



JURISTISCHE FAKULTÄT



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

Zusammenfassung der Dissertation mit dem Titel

**„Das Ende vom Anfang der gezielten Klimaintervention?
Völkerrechtliches Verbot der stratosphärischen
Aerosolinjektion“**

Dissertation vorgelegt von David Reichwein

Erstgutachter: Prof. Dr. Dres. h.c. Rüdiger Wolfrum

Zweitgutachter: Prof. Dr. Bernd Grzeszick

Juristische Fakultät

Das Ende vom Anfang der gezielten Klimaintervention?

Völkerrechtliches Verbot der stratosphärischen Aerosolinjektion

Dissertation von David Reichwein

Die Dissertation von David Reichwein untersucht die Völkerrechtskonformität der Erforschung und des Einsatzes der stratosphärischen Aerosolinjektion (SAI). Es wird untersucht, ob und wie SAI-Forschung und SAI-Einsatz (SAI-Anwendung) durch bestehende völkerrechtliche Normen reguliert oder begrenzt werden. Die Dissertation erscheint im Duncker & Humblot Verlag.

Die Dissertation gliedert sich in sieben Kapitel. Nach einer Einleitung (Teil 1), in der Untersuchungsgegenstand und Methodik vorgestellt werden, werden die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels und die Wirkweise der Climate Engineering Technologien mit Fokus auf die SAI-Technologie dargestellt (Teil 2). In Teil 3 wird sodann geprüft, welche völkervertragsrechtlichen Begrenzungen es im Hinblick auf eine SAI-Anwendung gibt. Ein Schwerpunkt der Arbeit stellt die Prüfung von völkergewohnheitsrechtlichen Begrenzungen einer SAI-Anwendung dar (Teil 4). Teil 5 adressiert angesichts der Ergebnisse aus Teil 4 und der Fragmentierung des Umweltvölkerrechts die Frage, wie widerstreitende umweltvölkerrechtliche Verträge und Normen in Einklang gebracht werden können. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus Teil 3 und Teil 4 wird sodann die Frage nach der völkerrechtlichen Verantwortlichkeit für eine SAI-Anwendung bewertet (Teil 6), bevor die Dissertation mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick endet (Teil 7).

Teil 1: Einleitung

Hintergrund und Ausgangspunkt der Untersuchung sind die dramatischen Folgen des Klimawandels. Nach Einschätzung des IPCC wird eine Erwärmung von 1,5°C und 2°C überschritten werden, soweit nicht in den nächsten Jahrzehnten die weltweiten Treibhausgasemissionen erheblich reduziert werden. Aufgrund der bereits eingetretenen und noch zu erwartenden Klimaschäden bei nur schleppenden Treibhausgasreduktionen werden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern technologischen Lösungsmöglichkeiten gesucht, um die Ursachen des Klimawandels zu bekämpfen, bzw. dessen Folgen abzumildern. Diese Technologiekonzepte firmieren unter dem Begriff „Geoengineering“ oder „Climate Engineering“. Dabei wird zwischen Technologiesträngen unterschieden, die in die Strahlungsbilanz der Sonne (Radiation Management-Technologien, RM) und solchen, die in den Kohlenstoffkreislauf der Erde (Carbon Dioxide Removal Technologien, CDR) eingreifen:

1. Carbon Dioxide Removal: Entfernung von CO₂ aus der Atmosphäre durch Aufforstung, Ozeandüngung oder chemische Verfahren.
2. Radiation Management: Reduzierung der Sonneneinstrahlung zur Abkühlung der Erde.

CDR und RM unterscheiden sich vor allem in ihrer Wirkweise. Während CDR-Technologien darauf abzielen die Ursache der Klimaerwärmung, den Treibhausgasausstoß, zu verringern, sind die RM-Technologien folgenorientiert. Dies bedeutet, dass eine Ursachenbekämpfung des Temperaturanstiegs nicht stattfindet. Vielmehr zielen die Maßnahmen auf eine Verringerung der Sonneneinstrahlung, um der Erwärmung der Erdoberfläche entgegenzuwirken. Untersuchungsgegenstand der Dissertation ist die Völkerrechtskonformität

des Konzepts der stratosphärischen Aerosolinjektion (SAI), die meistdiskutierte RM-Technologie.

Dabei wird unterschieden zwischen der Erforschung von SAI, am Beispiel des Forschungsvorhabens SCoPEX und einem SAI-Einsatz. Das SCoPEX-Forschungsvorhaben sah vor, verschiedene Materialien (von bis zu 2 Kilogramm) mittels eines Ballons in die Stratosphäre zu verbringen, um die Wirkung der Stratosphärischen Aerosole in Interaktion mit der chemischen Zusammensetzung der Stratosphäre besser zu verstehen. Daneben wird auch ein möglicher Einsatz von SAI völkerrechtlich geprüft.

Teil 2: Naturwissenschaftliche Skizzierung von Klimawandel und Radiation-Management Technologien

Um die Völkerrechtskonformität beurteilen zu können, werden zunächst die naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels und die verschiedenen Technologien des Radiation Managements (RM) beschrieben. Die Dissertation untersucht RM-Technologien im Vergleich zu CDR-Technologien als schnellere und kostengünstige Technologiekonzepte. Die unterschiedlichen RM-Konzepte reichen von Spiegeln im Weltall bis zu Modifikationen der Landoberfläche und unterscheiden sich in Ausbringungsort, Wirkungen, Risiken und Kosten. Aufgrund des vergleichsweise großen Wirkungsgrades, der gegebenenfalls früheren technischen Verfügbarkeit und der vergleichsweise geringeren ökonomischen Kosten, wird der Untersuchungsgegenstand weiter auf die völkerrechtliche Prüfung der SAI-Technologie begrenzt. SAI zielt darauf ab einen „künstlichen Sonnenschirm“ in der Stratosphäre zu errichten, um einen weiteren Temperaturanstieg zu verhindern, beziehungsweise eine Kühlung der Erde zu erreichen. Dies soll mittels reflektierender Materialien in der Stratosphäre erreicht werden. Die ausgebrachten Partikel sollen die Albedo erhöhen, mit anderen Worten, einen Teil des einkommenden Sonnenlichts zurück reflektieren.

Im Folgenden werden mögliche Anwendungsorte, die Methoden und Kosten der Ausbringung der Partikel, die möglichen Partikelmaterialien und die Nebenwirkungen und Risiken von SAI beleuchtet. SAI hat dabei das Potenzial einige Auswirkungen des Klimawandels auszugleichen. Zudem ist SAI im Vergleich zu Reduktions- und Anpassungsbemühungen so günstig, dass es theoretisch auch unilateral durchgeführt werden könnte. Zentrale Risiken der Technologie sind jedoch der mögliche verlangsamte Rückbau der Ozonschicht, die signifikante Veränderung von regionalen Niederschlagsmustern sowie der Termination-Effekt (das Risiko einer rasanten Erwärmung bei einem abrupten Abbruch einer SAI-Anwendung).

Aufgrund der Nebenwirkungen und Unsicherheiten, die mit einer SAI-Anwendung einhergehen, drängt sich die Frage der völkerrechtlichen Zulässigkeit von SAI-Erforschung und SAI-Einsatz auf.

Teil 3: Völkervertragsrechtliche Begrenzung der SAI-Technologien

Teil 3 widmet sich der Frage, welche völkervertragsrechtlichen Begrenzungen es für SAI-Forschung und Einsatz gibt. Start der völkervertragsrechtlichen Prüfung ist dabei die Untersuchung der Fortgeltung des Konsensprinzips und dessen Reichweite. Im Anschluss werden

- das Übereinkommen über das Verbot der militärischen oder einer sonstigen feindlichen Nutzung umweltverändernder Techniken (ENMOD),
- Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen zum Schutz des Klimas (UNFCCC),
- das zugehörige Kyoto-Protokoll,
- das zugehörige Übereinkommen von Paris,
- das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (CBD),

- das UN-Seerechtsübereinkommen,
- das Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR),
- das Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) und
- das Wiener Übereinkommen zum Schutz der Ozonschicht

auf mögliche Begrenzungen einer SAI-Anwendung untersucht.

Ein Fokus der Betrachtung liegt dabei auf der Frage, ob SAI eine Mitigations- oder Anpassungsmaßnahme nach UNFCCC und Pariser Übereinkommen darstellt. Die Auslegung erfolgt unter Berücksichtigung der Beurteilung von SAI durch den IPCC im fünften und sechsten Sachstandsbericht. Zudem wird auf die Bindungswirkung einer IPCC-Einschätzung und der Bedeutung dieser Einschätzung für die Auslegung der Klimarahmenkonvention eingegangen. Der Anwendungsbereich von Artikel 3 Absatz 3 und Artikel 4 Absatz 1 und 2 UNFCCC ist bei einer SAI-Anwendung aus Sicht des Autors nicht eröffnet. Zudem stellt SAI keine Anpassungsmaßnahme nach Artikel 7 Pariser Übereinkommen dar.

Weiterhin zeigt die Untersuchung, dass die CBD, insbesondere der COP-X33-Beschluss kein rechtlich verbindliches Verbot eines SAI-Einsatzes aufstellt und die Erforschung von SAI auch nicht rechtlich verbindlich begrenzt.

Ein SAI-Einsatz durchgeführt von Vertragsstaaten des OSPAR-Übereinkommens mit nachweislichen Auswirkungen auf das geschützte Meeresgebiet wäre aber aus Sicht des Autors nicht genehmigungsfähig nach Art. 4 OSPAR-Übereinkommen.

Ebenfalls enthalten das Übereinkommen über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigung und das dazugehörige Göteborg-Protokoll faktische Begrenzungen für einen (unilateralen) SAI-Einsatz.

Teil 4: Völkergewohnheitsrecht

Schwerpunkt der Dissertation ist die Betrachtung des völkergewohnheitsrechtlichen Rahmens für SAI-Erforschung und SAI-Einsatz. Von zentraler Bedeutung sind

- das Nichtschädigungsgebot,
- die Frage einer Staatenhaftung für Umweltschäden für völkerrechtlich nicht verbotene Aktivitäten,
- die das Präventionsprinzip begleitenden prozeduralen Verpflichtungen und
- das Vorsorgeprinzip.

1. Das Nichtschädigungsgebot

Die völkerrechtliche Entwicklung der zwei Dimensionen des Nichtschädigungsgebots, das Verbot erheblicher grenzüberschreitender Umweltbeeinträchtigungen und das Präventionsprinzip werden unter anderem unter Berücksichtigung der Arbeiten der Völkerrechtskommission, der Entscheidungen des Internationalen Gerichtshofs und der ITLOS-Kammer für Meeresbodenstreitigkeiten dargestellt. Das Präventionsprinzip zielt darauf ab, Umweltschäden zu minimieren und ist heute ein wichtiger Bestandteil des Umweltvölkerrechts. Die völkergewohnheitsrechtliche Geltung des Präventionsprinzips wird herausgearbeitet, bevor die einzelnen Voraussetzungen des Präventionsprinzips analysiert und in Bezug auf SAI-Forschung und einen SAI-Einsatz angewandt werden.

Entgegen der in Teilen der Literatur verbreiteten Ansicht, dass das Völkerrecht keine oder kaum Grenzen für einen SAI-Einsatz aufstelle, kommt der Autor zu dem Ergebnis, dass das Präventionsprinzip einen engen völkerrechtlichen Rahmen setzt.

Voraussetzungen des Präventionsprinzips sind:

- das Risiko einer signifikanten vorhersehbaren Umweltbeeinträchtigung auf dem Hoheitsgebiet eines anderen Staates oder in Gebieten außerhalb nationaler Gerichtsbarkeit,
- Kausalität zwischen der Aktivität des Staates und dem genannten Risiko und
- ein Verstoß gegen die Sorgfaltspflicht.

Bei der Beantwortung der Frage, inwieweit die Erforschung von SAI oder dessen Einsatz eine signifikante Umweltbeeinträchtigung darstellt, wird auch auf die Frage eingegangen, ob der Anwendungsbereich des Präventionsprinzips auch bei schädlichen Änderungen an der Atmosphäre eröffnet ist.

Das Risiko einer signifikanten Umweltbeeinträchtigung wird für eine SAI-Anwendung, wie das SCoPEX- Forschungsexperiment verneint, für einen Einsatz kann der Anwendungsbereich des Präventionsprinzips jedoch eröffnet sein. Manche der bereits heute modellierten Nebenwirkungen eines möglichen SAI-Einsatzes sind auch vorhersehbar und könnten bei einem SAI-Einsatz die geforderte Erheblichkeitsschwelle erreichen. Dies umfasst unter anderem etwa die modellierten und zu erwartenden regionalen Veränderungen von Niederschlagsmustern, die Änderung der Zusammensetzung der Ozonschicht und die zu erwartende beschleunigte Erwärmung nach einer (abrupten) Beendigung des SAI-Einsatzes.

Entscheidend ist, dass darüber hinaus ein Kausalzusammenhang zwischen der Aktivität des Staates und dem Risiko der signifikanten Umweltbeeinträchtigung gegeben sein muss. Die Frage des Nachweises von Kausalität in komplexen, non-linearen Systemen, wie dem Klima, stellt einen weiteren Schwerpunkt der Arbeit dar. Hierzu werden zunächst naturwissenschaftliche und rechtliche Ansätze zur Bestimmung von Kausalität hergeleitet. Da es derzeit keinen einheitlich festgelegten Standard zur Bestimmung der Kausalität im Völkerrecht gibt, wird der Prüfungsmaßstab für die Bestimmung von Kausalität unter Auswertung verschiedener Ansichten von internationalen Gerichten und Schiedsgerichten eingegrenzt. Die unterschiedlichen Ansichten zu faktischer und normativer Kausalität werden dargestellt, um die aus Sicht des Autors entscheidende Frage zu beantworten, ob auch in einem non-linearen System ein Kausalzusammenhang im Sinne der *conditio qua non* zwischen einem SAI-Einsatz und den modellierten Nebenwirkungen grundsätzlich hergestellt werden kann.

Eng verknüpft mit der Beantwortung der Frage sind daher die Anforderungen an den Nachweis des Verstoßes gegen das Präventionsprinzip vor einem etwaig befassten internationalen Gericht oder Schiedsgericht. Aus diesem Grund befasst sich die Dissertation auch mit der Frage nach völkerrechtlichen Beweisstandards und – lasten.

Im Ergebnis begegnet eine gerichtliche Durchsetzung eines Verstoßes gegen das Präventionsprinzips, insbesondere aufgrund des notwendigen Kausalzusammenhangs erheblichen Schwierigkeiten, jedenfalls, soweit ein strikter Kausalitätsnachweis gefordert wird. Grundsätzlich möglich erscheint dagegen der Nachweis eines Verstoßes, soweit man eine klare und überzeugende Beweislage als Standard erachtet, die mit der stets verbleibenden wissenschaftlichen Unsicherheit in einer den naturwissenschaftlichen Standard berücksichtigenden Art und Weise umgeht. Eine große Rolle werden dabei die Verwendung von Klimamodellen und Aussagen von Sachverständigen spielen.

Dritte Voraussetzung des Präventionsprinzips ist der Verstoß gegen die gebotene Sorgfalt: Die Anforderungen an den gebotenen Sorgfaltsmaßstab werden herausgearbeitet. Der angemessene Sorgfaltsstandard führt aus Sicht des Autors bei einem SAI-Einsatz unter anderem dazu, dass ein unilateral durchgeführter SAI-Einsatz regelmäßig nicht die gebotene

Sorgfalt berücksichtigen kann. Weiterhin wird vertreten, dass ein SAI-Einsatz nur verhältnismäßig sein kann, wenn er mit erheblichen Treibhausgasreduktionen kombiniert wird.

2. Staatenhaftung

Im Anschluss an die Prüfung des völkerrechtlichen Rahmens, den das Präventionsprinzip für einen SAI-Einsatz setzt, wird auf die Frage nach einer völkergewohnheitsrechtlichen Staatenhaftung für erhebliche grenzüberschreitende Schäden aufgrund völkerrechtlich nicht verbotener Aktivitäten eingegangen. Die Frage wird unter Auswertung der IGH-Rechtsprechung zum Pulp-Mills-Fall und *Certain-Activities*-Fall und der juristischen Literatur zum Vorliegen einer entsprechenden Staatenpraxis im Ergebnis verneint.

3. Pflicht zur Notifikation, Konsultation und Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung

Von zentraler Bedeutung für einen SAI-Einsatz sind zudem die prozeduralen - das Präventionsprinzip begleitenden - Notifikations- und Konsultationspflichten. Diese sind Teil des engen völkerrechtlichen Rahmens, insbesondere für einen geplanten uni- oder multilateralen SAI-Einsatz.

4. Vorsorgeprinzip

Ein weiteres für die Beurteilung von SAI relevantes umweltvölkerrechtliches Prinzip ist das Vorsorgeprinzip. Zunächst wird der Anwendungsbereich vom Anwendungsbereich des Präventionsprinzips abgegrenzt, bevor völkerrechtliche Geltung, Voraussetzungen und Rechtsfolgen dargestellt werden. Dabei wird auch auf die Frage der nur begrenzten Richtungsweisung des Prinzips bei Risiko-Risiko-Abwägungen eingegangen.

Das Vorsorgeprinzip kann aus Sicht des Autos im Hinblick auf einen SAI-Einsatz keine eindeutige Rechtsfolge bestimmen, an die sich Entscheidungsträger halten können. Ziel von einer SAI-Anwendung ist die Minimierung der Folgen des Klimawandels, beinhaltet aber selber Risiken, unter anderem auch für die Biodiversität. UNFCCC und CBD enthalten jeweils Versionen des Vorsorgeprinzips und könnten bei Anwendung des Vorsorgeprinzips zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Die Frage, wie völkerrechtlich mit diesen rechtlichen Konflikten umgegangen werden kann adressiert Teil 5.

Teil 5: Konflikte in völkerrechtlichen Verträgen und Normen

Dieser Teil behandelt die Fragmentierung und Harmonisierung des Rechts sowie die mögliche Operationalisierung des Vorsorgeprinzips. Es wird gezeigt, dass es Konflikte zwischen verschiedenen völkerrechtlichen Normen geben kann, deren völkerrechtliche Auflösung bislang nicht abschließend geregelt ist und die bei einer möglichen Regulierung von SAI berücksichtigt werden müssten.

Teil 6: Völkerrechtliche Verantwortlichkeit für SAI

Teil 6 widmet sich der Frage der Verantwortung und Haftung für Schäden und unerwünschte Nebenfolgen einer etwaigen SAI-Anwendung. Hierzu werden zunächst die völkerrechtlichen Grundlagen und Rechtsfolgen der Staatenverantwortung unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus Teil 3 und Teil 4 dargestellt. Besonderer Fokus liegt vor dem Hintergrund des dem SAI-Konzept inhärenten Termination Effekts auf der Rechtsfolge der Beendigung des völkerrechtswidrigen Zustands und welcher Staat diesen Anspruch ggf. geltend machen könnte. Ein abrupter Abbruch eines SAI-Einsatzes würde mit hoher Wahrscheinlichkeit erhebliche negative Auswirkungen auf Ökosysteme haben. Gleichzeitig besteht, soweit die Voraussetzungen der Staatenverantwortlichkeit vorliegen, ein Anspruch auf Beendigung des völkerrechtswidrigen Zustands. Diese Kombination eines potentiellen Anspruchs auf

Einstellung eines SAI-Einsatzes, der ggf. gravierende negative Auswirkungen auf Ökosysteme nach sich zieht, hat aus Sicht des Autors Auswirkungen auf die nach dem Präventionsprinzip gebotene Sorgfalt.

Teil 7: Zusammenfassung und Ausblick

Das Völkergewohnheitsrecht und verschiedene internationale Abkommen setzen enge rechtliche Grenzen für den Einsatz von SAI-Technologien. Ein unilateral oder multilateral durchgeführter Einsatz wird regelmäßig gegen das Präventionsprinzip verstoßen. Die Erforschung von SAI ist jedoch nicht umfassend reguliert. Angesichts der fortschreitenden Erderwärmung und unzureichender Mitigations- und Adaptionbemühungen wird SAI als mögliche Option im Maßnahmenportfolio gegen die Klimakrise diskutiert. Ein SAI-Einsatz ist jedoch nur unter Berücksichtigung der höchstmöglichen Sorgfalt völkerrechtlich, ein unilateral oder multilateral durchgeführter SAI-Einsatz wird jedoch regelmäßig gegen das Präventionsprinzip verstoßen. Die Antwort auf die Klimakrise bleibt aus völkerrechtlicher Sicht vorrangig die Mitigation der Treibhausgase und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels.