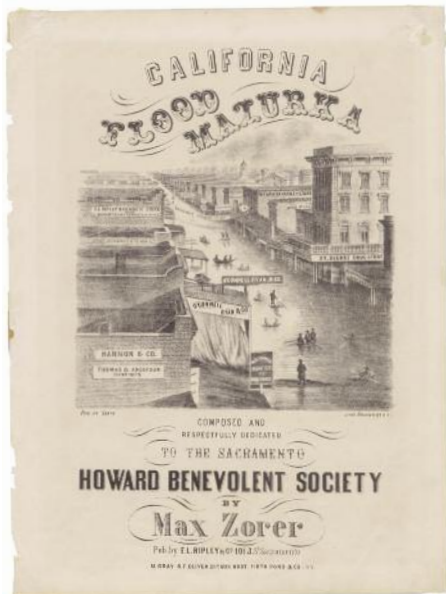




Überflutete Innenstadt von Sacramento, Überschwemmung in England*: Langgezogene Sturmsysteme über allen Ozeanen

UNWETTER

Meer aus Schlamm

Kaliforniens nächste Naturkatastrophe könnte eine Riesenflut sein, ausgelöst durch pazifische Regenstürme. Das bedrohliche Phänomen wird durch den Klimawandel verstärkt.

„Der Regen ergoss sich vierzig Tage und vierzig Nächte lang auf die Erde ... Da verendeten alle Wesen aus Fleisch ... Vögel, Vieh und sonstige Tiere, alles, wovon die Erde gewimmelt hatte, und auch alle Menschen.“

GENESIS 7

Der Sturm treibt schwere Regenwolken vom Pazifik her über die US-Westküste. Winde peitschen mit bis zu 200 Stundenkilometern über das Land. Die Wolken schütten Sturzbäche an den Hängen der Sierra Nevada aus.

Die beiden größten Flüsse der Region, der Sacramento und der San Joaquin, schwellen zu reißenden Strömen an. Das fruchtbare Central Valley in Kaliforniens Hinterland steht metertief unter Wasser. Anderthalb Millionen Menschen müssen evakuiert werden.

23 Tage lang tobt das Unwetter. Am Ende sind ein Viertel aller Gebäude im Katastrophengebiet beschädigt. Das Wasser steht bis zu sechs Meter hoch. Erst Wochen später ist es abgeflossen.

Wird es so kommen? ARkStorm (Atmospheric River kilo Storm) heißt das Alptraum-Szenario. US-Forscher haben es modelliert. Die geschätzten Schäden des Infernos: 725 Milliarden Dollar – dreimal mehr, als das gefürchtete Jahrhundertbeben in Kalifornien verursachen würde.

Und während „The Big One“ entlang der San-Andreas-Verwerfung längst zur

Folklore gehört, muss es den Bewohnern der Pazifikküste wie ein Treppenwitz erscheinen, dass ihr sonnenverwöhnter Staat auch im Wasser versinken könnte.

Doch die Sintflut, entworfen mit Hilfe von Klimamodellen und langjährigen Wetterdaten, ist kein Hirngespinnst aus den Studierstuben. „ARkStorm ist plausibel und noch nicht einmal ein Worst-Case-Szenario“, sagt Dale Cox vom U.S. Geological Survey, der das Projekt koordiniert.

Sedimentproben belegen, dass in den vergangenen Jahrhunderten immer wieder gewaltige Winterstürme vom Pazifik heranzogen und die amerikanische Westküste fluteten. Ist ein solcher Sturm dann überfällig? „So etwas kann noch in diesem Winter geschehen“, sagt Cox.

An regenreiche Winterwinde sind die Kalifornier gewöhnt. Verantwortlich dafür sind breite Ströme wasserschwerer Luft, die Tausende Meilen weit über den Pazifik ziehen. Sechs bis zwölf dieser „atmosphärischen Flüsse“ steuerten jedes Jahr auf die US-Westküste zu, berichtet der Hydrologe Michael Dettinger vom Scripps Institute of Oceanography im kalifornischen La Jolla. Weil die Stürme ihre Wasserlast oftmals in der Nähe von Hawaii aufsaugen, werden sie von den Kaliforniern „Ananas-Express“ genannt.

* Links: historische Darstellung von 1862; rechts: in Cockermouth in der britischen Grafschaft Cumbria im

November 2009.

Die Einheimischen haben eine Art Hassliebe zu den Unwettern entwickelt. Weihnachten herrscht oftmals Schmutdelwetter im Norden Kaliforniens. Die Regenstürme bringen jedoch auch 30 bis 50 Prozent des ersehnten jährlichen Niederschlags – in nur wenigen Tagen.

Manchmal jedoch gerät das bandförmige Wetterphänomen derart in Schwung, dass es wie ein gewaltiger Feuerwehrschauch phantastisch anmutende Wassermengen von Westen nach Osten über den Pazifik transportiert.

„Ein starker atmosphärischer Fluss trägt die 7- bis 15fache Wassermenge des Mississippi in sich“, sagt Dettinger. Nur etwa anderthalb Kilometer über dem Meer rasen die Wolken heran. Sobald sie mit einer Gebirgskette kollidieren und die warme Luft nach oben gedrückt wird, entlädt sich ein tagelanger Sturzregen (siehe Grafik).

Über allen Ozeanen treten die langgezogenen Sturmsysteme auf – und doch dauerte es bis 1998, bevor die Klimaforscher ihrer erstmals gewahr wurden. Bei der Analyse von Daten des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage waren den Klimaforschern Yong Zhu und Reginald Newell vom Massachusetts Institute of Technology bei Boston schmale, langegezogene Wolkenbänder über den Ozeanen ins Auge gefallen. Als Zhu und Newell das Phänomen studierten, waren sie baff: Die Bandwurmunwetter transportieren 95 Prozent allen Wasserdampfs, der im globalen Wettersystem in Richtung der Polkappen geschaufelt wird.

Inzwischen wissen die Forscher, dass „atmosphärische Flüsse“ ein fester Bestandteil des irdischen Klimasystems sind. „An jedem Tag sehen wir zwischen vier und zehn von diesen Dingen irgendwo auf der Erde“, berichtet Dettinger. Die

Strömungsbänder bauen sich nördlich und südlich des Äquators auf und transportieren warme und feuchte Luft aus den Tropen in subtropische und gemäßigte Breiten, wo sie ihre Wasserlast an den Westküsten der Kontinente abladen.

Im Herbst 2009 etwa versanken Teile Englands und Spaniens im Dauerregen. Ein „atmosphärischer Fluss“ über dem Atlantik lieferte das Wasser für die Fluten. Dettinger hat Indizien, dass die Feuchtluft aus den Tropen gelegentlich sogar bis in den Mittelmeerraum strömt. Starkregen in Italien und Nordafrika im vorigen Herbst beispielsweise führt er auf ein solches Ereignis zurück. Auch Westafrika und Chile bleiben von den Stürmen nicht verschont.

Am besten studiert ist das Phänomen indes an der US-Westküste. Historische Aufzeichnungen belegen dort die Macht der „atmosphärischen Flüsse“. Das Jahrhundertunwetter des Winters 1861/62 schreckt die Forscher besonders.

Am Heiligen Abend öffnete damals der Himmel über Kalifornien seine Schleusen. In den Folgewochen spielte sich alles ab wie in der Bibel – nur ohne Arche.

Für 45 Tage zogen schwere Regenwolken über das Land. In der Mojave-Wüste und im Becken von Los Angeles bildeten sich Seen. Fast an der gesamten nordamerikanischen Westküste, von British Columbia bis hinunter nach Mexiko, wütem die Stürme.

Das Central Valley verwandelte sich in ein Meer aus Schlamm, 500 Kilometer lang und 30 Kilometer breit. Geschätzte 200 000 Rinder erstickten. „Tausende von Farmen stehen komplett unter Wasser“, berichtete der Autor William Brewer, der das Land zu jener Zeit bereiste. Mancherorts hätten nicht einmal mehr die Spitzen der Telegrafmasten aus dem Wasser geragt.

Drei Meter hoch stand die Brähe in der Innenstadt der kalifornischen Hauptstadt Sacramento. Der frisch gewählte Gouverneur Leland Stanford gelangte im Ruderboot zu seiner Amtseinführung.

Während der Zeremonie am 10. Januar 1862 stieg das Wasser immer höher. Auf dem Rückweg konnte der Würdenträger sein Wohnhaus nur noch durch ein Fenster im ersten Stock betreten. Erst drei Monate später war das Schmutzwasser abgelaufen. Da war der Staat bankrott.

„Diese Katastrophe ist Teil der Strafe für unsere nationalen Sünden“, salbete S. C. Thrall, ein Priester in San Francisco. Ob Gottes Zorn oder nicht: Inzwischen ist belegt, dass die Jahrhundertflut noch nicht einmal zu den schlimmsten der jüngeren Vergangenheit zählt.

Der Boden Kaliforniens enthüllt, wie unangenehm es wirklich werden könnte. Um Sedimentkerne zu gewinnen, trieben Geologen ihre Bohrstöcke in die Marschen und Auen um die Bucht von San Francisco. Die Profile enthüllten eine dramatische Vergangenheit. Zwei Super-

stürme fluteten das Land beispielsweise zu Beginn des 12. und des 15. Jahrhunderts. Besonders zerstörerisch war jedoch ein Unwetter, das im Winter 1605 über das Land zog. Die Fluten lagerten mindestens zehnmal so viel Sediment ab wie die schlimmsten Stürme des vorigen Jahrhunderts.

„Wirklich große Winterstürme kommen an der Westküste im Schnitt etwa alle 200 Jahre vor“, bilanziert Dettinger. Und die Zukunft könnte den Kaliforniern sogar noch häufiger tagelangen Starkregen bescheren, berichtet der Forscher. „Unsere Simulationen zeigen, dass der Klimawandel die Stürme begünstigt“, warnt er. Sieben Klimamodelle studierte der Experte. Aus den Daten las er, dass sich die Anzahl besonders schwerer Stürme bis Ende des Jahrhunderts verdoppeln könnte.

Für die Kalifornier bedeutet das vor allem zusätzliche Lehrstunden in Katastrophenschutz. Jährlich sieben Millionen Menschen nehmen an den Übungen für das „Shake Out“ genannte Erdbebenszenario teil. ARkStorm-Koordinator Cox drängt darauf, dass für den drohenden Supersturm vergleichbare Vorsorge getrieben wird.

Mehr als sechs Millionen Menschen le-

ben im überflutungsgefährdeten Central Valley. Die nächste große Katastrophe sei „absehbar“, warnt ein Report des kalifornischen Department of Water Resources. Zu schwach seien die Deiche, zu anfällig die „Lebensadern“ des Staates wie Gas- oder Wasserleitungen, fürchtet Cox. Immerhin wolle der US-Bundesstaat die ARkStorm-Projektionen nun nutzen, um einen Aktionsplan gegen die Fluten zu erarbeiten.

Auch die Nasa orientiert sich an dem Szenario. Vorsorglich arbeiten die US-Raumfahrer daran, ihr Forschungszentrum Dryden auf der Luftwaffenbasis Edwards nordöstlich von Los Angeles gegen künftige Hochwasser zu rüsten.

Cox macht derweil die Fußarbeit und tingelt durch die Gemeinden, um die örtlichen Katastrophenhelfer auf den Supersturm vorzubereiten. Manchmal allerdings muss der Experte harte Arbeit leisten, um die sonnenverwöhnten Kalifornier vom Ernst der Lage zu überzeugen.

„Genauso, wie es charismatische Tierarten gibt, gibt es auch charismatische Katastrophen“, sagt er: „Erdbeben sind charismatisch; für sie interessieren sich die Leute – für Überflutungen nicht.“

PHILIP BETHGE

Wasser marsch!

Computersimulation eines „atmosphärischen Flusses“ an der Westküste Nordamerikas

„Atmosphärische Flüsse“ sind gewaltige Strömungsbänder feuchter Luft, die sich über den Ozeanen aufbauen und mehrere tausend Kilometer lang werden können. Sie transportieren feuchte, warme Luft aus den Tropen in gemäßigte Breiten und laden ihre Wasserlast an den Westküsten der Kontinente ab. Besonders starke Strömungsbänder tragen bis zum 15fachen der Wassermenge des Mississippi in sich. Über Gebirgsketten steigen die Luftmassen auf und kühlen dabei ab. Der enthaltene Wasserdampf kondensiert, es kommt zu Sturzregen.

