

# Wettermanipulation: Der Traum könnte zum Alptraum werden

*Sintfluten, Hagelunwetter, Hurrikane, Tornados: Sie zu beeinflussen ist ein alter Menschheitstraum. Heute ist er teilweise Wirklichkeit. Doch die Wetterbeeinflussung wird auch für militärische Zwecke missbraucht.*

Von Hans Peter Roth

Sollte es möglich sein, Wettersysteme, die Verwüstung und Tod bringen, zu stoppen? Sie umzulenken aufs offene Meer, in unbewohnte Gebiete, oder über «feindliches Territorium»? Ist dieses Szenario Traum oder Alptraum? Tatsache ist: Der Mensch beeinflusst Klima und Wetter. «Mehr oder weniger unbewusst hat der Mensch das Wetter global modifiziert», erklärt Heinz Wanner, Direktor des Nationalen Forschungsschwerpunktes Klima: «Vor allem durch den Ausstoss von Treibhausgasen und Aerosolen, durch Entwaldung und das Verbauen grosser Flächen.» Dadurch hat sich die Atmosphäre erwärmt. Sie enthält mehr Energie. Und mehr Energie bedeutet heftigere Entladung von Unwettern. Was tun?

Nebst der unbewussten Wettermanipulation versucht der Mensch längst, bewusst ins Wettergeschehen einzugreifen. Beispiel: Die Hagelrakete. Ihre Explosion setzt Silberjodid in der Gewitterzelle frei. Sofort kondensiert an den winzigen, Eiskristallen ähnlichen Silberjodidpartikeln Wasserdampf. Regentropfen entstehen. Die Gewitterwolke regnet im Idealfall aus, bevor sich grosse Hagelkörner bilden. «Grossflächige Versuchsreihen der ETH Zürich mit russischen Hagelraketen über dem Emmental konnten wissenschaftlich jedoch keine Wirkung nachweisen», weiss Heinz Wanner. Heute hört man den dumpfen Knall von Hagelraketen in der Schweiz kaum mehr.

Dennoch werden bis heute in über 30 Ländern Wolken mit Silberjodid-Eiskeimen «geimpft». In der Regel versprühen Flugzeuge die Kondensationskerne möglichst grossflächig in potenziellen Unwetter-Wolken. Das taten auch US-Truppen ab 1966 über Vietnam und Laos. Ziel des ersten «Wetterkriegs» der modernen Geschichte: Die gegnerischen Nachschubwege entlang des Ho-Chi-Minh-Pfades im Regen und Morast versinken lassen. 1972 bewies der amerikanische Starjournalist Seymour Hersh, dass die US-Luftwaffe im Vietnamkrieg mehr als 2600 Wolkenimpf-Einsätze geflogen hatte. Internationale Proteste führten 1976 zur Verabschiedung der UNO-Resolution 31.72. Diese verbietet die Wetterbeeinflussung und Umweltveränderung zur Kriegsführung. 1978 wurde sie auch von der US-Regierung ratifiziert.

«Resolution 31.72 hat Militärs verschiedener Länder indes nicht daran gehindert, Forschungsprojekte zur Wettermanipulation weiter voranzutreiben», sagt der amerikanische Autor und Wissenschaftspublizist Nick Begich. In Alaska recherchiert der Sohn eines ehemaligen US-Kongressabgeordneten seit mehr als zehn Jahren über das «High Frequency Active Auroral Research Program», kurz «Haarp». Offiziell dient dieser Antennenwald bei Gakona, Alaska, der Erforschung des Sonnenwinds, des Nordlichts und deren Auswirkung auf die Kommunikation. Doch weltweit mehren sich kritische Stimmen. Auch Nick Begich ist überzeugt: «Haarp dient der experimentellen Wetterbeeinflussung.»

Plasmaphysiker Bernard Eastlund, der für den Aufbau der Anlage massgeblich verantwortlich war, bestätigt in einer Sendung des Discovery Channels, die auch im Schweizer Fernsehen ausgestrahlt wurde, das gewaltige Energiepotential von Haarp: «Zurzeit können bis zu drei Millionen Watt erzeugt werden.» Diese Energie reicht aus, um die rund 100 Kilometer über dem Boden gelegene Ionosphäre auf einer Fläche von einem Quadratkilometer auf 28'000 Grad zu erhitzen, rechnet Autor Nick Begich nach: «Und genau dies ist der Zweck der Anlage. Sie haben herausgefunden, dass jede Menge Wärme erzeugt wird, wenn man Radiowellen in einer bestimmten Frequenz gebündelt nach oben richtet.» Diese Hitzeeinwirkung kann die Ionosphäre in einem Gebiet mit 50 Kilometer Durchmesser und die darin enthaltenen Luftströmungen anheben – auch den Jetstream.

«Die Idee, den Jetstream zu bewegen, ist phänomenal», sagt Begich. «Wer hätte gedacht, dass Menschen so etwas können. Das Problem ist aber, dass wir das System nicht beherrschen. Eine Änderung hier führt zur Katastrophe dort.» Sorgen bereitet dem Autor auch, dass die gleichgeschaltete Haarp-Anlage Radiowellen über die Ionosphäre an jeden beliebigen Ort der Erde schicken kann. Gemäss weiteren Kritikern wird in Gakona, Alaska auch in Frequenzbereichen experimentiert, die Einfluss auf die menschliche Psyche nehmen können. Ein Horror-szenario?

«Das ist die Kriegsführung des 21. Jahrhunderts», lautet Begichs bittere Antwort. «Deshalb haben bereits verschiedene Länder gegen Haarp Protest eingelegt. Und deshalb muss die Resolution 31.72 unbedingt in Kraft bleiben.» Doch Nick Begich ist alles andere als optimistisch. Die letzten drei Verteidigungsminister der USA hätten sich allesamt für einen Ausstieg aus dem UN-Abkommen eingesetzt. «Früher oder später schaffen sie es.» Zudem seien im US-Kongress ganz aktuell Bemühungen im Gang, einen «Ausschuss für Forschungen und Operationen im Bereich der Wettermodifikation» ins Leben zu rufen.

## ATMOSPHERE

### *US-Forscher will Hurrikane bändigen*

Von Holger Dambeck

Die gewaltige Energie von Hurrikanen hofft ein amerikanischer Wissenschaftler eines Tages beherrschen zu können. In Simulationen gelang es bereits, virtuelle Stürme abzulenken. Meteorologen halten das Vorhaben jedoch für nicht umsetzbar.

Mit gewaltiger Kraft rollt der Hurrikan „Iniki“ der Stadt Kauai auf Hawaii entgegen - Tausende Menschen sind bedroht. Der Atmosphärenforscher Ross Hoffman ändert die Windrichtung nahe des Sturmzentrums ein wenig. Mit Erfolg: „Iniki“ dreht Richtung Westen ab - die Stadt Kauai bleibt verschont.

Was Hoffman am Computer simuliert, das Ablenken von Hurrikanen durch gezielte menschliche Eingriffe, könnte nach Meinung des Forscher in ferner Zukunft Realität sein. „Diese Simulation zeigt uns, dass wir auf dem richtigen Weg sind, um echte Hurrikane zu beeinflussen.“ Hoffman sucht als Experte für numerische Wettervorhersage in der Firma Atmospheric and Environmental Research in Lexington nach Wegen, den gewaltigen Kräften der Natur Herr zu werden.

Der Hurrikan „Iniki“ ist keine Erfindung Hoffmans - er ist sein Studienobjekt. Im September des Jahres 1992 raste der gewaltige Sturm tatsächlich auf Hawaii zu - mehrere Menschen starben, Häuser wurden zerstört, grosse Waldstücke eingeebnet.

Mit den bekannten Daten der Hurrikans fütterte Hoffman ein Simulationsprogramm, das mit einem dreidimensionalen Modell der Atmosphäre arbeitet.

### *Blauer Himmel über dem Roten Platz*

Der Ansatz des Forschers ist sehr theoretisch: Hoffman weiss, dass Vorgänge in der Atmosphäre chaotischer Natur sind. Minimale Unterschiede zwischen zwei ansonsten identischen Anfangssituationen können nach einigen Tagen zu völlig verschiedenen Wetterlagen führen. Meteorologen verweisen gern auf den Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien, der den letzten Ausschlag für das Wetter hierzulande geben soll.

Solch ein Flügelschlag ist genau das, wonach Hoffman sucht. Ein kleiner, minimaler Eingriff des Menschen, und die gewaltige Energie eines Hurrikans wird in andere Bahnen gelenkt - so zumindest seine Theorie.

Schon seit Jahrzehnten versucht der Mensch, in das Wettergeschehen einzugreifen. In der Sowjetunion sollte die Parade am ersten Mai auf dem Roten Platz garantiert bei Sonnenschein stattfinden, in Baden-Württemberg und Bayern werden Wolken beschossen, um schwere Hagelniederschläge zu verhindern.

Das Mittel der Wahl heisst Silberjodid. Es dient als Kondensationskeim und soll die Tröpfchenbildung fördern, so dass die Wolken sich frühzeitig abregnen beziehungsweise kleinere, weniger gefährlichere Hagelkörner vom Himmel fallen. Mit Raketen oder vom Flugzeug aus werden die Wolken mit Silberjodid „geimpft“ - Dutzende Staaten geben jährlich Millionen dafür aus. Dahinter stehen handfeste wirtschaftliche Interessen: Der Hagelflieger am Stuttgarter Flughafen wird beispielsweise von Winzern und Daimler-Chrysler finanziert - die einen fürchten um ihre Ernte, die anderen um ihre nagelneuen Luxuswagen, die im Freien parken.

Ob das Impfen der Wolken tatsächlich funktioniert, ist jedoch unter Wissenschaftlern umstritten. Die American Meteorological Society kam jüngst zu dem Schluss, dass es zwar zahlreiche Indizien, jedoch keinen eindeutigen wissenschaftlichen Beweis für den Erfolg menschlicher Eingriffe gibt.

### *„Veränderungen beim Wind funktionieren am besten“*

Ulrich Cubasch, Atmosphärenforscher am Institut für Meteorologie der FU Berlin, hält das Impfen von Wolken für unsinnig: „Das sind Vorhaben aus den 60er Jahren, als man sehr technikgläubig war. Das hat sich als nicht haltbar her-

ausgestellt.“ Der Mensch müsse hinnehmen, was in der Atmosphäre geschehe. Dort seien so gewaltige Energien im Spiel, dass es wohl besser sei, nicht einzugreifen.

Hoffman glaubt trotz solcher Einwände daran, dass Menschen eines Tages Hurrikane bändigen können - „aber wahrscheinlich nicht in den kommenden Jahrzehnten.“ Er ist überzeugt, dass genauere Modelle mit höherer Auflösung der Schlüssel dafür sind, den Mechanismus von Hurrikanen Stück für Stück zu enträtseln.

„Ich denke, wir haben die besten Einflussmöglichkeiten noch nicht gefunden“, erklärte er im Gespräch mit SPIEGEL ONLINE. „Unsere ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass Veränderungen beim Wind am besten funktionieren.“ Mit neuen Ansätzen, basierend auf detaillierteren Berechnungen, könne man die besten Möglichkeiten bestimmen, um mit kleinen Änderungen grosse Wirkung zu erzielen. „Wir bereiten unsere Ergebnisse für eine Veröffentlichung in Wissenschaftsmagazinen vor.“

Bei den Simulationen hätten sich auch Temperaturveränderungen im Anfangsstadium am Auge des Hurrikans als hilfreich erwiesen. Das Ergebnis seien weniger starke Zerstörungen gewesen. Bei detaillierten Berechnungen am Hurrikan Andrew, der 1992 über Florida raste, stellte Hoffman fest, dass man mehrfach im Abstand von sechs Stunden hätte eingreifen müssen, um Südflorida sicher zu halten. „Es sieht so aus, als ob eine Serie von gezielten Eingriffen erforderlich ist, um einen Hurrikan über einen beliebigen Zeitraum zu kontrollieren“, schreibt er im Wissenschaftsmagazin „Scientific American“.

Aber wie soll das Ablenken von Hurrikanen in der Praxis funktionieren? Gewaltige Energiemengen wären erforderlich. Hoffman schlägt Solarkraftwerke auf Satelliten vor, die gezielt Mikrowellen Richtung Erde senden und so die Temperatur punktuell erhöhen. Ebenfalls denkbar seien gezielte Luftdruckveränderungen in grösseren Entfernungen zum Hurrikan, etwa durch Flugzeuge, die Wolken erzeugen.

### *Den Golf von Mexiko zuschütten?*

Der Berliner Atmosphärenforscher Cubasch hält derartige Pläne für „absolut unsinnig“. „Das ist genauso wenig wahrscheinlich wie das Beeinflussen eines Tiefdruckgebiets.“ Genauso gut könne man alle Schmetterlinge in Brasilien einfangen, meinte der Professor in Anspielung auf den Schmetterlingsschlag, der das Wetter entscheidend beeinflussen soll. Man könne auch den Golf von Mexiko zuschütten, über dem sich die gefährlichen Hurrikane bilden. „Aber das wäre unsinnig“, so Cubasch.

Hurrikansimulator Hoffman sinniert hingegen schon über ganz andere Fragen. Sollte seine Idee tatsächlich eines Tages umsetzbar sein, stünden die Menschen vor schwerwiegenden Entscheidungen: Wohin soll man einen Hurrikan ablenken? Welches Gebiet wird „geopfert“? Was, wenn einzelne Staaten die Möglichkeit missbrauchen? Die Uno hatte den Einsatz von wetterbeeinflussenden Techniken als Waffe in den 70er Jahren verboten.

Hoffman bleibt jedoch trotz aller Visionen Realist: Kurzfristig hält er andere Probleme für wichtiger: „Wir brauchen Evakuierungspläne, die funktionieren.“ Ausserdem seien Regelungen vonnöten, die verhindern, dass Menschen in überflutungsgefährdeten Regionen angesiedelt würden.

## Wie lenkt man einen Hurrikan?

### *NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)*

Nicht von ungefähr ist es Miami im von Hurrikanen geplagten Florida, wo die wichtigsten amerikanischen Wetterfrösche zu Hause sind. NOAA, die nationale Wetterbehörde, unterhält schon seit den 40er Jahren ein Team, das regelmässig direkt in die Hurrikane hinein fliegt. Trotz zahlloser Satelliten im All liefern die Messungen direkt im Hurrikan bis heute die genauesten Daten. Auf deren Grundlage wird hier berechnet, welchen Weg ein Hurrikan nehmen wird – hier wird entschieden, ob und wenn wo evakuiert werden muss.

### *Projekt Storm Fury*

Anfang der 60er Jahre suchte man andere Wege, mit einem Hurrikan fertig zu werden. Ausgestreutes Silberjodid sollte die Wolken abregnen lassen. Es diente als Kristallisationskeim, an dem die kalten Wassertröpfchen der oberen Wolkenschichten gefrieren und dadurch absinken sollten.

In dem Projekt Storm Fury - zu deutsch Sturm-Wut - versuchte man auf diese Weise Hurrikane abzuschwächen. 1983 zog dann aber ein Hurrikan nach der Behandlung mit Silberjodid statt aufs Meer Richtung Land. War Storm Fury daran Schuld? Das konnte man nicht mit Gewissheit sagen. Das Projekt wurde gestoppt.

Wie denken die Wettermacher von heute darüber - die mit Computermodellen anstelle von Flugversuchen ans Werk gehen, um das Wettergeschehen zu beeinflussen? In Lexington bei Boston haben wir Ross N. Hoffman von der AER (Atmospheric and Environmental Research Inc.) besucht. Er meint dazu: „Es war richtig, Storm Fury zu stoppen. Die Wetter-Modelle waren damals zu ungenau, um genau vorauszusagen, was passieren würde. Nehmen wir an, wir machen einen Versuch (mit Silberjodid) und schwächen einen Hurrikan von Stufe 4 auf Stufe 2 ab. Dann wird jeder applaudieren und sagen: gut gemacht. Aber hätten wir gar nichts unternommen, wär' vielleicht ein Hurrikan der Stufe 1 daraus geworden. Wir wissen's nicht – ohne präzise Voraussagen.“

### *Iniki und Andrew*

1992 gab es die Hurrikane Iniki und Andrew. Eigentlich war Iniki ja ein Taifun, weil er im Pazifik stattfand – aber damit nehmen es die amerikanischen Forscher nicht so genau. Aus meteorologischer Sicht sind Hurrikane, Taifune oder die Zyklone im Indischen Ozean genau dasselbe.

Iniki und Andrew sind damals detailliert messtechnisch erfasst worden. Mit diesen Daten konnten die neuesten Computermodelle der Wetterforscher auf ihre Zuverlässigkeit hin überprüft werden. Und tatsächlich: die Modelle sagten den Kurs und die Intensität der Hurrikane mit den eingegebenen Daten genauso voraus, wie sie 1992 tatsächlich waren.

Diese Computermodelle sind damit ein wirksames Instrument, um zu überprüfen, wie mit leichten Veränderungen in der Temperatur der Meeresoberfläche oder der Wolkenschichten die Intensität der Hurrikane verändert werden kann. So erreichten Ross N. Hoffman und seine Mitarbeiter beim Hurrikan Iniki ein kurzfristiges Abdriften nach Westen. Danach zog der Hurrikan zwar wieder in seiner ursprünglichen Richtung nach Norden – aber das Auge verfehlte die Hawaii-Insel Kauai um immerhin 100 Kilometer. Tatsächlich ist Kauai damals von Iniki völlig verwüstet worden.

Auf ähnliche Weise beeinflussten die Forscher im Computer den Hurrikan Andrew, der dadurch um zwei Stufen abgeschwächt werden konnte.

### *Zauberkristalle gegen Hurrikane*

Eine Möglichkeit, um solche Veränderungen zu erreichen, ist die Beeinflussung der Wolken. Wolken haben grossen Einfluss auf den Temperaturhaushalt unserer Atmosphäre! So verhindert eine Wolkenschicht zum Beispiel in der Nacht das Abstrahlen der tagsüber von der Erdoberfläche aufgenommenen Wärme ins All. Beseitigt man daher Wolken während der Nacht, wird die Atmosphäre gekühlt.

Andererseits sorgen Wolken tagsüber dafür, dass die einfallende Sonnenstrahlung zurück ins All reflektiert wird und sich die Erde so weniger erwärmt. Beseitigt man gezielt Wolken am Tag, kann damit eine zusätzliche Erwärmung der Erde erreicht werden. Wolken „verschwinden“ zu lassen ist also eine viel versprechende Möglichkeit das Wetter und eben auch Hurrikane zu beeinflussen.

### *Die Firma Dyn-O-Mat behauptet, nicht nur Wolken absorbieren zu können, sondern auch Hurrikane.*

Das Zaubermittel, mit dem sie das erreichen will, besteht aus kleinen Kristallen, die die fünfzehnhundertfache Menge ihres Eigengewichts an Wasser aufnehmen können. Und das rasant schnell. Zu Pulver gemahlen und in eine Schüssel voll Wasser eingerührt, verwandeln sie das Wasser in Sekunden in eine gelartige Masse. Kommt diese für die Umwelt gesehen völlig unschädliche Masse mit Salzwasser in Berührung, löst sie sich sofort wieder auf. Ein idealer Stoff also, um über dem Meer das Wettergeschehen zu beeinflussen.

Im Internet präsentiert die Firma stolz, wie sie mit dem Einsatz von Jumbo-Jets, die das Kristallpulver ausstreuen, aus scheinbar trockener Luft das Wasser absorbieren. So entsteht vor wolkenlosem Himmel plötzlich ein Regenbogen – an anderer Stelle regnet es sogar.

### *Sonnenkraftwerks-Satelliten*

Vielleicht gibt es in absehbarer Zeit noch andere Methoden, unsere Atmosphäre gezielt aufzuwärmen: Sonnenkraftwerks-Satelliten. Bereits seit den 60er Jahren entwickelt die NASA solche Satelliten und hat mit Ross N. Hoffman erforscht, in wie weit diese Kraftwerke im All auch zur Wetterbeeinflussung geeignet sein könnten. „Manch einer wird denken – das ist Science-Fiction“, sagt Ross N. Hoffman. „Aber ich glaube daran, dass wir das Wetter werden kontrollieren können. Wir können die ganze Atmosphäre beeinflussen – das machen wir zwar jetzt auch schon – mit Industrie und Abgasen zum Beispiel. Oder mit jedem Flug über den Atlantik. Aus den Kondensstreifen werden Zirruswolken und die können der Anfang eines völlig anderen Wettergeschehens sein, als es sonst eingetreten wäre. Wir verändern also ständig die Atmosphäre - aber bisher eben ziellos. Jetzt können wir intelligente Veränderungen starten – um unsere Umwelt und die Erde zu verbessern.“

Autor: Momo Rabenschlag