich weitgehend eine *prinzipielle Vergleichbarkeit* von Risiken; er ist damit zugleich eine Quelle für ‚falsche‘ Vergleiche mit vielfältig problematischen Bedeutungseffekten. Diesen Umstand gilt es zu reflektieren, da er schon selbst einen Ort diskursiver Politik bezeichnet“ (Barben/Dierkes 1990: 424).

Trotz einer gewissen Plausibilität einer Risiko-Risiko-Abwägung bleibt die Wahl zwischen dem einen oder dem anderen Risiko eine politische Entscheidung. Der Vergleich von möglicherweise als stärker wahrgenommenen Klimarisiken mit schwächeren GE-Risiken (vgl. Scheer/Renn 2010: 28f) bleibt unschlüssig, weil sich beide nicht auf ein allgemeines Maß reduzieren lassen. Das Risiko, mit eingebrachten Schwefelaerosolen in der Stratosphäre das Blau des Himmels, welches als Naturschönheit nicht quantifizierbar ist, möglicherweise zu zerstören, ist mit dem Risiko eines steigenden Meeresspiegels grundsätzlich unvergleichbar.

Bei aller Kritik an problematischen Klassifikationsversuchen sollen dennoch einige Gemeinsamkeiten verschiedener GE-Methoden im Bezug auf Risiken festgehalten werden – mit der Einschränkung, dass in den untersuchten Texten nicht alle denkmöglichen Risiken

enthalten sind, sondern eben nur diese, die untersucht wurden. Wenn GE überhaupt möglich ist und wenn feststellbare Effekte vorhanden sein werden, dann wird es Risiken geben, die für nahezu alle Technologien und Anwendungsszenarien gelten. Der Versuch der Klimamanipulation birgt immer das Risiko, dass die Erdmitteltemperatur unter- oder überreguliert wird – vorausgesetzt, es gibt eine internationale Einigung über eine gewünschte Temperatur (vgl. Robock 2008: 17, Robock/Marquardt/et al 2009). Unterschiedliche regionale Interessen würden es schwer machen, sich auf eine mittlere Temperatur festzulegen, denn das größtenteils von Eis bedeckte Grönland würde es möglicherweise eine höhere Temperatur bevorzugen, als das vom steigenden Meeresspiegel bedrohte Grenada. Auch gibt es viele soziale und politische Risiken, oder allgemeiner: Probleme, die im naturwissenschaftlichen Diskurs selten zur Sprache kommen. Eine legitime Entscheidung könnte eigentlich nur die UN-Generalversammlung treffen (Kraemer 2010: 72). Der Versuch einer Durchführung oder schon der Forschung könnte zu internationalen Konflikten führen, weil regional unterschiedliche Effekte befürchtet werden oder andere Interessen und Wertvorstellungen vorherrschen (vgl. Victor/Morgan/et al 2009: 70ff). Bei einer Durchsetzung müsste es über längere Zeit internationale Stabilität geben (CC02), weil Kriege oder endende Kooperationen die Anwendung von GE stoppen könnten, Kühlungseffekte verschwinden und dann eine schnelle Erwärmung befürchtet wird (vgl. Robock 2008: 17, Grunwald 2010: 38, CC22, CC34, N22, S29).

Die Aufzählung der Risiken des GE in diesem Kapitel ist deshalb nicht vollständig, weil sie sich vornehmlich aus der Textgrundlage des Diskursausschnittes selbst speist.⁴⁸ Zuletzt wurden zum Vergleich andere Überlegungen zu GE-Risiken auch aus gesellschaftswissenschaftlichen Publikationen zitiert. Ein Vergleich zwischen den naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Risikoklassifikationen im GE-Diskurs wäre ein interessantes Unterfangen, ist aber hier nicht intendiert.

Nachdem Klassifikationen des GE anhand der Risikokategorie untersucht wurden, soll nun ein größerer Rahmen des Diskurses aufgezeigt werden. Die Phänomenstruktur des Klimawandels als unsicheres Problem mit unsicheren Folgen und ebenfalls, mindestens zum Teil unsicheren Lösungsstrategien wird im Folgenden rekonstruiert und diskutiert.

⁴⁸ Mit dem Anspruch eine nahezu vollständige Kartierung stellt die Studie von Betz und Cacean (2011) die möglichen Argumente zu einer Diskussion um GE zusammen, ohne dabei deren tatsächliches Vorhandensein im Diskurs zu aufzeigen zu wollen.

6.2.2 Phänomenstruktur eines unsicheren, globalen Problems

In diesem Kapitel soll zum einen gezeigt werden, dass Unsicherheit im komplexen Klimasystem eine entscheidende regulative Kategorie ist, die aber durch die – zumindest diskursive – Existenz des GE in ihrer Wirkung relativiert wird. Bezugsgröße des GE ist der Klimawandel selbst. Er lässt sich wissenschaftlich nur unsicher bestimmen, muss aber als verhältnismäßig sicher angesehen werden, wenn GE sich als Lösung des Klimaproblems darstellt. Zum anderen sollen die Folgen für politisches Entscheiden unter Unsicherheit herausgestellt werden, die Entscheidungen über GE betreffen.

Eine Möglichkeit zur logischen Strukturierung des Untersuchungsgegenstandes bietet Reiner Keller mit der Phänomenstruktur als weiteres Konzept der WDA an. Wird mithilfe der Phänomenstruktur eine logische Gliederung des Diskurses herausgestellt, dann ist diese Keller zufolge nicht als Faktum zu verstehen, sondern als diskursiv hervorgebrachte Ordnung (vgl. Keller 2008: 125f). Diese Darstellung ist auf die handlungslogische Phänomenstruktur des Klimawandels im GE-Diskurs bezogen. Als Dimension, die alle Stufen und Vorstufen bis zur Entscheidung über klimapolitische Optionen einschließt, wurde hier die Unsicherheit gewählt. Unsicherheit zieht sich durch die Ursachen und Folgen des Klimawandels (für den allgemeinen Klimadiskurs vgl. Viehöver 2003: 283ff), während insbesondere die Option des GE mit großen Unsicherheiten belastet ist.

Unsicherheit wird hier verstanden als Nicht-Wissen und Unklarheit über Ursachen und Folgen auftretender Phänomene (wie dem Klimawandel), aber auch intendierter Handlungen (wie Mitigation, GE und Adaption) (vgl. Luhmann 1991, Luhmann 1992, Beck 1998, Hillerbrand 2009). Sowohl für wissenschaftliche Erkenntnisse als auch für politisches Entscheiden hat Unsicherheit schwerwiegende Folgen, insbesondere in komplexen Systemen (vgl. Luhmann 1992: 191). Die Unsicherheit unterscheidet sich vom Risiko darin, dass im Risiko eine „merkwürdige Synthese von Wissen und Nicht-Wissen“ (Beck 1998: 269) wiederzufinden ist, bei Unsicherheit jedoch überhaupt unklar ist, was man nicht weiß. Hinter Unsicherheit und Nicht-Wissen können sich unerkannte Risiken verbergen. Insbesondere in der Klimaforschung sind große Unsicherheiten vorhanden, die in der Klimapolitik zu Entscheidungsproblemen führen (vgl. von Storch 2009: 309).

Das untersuchte Problem wird in Dimensionen und inhaltliche Ausführungen unterteilt, in denen jeweils Aussagekomplexe zu Sicherheit und Unsicherheit betrachtet werden (siehe

Tabelle 7). Diese Darstellung folgt der WDA, wenn auch leicht modifiziert, da hier eine dimensionale Einschränkung stattfindet (vgl. Keller 2004: 100f).

Damit NaturwissenschaftlerInnen überhaupt angemessene Aussagen über den Klimawandel treffen können, muss das Phänomen aus dem Klimasystem verstanden, und dieses wiederum als Teil des Erdsystems erkannt werden. Hier wird schon ein Komplexitätsgrad der Klimaforschung deutlich: die Betrachtung verschiedener miteinander verbundener Teilsysteme der Natur (siehe Kapitel 2.2). Exakte Informationen sind nur schwer über das dichte Zusammenspiel dieser Systeme zu erhalten, so dass dadurch bereits Schwierigkeiten des wissenschaftlichen Verstehens des Klimas erzeugt werden (CC21, N14). Falls die klimatischen Größen überhaupt quantifizierbar sind (CC05), bilden mathematische Modelle nur einen Teil der enormen Menge an Variablen ab und produzieren deshalb keine sicheren Ergebnisse (CC21, S18). Hinzu kommt, dass über längere Zeiträume die Berechnungen eine höhere Fehlerrate aufweisen (CC22). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Faktoren der Komplexität des Klimasystems für die NaturwissenschaftlerInnen im Diskurs eine große Unsicherheit für Aussagen über den Klimawandel erzeugen (CC30).

Die NaturwissenschaftlerInnen sind sich der Unsicherheiten aufgrund von Komplexität bewusst, geben aber an, dass der Treibhauseffekt im Einzelnen weitaus besser erforscht sei als das Gesamtklima (CC01, N10). Im allgemeinen Klimadiskurs, aber auch im Teildiskurs des GE, wird die größte Aufmerksamkeit dem CO₂ geschenkt, welches als Hauptursache der globalen Erwärmung angesehen wird (CC05, CC18, CC32). Die anthropogenen Emissionen von CO₂ und anderen Treibhausgasen, insbesondere deren Anstieg seit der industriellen Revolution, stehen damit am Anfang der Kausalkette globaler Erwärmung (CC02, CC29, N09, N14). Auch die lexikometrische Analyse hat deutlich gezeigt, dass CO₂-Emissionen und fossile Brennstoffe zentraler Bestandteil des Diskurses sind.

Anhand der zeitlichen Betrachtung lässt sich ein interessantes Ergebnis einer anderen Diskursanalyse zum Klimawandel reproduzieren. Die zuletzt genannte wissenschaftliche Argumentation sieht anhand des sicher zu bestimmenden Treibhauseffektes bei gleichzeitig deutlich steigenden anthropogenen Treibhausgasemissionen den Klimawandel als verhältnismäßig sichere Größe an. Diese Argumentation betont, dass in dem erdgeschichtlich kurzen Zeitraum seit der Industrialisierung der CO₂-Gehalt von 280 ppm (parts per million) auf 381 ppm im Jahr 2011 angestiegen ist und sich im gleichen Zeitraum die globale

Mitteltemperatur um 0,7 °C erhöht hat (CC34, N06, N14). Im Gegensatz dazu ist bei langer Zeitbetrachtung die Rede von nicht verstandenen Effekten, Komplexität und Unsicherheit (CC05, CC22). Diese unterschiedlichen Zeitwahrnehmungen zeigt Viehöver in seiner narrativen Diskursanalyse des Klimawandels:

„So fällt [...] auf, dass jene Variante des Klimadiskurses, die von einer drohenden Klimakatastrophe ausgeht, sich vorwiegend auf die Temperaturentwicklungen der letzten 150 Jahre bezieht, während diejenige, laut der die Treibhauskatastrophe eine Fiktion ist, sehr viel langfristige Zeiträume in der Entwicklung der Erdgeschichte zugrunde legt, die die Temperaturentwicklungen des letzten Jahrhunderts eher relativiert und daher normal erscheinen lässt“ (Viehöver 2008: 251).

Wenn die NaturwissenschaftlerInnen die Sicherheit der Folgen betonen, dann werden Beobachtungen von zurückgehenden Gletschern, Eisschilden und Polkappen an erster Stelle genannt. Sehr oft werden im Allgemeinen „severe consequences for our planet“ (S29) konstatiert, so als wäre bekannt, welche Folgen gemeint seien. Ebenso wird die Unsicherheit in den Folgen des Klimawandels allgemein oder mit der beschriebenen Komplexität begründet. Dieser Ambivalenzen im Klimadiskurs sind sich einige GE-ForscherInnen durchaus bewusst:

„Many people fall into one of two (polar opposite) groups: one believes that the environment is seriously threatened by human activity and has little faith in science and technology (especially technology) as a solution, and the other group is unconcerned about environmental impacts of humans and has great faith in S&T (especially T). Plans for geoengineering will require both of these groups to listen and perhaps to agree on proper actions, while research on geoengineering should proceed independently“ (CC19).

Scheinbar sind ernsthafte KlimaskeptikerInnen im naturwissenschaftlichen GE-Diskurs selbst kaum vertreten. Die meisten SprecherInnen gehen sowohl auf die sicheren Folgen eines anthropogen Treibhauseffekts ein, als auch auf die Unsicherheiten, diesen als Ursache für einen globalen, langfristigen Klimawandel in einem komplexen Erdsystem zu verstehen. Während also für Ursachen und Folgen des Klimawandels die Unsicherheit ein bewusst wahrgenommener Bestandteil ist, gehen die Meinungen im Bezug auf die mögliche Problemlösung auseinander.

Was nun die klimapolitischen Optionen angeht, so werden für Mitigation und Adaption kaum Unsicherheiten genannt. Lediglich bei Mitigation seien die Kosten nicht vollständig überschaubar.⁴⁹ Für die Mitigation entscheidend ist, dass sie politisch nicht gewollt oder nicht durchgesetzt wird, was von den NaturwissenschaftlerInnen nicht als (politische) Unsicherheit

⁴⁹ „Economic studies suggest that some reductions could come affordably, or even at a profit, from fairly obvious places. Deeper cuts would require serious money“ (N21).

gesehen wird, sondern als Deutungsmuster von Herausforderung und Scheitern der Politik, wie das nächste Kapitel 6.2.3 näher herausarbeitet.

Unsicherheit spielt als Dimension der Option GE eine wichtige Rolle. Zunächst ist unsicher, ob die Technologien in ihrer großskaligen Anwendung überhaupt funktionieren und anschließend Klimaeffekte feststellbar sind. Für die ozeanische Eisendüngung wurde mehrfach festgestellt, dass kleine Experimente mindestens teilweise erfolgreich sind, sich dies aber nicht auf die Anwendung in den offenen Ozeanen – allein das wird als ertragreich bezeichnet – übertragen lässt (N19, S19, S26). Was in stark eingegrenzten Systemen funktioniert, muss unter hoher Komplexität nicht unbedingt ebenso funktionieren. Für die NaturwissenschaftlerInnen ist deshalb fraglich, ob überhaupt feststellbar sein wird, wie sich GE auswirkt (CC18, CC30, N10, N14, N24). Für sicherere Aussagen müssten größere Tests in der Atmosphäre oder den Ozeanen durchgeführt werden: „Such effects could not be tested except at full scale“ (S46). Aber ein „full scale test“ käme schon einer Anwendung gleich, die eigentlich vorher getestet werden sollte (S46). Für GE muss deshalb von einem weitestgehenden Nicht-Testen-Können gesprochen werden.⁵⁰

In den unsicheren Folgen des GE sehen die NaturwissenschaftlerInnen ein ernstzunehmendes Problem (N24, S30, S47, S48). Besonders der eben genannten Eisendüngung werden unsichere Folgen für die Ökosysteme der Ozeane zugeschrieben (N06, N28). Nicht nur für das ozeanische System, sondern auch für andere Anwendungsbereiche werden unbekannte Risiken problematisiert (N31). Ebenso wie für die Berechnung von allgemeinen Klimaphänomenen produzieren die mathematischen Klimamodelle auch für das GE keine sicheren Daten und Aussagen.

„However, until these discrepancies are fully resolved, *models cannot reliably predict* how short-wave engineering can target precipitation and temperature simultaneously, implying that very large risks are associated with any such geoengineering scheme“ (eigene Hervorhebung, S38).

Gerade lokale Effekte können von Klimamodellen nur schwer berechnet werden (CC30), diese werden aber bei einigen SRM-Methoden befürchtet (vgl. Robock 2008). Aus diesen Gründen sind die großen Unsicherheiten für einige ein Gegenargument gegen GE (CC30,

⁵⁰ Ulrike Potzel (2010) unterscheidet zwischen „großräumigen Feldversuchen“ und „gezielten Anwendungen und Tests in Feldversuchen“. Meiner Ansicht nach fallen diese beiden Stufen zusammen, denn ein kleiner Feldversuch kann ohne größere Nebenwirkungen ablaufen, aber er hat keine Aussagekraft darüber, ob das Weltklima in gewünschter Weise manipuliert werden kann und dann nicht doch noch Nebenwirkungen eintreten. Auch Grunwald (2010) spricht die Nebenwirkungen des Experiments an, ohne die Differenzierung von Potzel zu übernehmen.

N22, N24). Oder wie Roland Prinn, ein Atmosphärenphysiker am MIT, es sagte: „How can you engineer a system whose behaviour you don't understand?“ (Prinn zitiert nach N14).

Aber auch für die Technologien des GE gibt es im Diskurs eine Seite des Wissens und der Sicherheit. In vielen der Texte konnte ein Argumentationsmuster der technischen Machbarkeit identifiziert werden⁵¹, das sich beispielhaft in den folgenden, aber auch einigen bereits dargestellten Zitaten zeigt:

„Warming due to anthropogenic greenhouse gases *can be countered* by deploying systems in the stratosphere“ (eigene Hervorhebung, N07).

„SRM may be the *only human response* that can fend off rapid and high-consequence climate impacts“ (eigene Hervorhebung, N31).

„Preliminary findings presented here suggest that some proposed techniques to cool the planet manually *may have fewer barriers* than previously thought“ (eigene Hervorhebung, S47).

„Perhaps *we can offset* our species' greenhouse effects by using our second great invention, agriculture, with some help from the wheel“ (eigene Hervorhebung, CC08).⁵²

In diesen Zitaten wird ein Machbarkeitsdenken deutlich, das davon ausgeht, eine technische Lösung der Klimakrise bieten zu können, wenn auch nicht selten mit leichten Einschränkungen oder Zweifeln (CC01, CC02, CC12, N06, S21, S30, S31, S48). Ganz im Gegensatz zur Unsicherheit der Funktionalität von GE geht das Machbarkeitsdenken von einem werkzeugähnlichen Gebrauch des GE aus. Diese Argumentation mit GE-Technik als machbare Problemlösung hat Verbindungen zum weiter unten analysierten Deutungsmuster des GE. Das Machbarkeitsdenken der NaturwissenschaftlerInnen überbrückt nicht nur Unsicherheiten, sondern es zieht auch die NaturwissenschaftlerInnen den politischen Akteuren vor, was noch dargestellt wird (siehe folgendes Kapitel 6.2.3).

Eine weitere Argumentationsfigur, die eher von Unsicherheit ablenkt, schließt an das Machbarkeitsdenken an. Sie bezieht sich auf menschliche Umwelteinflüsse und wird in folgendem Zitat sehr deutlich: „In this sense we live in an engineered world, and the question

51 Bei Ulrich Beck wäre dies äquivalent zu technisch-sozialem Möglichkeitsdenken (vgl. Beck 2006: 265).

52 Der Hintergrund dieses Zitats ist die bisher noch nicht genannte und weniger diskutierte Methode, mit Biomasse CO₂ aufzufangen und zu lagern. Der Artikel von Robert A. Metzger und Georgy Benford (in Climatic Change, Nr. 49, 2001) beschreibt ein technisches Verfahren, biologisch CO₂ der Atmosphäre zu entziehen. Aus dem Abstract: „We propose the sequestering of crop residues to capture a significant fraction (12%) of the present U.S. atmospheric carbon emission through disposal in deep oceans below the thermocline or in river deltas. In the United States, the annual carbon content in residues from corn, soybeans and wheat crops is approximately 250 million tonnes. Globally, an additional 1 billion tonnes of carbon in the form of crop residues may be available. Implementation of this sequestering proposal would allow the US to approach the CO₂ reductions stipulated under the Kyoto Protocol“ (CC08).

is simply how to engineer it better“ (N14). Es ist ein Vergleich der nicht-intendierten menschlichen Umwelteinflüsse, die zum Klimawandel führen, mit der intendierten Steuerung komplexer Klimaprozesse, oder vielmehr deren Versuch.

Die hier gewonnenen Erkenntnisse lassen keine abgesicherte Deutung einer Strategie der NaturwissenschaftlerInnen zur Unsicherheitsbekämpfung zu, jedoch mindestens eine begründete Vermutung. Zumindest kann ein deutlicher Forschungsoptimismus unter den NaturwissenschaftlerInnen festgestellt werden. Forschung soll ausgeweitet werden und trägt entscheidend zur Entwicklung von GE bei (CC20, CC21, N24, N26, N31, S17, S19).⁵³ Eine Forschungsstrategie der NaturwissenschaftlerInnen scheint zu sein, Unsicherheit in Risiko zu verwandeln, damit die Eintrittswahrscheinlichkeit und der Umfang möglicher Ereignisse und Schäden quantifizierbar werden. Aus der Risikoforschung wird allerdings bezweifelt, dass nicht-quantifizierbare Unsicherheiten auf diese Weise beherrschbar gemacht werden können (vgl. Grunwald: 2010: 38, Hillerband 2009: 96).

Welche politischen Implikationen hat die im GE-Diskurs vorhandene Unsicherheit? Solange eine Lösung für das Problem Klimawandel gesucht wird, darf die Unsicherheit des Problems nicht überwiegen. So stellt es sich im Diskurs dar: „Of course, the uncertainties surrounding the impacts of climate change on these carbon sinks are large, but in our view that is no excuse for inaction“ (N09).

Aus Unsicherheit folgt keine klare Handlungsstrategie. Ulrich Beck stellt zum Nicht-Wissen, als Teil der Unsicherheit, die Frage: „Ist Nicht-Wissen-Können also ein Freibrief des Handelns oder der Grund für die Verlangsamung des Handelns für Moratorien, vielleicht sogar für Nicht-Handeln?“ (Beck 2006: 270).

„Aufgrund des geringen bis teils ganz fehlenden Wissensbestandes sind die Risiken des Geo-Engineering, Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensgrößen nicht quantifizierbar. Vielmehr sind sie ‚unclear risks‘, deren Plausibilität, Validität und Ausprägung erst erforscht werden müssen. Ein klassisches Risikomanagement mit der Bestimmung von Grenzwerten lässt sich daher nicht durchführen“ (Grunwald 2010: 38).

Selbst bei prinzipiell aufzulösendem Nicht-Wissen, können sich EntscheiderInnen aus der Verantwortung nehmen:

⁵³ Das Eigeninteresse der Forschung hat die Tendenz, für mehr Forschung zu werben. Das ist im Allgemeinen bekannt und lässt sich anhand von Textstellen aus diesem Korpus einfach belegen. Gemeint ist hier ein Optimismus für den Erkenntnisprozess. Die NaturwissenschaftlerInnen schätzen die Möglichkeiten der Klimawissenschaften als verhältnismäßig groß ein und glauben, durch weitere Forschung das Klima beherrschbar zu machen.

„Die Kommunikation von Nichtwissen stellt von Verantwortung frei. Wer Wissen kommuniziert, absorbiert Unsicherheit und muß folglich die Verantwortung dafür übernehmen, daß sein Wissen wahr und nicht unwahr ist. Wer Nichtwissen kommuniziert, ist schon dadurch entschuldigt“ (Luhmann 1992: 178).

Dennoch sind Nicht-Wissen und Unsicherheit ein stetiges Problem von Politik. Nach Michael Th. Greven wird im technologischen Zeitalter nicht mehr von der ‚natürlichen‘ Unveränderbarkeit der Dinge ausgegangen. Im „Möglichkeitsraum“ muss entschieden werden (vgl. Greven 1999: 87ff).

Bis hierhin wurde der Klimawandel als Problemursache und seine Folgen ausführlich erläutert, was als erste und zweite Abteilung in der Tabelle 7 dargestellt ist. Die klimapolitischen Optionen, vornehmlich GE, wurden hier nur bezüglich ihrer Strukturierung durch die Dimension Unsicherheit diskutiert. Im folgenden Kapitel werden diese drei idealtypischen Optionen auf Deutungsmuster des Politischen, insbesondere politischer Akteure und politischen Entscheidens hin untersucht.

Phänomenstruktur von Unsicherheit und Klimawandel im GE-Diskurs		
Problemursachen		
Sicherheit Ursachen	Durch CO ₂ -Emissionen angeheizter Treibhauseffekt • Anthropogene Klimaeinflüsse • Wirkungskette: CO₂-Emissionen → Treibhauseffekt • Anstieg im Verbrauch fossiler Energieträger	
Unsicherheit Ursachen	Komplexes Klimasystem in wissenschaftlichen Modellen kaum abzubilden • Zu wenig Daten • Klimaphänomene nicht vollständig quantifizierbar • Mathematische Modelle unzureichend für komplexes System • Verschiedene Modelle erzeugen andere Ergebnisse • Klimasystem ist nicht-lineares System • „unknowable future“ (CC24)	
Folgen		
Sicherheit Folgen	• Allgemein konstatierte Folgen: „severe consequences for our planet“ (S29) • Erkennbares Abschmelzen von Polkappen und Eisschilden • Ozeanversauerung (nur durch CO₂, nicht durch Temperaturanstieg)	
Unsicherheit Folgen	• Kaum berechenbar, wegen komplexen Klimasystems	
Möglichkeiten der Problemlösung: Klimapolitische Optionen		
Plan A: Mitigation	• Sichere und effektive Lösung • Nachteil: politisch nicht durchsetzbar, großer ökonomischer Umbau notwendig und wirkt zu langsam	
Plan B: GE	Sichere Funktionalität	• Könnensbewusstsein, Machbarkeitsdenken
	Unsichere Funktionalität	• Mangelnde Übertragbarkeit begrenzter Experimente auf großskaligen Einsatz • Komplexe Vorgänge und nicht identifizierbare Wirkung
	Unsichere Folgen	• Nicht erkannte Risiken • Nicht-Wissen-Können, Nicht-Testen-Können
Plan C: Adaption	• Komplexe Vorsorge und Schadensvermeidung (Frühwarnsystem, Baustandardisierung, soziale Versicherungen/Fonds) • Letzte Möglichkeit: Abwarten auf Folgen	

Tabelle 7: Darstellung der Phänomenstruktur von Unsicherheit und Klimawandel. Eigene Daten und Darstellung.

6.2.3 Deutungsmuster klimapolitischer Optionen

Dieses Kapitel soll den Bezug der drei klimapolitischen Optionen, wie sie im Diskurs vorkommen, zur Politik oder zu politischen EntscheidungsträgerInnen klären. Es wird gezeigt, dass die NaturwissenschaftlerInnen Mitigation als Herausforderung und Scheitern der Politik deuten. GE wiederum hat als Plan B und kleineres Übel zwar den handlungslogischen zweiten Platz hinter Mitigation bekommen, ist aber nicht der Politik zugeordnet, sondern vornehmlich Aufgabe der NaturwissenschaftlerInnen.

Der Klimawandel wurde als Phänomen mit vielen Unsicherheiten und daraus folgenden politischen Schwierigkeiten beschrieben. Wenn der Klimawandel als reale Bedrohung angesehen wird, dann gibt es mehrere Möglichkeiten, auf diese zu reagieren. Doch auch die klimapolitischen Optionen von Mitigation, GE und Adaption, die zu Anfang noch idealtypisch dargestellt wurden (siehe Kapitel 2.4), existieren nicht einfach durch logische oder notwendige Folgerungen, sondern unterliegen auch im Diskurs kollektiven Konstruktionsprozessen.⁵⁴ Anhand von Deutungsmustern sollen die diskursiven Interpretationen der klimapolitischen Konzepte beschrieben werden. Deutungsmuster sind „bedeutungsgenerierende Schemata“, die aus dem gesellschaftlichen Wissensvorrat gespeist werden (vgl. Keller 2008: 240ff). Die Deutungsmuster der klimapolitischen Optionen werden in der Reihenfolge der Tabelle 7 (unterer Abschnitt) erläutert. Dabei ist die Zuordnung der Optionen zu Plan A bis C schon ein Vorgriff auf die im Folgenden stattfindende Analyse.

Während der Lektüre der Texte wurde deutlich, dass sich die SprecherInnen in Klimaschutzfragen verhältnismäßig einig sind, was sich bspw. in der Bewertung von GE-Risiken anders darstellte. Oberste Priorität hat für GE-ForscherInnen die Vermeidung von CO₂-Emissionen (CC05, CC22, N41, S15, S23). Diese als Mitigation bezeichnete Handlungsoption müsse umgehend politisch durchgesetzt werden. In der Forderung nach Verringerung der Emissionen von Treibhausgasen wird der Klimawandel zur Herausforderung für die Politik. Eine solche grobe Charakterisierung von „Politik“ organisiert die Wahrnehmung im klimapolitischen Deutungsmuster.

Vor allem „political will“ (CC35, S15) wird benötigt, konstatieren die NaturwissenschaftlerInnen. Während nur selten konkret auf politische Akteure und Institutionen genauer eingegangen wird, spielen die Klimaverhandlungen, „die Gesellschaft“ oder „die Politik“ eine größere Rolle. Als Meilenstein der Klimaverhandlungen ist das Kyoto-Protokoll eine wichtige Referenz für die doppelte Bindung der politischen Führung an den Klimawandel. Im Klimaschutz sind die politischen EntscheidungsträgerInnen gleichzeitig gefordert, weil sie zuständig und zugleich überfordert sind, da sie Abkommen zum Klimaschutz nicht zum Erfolg führen können. Mit den zu geringen CO₂-Einsparungen im

⁵⁴ Dennoch gibt es neben der sozial geschaffenen Wirklichkeit verschiedene Klassen von Handlungsoptionen: Auf ein wahrgenommenes Problem kann reagiert werden, was Mitigation und GE entspricht und es kann nicht reagiert werden, was der Adaption gleich kommt, vorausgesetzt diese wird nicht als aktive Anpassung mit dem Bau von Dämmen verstanden. Doch zeigt die Möglichkeit der Adaption wiederum verschiedene Verständnisse von Anpassung: Die Menschen passen sich den Folgen des Klimawandels an, indem sie diese nur hinnehmen, oder sie treffen soziale und technische Vorsichtsmaßnahmen.

Kyoto-Protokoll und den mangelnden Ratifizierungen sind die politischen Akteure beim Klimaschutz gescheitert. Kyoto ist ein „desaster“ (N06) und „paradox“, weil die effektive Mitigation zu niedrig ist, aber dennoch keine marktwirtschaftliche Umsetzung des Klimaschutzes mit einbezogen wurde (S15). Die CO₂-Steuer und der Emissionshandel werden als politische Mittel respektiert, doch ist ihre aktuelle Wirkung gering (S15, N25).

Neben der Deutung der Mitigation als Aufgabe und Herausforderung der internationalen Politik tritt noch deutlicher das Scheitern politischer Lösungen im Klimaschutz hervor. Paul Crutzen spricht dazu eine deutliche Sprache. Er sieht es als notwendig an, nach Alternativen zur Mitigation zu suchen, „because of the dilemma facing international policy makers, who are confronted with the task to clean up air pollution, while simultaneously keeping global climate warming under control“ (CC18). Auf administrativem Wege müssten CO₂-Emissionen gedrosselt werden, während gleichzeitig die Folgen des Klimawandels zum gesellschaftlichen Problem würden. Mehrfach in seinem Text wiederholt Crutzen die Formulierung des Dilemmas, das inhaltlich auf ein Scheitern internationaler Politik im Klimaschutz hinausläuft. Diese Argumentationsfigur liegt vielen Texten zugrunde, die hier an einigen Beispielen illustriert werden:

„In the *absence of policies* to reduce the magnitude of future climate change, the globe is expected to warm“ (eigene Hervorhebung, S23).

„Given that, our eventual discovery of fossil fuel and our *short political time horizons* made a greenhouse problem inevitable“ (eigene Hervorhebung, CC08).

„*Mitigation policies are needed* if atmospheric CO₂ concentrations are to be stabilised at levels for which the climate response is deemed to remain ‚acceptable‘. At present *there is no consensus* as to the level of warming or atmospheric CO₂ concentration that would achieve this, although the European Union has adopted a target of 2 °C above pre-industrial levels“ (eigene Hervorhebung, CC34).

Diese Zitate zeigen offen die Argumentation, welche CO₂-Emissionen als Ursache für den Klimawandel bestimmt, und dass der Klimawandel als politisch zu regelndes Problem identifiziert wird. Während Mitigation eine originär politische Lösung beschreibt, ist GE hier nur ein technisches Szenario.

Dennoch gibt es Aussagen im naturwissenschaftlichen GE-Diskurs, die eine Kombination verschiedener Optionen für vorteilhaft halten und nicht eine Einteilung von Mitigation als Plan A und GE als Plan B mitmachen:

„Only in combination with fairly aggressive carbon dioxide emissions reductions, Moore and his team calculated, could these geoengineering schemes have a larger effect“ (N41).

„Knowledge of the likely response of forest ecosystems to possible climate change is important in the formulation of public policy, research planning, and the decision making of private organizations and individuals“ (CC10).

Aus großen Teilen des Textkorpus konnte ein Deutungsmuster destilliert werden, das Mitigation als politische Herausforderung und als politisches Scheitern konstruiert. Vom Standpunkt des GE konstituiert sich ein anderes Deutungsmuster von Politik, als es bei der Mitigation der Fall ist. GE wird hier nicht vornehmlich als politische Aufgabe angesehen.

„But rising temperatures and carbon emissions, combined with little meaningful action by politicians, convinced him [einen Klimamodellierer, N.M.] and his colleagues that it was time for mainstream climate science to look more closely at geoengineering“ (S26).

„As atmospheric levels of carbon dioxide soar and political efforts to control emissions stagnate, one scientific academy says that it is time to consider radical intervention“ (N27).

Die Zitate zeigen das Versagen der Klimapolitik, aus dem geschlossen wird, dass GE ein adäquater Ersatz sein könnte. Technologien des GE werden als Lösungsmöglichkeiten der durch Politik nicht zu lösenden Probleme herangezogen. Nachdem, bezogen auf den Klimawandel, die Bewertung politischer Herausforderungen untersucht wurde, soll nun auf Aussagen zu GE und deren politisch relevanten Gehalt eingegangen werden.

Die Textgrundlage bietet ein vielschichtiges Bild zu dem, was die Politik leisten soll, wer die politischen Akteure sind und wie Global Governance gestaltet sein soll. Oft werden nur wenige der im Folgenden zusammengefassten Aspekte benannt, andere dafür ausgelassen. Die Aufgaben von nationalen Regierungen, internationalen Institutionen und anderen politischen Akteuren ist aus Sicht der GE-ForscherInnen im Bezug auf die klimapolitische Option der Mitigation klar. Dass es in gleicher Weise zur politischen Herausforderung zu GE kommen soll, wird jedoch nicht gleichermaßen deutlich betont. Die Aussagen zu GE und Politik sind zwar insgesamt seltener vertreten als solche zu Mitigation und Politik, dennoch sind sie inhaltlich relevant. Über die Herausforderung einer Governance von GE – im allgemeineren Sinne einer politisch-gesellschaftlichen Steuerung – wird zwar nachgedacht, jedoch in wesentlich geringerem Ausmaß, als es bei Mitigation der Fall ist (S29, S46, N06, N31).

Politische Wissenschaft ist nicht das Geschäft der NaturwissenschaftlerInnen. Es darf ihnen nicht vorgeworfen werden, dass sie keine reifen Modelle von Global Governance für GE vorschlagen. Die Aussagen, die NaturwissenschaftlerInnen zum Politischen machen, können jedoch sehr wohl analysiert werden und mehr noch die Aussagen, die sie in bestimmten

Zusammenhängen nicht machen. Bisher wurde gezeigt, dass NaturwissenschaftlerInnen bestimmte Meinungen zur politischen Entscheidungsfindung, dem Ergebnis politischer Prozesse und dem Aufgabenbereich von Politik haben. Hier soll das Missverständnis vermieden werden, NaturwissenschaftlerInnen – und die wenigen IngenieurInnen, die sich im GE-Diskurs beteiligen – würden mit unfairen Maßstäben gemessen werden.

Durchaus kritische, politische Äußerungen sind von NaturwissenschaftlerInnen für die klimapolitische Option des GE vorhanden. Der GE-kritische Atmosphärenphysiker Alan Robock fragt: „If geoengineering worked, whose hand would be on the thermostat? How could the world agree on an optimal climate?“ (S29). Und auch David Keith als einer der führenden GE-Forscher gibt zu, dass die politische Regelung von GE zentral ist: „The main problem will be establishing legitimate collective control over an activity that some might seek to do unilaterally“ (Keith et al, N31).

Einige der politischen Probleme, die unter dem Blickwinkel des Risikos oder der Unsicherheit schon betrachtet wurden, tauchen im Deutungsmuster des GE hier wieder auf. Die SprecherInnen nennen die schwierige Informationslage für EntscheidungsträgerInnen, die durch hohe Systemkomplexität erzeugt wird. Dennoch kann eine Erstanwendung von einigen GE-Methoden von einzelnen großen Akteuren wie Industriestaaten erfolgen (CC09). Sollten Nebenfolgen bei einem Einsatz oder Großtest von GE eintreten, dann könnte das zu internationalen Konflikten führen (CC02, CC22, N31). Um so etwas zu verhindern, denken die SprecherInnen über ein gemeinsames Risikomanagement und Normenkontrollen nach (N06, N31, S15). Stabilität ist notwendig, damit „geoengineering – and the global cooperation it would require – would have to be sustained without interruption from wars or other political stresses“ (N22). Auch wird gefordert, dass sich politische EntscheiderInnen für GE einsetzen: „Without a solid commitment from the world’s leaders, innovative ways to combat climate change are likely to come to nothing“ (N23).

Die aufgeführten Ergebnisse sind die meisten und wichtigsten der Textstellen im Korpus, die GE als ein Thema und eine Aufgabe der Politik sehen. Bevor noch einige gegensätzliche Aussagen und Argumentationsmuster zur Deutung von GE und Politik aufgezeigt werden, sollen nun einige Bewertungen zu GE als Option referiert werden, welche die SprecherInnen machen.

GE wird häufig als ernst zu nehmende und interessante Option gekennzeichnet (N24, N27, N25). Einige Einschätzungen gehen noch weiter: „No discussion of global warming mitigation is complete without mentioning ‚geoengineering‘“ (S15). Rhetorisch nachdrücklich wird GE als „radical solution“ bezeichnet (CC18, CC32, N06, N23, S26). Vom Wortsinn hier ist das falsch. Radikal, also an der Wurzel ansetzend, ist GE nicht, denn dann wäre es konsequente Mitigation. Die NaturwissenschaftlerInnen selbst geben zu, dass GE nur Symptome des Klimawandels bekämpft (CC20, CC32, N23), während die eigentlichen Ursachen die Emissionen von Treibhausgasen sind (CC02, N14, N24, N27, S44). Sollte aber Mitigation – aufgrund von politischem Versagen – nicht funktionieren, wäre GE das „least evil“ (kleinere Übel) zu den Folgen des Klimawandels (CC02).

Die Bewertungen zeigen ein ambivalentes Bild. Einerseits wird GE als interessante und wählbare Option dargestellt, die schon deshalb Vorteile hat, weil sie eine Lösung bietet. Andererseits aber haben viele der Bezeichnungen zusätzlich negative Konnotationen. Von „radikalen Lösungen“ und dem „kleineren Übel“ spricht man vor allem in Notfällen und nicht bei einer optimalen Optionswahl. Nur an Symptomen anzusetzen, ist ein Nachteil. Dennoch zeigen einige dieser Bewertungen, dass GE als prinzipiell machbar gilt.

Das hier identifizierte technische Machbarkeitsdenken (siehe Kapitel 6.2.1, S. 70) geht gerade von der Möglichkeit der technischen Naturbeherrschung aus (vgl. Rieken 2010: 303), aber nicht von einer politisch-sozialen Lösung. Diese wird damit nicht negiert, jedoch kann für diesen Diskurs gezeigt werden, dass die Politik nur im geringen Maß (s.o.) zu GE zugeordnet wird, aber Mitigation vergleichsweise stark als politische Aufgabe und Herausforderung gesehen wird. Diese Ergebnisse decken sich mit den statistischen Ergebnissen der Lexikometrie (siehe Abbildung 8, S. 63).

Dieser manipulative Impetus fehlt in der dritten und letzten klimapolitischen Option ganz – zumindest in deren diskursiven Rahmung. Adaption ist, selbst die Möglichkeit auf Folgen des Klimawandels zu reagieren oder für antizipierte Schäden Vorsorge zu treffen. Die Maßnahmen können technikorientiert oder gesellschaftlicher Art sein, wenn es bspw. um Dämme oder Versicherungsfonds geht. Die denkbar einfachste Art der Anpassung ist, den Folgen zu weichen. Sollte der Meeresspiegel steigen, dann ziehen sich die Menschen in höhere Gebiete zurück (CC07, CC11, CC22, CC39).

Meistens wird Adaption zusammen mit GE und Mitigation genannt (N31) und kommt insgesamt selten vor, was sich lexikometrisch bestätigen lässt (siehe Kapitel 5.2, S. 63). Im Vergleich zu den anderen klimapolitischen Optionen wird Adaption zurückgestellt und gilt eher als Plan C. Dennoch existiert Kritik an dieser Aufteilung. Man müsse stärker über Kombinationen nachdenken (N31).

Da Adaption so selten im Diskurs vorkommt, ist es schwierig, ihr politisches Deutungsmuster anzugeben. Diese klimapolitische Option scheint in doppelter Weise als technisch-naturwissenschaftliche und als politisch-gesellschaftliche Herausforderung ausführbar zu sein, womit sie keiner der beiden Akteursgruppen eindeutig zugeordnet ist.

Am Ende der Analyse der Deutungsmuster klimapolitischer Optionen zeigt sich, dass sich an dem anfangs besprochenen Schema des anthropogenen Klimaproblems einige Befunde hier verdeutlichen lassen (Abbildung 3, S. 19). Mitigation ist die favorisierte klimapolitische Option und Plan A, um die negativen Folgen des Klimawandels zu vermeiden. (Im Schaubild von links nach rechts.) Diese Option ist vornehmlich in den Händen der politischen EntscheidungsträgerInnen, die aber bis jetzt keine zufriedenstellenden Ergebnisse vorweisen können. Geoengineering wurde schon von Paul Crutzen als Plan B bezeichnet (siehe Einleitung) und wird auch im Diskurs von NaturwissenschaftlerInnen als zweite Priorität genannt. Es ist eine weitestgehend technische Problemlösungsstrategie, die bisher wenig mit politischem Regelungsbedarf in Verbindung gebracht wurde. Wenig diskutiert und in ihrer diskursiven Politik-Technik-Zuordnung ambivalent ist die letzte klimapolitische Option der Adaption, die Plan C darstellt.

6.2.4 Die *story line* des GE-Diskurses

Im verdichtenden, letzten Analyseschritt der *story line* wird der narrative Verlauf des Diskurses rekonstruiert. Dabei wird die Rolle der Politik geklärt werden. Diese Auffassung des Diskurses als Erzählung soll es ermöglichen, die Politik als *tragischen Helden* des Klimawandels herauszustellen, während GE die *erhoffte Rettung* darstellt, welche von den NaturwissenschaftlerInnen als *Retter* bereitgestellt wird.

Für diesen Teil lehnt sich die WDA Kellers an die narrative Diskursanalyse an, wie sie von Willy Viehöver (2008) beschrieben wird, dessen Diskursanalyse zum Klimawandel hier auch schon zitiert wurde (Viehöver 2003). Die narrative Perspektive einer Diskursanalyse umfasst

abgrenzbare Episoden, Prozesse, Aktanten und ihre spezifische Positionierung in Raum und Zeit (vgl. ebd.). Diese Elemente werden an einer Dramaturgie aufgehängt, der *story line* (vgl. Keller 2008: 252). Die narrationslogische Abfolge der Episoden (A bis E) entlang der *story line* zeigt Abbildung 9. Im Folgenden werden die einzelnen Elemente aus den vorangegangenen Kapiteln in diese Dramaturgie eingebettet.

A) Emissionen von Treibhausgasen und menschliche Ökonomie

Antagonist oder ‚Schurke‘ in der Narration des GE ist das CO₂. Sämtliche Emissionen treibhausaktiver Gase (und Wasserdampf) sind *Helfer* des Antagonisten. Sie werden im menschlichen Produktionsprozess erzeugt und wirken auf das Klima ein. Die Treibhausgase sind treibende Kraft der Erzählung des Klimawandels, wie sie sich aus dem GE-Diskurs hier ablesen lässt.

Wie in Kapitel 6.2.1 gezeigt wurde, sehen NaturwissenschaftlerInnen CO₂ als sichere Ursache für einen angeheizten Treibhauseffekt; eben dieser sei nach Aussage der KlimawissenschaftlerInnen Ursache globaler Erwärmung. Kohlenstoffverbindungen und insbesondere CO₂ sind die häufigsten Wörter im Korpus (siehe Kapitel 5.2), weshalb in Verbindung mit anderen Ergebnissen von einer starken Problemwahrnehmung gesprochen werden kann.

Seit der industriellen Revolution steigen die CO₂-Messwerte stark an (CC34, N06, N14) und zeigen somit anthropogene Einflüsse auf das Klima. Mit der Industrialisierung hat sich der Energiebedarf der Wirtschaft und die Nutzung fossiler Energieträger stark gesteigert (CC02, CC29, N09, N14). Einige NaturwissenschaftlerInnen thematisieren die direkten Einflüsse der Wirtschaftsweise und deren Energiebedarf (CC24, N22, S15). Auch die Lebensweise der Menschen wird für Emissionen verantwortlich gemacht: „Lifestyles also affect emissions.“ (CC18)

CO₂ ist ein menschlich gemachtes Problem, das auf das Klimasystem wirkt, während dieses wiederum Folgen für die menschliche Gesellschaft hat.

B) Wandel im Klimasystem

Opfer des Antagonisten CO₂ ist das Klimasystem. In der Narration trägt es den *Schaden* der Erwärmung davon. CO₂ und seine Helfer schädigen und erwärmen das globale Klima. Das hat negative Folgen für die Menschheit und bedeutet Veränderungen in der Natur.

Das Kapitel 6.2.2 hat gezeigt, dass in der Wahrnehmung von Ursachen und Folgen des Klimawandels viele Unsicherheiten existieren. Wenn aber die Argumentation des Treibhauseffektes Verwendung findet, dann wird von sicheren Auswirkungen des CO₂ ausgegangen. Die Unsicherheiten bringen keinen Klimaskeptizismus hervor, sondern sind vielmehr ein zu ertragendes Übel in der Klimaforschung.

Es konnte im selben Kapitel gezeigt werden, dass ein diskursiver Effekt von Rückbindung des Klimawandels an verhältnismäßig sichere Aussagen im GE-Diskurs geschieht. Die Rückbindung entsteht in dem Moment, wenn GE – hier ist es notwendig, vorzugreifen – sich als technische Lösung des Klimawandels konstituiert und damit das Problem als gegeben ansieht. Damit wird der Klimawandel seiner Unsicherheiten weitestgehend entkleidet und gilt als zu lösendes Problem, während er zuvor noch als teilweise unsicher zu konstatierendes Phänomen galt.

Ohne ein Eingreifen bleibt das Klimasystem weiter gefährdet und den Emissionen ausgesetzt.

C) Mitigation als Klimaschutz und politisches Scheitern

Der *story line* des Diskurses folgend, wird die Politik (sie ist in dieser Allgemeinheit angesprochen) zum *tragischen Helden*. Die Politik will ihrer Rolle als Protagonist gemäß dem Klima beistehen und mithilfe der Mitigation als *Rettungsversuch* für Abkühlung sorgen. Die Politik jedoch zerbricht am inneren Widerstreit und die Mitigation scheitert.

Das Deutungsmuster der Mitigation als politische Herausforderung und politisches Scheitern wurde in Kapitel 6.2.3 in Abgrenzung zu GE und Adaption rekonstruiert. Es zeigte sich, dass meist dann, wenn von Mitigation die Rede ist, dieses als originär politische Herausforderung, den Klimawandel zu bekämpfen gesehen wird oder mehr noch, dass der Kampf als verloren gilt. Die Politik stecke im „policy dilemma“ (CC18) und habe schon dabei versagt, Mitigation als Lösung des Problems, d.h. als Rettungsversuch durchzusetzen.

Der Rettungsversuch setzt an der diagnostizierten Wurzel des Übels an, den CO₂-Emissionen. Im Erfolgsfall wäre das Klimasystem geschützt und der Klimawandel aufgehalten. Doch innere Zerrissenheit und Uneinigkeit der (internationalen) Politik machen es unmöglich, diesen Rettungsversuch erfolgreich durchzuführen, so dass der Schurke CO₂ ein leichtes Spiel damit hat, das Klima zu stören.

Erst das Scheitern des tragischen Helden der Politik macht den Weg gänzlich frei für die erhoffte Rettung des von NaturwissenschaftlerInnen bereitgestellt GE. Alle Hoffnungen, die bei der Mitigation lagen (Plan A), werden nun auf das GE (Plan B) gelenkt.

D) Geoengineering als technische Lösungsstrategien

Die ausbleibende Rettung des Klimas vor dem Antagonisten CO₂ durch die Mitigation ruft den *zweiten Protagonisten* auf die Bühne: Die NaturwissenschaftlerInnen treten als *Retter in der Not* mit der *erhofften Rettung*, den Technologien des GE auf.

Anschließend an das Deutungsmuster der Mitigation wurde in Kapitel 6.2.3 der GE-Ansatz untersucht. GE wird von den NaturwissenschaftlerInnen als die erhoffte Rettung präsentiert, die jedoch nicht ohne Risiken und Unsicherheiten ist. Diese Option könnte auf das Klimasystem so einwirken, dass der Antagonist CO₂ zumindest temporär ausgeschaltet ist. Im Grunde kann GE nur Zeit kaufen (S29), weil es das eigentliche Problem steigender CO₂-Emissionen nicht beseitigen kann. Mitigation ist die einzige Möglichkeit, die anthropogenen Einflüsse auf das Klima zu verringern (siehe Abbildung 9, Pfeil von C zu A).

Obwohl „Politik“ als Akteur zuständig für Entscheidungen zu GE-Forschung als auch deren politische Umsetzung wäre, lassen die NaturwissenschaftlerInnen die Politik in ihren Überlegungen zu GE zunächst außen vor. Die neue Waffe gegen den Klimawandel wird im Deutungsmuster mit den NaturwissenschaftlerInnen verbunden, aber nur sehr eingeschränkt in Verbindung mit politischen EntscheidungsträgerInnen und Institutionen gesetzt. Hier lauert ein demokratietheoretisches Problem, das im Rahmen von Expertokratie- und Technokratieansätzen erörtert werden sollte.

Nicht mit Häme, aber mit dem Gestus des notwendigen Eingreifens wollen die NaturwissenschaftlerInnen die Rettung des Klimas mittels GE übernehmen und die tragisch gescheiterte Politik in ihre Schranken verweisen.

E) Adaption als letzte Möglichkeit

Im Gefecht um das Klima kommt es zu den oben genannten Rangeleien zwischen NaturwissenschaftlerInnen und Politik. Dabei gerät die letzte Option in den Hintergrund. Vom Einsatzszenario her ist Adaption anders als GE und Mitigation. Mit Adaption lässt sich auf Klimafolgen reagieren oder in Antizipation möglicher Gefahren Vorsorge treffen (CC39).

Adaption ist im Kampf gegen Treibhausgasemissionen und den Klimawandel die *letzte Bastion*. Sollten die eingreifenden Maßnahmen nicht mehr funktionieren, kann auf Adaption zurückgegriffen werden.

Zu überlegen bleibt, ob nicht weiter vorsorgend Adaption von NaturwissenschaftlerInnen, aber vor allem von IngenieurInnen und der Politik angegangen werden müsste, damit die Menschheit für nicht mehr abwendbare Klimafolgen gerüstet ist.

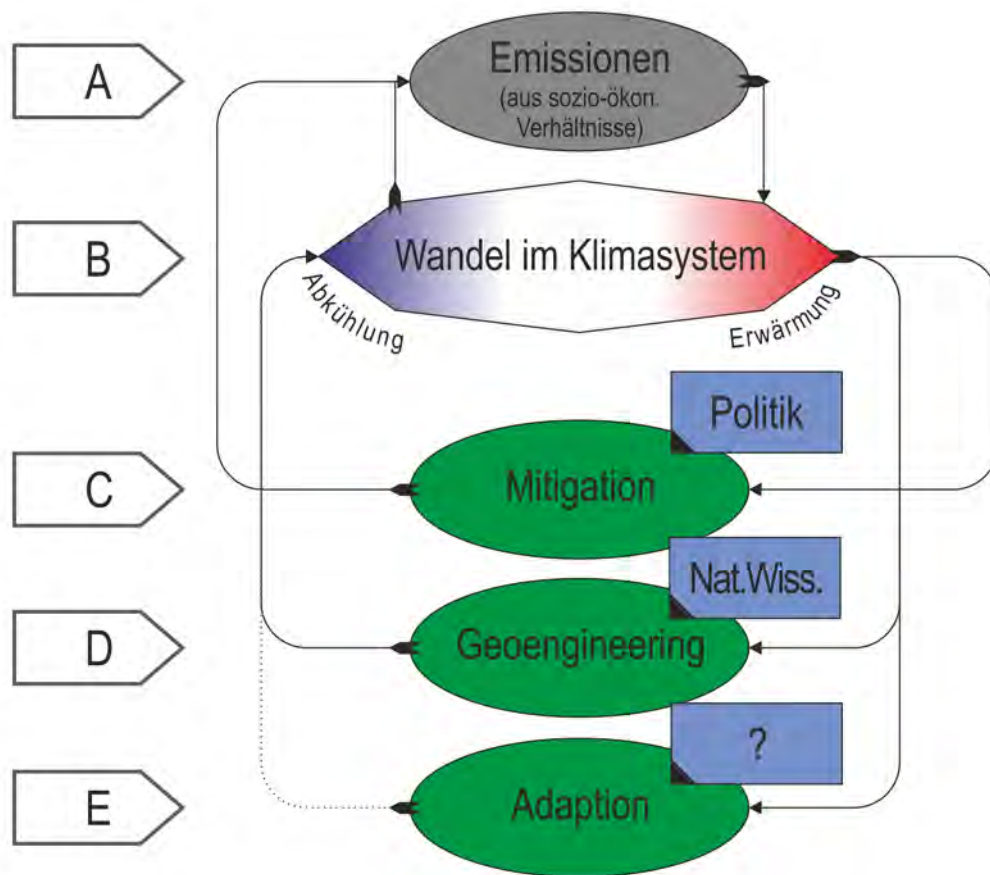


Abbildung 9: Narrationslogische Struktur der GE-Diskurses. Quelle: Eigene Darstellung.

6.3 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass politische EntscheiderInnen und politisches Entscheiden eine besondere Rolle im GE-Diskurs spielen.

Zunächst wurden Klassifikationen als zuordnende diskursive Momente bezüglich ihrer Auswirkungen auf Risikobewertung studiert. Es wurde deutlich, dass sich GE in einem Klassifizierungsprozess befindet, in dem seine Begriffe neu geordnet werden. GE als *catch all phrase* erschwert detailliertere Risikobewertungen zunächst. Es bleibt wichtig, Risiken im Einzelnen zu untersuchen und politisches Entscheiden zuzulassen.

Unsicherheiten spielen eine wichtige Rolle sowohl in der Klimawissenschaft, als auch für GE. Sowohl Ursachen als auch Folgen des Klimawandels werden im Diskurs als unsicher bewertet. Sobald jedoch GE in den Diskurs drängt, werden einige Unsicherheiten relativiert, weil GE sich als Lösung eines Problems darstellt, das selbst als gegeben angenommen werden muss. Für politische Akteure haben die Unsicherheiten die Bedeutung unklarer Handlungsanweisungen

Im letzten Schritt der Diskursanalyse wurden die Akteure, Prozesse und Positionen in eine dramaturgische Abfolge gefasst und als *story line* dargestellt. In dieser narrativen Darstellung lässt sich aufgrund des Scheiterns politischer Mitigationsbemühungen die (internationale) Politik als ‚tragischer Held‘ kennzeichnen. Während die Politik mit dem Klimaschutz überfordert ist, offerieren die NaturwissenschaftlerInnen mit GE die erhoffte Rettung.

7 Resümee und Schlussbetrachtung

Geoengineering wird mit der Metapher des „planetary methadone“ für die „society’s addiction to fossil fuels“ (N14) belegt. Aber es ist mehr als das. Die Entwicklung von Techniken des GE hat politische Folgen und setzt klimapolitische Dynamiken frei.

Die Rolle der Politik

Hier konnte, wie anfangs angenommen, gezeigt werden, dass die internationale Politik ‚tragischer Held‘ einer mitigativen Klimapolitik ist. Während im Laufe der Diskursanalyse mit beiden Methoden einzelne Hinweise auf die Rolle der Politik im GE-Diskurs gesammelt wurden, zeigte sich in dem interpretativ angelegten narrativen Analyseschritt, dass „die Politik“, welche von den SprecherInnen in dieser Verallgemeinerung bezeichnet wird, sowohl für Mitigation verantwortlich gemacht wird als auch mit der Unfähigkeit identifiziert, diese zum Erfolg zu führen. Daraus resultiert die Rolle des ‚tragischen Helden‘ für die Politik.

Die anfänglich zitierte Zuordnung des GE als Plan B und damit der Mitigation als Plan A, die von Paul Crutzen stammt, wird im Diskurs als allgemein anerkanntes Wissen bestätigt. Damit geben die WissenschaftlerInnen einer als politisch identifizierten Option der Vorrang. Dennoch wird diese Option aber als gescheitert angesehen. Dagegen ist die Option der Adaption klar nachgeordnet.

Gleichwohl gibt es einige Anzeichen im Diskurs, dass auch eine differenziertere Sicht des Politischen vorhanden ist. Diese scheint, aber das wäre noch eine offene Frage, vor allem in den letzten Jahren aufgekommen zu sein, während anfangs die VertreterInnen des GE ein deutlicher entpolitisierendes Machbarkeitsdenken pflegten.

Konsequenzen

Hier aufgedeckte politische Implikationen bedürfen einer interdisziplinären Bearbeitung. Den aktuellen klimapolitischen Schwierigkeiten kann nicht angemessen mit einer ‚Arbeitsteilung‘ von politischen Entscheidungsträgern für CO₂-Emissionen und NaturwissenschaftlerInnen für technische Lösungen des GE begegnet werden. Während im Bereich der klimapolitischen Option der Mitigation zusammen gearbeitet wird, ist die Diskussion um GE aufgrund seiner Entstehungsgeschichte vor allem naturwissenschaftlich-technisch informiert.

Aktuell wird der tatsächliche politische Regulierungsbedarf für eine eventuelle Anwendung angemahnt und über Richtlinien für die Forschung nachgedacht. Die Oxford Principles oder die Solar Radiation Governance Initiative (SRMGI) sind Beispiele dafür. Ein noch stärkeres Zusammendenken verschiedener gesellschaftlicher und technischer Dimensionen von Klimapolitik wird unumgänglich sein, damit sie den wechselhaften Konstruktionsprozessen des Gegenstandes hinterherkommen.

Offene Fragen und Ausblick

In der sozialwissenschaftlichen Erforschung des GE sind noch viele Fragen offen, wenn auch viele Projekte aktuell durchgeführt werden. Bspw. laufen Untersuchungen zur möglichen Global Governance Struktur des GE (Berlin) oder der Vergleich von Wissenschafts-, Politik- und öffentlichem Diskurs (Heidelberg), um nur zwei zu nennen.

Viele Dimensionen des Diskurses konnten in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt werden. Allein die Dimension Gender bedarf in mehrfacher Hinsicht der Untersuchung: Die Mitarbeit von Frauen in GE-Projekten, die möglicherweise „gegenderten“ Bild- und Sprachelemente im Diskurs und die globalen Folgen für Frauen und Männer, um nur einige zu nennen. Auch interessant wäre der Vorwurf der Hybris wegen Naturbeherrschung oder das sogenannte Moral Hazard Problem, wenn Mitigationsbemühungen durch die Möglichkeit eines vermeintlich einfachen GE geschwächt werden.

Literatur

Ädel, Annelie/Reppen, Randi (2008): The challenges of different settings, in: dies. (Hrsg.): Corpora and Discourse. The challenges of different settings, Amsterdam/Philadelphia 2008, S. 1-8.

Angermüller, Johannes (2001): Einleitung: Diskursanalyse: Strömungen, Tendenzen, Perspektiven, in: Angermüller, Johannes/Bunzmann, Katharina/Nonhoff, Martin (Hrsg.): Diskursanalyse: Theorien, Methoden, Anwendungen, Hamburg 2001, S. 7-22.

Anthony, Laurence (2006): Developing a Freeware, Multiplatform Corpus Analysis Toolkit for the Technical Writing Classroom, in: IEEE Transactions On Professional Communication, Bd. 49, Nr. 3, September, S. 275-286.

Baker, Paul (2006): Using corpora in discourse analysis: London [u.a.].

Barben, Daniel/Dierkes, Meinolf (1990): Un-Sicherheit im Streit um Sicherheit - Zur Relevanz der Kontroversen um die Regulierung technischer Risiken, in: Sarcinelli, Ulrich (Hrsg.): Demokratische Streitkultur. Theoretische Grundpositionen und Handlungsalternativen in Politikfeldern, Opladen 1990, S. 422-444.

Beck, Ulrich (1998): Die Politik der Technik. Weltrisikogesellschaft und ökologische Krise, in: Rammert, Werner (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie, Frankfurt/New York 1998, S. 261-293.

Bengtsson, L. (2006): Geo-Engineering to Confine Climate Change: Is it at all Feasible?, in: Climate Change, Nr. 77, S. 229-234.

Betz, Gregor; Cacean, Sebastian (2011): The moral controversy about Climate Engineering. an argument map. Version 2012-02-13. Hg. v. Karlsruhe KIT. Fakultät für Geistes- und Sozialwissenschaften (Fak. f. Geistes- u. Soz.-wiss.). Online verfügbar unter <http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000022371>, zuletzt aktualisiert am 19.02.2012, zuletzt geprüft am 19.02.2012.

Böhm, Andreas (2008): Theoretisches Codieren: Textanalyse in der Grounded Theory, in: Flick, Uwe/von Kardorff, Ernst/Steinke, Ines (Hrsg.) (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch, 6. durchgesehene Auflage, Hamburg 2008, S. 475-485.

Brumfiel, Geoff (2009): Climate-control plans scrutinized, in: nature, Bd. 461, Nr. 3, September, online im Internet: <http://www.nature.com/news/2009/090901/full/461019a.html>, [zuletzt zugegriffen 05.03.2010], S. 19.

Bubenhof, Noah (2008): „Es liegt in der Natur der Sache...“ Korpuslinguistische Untersuchungen zu Kollokationen in Argumentationsfiguren, in: Mellado Blanco, Carmen (Hrsg.): Beiträge zur Phraseologie aus textueller Sicht, Hamburg 2008.

Bubenhof, Noah (2010): Einführung in die Korpuslinguistik: Praktische Grundlagen und Werkzeuge, <http://www.bubenhof.com/korpuslinguistik/>, in: 2006-2010 (07.03.2011).

Buck, Holly (2010): Framing geoengineering in the media: spectacle, tragedy, solution?, in: unveröffentlichtes Typoskript, (working paper for Young Researcher's Workshop): "Interpretive Approaches to Climate Governance" Stockholm, 7-8 September 2010, S. 1-18.

Cicerone, R. J. (2006): Geoengineering: Encouraging Research and Overseeing Implementation, in: Climate Change, Nr. 77, S. 221-226.

Crutzen, Paul (2006): Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to resolve a Policy Dilemma?, in: Climatic Change, Nr. 77, S. 211-219.

Diaz-Bone, Rainer/Schneider, Werner (2008): Qualitative Datenanalysesoftware in der sozialwissenschaftlichen Diskursanalyse, in: Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 2: Forschungspraxis, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden, S. 491-528.

Ewert, Friedrich-Karl/Thuss, Holger (2009): Von Klimakatastrophe keine Spur – ein offener Brief an Angela Merkel, http://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/agrar_news_themen.php?SITEID=1140008702&Fu1=1249207220, in: www.proplanta.de, 02.08.2009 [zuletzt zugegriffen 23.5.2010].

Feichter, J./Leisner, T. (2009): Climate engineering: A critical review of approaches to modify the global energy balance , in: The European Physical Journal , Nr. 1, 9, S. 81-92.

Flick, Uwe/von Kardorff, Ernst/Steinke, Ines (2008): Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick, in: Flick, Uwe/von Kardorff, Ernst/Steinke, Ines (Hrsg.): Qualitative Forschung. Ein Handbuch, 6. durchgesehene Auflage, Hamburg 2008, S. 17-29.

Glaser, Barney G./Strauss, Anselm L. (2008): Grounded theory. Strategien qualitativer Forschung: 1. Nachdr. der 2., korrigierten Auflage, Bern.

Glasze, Georg (2007): Vorschläge zur Operationalisierung der Diskurstheorie von Laclau und Mouffe in einer Triangulation von lexikometrischen und interpretativen Methoden , in: Forum: Qualitative Sozialforschung, Bd. 8, Nr. 2, Mai, Art. 14, S. 1-36.

Grunwald, Armin (2010): Der Einsatz steigt, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 37-39.

Hillerbrand, Rafaela (2009): Unsicherheiten in der Klimavorhersage als Herausforderung für die Entscheidungstheorie, in: Intergenerational Justice Review, Bd. 9, Nr. 3, S. 95-101.

H.O.M.E. (2010): Aims, in: Hands Off Mother Earth Campaign, <http://www.handsoffmotherearth.org/about/aims/>, 2010 (19.03.2011).

IPCC (2001): The Climate System: an Overview, , in: IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg1/index.php?idp=38>, [zuletzt zugegriffen 23.01.2011].

Jäger, Siegfried (2006): Diskurs und Wissen. Theoretische und methodische Aspekte einer Kritischen Diskurs- und Dispositivanalyse, in: Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al (Hrsg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 1: Theorien und Methoden, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Opladen 2006, S. 83-114.

Jäger, Siegfried/Zimmermann, Jens (Hrsg.) (2010): Lexikon Kritische Diskursanalyse. Eine Werkzeugkiste: Münster.

Joas, Hans/Knöbl, Wolfgang (2004): Strukturalismus und Poststrukturalismus, in: ders., Sozialtheorie. Zwanzig einführende Vorlesungen, Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 474-517.

- Jung, Matthias (2006): Diskurshistorische Analyse - eine linguistische Perspektive, in: Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al (Hrsg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 1: Theorien und Methoden, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Opladen 2006, S. 31-53.
- Kalberg, Stephen (2006): Max Weber lesen : Bielefeld.
- Keith, David (2000): Geoengineering the Climate: History and Prospect, in: Annu. Rev. Energy Environ, Bd. 25, S. 245–284 .
- Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al. (2006): Zur Aktualität sozialwissenschaftlicher Diskursanalyse – Eine Einführung, in: dies. (Hrsg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 1: Theorien und Methoden, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Opladen, S. 7-28.
- Keller, Reiner (2004): Diskursforschung. Eine Einführung für SozialwissenschaftlerInnen: 2. Auflage, Wiesbaden.
- Keller, Reiner (2006): Wissenssoziologische Diskursanalyse, in: Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al (Hrsg.): Handbuch sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 1: Theorien und Methoden, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Opladen, S. 115-146.
- Keller, Reiner (2008): Wissenssoziologische Diskursanalyse. Grundlegung eines Forschungsprogramms: 2. Auflage, Wiesbaden.
- Kraemer, R. Andreas (2010): Schöner leben im Labor? Geo-Engineering und das Recht, die Welt zu verändern, in: Internationale Politik, Bd. 17, Januar/Februar, S. 70-75.
- Kuckartz, Udo (2007): Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten: 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden.
- Lochte, Karin/Mosbrugger, Volker/et al (2009): Ein Limit von zwei Grad Erwärmung ist praktisch Unsinn , in: FAZ, Nr. 250, 28.10., S. N2.
- Lohmann, Ulrike (2010): Der Sonne entgegen. Sonneneinstrahlungs-Management, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 23-26.
- Luhmann, Niklas (1991): Soziologie des Risikos: Berlin, New York.
- Luhmann, Niklas: Ökologie des Nichtwissens, in: ders., Beobachtungen der Moderne, Westdt. Verl, Opladen, S. 149-220, 1992.
- Marx, Karl (1969): Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie, Werke / Karl Marx; Friedrich Engels. Institut für Marxismus-Leninismus beim ZK der SED, Bd. 23.
- Dzudzek, Iris/Glasze, Georg/Mattisek, Annika/Schirmel, Henning (2009): Verfahren der lexikometrischen Analyse von Textkorpora, in: Glasze, Georg/Mattisek, Annika (Hrsg.): Handbuch Diskurs und Raum. Theorien und Methoden für die Humangeographie sowie die sozial- und kulturwissenschaftliche Raumforschung, Bielefeld 2009, S. 233-260.
- Mey, Günter/Mruck, Katja (2007): Grounded Theory Methodologie – Bemerkungen zu einem prominenten Forschungsstil, in: Mey, Günter/Mruck, Katja (Hrsg.): Grounded theory reader, Köln 2007, S. 11-39.

- O.V. (2010): Kleines ABC der Klimaingeniere, in: politische ökologie, Nr. 120, September, S. 8-10.
- Oschlies, Andreas (2010): Aus der Luft geholt. Kohlenstoff-Sequestrierung, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 19-22.
- Ott, Konrad (2010): Die letzte Versuchung. Eine ethische Betrachtung von Geo-Engineering, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 40-42.
- Ott, Konrad (2010): Die letzte Versuchung. Geo-Engineering als Ausweg aus der Klimapolitik?, in: Internationale Politik, Bd. 17, Januar/Februar, S. 58-65.
- Pomrehn, Wolfgang (2010): Der Planet und die Chemotherapie. Debatte um großtechnologische Eingriffe in das Erdsystem, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 11-14.
- Post (Hrsg.) (2009): Geo-Engineering Research, in: POSTnote, Nr. 327, März; online im Internet: http://www.parliament.uk/parliamentary_offices/post/pubs2009.cfm, [zuletzt Zugriffen 06.03.2011], S. 1-4.
- Potzel, Ulrike (2010): Rechnung mit vielen Unbekannten, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, S. 34-36.
- Rahmsdorf, Stefan/Schellnhuber, Hans Joachim (2007): Die Vorboten ernst nehmen, in: politische ökologie, Bd. 25, Nr. 106-107, September, S. 16-20.
- Rahmstorf, Stefan/Schellnhuber, Hans Joachim (2007): Der Klimawandel. Diagnose, Prognose, Therapie: Orig.-Ausg., 4. Aufl Auflage, München.
- Reichholf, Josef H. (2007): Prima Klima. Warum Warmzeiten die guten Zeiten sind, in: politische ökologie, Bd. 25, Nr. 106-107, September, S. 27-28.
- Renn, Ortwin/Schweizer, Pia-Johanna/Dreyer, Marion u.a. (Hrsg.) (2007): Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit, München.
- Rieken, Bernd (2010): Wiederentdeckung des teleologischen Denkens?, in: Voss, Martin (Hrsg.): Der Klimawandel. Sozialwissenschaftliche Perspektiven, Wiesbaden, S. 301-312.
- Robock, Alan/Marquardt, Allison/et al (2009): Benefits, risks, and costs of stratospheric geoengineering, in: Geophysical Research Letters, Bd. 36, doi:10.1029/2009GL039209, S. 1-9.
- Robock, Alan (2008): 20 reasons why geoengineering may be a bad idea, in: Bulletin of the Atomic Scientists, Bd. 64, Nr. 2, Mai/Juni, S. 14-18.
- Robock, Alan (2009): Testimony, in: House Committee on Science and Technology Hearing "Geoengineering: Assessing the Implications of Large-Scale Climate Intervention" Thursday, November 5, 2009, S. 1-125.
- Rosenthal, Gabriele (2005): Interpretative Sozialforschung. Eine Einführung: Weinheim.
- Santarius, Tilman (2009): Zwischen alten und neuen Gräben. Die Klimaverhandlungen in Kopenhagen, in: politische ökologie, Bd. 27, Nr. 115-116, Juni, S. 84-85.

- Sardemann, Gerhard/Grunwald, Armin (2010): Climate Engineering: ein Thermostat für die Erde, in: TATuP, Bd. 19, Nr. 2, Juli, S. 4-8.
- Sardemann, Gerhard (2010): Die Welt aus den Angeln heben. Zur Geschichte des Climate Engineering, in: TATuP, Bd. 19, Nr. 2, Juli, S. 8-17.
- Saussure, Ferdinand de (1967): Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft: Berlin.
- Scheer, Dirk/Renn, Ortwin (2010): Klar ist nur die Unklarheit. Die sozio-ökonomischen Dimensionen des Geo-Engineering, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, S. 27-29.
- Schneider, Stephen H. (2010): Geo-engineering: could we or should we make it work?, in: Launder, Brian Edward/Thompson, John Michael Tutill (Hrsg.): Geo-engineering climate change. Environmental necessity or Pandora's box?, Cambridge, S. 3-26.
- Sterk, Wolfgang (2010): Auf dem Weg zu einem neuen globalen Klimaabkommen?, in: APuZ, Bd. 61, Nr. 32-33, August, S. 22-28.
- Truschka, Inga/Kaiser, Manuela, et al (2005): Forschen nach Rezept? Anregungen zum praktischen Umgang mit der Grounded Theory in Qualifikationsarbeiten, in: Qualitative Sozialforschung, Bd. 6, Nr. 2, online im Internet: <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/viewArticle/470/1006> [zuletzt zugegriffen 21.2.2011], Mai, Art. 22.
- Victor, David G./Morgan, M. Granger/et al (2009): The Geoengineering Option. A Last Resort Against Global Warming?, in: Foreign Affairs, March/April, S. 64-76.
- Viehöver, Willy (2003): Die Klimakatastrophe als ein Mythos der reflexiven Moderne, in: Clausen, Lars/Geenen, Elke M./Macamo, Elísio (Hrsg.): Entsetzliche soziale Prozesse. Theorie und Empirie der Katastrophen, Münster, S. 247-286.
- Viehöver, Willy (2008): Die Wissenschaft und die Wiederverzauberung des sublunaren Raumes. Der Klimadiskurs im Licht der narrativen Diskursanalyse, in: Keller, Reiner/Hirsland, Andreas/et al (Hrsg.): Handbuch Sozialwissenschaftliche Diskursanalyse, Bd. 2: Forschungspraxis, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Wiesbaden.
- von Storch, Hans (2009): Klimaforschung und Politikberatung - zwischen Bringschuld und Postnormalität, in: Leviathan, Bd. 37, S. 305-317.
- Wiertz, Thilo (2010): Von Regenmachern und Klimaklempnern, in: politische ökologie, Bd. 28, Nr. 120, Juli, S. 16-18.
- Wigley, T. M. L. (2006): A Combined Mitigation/Geoengineering Approach to Climate Stabilization, in: Science, Bd. 314, Nr. 452, S. 452-454.
- Wilson, Thomas P. (1982): Qualitative „oder“ quantitative Methoden in der Sozialforschung, in: KZfSS, Bd. 35, S. 487-508.
- Witt, Harald (2001): Forschungsstrategien bei quantitativer und qualitativer Sozialforschung, <<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs010189>>, in: FQS, <www.qualitative-research.net/fqs>, <ISSN 1438-5627>, 2/2001, Art. 8 (10.10.2008).
- Ziai, Aram (2004): Entwicklung als Ideologie? Das klassische Entwicklungsparadigma und die Post-Development-Kritik; ein Beitrag zur Analyse des Entwicklungsdiskurses: Hamburg.

Bibliographie des Textkorpus

Climatic Change

- CC1 – Marchetti, Cesare: On geoengineering and the CO₂; in: *Climate Change*, Nr. 1, 1977, S. 59-68. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/h71588v014051h6k/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC2 – Schneider, Stephen H.: Geoengineering: Could – or should – we do it?; in: *Climate Change*, Nr. 33, 1996, S. 291-302. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/nvq736v7jq017v72/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC5 – Dickinson, Robert E.: Climate engineering a review of aerosol approaches to changing the global energy balance; in: *Climatic Change*, Nr. 33, 1996, S. 279–290. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/x5413r5l87415m21/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC6 – Bodansky, Daniel: May we engineer the climate?; in: *Climatic Change*, Nr. 33, 1996, S. 309–321. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/u1770277v278m511/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC7 – Wilbanks, Thomas J.; Kates, Robert W.: Global Change in Local Places. How Scale Matters; in: *Climatic Change*, Nr. 43, 1999, S. 601–628. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/j5647h63276180u2/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC8 – Metzger, Robert A./ Benford, Gregory: Sequestering of Atmospheric Carbon through Permanent Disposal of Crop Residue; in: *Climatic Change*, Nr. 49, 2001, S. 11–19. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/n3t2198q717p7752/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC9 – Yohe, Gary W.: Mitigative Capacity – the Mirror Image of Adaptive Capacity on the Emissions Side; in: *Climatic Change*, Nr. 49, 2001, S. 247–262. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/j5614510408u16x1/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC10 – Granger Morgan, M./ Pitelka, Louis F.; Shevliakova, Elena: Elicitation of Expert Judgments of Climate Change Impacts on Forest Ecosystems; in: *Climatic Change*, Nr. 49, 2001, S. 279–307. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/l66t2v572603vx33/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC11 – Schlumpf, Christoph / Pahl-Wostl, Claudia / Schönbom, Andreas / Jaeger, Carlo C. / Imboden, Dieter: Impacts; in: *Climatic Change*, Nr. 51, 2001, S. 199–241. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/h86j32m3w266293m/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC12 – Hayhoe, Katharine / Kheshgi, Haroon S.; Jain, Atul K.; Wuebbles, Donald J.: Substitution of Natural Gas for Coal: Climatic Effects of Utility Sector Emissions; in: *Climatic Change*, Nr. 54, 2002, S. 107–139. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/86j608pjltptdpcb/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC 14 – Zhou, S. / Flynn, P. C.: Geoengineering Downwelling Ocean Currents: A Cost Assessment; in: *Climatic Change*, Nr. 71, 2004, S. 203–220. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/pt6371l6gt5r7023/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC15 – Keith, David W. / Ha-Duong, Minh / Stolaroff, Joshua K.: Climate Strategy with CO₂ Capture from the Air; in: *Climatic Change*, Nr. 74, 2006, S. 17–45. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/y81415636r82065g/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC18 – Crutzen, Paul J.: Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 211–220. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/t1vn75m458373h63/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC19 – Cicerone, Ralph J.: Geoengineering: Encouraging Research and Overseeing Implementation; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, (3-4), S. 221–226. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/u516l844nwk75v30/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC20 – Kiehl, Jeffrey T.: Geoengineering climate Change: Treating the symptom over the cause?; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 227–228. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/k27tl7015g663l22/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC21 – Bengtsson, Lennart: Geo-Engineering to Confine Climate Change: Is it at all Feasible?; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 229–234. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/4264145612g07084/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC22 – MacCracken, Michael C.: Geoengineering: Worthy of Cautious Evaluation?; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 235–243. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/7267r2jp18021585/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC23 – Lawrence, Mark G.: The Geoengineering Dilemma: To Speak or not to Speak; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 245–248. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/7178380t8g2p70x3/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC24 – Alig, Ralph J. / Krankina, Olga / Yost, Andrew / Kuzminykh, Julia: Forest Carbon Dynamics in the Pacific Northwest (USA) and the St. Petersburg Region of Russia: Comparisons and Policy Implications; in: *Climatic Change*, Nr. 79, 2006, S. 335–360. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/u363882270387212/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC25 – Garcia-Gonzalo, Jordi / Peltola, Heli / Briceño-elizondo, Elemer / Kellomäki, Seppo: Changed thinning regimes may increase carbon stock under climate change: A case study from a Finnish boreal forest; in: *Climatic Change*, Nr. 81, 2007, S. 431–454. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/9821761428487566/>>, zugegriffen am 23.03.2011.

- CC26 – Zickfeld, Kirsten; Levermann, Anders; Morgan, M. Granger; Kuhlbrodt, Till; Rahmstorf, Stefan; Keith, David W.: Expert judgements on the response of the Atlantic meridional overturning circulation to climate change; in: *Climatic Change*, Nr. 82, 2007, S. 235–265. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/8584n4876kl13063/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC27 – Cicerone, Ralph J.: Geoengineering: Encouraging Research and Overseeing Implementation; in: *Climatic Change*, Nr. 77, 2006, S. 221–226. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/4264145612g07084/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC28 – Read, Peter: Biosphere carbon stock management: addressing the threat of abrupt climate change in the next few decades: an editorial essay; in: *Climatic Change*, Nr. 87, 2006, S. 305–320. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/rt798740226381q8/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC29 – Keller, Klaus / McInerney, David / Bradford, David F.: Carbon dioxide sequestration: how much and when?; in: *Climatic Change*, Nr. 88, 2008, S. 267–291. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/t32187632806t4p8/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC30 – Tuck, A. F. / Donaldson, D. J. / Hitchman, M. H. / Richard, E. C. / Tervahattu, H. / Vaida, V.; Wilson, J. C.: On geoengineering with sulphate aerosols in the tropical upper troposphere and lower stratosphere; in: *Climatic Change*, Nr. 90, 2008, S. 315–331. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/fx27246x044r4x13/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC31 – Archer, David / Brovkin, Victor: The millennial atmospheric lifetime of anthropogenic CO₂; in: *Climatic Change*, Nr. 90, 2008, S. 283–297. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/t1265r6548477378/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC32 – Stephens, Jennie C. / Keith, David W.: Assessing geochemical carbon management; in: *Climatic Change*, Nr. 90, 2008, S. 217–242. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/85838m000280x177/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC33 – Brovkin, Victor / Petoukhov, Vladimir / Claussen, Martin / Bauer, Eva / Archer, David / Jaeger, Carlo: Geoengineering climate by stratospheric sulfur injections: Earth system vulnerability to technological failure; in: *Climatic Change*, Nr. 92, 2009, S. 243–259. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/271270616u1x1666/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC34 – Boucher, O. / Lowe, J. A. / Jones, C. D.: Implications of delayed actions in addressing carbon dioxide emission reduction in the context of geo-engineering; in: *Climatic Change*, Nr. 92, 2009, S. 261–273. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/t64345806wmm57u1/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC35 – Andersson, Krister / Evans, Tom P. / Richards, Kenneth R.: National forest carbon inventories: policy needs and assessment capacity; in: *Climatic Change* Nr. 93, 2009, S. 69–101. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/761644264g16065u/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC39 – Travis, William R.: Going to extremes: propositions on the social response to severe climate change; in: *Climatic Change*, Nr. 98, 2010, S. 1–19. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/54v41m7n32q417wp/>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- CC40 – Schellnhuber, Hans Joachim: Tragic triumph; in: *Climatic Change*, Nr. 100, 2010, S. 229–238. Online im Internet unter <<http://www.springerlink.com/content/17gw57953808w525/>>, zugegriffen am 23.03.2011.

Nature

- N05 – Ball, Philip: Blooming marvelous; in: *Nature*, Nr. 407, 2001, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2000/001012/full/news001012-10.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N06 – Schneoder, Stephen H.: Earth systems engineering and management; in: *Nature*, Nr. 409, 2001, S. 417–421. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6818/full/409417a0.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N07 – Keith, David W.: Geoengineering; in: *Nature*, Nr. 409, S. 420. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v409/n6818/full/409420a0.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N08 – Stafford, Ned: Should we flood the air with sulphur?; in: *Nature News*, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2006/060712/full/news060710-9.html>>, veröffentlicht am 12. Juli 2006, zugegriffen am 23.03.2011.
- N09 – Reay, Dave / Sabine, Christopher / Smith, Pete / Hymus, Graham: Climate change 2007: Spring-time for sinks; in: *Nature*, Nr. 446, 2007, S. 727–728. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v446/n7137/full/446727a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N10 – Blain, Stéphane / Quéguiner, Bernard / Armand, Leanne / Belviso, Sauveur / Bombled, Bruno / Bopp, Laurent et al.: Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the Southern Ocean; in: *Nature*, Nr. 446, 2007, S. 1070–1074. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v446/n7139/full/nature05700.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N14 – Morton, Oliver: Climate change: Is this what it takes to save the world?; in: *Nature*, Nr. 447, 2007, S. 132–136. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v447/n7141/full/447132a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N17 – Schiermeier, Quirin: Convention discourages ocean fertilization; in: *Nature News*, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2007/071112/full/news.2007.230.html>>, veröffentlicht am 12. November 2007, zugegriffen am 23.03.2011.
- N18 – Shepherd, John: Journal club; in: *Nature*, Nr. 451, 2007, S. 749. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v451/n7180/full/451749a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.

- N20 – Morton, Oliver: Crops that cool; in: Nature News, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2009/090115/full/news.2009.33.html>>, veröffentlicht am 15. Januar 2009, zugegriffen am 23.03.2011.
- N21 – Jones, Nicola: Climate crunch: Sucking it up; in: Nature, Nr. 458, 2009, S. 1094–1097. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2009/090429/full/4581094a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N22 – Schneider, Stephen: The worst-case scenario; in: Nature, Nr. 458, 2009, S. 1104–1105. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/4581104a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N23 – O.A.: Time to act; in: Nature, Nr. 458, 2009, S. 1077–1078. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7242/full/4581077a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N24 – Morton, Oliver: Climate crunch: Great white hope; in: Nature, Nr. 458, 2009, S. 1100. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2009/090429/full/4581097a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N25 – O.A.: Time for early actions; in: Nature, Nr. 460, 2009, S. 12. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v460/n7251/full/460012a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N26 – Witze, Alexandra: Geoengineering schemes under scrutiny; in: Nature News, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2009/090807/full/news.2009.810.html>>, veröffentlicht am 7. August 2009, zugegriffen am 23.03.2011.
- N27 – Brumfiel, Geoff: Climate-control plans scrutinized; in: Nature, Nr. 461, 2009, S. 19. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2009/090901/full/461019a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N28 – Strong, Aaron / Chisholm, Sallie / Miller, Charles / Cullen, John: Ocean fertilization: time to move on; in: Nature, Nr. 461, 2009, S. 347–348. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7262/full/461347a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N31 – Keith, David W. / Parson, Edward / Morgan, M. Granger: Research on global sun block needed now; in: Nature, Nr. 463, 2010 S. 426–427. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/nature/journal/v463/n7280/full/463426a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N35 – Tollefson, Jeff : Geoengineers get the fear; in: Nature, Nr. 464, 2010, S. 656. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2010/100330/full/464656a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N39 – Lovett, Richard A.: Geoengineering can't please everyone; in: Nature News, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2010/100718/full/news.2010.357.html>>, veröffentlicht am 18. Juli 2010, zugegriffen am 23.03.2011.
- N40 – Sarewitz, Daniel: World view: Not by experts alone; in: Nature, Nr. 466, 2010, S. 688. Online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2010/100804/full/466688a.html>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- N41 – Lovett, Richard: Geoengineering won't curb sea-level rise; in: Nature News, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2010/100823/full/news.2010.426.html>>, veröffentlicht am 23. August 2010, zugegriffen am 23.03.2011.
- N45 – Tollefson, Jeff: Geoengineering faces ban; in: Nature News, online im Internet unter <<http://www.nature.com/news/2010/101102/full/468013a.html>>, veröffentlicht am 2. November 2010, zugegriffen am 23.03.2011.

Science

- S15 – Hoffert, M. I.: Advanced Technology Paths to Global Climate Stability: Energy for a Greenhouse Planet; in: Science, Nr. 298, 2002, S. 981–987. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;298/5595/981?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011
- S16 – Warren, L. A.: Geoscience: Microbial Geoengineers; in: Science, Nr. 299, 2003, S. 1027–1029. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/content/299/5609/1027.full?maxtoshow=&resourcetype=HWCIT&RESULTFORMAT=&FIRSTINDEX=0&searchid=1&hits=100&sortspec=date&fulltext=geoengineering>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S17 – Buesseler, K. O.: Climate Change: Will Ocean Fertilization Work?; in: Science, Nr. 300, 2003, S. 67–68. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;300/5616/67?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S18 – Boyd, P.: Ocean Science: Ironing Out Algal Issues in the Southern Ocean.; in: Science, Nr. 304, 2004, S. 396–397. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;304/5669/396?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S19 – Buesseler, K. O.: The Effects of Iron Fertilization on Carbon Sequestration in the Southern Ocean; in: Science, Nr. 304, 2004, S. 414–417. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;304/5669/414?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S21 – Kerr, R. A.: Atmospheric Science: Pollute the Planet for Climate's Sake?; in: Science, Nr. 314, 2006, S. 401a. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;314/5798/401a>>

- maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcety
pe=HWCIT>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S23 – Wigley, T. M. L.: A Combined Mitigation/Geoengineering Approach to Climate Stabilization; in: Science, Nr. 314, 2006, S. 452–454. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;314/5798/452?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S26 – Kintisch, E.: Climate Change: Scientists Say Continued Warming Warrants Closer Look at Drastic Fixes; in: Science, Nr. 318, 2007, S. 1054–1055. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;318/5853/1054?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S29 – Robock, A.: Atmospheric Science: Whither Geoengineering?; in: Science, Nr. 320, 2008, S. 1166–1167. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;320/5880/1166?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S30 – Tilmes, S. / Muller, R. / Salawitch, R.: The Sensitivity of Polar Ozone Depletion to Proposed Geoengineering Schemes; in: Science, Nr. 320, 2008, S. 1201–1204. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;320/5880/1201?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S38 – Hegerl, G. C. / Solomon, S.: Risks of Climate Engineering; in: Science, Nr. 325, 2009, S. 955–956. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;325/5943/955?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S44 – Russell, B. D./ Connell, S. D.: Honing the Geoengineering Strategy; in: Science, Nr. 327, S. 144–145. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;327/5962/144-c?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S46 – Robock, A./ Bunzl, M. / Kravitz, B. / Stenchikov, G. L.: A Test for Geoengineering?; in: Science, Nr. 327, 2010, S. 530–531. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;327/5965/530?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S47 – Kintisch, E.: The Latest on Geoengineering; in: Science Nr. 327, 2010, S. 1070–1071. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;327/5969/1070-b?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S48 – Kintisch, E.: 'Asilomar 2' Takes Small Steps Toward Rules for Geoengineering; in: Science; Nr. 328, 2010, S. 22–23. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/sci;328/5974/22?maxtoshow=&hits=100&RESULTFORMAT=&fulltext=geoengineering&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=date&resourcetype=HWCIT>>, zugegriffen am 23.03.2011.
- S52 – Greene C. H.: Shifting the Debate on Geoengineering; in: Science, Nr. 328, 2010, S. 690–691. Online im Internet unter <<http://www.sciencemag.org/content/328/5979/690.1.full?maxtoshow=&resourcetype=HWCIT&RESULTFORMAT=&FIRSTINDEX=0&searchid=1&hits=100&sortspec=date&fulltext=geoengineering>>, zugegriffen am 23.03.2011.

8 Abkürzungs-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

A	Albedo
CCS	Carbon Capture and Storage
CDR	Carbon Dioxide Removal, Kohlenstoffsequestrierung
CE	Climate Engineering
CO ₂	Kohlendioxid
GE	Geoengineering <i>oder</i> Geo-Engineering
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KDA	Kritische Diskursanalyse
KP	Kyoto Protokoll
SO ₂	Schwefeldioxid
SRM	Solar Radiation Management, Sonneneinstrahlungs-Management
WDA	Wissenssoziologische Diskursanalyse

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Energiebilanz des Treibhauseffekts. Quelle: Modifizierte Darstellung nach IPCC 2001.....	10
Abbildung 2: Effektivität und Finanzierbarkeit von GE-Methoden. Quelle: Royal Society 2009: 49.....	16
Abbildung 3: Einfaches Schema des anthropogenen Klimaproblems und dessen Lösungsstrategien. Quelle: Eigene Darstellung nach Keith 2000: 248.....	17
Abbildung 4: Teildiskurse im Wissenschaftsdiskurs. Behandelte Text-Korpus hier blau gekennzeichnet. Eigene Darstellung nach Jung 2006: 35.....	40
Abbildung 5: Längsschnitt der wissenschaftlichen Publikationen aufgeteilt nach Zeitschriften im Textkorpus. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle Science, Nature, Climatic Change.	48
Abbildung 6: Forschungsland der AutorInnen. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: Science, Nature, Climatic Change.....	50
Abbildung 7: Frequenzen und Kollokationen der Wörter im ausgewählten Textkorpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	58
Abbildung 8: Kollokationen zwischen wichtigen Wörtern der Wortfelder. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	59
Abbildung 9: Narrationslogische Struktur der GE-Diskurses. Quelle: Eigene Darstellung.....	89

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bereinigter Textkorpus. Quelle: Eigene Darstellung. Datenquelle: Science, Nature, Climatic Change.....	47
Tabelle 2: AutorInnen mit mehr als einem wissenschaftlichen Artikel in der Textauswahl.	

Quelle: Eigene Darstellung. Datenquellen: Science, Nature, Climatic Change.....	49
Tabelle 3: Ausschnitt aus lexikometrischer Wortliste des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	52
Tabelle 4: Ausschnitt aus lexikometrischer N-Gramme-Liste (Länge 2 bis 3) des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	54
Tabelle 5: Ausschnitt der Kollokationen mit dem Lexem „policy“ des ausgewählten Korpus des Geoengineering. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	55
Tabelle 6: Wortfeld Geoengineering als Beispiel für eine Konzeptionierung der lexikometrischen Einzelanalysen. Quelle: Eigene Daten und Darstellung.....	56
Tabelle 7: Darstellung der Phänomenstruktur von Unsicherheit und Klimawandel. Eigene Daten und Darstellung.....	79

Anhang

Stop List

a	both	four	meanwhile	rather
about	bottom	from	might	re
above	but	front	mill	same
across	by	full	mine	see
after	call	further	more	seem
afterwards	can	get	moreover	seemed
again	cannot	give	most	seeming
against	cant	go	mostly	seems
all	co	had	move	serious
almost	computer	has	much	several
alone	con	hasnt	must	she
along	could	have	my	should
already	couldnt	he	myse"	show
also	cry	hence	name	side
although	de	her	namely	since
always	describe	here	neither	sincere
am	detail	hereafter	never	six
among	do	hereby	nevertheless	sixty
amongst	done	herein	next	so
amongst	down	hereupon	nine	some
amount	due	hers	no	somehow
an	during	herse"	nobody	someone
and	each	him	none	something
another	eg	himse"	noone	sometime
any	eight	his	nor	sometimes
anyhow	either	how	not	somewhere
anyone	eleven	however	nothing	still
anything	else	hundred	now	such
anyway	elsewhere	i	nowhere	system
anywhere	empty	ie	of	take
are	enough	if	off	ten
around	etc	in	often	than
as	even	inc	on	that
at	ever	indeed	once	the
back	every	interest	one	their
be	everyone	into	only	them
became	everything	is	onto	themselves
because	everywhere	it	or	then
become	except	its	other	thence
becomes	few	itse"	others	there
becoming	fifteen	keep	otherwise	thereafter
been	fify	last	our	thereby
before	fill	latter	ours	therefore
beforehand	find		ourselves	therein
behind	fire	latterly	out	thereupon
being	first	least	over	these
below	five	less	own	they
beside	for	ltd	part	thick
besides	former	made	per	thin
between	formerly	many	perhaps	third
beyond	forty	may	please	this
bill	found	me	put	those

though	twelve	we	wherein	why
three	twenty	well	whereupon	will
through	two	were	wherever	with
throughout	un	what	whether	within
thru	under	whatever	which	without
thus	until	when	while	would
to	up	whence	whither	yet
together	upon	whenever	who	you
too	us	where	whoever	your
top	very	whereafter	whole	yours
toward	via	whereas	whom	yourself
towards	was	whereby	whose	yourselves

Verwendete Software

OpenOffice

- *Writer*: Word Processor / Textverarbeitung
- *Calc*: Tabellenkalkulation
- Oracle Corporation <http://www.openoffice.org>
- Version 3.2
- Betriebssystem Linux (auch Windows)
- Open Source (GPL)

CorelDraw Graphics Suite

Grafik-Software

- Corel <http://www.corel.com/servlet/Satellite/us/en/Product/1150981051301#tabview=tab0>
- Version X5 (15)
- Betriebssystem Windows 7
- Trail Version

synapsen

Literaturverwaltungsprogramm

- Markus Krajewski <http://www.verzetteln.de/synapsen/synapsen.html>
- Version 3.8
- Java-Programm plattformunabhängig
- Studierendenlizenz

AntConc

Konkordanzprogramm, mit Funktionen zur linguistischen Korpusanalyse

- Laurence Anthony http://www.antlab.sci.waseda.ac.jp/antconc_index.html
- Version 3.2.1w
- Betriebssystem Windows XP + (auch

- Linux)
- Freeware

MaxQDA

Qualitatives Datenanalyse
Programm

- VERBI Software
- Version 10
- Betriebssystem
Windows 7
- Studierendenlizenz

<http://www.maxqda.de/>