SPUREN

Alex MacLean

SPUREN

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Küstenregionen

Birkhäuser
Basel

5 Detail einer Sandüberspülung (Overwash-Phänomen) auf der Barriereinsel vor Mastic Beach, **Shirley, Bundesstaat New York,** nach dem Durchzug von Wirbelsturm Sandy. Die hohen Wellen haben weit über die Dünen geschlagen und Teile der Lagune mit Strandsedimenten überschwemmt.

7 Edgartown Great Pond am südlichen Ufer von **Martha's Vineyard Island, Massachusetts,** ist ein Küstenteich, den ein schmaler Sandstreifen vom Atlantischen Ozean trennt. Dieser Strandwall *(barrier beach)* wird mehrmals im Jahr aufgerissen und schließt sich von selbst wieder. So fließt frisches Salzwasser in die Teiche und sorgt für eine gleichbleibende Wasserqualität. Das Bild zeigt, wie nah die langen, gewundenen Teichufer der riesigen Feuchtgebiete an die Strandküste heranreichen.

11 – Vorwort

Die Gesänge der Alligatoren und Gopherschildkröten

18–19 – Karte

21 – Einführung

Erkundungen Alex MacLean

332 – Anhang

Liste der überflogenen Orte

Bücher von Alex MacLean

Danksagung

27 – Geografien
83 – Leidenschaften
169 – Auswirkungen
231 – Widerstand
281 – Bedrohung
321 – Flucht

Die Gesänge der Alligatoren und Gopherschild-kröten

Bill McKibben

Bill McKibben ist amerikanischer Journalist, Buchautor und Umweltaktivist. Er hat den Großteil seiner Arbeit dem Umweltschutz gewidmet, insbesondere den Folgen der globalen Erwärmung. 2007 hat er die NGO 350.org ins Leben gerufen und wurde mit dem alternativen Nobelpreis geehrt. Er ist Autor einer Reihe erfolgreicher Bücher, darunter *Das Ende der Natur*[1], das im Original 1989 erschienen ist. Seine jüngste Veröffentlichung trägt den Titel *Die taumelnde Welt: Wofür wir im 21. Jahrhundert kämpfen müssen*[2].

So wie die Menschen daran gewöhnt sind, jeden Tag eine bestimmte Menge an Nahrung zu sich zu nehmen, sind sie es auch gewohnt, an bestimmten Orten zu leben. Aus ersichtlichen Gründen sind viele dieser Orte direkt am Meer gelegen. Flussmündungsgebiete gehören zu den artenreichsten Ökosystemen unseres Planeten und die Nähe zum Wasser, insbesondere zum Meer, hat schon immer den Handel befördert, bedeutet Zugang zu Wohlstand und Macht. Das gilt für die frühesten Städte menschlicher Zivilisation (Athen, Korinth, Rhodos-Stadt) wie für die Megametropolen der heutigen Zeit (Shanghai, Mumbai). Neuerdings jedoch verbindet sich mit der Lage am Meer eine hochgradige, geradezu fatale Verwundbarkeit.

Nirgends wird dies deutlicher als in den Gebieten, die Alex MacLean in diesem eindrucksvollen Band über die Ostküste der Vereinigten Staaten zeigt. Entlang ihrer leicht zugänglichen Buchten und Flussdeltas – der Mündung des Hudson, der breiten und flachen Chesapeake Bay, der atemberaubenden Strände in North und South Carolina, Georgia und Florida – befinden sich zahllose Liegenschaften, die zu den wertvollsten der Welt gehören. Die Gefahren, die diesen Gebieten durch den Klimawandel drohen, haben angesichts des enormen Wohlstandes der USA nicht das Ausmaß, mit dem die Menschen an den Küsten von Bangladesch konfrontiert sind oder die Bewohner der kleinen Inselnationen, die möglicherweise bald im Ozean untergehen werden, oder die Bauern des Mekong-Deltas in Vietnam, deren Reisfelder schon jetzt versalzen. Dennoch ist die Situation auch in den USA äußerst ernst. Dieses Buch ist deshalb so bedeutsam, weil es ein Schlaglicht auf Veränderungen wirft, die andernfalls kaum bemerkt würden. Von der Augenhöhe eines Menschen lässt sich nicht wahrnehmen, wie gefährlich flach die amerikanische Ostküste ist, vom Flugzeug sieht die Sache erheblich anders aus.

Um die Dimensionen zu erfassen, um die es geht, muss man ein paar Dinge über den Klimawandel wissen. Während der gesamten 10.000 Jahre des Holozäns, dem erdgeschichtlichen Zeitalter, das nach dem Ende der letzten Eiszeit begann, war der Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre weitgehend konstant. Mit Beginn des 18. Jahrhunderts begannen die Menschen in der westlichen Welt erst Kohle und dann Erdöl und Erdgas in immer größeren Mengen zu verbrennen, eine Praxis, die sich anschließend in fast allen Regionen der Welt verbreitete. Die Verbrennung fossiler Brennstoffe führt notwendigerweise zum Ausstoß von Kohlendioxid in großen Mengen: Ein Liter Benzin wiegt 750 Gramm. Bei der Verbrennung entstehen daraus 2,35 Kilogramm an CO_2-Emissionen. Die CO_2-Emissionen sammeln sich in der Erdatmosphäre an. Mittlerweile ist der Volumenanteil von 275 ppm auf etwa 400 ppm gestiegen, mit weiterhin deutlich steigender Tendenz. Bisher haben die nationalen Regierungen keine ausreichend wirksamen Schritte unternommen, um diesem Anstieg Einhalt zu gebieten. Aufgrund seiner Molekülstruktur speichert Kohlendioxid Wärme, die andernfalls ins Weltall abgegeben würde. Die Folge ist, dass sich die Temperaturen auf der Erde stetig erhöht haben. Bis heute hat der Mensch einen Temperaturanstieg von etwas mehr als einem Grad Celsius verursacht. Der größte Teil dieser Wärme wird von den Ozeanen aufgenommen. Daraus ergeben sich zwei Konsequenzen: Zum einen steigt aufgrund der Wärmeausdehnung der Meeresspiegel, da warmes Wasser mehr Volumen einnimmt als kaltes Wasser. Zum anderen schmilzt alles, was gefroren ist. Nicht alles Eis auf der Erde, das der Sonne ausgesetzt ist, führt zu einem Anstieg des Meeresspiegels. Schwindende Eisberge auf den Ozeanen erhöhen den Wasserspiegel so wenig wie schmelzende Eiswürfel im Cocktailglas. Doch auf Felsen und Erde aufliegende Eisdecken, in der Arktis und Antarktis und in Form von Gletschern, werden durch ihr Abschmelzen den Meeresspiegel erhöhen. Dieser Prozess hat bereits eingesetzt.

Vor noch nicht langer Zeit führte mich eine Reise nach Grönland zwecks Erkundung des Schelfeises. Dabei wurde ich von zwei erfahrenen Eisforschern und zwei jungen Dichterinnen begleitet, Kathy Jetnil-Kijiner von den Marshall-Inseln im Pazifik und Aka Niviana aus Grönland. Die größte Insel der Welt ist von einem riesigen Eisschild bedeckt, der im Falle eines Abschmelzens die Ozeanspiegel um mehr als sechs Meter ansteigen ließe. Wir flogen zunächst nach Narsarsuaq, wo es einen Flugplatz aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs gibt. Von dort arbeiteten wir uns per Boot zu dem von Eisbergen geradezu verstopften Tunulliarfik-Fjord vor und gingen am Fuße des Qaterlait-Gletschers an Land. Nach einem dank unserer Ausrüstung eher anstrengenden Aufstieg über die vereiste Rampe des Gletschers schlugen wir ca. einen Kilometer landeinwärts auf einer Felsnase aus rotem Granit unser Lager auf. Allerdings mussten wir unser Lager noch am selben Tag versetzen, weil die

Nachmittagssonne den vorbeifließenden Bach zu einem kleinen Strom anschwellen ließ, der unsere Zelte überschwemmte. Nach der Abendmahlzeit, in der späten Sonne der Arktis, legten die beiden Dichterinnen die traditionelle Kleidung ihrer Heimat an und stiegen weiter den Gletscher hinauf, bis sie sowohl den Ozean als auch die höheren Eisregionen sehen konnten. Dort trugen sie ein gemeinsam verfasstes Gedicht vor, ein Aufschrei der Wut und Verzweiflung zweier engagierter Menschen über die Bedrohung ihres Daseins.

Das Eis in Nivianas Heimat schwindet nach und nach und mit ihm eine ganze Lebensweise. Während unseres Aufenthalts auf dem Grönländischen Eisschild berichteten Forscher, dass „das älteste und dickste Meereseis" in der Arktis bereits so stark schmelzen würde, dass bald sogar „Meereszonen nördlich von Grönland, die normalerweise auch im Sommer zugefroren sind, schiffbar würden". An einem nördlich von unserem Lager gelegenen Küstenabschnitt kam es durch schmelzendes Eis zu einem Bergrutsch ins Meer, der eine anfänglich 90 Meter hohe Tsunamiwelle auslöste, die in einem abgelegenen Dorf vier Menschen tötete. Nach Aussagen von Wissenschaftlern muss mit derartigen Naturkatastrophen „aufgrund der Klimaerwärmung zukünftig häufiger gerechnet werden". Noch direkter dürften die Auswirkungen des Klimawandels auf die Heimat von Kathy Jetnil-Kijner sein. Die Marshall-Inseln liegen nur ein bis zwei Meter über dem Meeresspiegel. Schon heute laufen bei Springfluten die Häuser voll und legt das Wasser auf Friedhöfen die Gräber frei. Brotfruchtbäume und Bananenpalmen sterben ab, weil zunehmend Salzwasser in das winzige Süßwasserreservoir eindringt, das auf den Atollen über Jahrtausende menschliches Leben ermöglichte. In Grönland stand Jetnil-Kijner auf dem Eis, welches, wenn es schmilzt, ihre Lebenswelt untergehen lassen wird und aus ihr und ihren Landsleuten Menschen macht, „deren einzige Heimat", wie sie es formuliert, „dann nur noch ein Reisepass ist". Das Gedicht kündete von einem stummen Zorn. Zwei schattenhafte Silhouetten in einer rauen Landschaft bildend, die in der nördlichen Hemisphäre ihresgleichen sucht, schleuderten die Frauen ihre Worte in den kalten Wind, der über den Gletscher strich. Es war ein Zorn, der aus einer langen und bitteren Geschichte erwachsen ist: Nach dem Zweiten Weltkrieg nutzten die USA die Marshall-Inseln für Atombombentests; bis heute ist das Bikini-Atoll unbewohnbar. Auch im grönländischen Eis hinterließen die USA nach Aufgabe der 30 Militärbasen, die sie auf der Insel einst unterhielten, Atommüll.

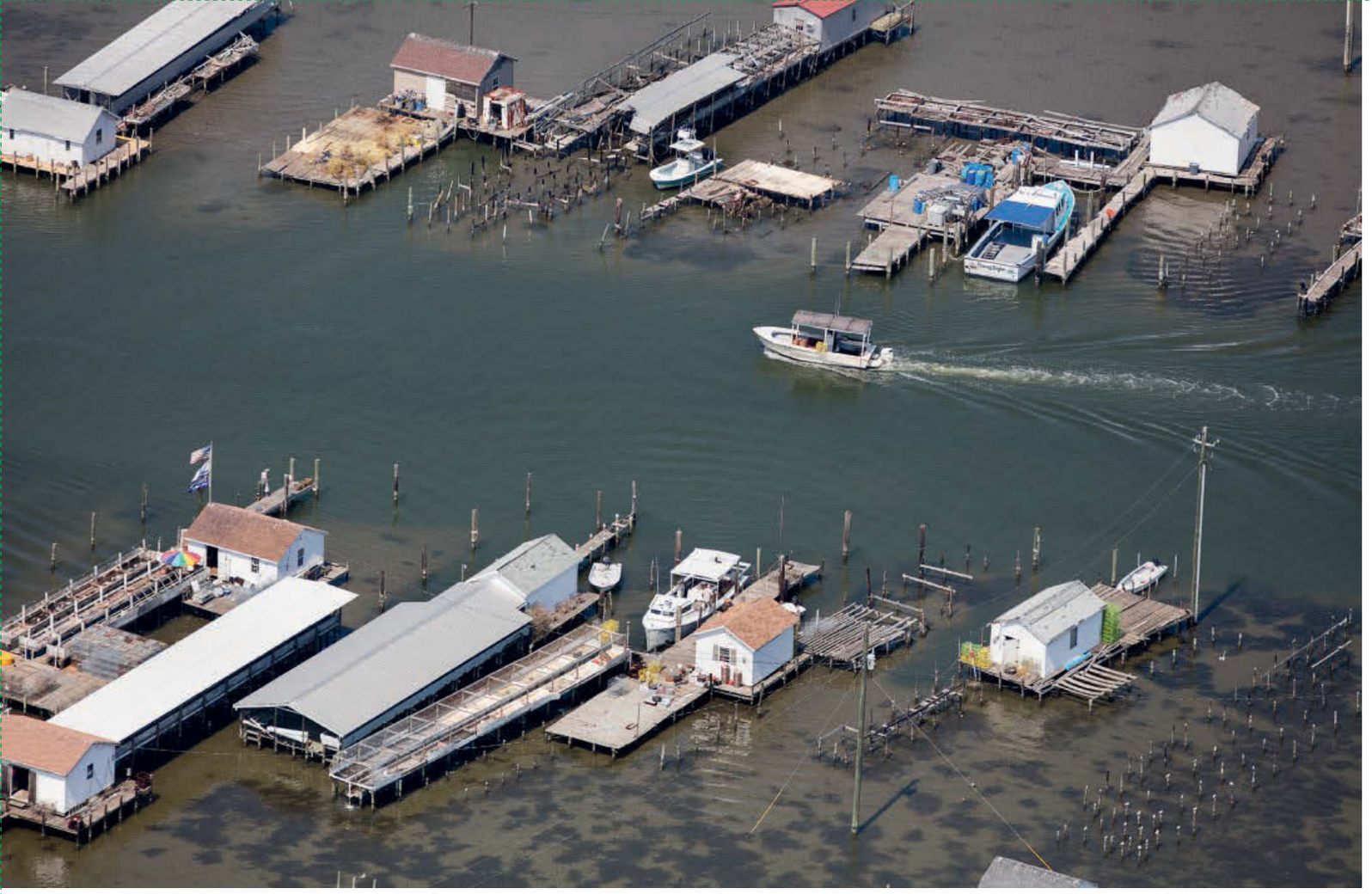
Dieselben Untiere
Die jetzt entscheiden
Wer leben darf
Und wer zu sterben hat …
Wir fordern eine Welt jenseits von SUVs und Klimaanlagen
Abgepackten Annehmlichkeiten und ölverseuchten Träumen, jenseits des Glaubens
Dass es ein Morgen niemals geben wird.[3]

Der Klimawandel ist anders als andere Krisen zuvor. Auch wenn er die verletzlichsten Menschen zuerst und am härtesten trifft, wird er am Ende alle Bewohner der Erde einholen.

Lass mich meine Heimat zu eurer bringen
Lasst uns zusehen, wie Miami, New York, Shanghai, Amsterdam, London, Rio de Janeiro und Osaka
Versuchen unter Wasser zu atmen … Keiner von uns ist gefeit.[4]

Die Wissenschaft kann uns einiges über diese Krise verraten. Jason Box, ein amerikanischer Glaziologe, der unsere Reise organisiert hatte, ist in den letzten 25 Jahren häufig nach Grönland gereist. „Wir gaben diesem Ort, an dem wir gerade stehen, den Namen Adler-Gletscher", erzählte er. „Aber seither sind der Kopf und die Flügel des Vogels weggeschmolzen. Ich wüsste nicht, wie wir den Gletscher jetzt nennen sollten, der Adler ist jedenfalls tot." Dann tauschte er die Batterien seiner entlegenen Wetterstationen aus, die über das Eisfeld verstreut waren. Die Instrumente erzählen eine Version des Geschehens, aber der walisische Kollege von Box, Alun Hubbard, räumte ein, dass die Aussagekraft der Messergebnisse begrenzt ist. „Die gewaltige Veränderung der Landschaft ist einfach schockierend", sagte er. „Das Ausmaß, in dem sich der Eisschild verändert hatte, überstieg schichtweg meine Vorstellungskraft."

Künstlern gelingt es eher, Wirklichkeiten jenseits des Vorstellbaren zu erfassen. Sie können das Faktum einer globalen Eisschmelze in überflutete Häuser und ins Chaos gestürzte Existenzen übersetzen und ermessen, was das geschichtlich bedeutet, welcher Verlust an Zukunft damit einhergeht. Den Naturwissenschaften und der Ökonomie



Tangier Island, Virginia, ist eine isolierte Insel inmitten der riesigen Chesapeake Bay. Die ersten Siedler haben sich hier Ende des 18. Jahrhunderts niedergelassen, und viele Insulaner sprechen noch heute ihren ganz eigenen Dialekt. Seit 1850 ist die Landmasse der Insel durch den Meeresanstieg um fast 70 % geschrumpft und droht, bis Ende des 21. Jahrhunderts ganz zu verschwinden. Die Inselbewohner sind dennoch Klimaskeptiker und haben 2016 zu 90 % für Trump gestimmt.

fehlt weitgehend die Fähigkeit zu verstehen, was es bedeutet, dass Menschen jahrtausendelang nach einem bestimmten Lebensrhythmus gelebt haben, dass sie Gerichte gegessen und Lieder gesungen haben, die tief in den Orten verwurzelt sind, die jetzt verloren gehen. Derartige Verluste kann eher die Kunst erfassen, und es ist nur stimmig, dass Trauer und Zorn – und bemerkenswerterweise auch Hoffnung – dafür als Maßeinheiten fungieren. Das Gedicht, das die beiden Aktivistinnen im eisigen Wind rezitierten, klang folgendermaßen aus:

Dem Leben in all seinen Formen
Gebührt die gleiche Achtung, die wir alle dem Geld
gewähren … Jeder von uns
Muss entscheiden
Ob wir
Uns
Erheben.[5]

Die Ostküste der USA gehört zu den vom Klimawandel besonders betroffenen Regionen. Doch anders als auf den Marshall-Inseln gibt es hier mächtige politische Institutionen, die über Mittel verfügen, der herannahenden Krise entgegenzutreten. Ob Gesellschaften und Regierungen sich rechtzeitig erheben, hängt nicht zuletzt davon ab, ob die Bedrohung in ihrer vollen Tragweite erkannt wird. Hierzu mag man sich vor Augen halten, dass die Denkmäler der National Mall in Washington, D.C., buchstäblich im Wasser versinken könnten. Bislang sind die Reaktionen der Politik nicht sehr vielversprechend, auch weil Naturwissenschaftler zu konservativen Einschätzungen neigen und jahrelang unterschätzt haben, wie stark der Anstieg der Ozeane vermutlich sein wird. Im Jahr 2003 prognostizierte der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), dass der Meeresspiegel bis zum Ende des 21. Jahrhunderts lediglich um einen halben Meter ansteigen würde. Dieser Anstieg sei überwiegend der Wärmeausdehnung des Wassers zuzurechnen. Schon damals wiesen die Wissenschaftler des IPCC darauf hin, dass ihre Schätzungen ohne die Berücksichtigung eines Abschmelzens der Eisdecken in Grönland und der Antarktis errechnet worden seien. Nahezu sämtliche Forschungen, die seitdem durchgeführt wurden, deuten darauf hin, dass diese Eisdecken extrem bedroht sind.

So haben zum Beispiel Paläoklimatologen herausgefunden, dass der Meeresspiegel in früheren Erdzeitaltern wiederholt in extremem Maße gestiegen oder gesunken ist. Vor ca. 14.000 Jahren kam es am Ausgang der Eiszeit zu einem Abschmelzen enormer Eismengen. Während dieses sogenannten Schmelzwasserpulses 1A stieg der Meeresspiegel um knapp 20 Meter, davon möglicherweise um vier Meter innerhalb eines einzigen Jahrhunderts.

Ein anderes Forschungsteam ermittelte wiederum, dass vor mehreren Millionen Jahren, während des Pliozäns, als der Kohlendioxidgehalt der Erdatmosphäre sich ungefähr auf heutigem Niveau befand, der Westantarktische Eisschild ebenfalls in einem Zeitraum von nur 100 Jahren abschmolz. „Die jüngsten Felddaten aus der Westantarktis haben uns den Mund offen stehen lassen", sagte 2016 ein Vertreter der US-Regierung. Das war noch vor der wirklich epochalen Nachricht im Frühsommer 2018, als 84 Wissenschaftler von 44 Forschungseinrichtungen durch das Zusammenführen ihrer Daten zu dem Ergebnis kamen, dass die Antarktis in den letzten drei Jahrzehnten drei Trillionen Tonnen Eis verloren und sich die Abschmelzgeschwindigkeit seit 2012 verdreifacht hat. Auf der Basis dieser neuen Erkenntnisse korrigieren gegenwärtig allerorts Wissenschaftler ihre Schätzungen über das Fortschreiten des Klimawandels nach oben. Statt einem halben Meter Anstieg des Meeresspiegels ist nun von einem Meter die Rede oder sogar von zwei Metern. „Mehrere Meter in den nächsten 50 oder 150 Jahren", sagt James Hansen, einer der weltweit führenden Klimatologen. In seinen Augen würden Küstenstädte bei einem solchen Anstieg „praktisch unregierbar". Jeff Goodell, der 2017 die bisher umfassendste Untersuchung zum Meeresspiegelanstieg veröffentlichte[6], ist überzeugt, dass das berechnete Szenario „Generationen von Klimaflüchtlingen erzeugen würde, mit Zahlen im Vergleich zu denen der Ansturm von Flüchtlingen aus Syrien ein Kinkerlitzchen ist".

Was angesichts der verfügbaren Zahlen sprachlos macht, ist die völlig unzureichende Vorbereitung auf die zu erwartenden Veränderungen. Goodell etwa berichtete monatelang aus Miami Beach, einer Stadt, die auf ausgebaggertem Sand aus der Biscayne Bay errichtet wurde. Bei einer Museumseröffnung gelang es Goodell, Floridas größten Bauunternehmer, Jorge Pérez, zum Klimawandel zu befragen. Doch Pérez betonte, er mache sich keine Sorgen, er sei „überzeugt, dass man in 20 oder 30 Jahren eine Lösung für das Problem finden wird. Wenn Miami bedroht sei, dann gelte das ja auch für New York und Boston – wo sollen die Leute dann hin?" (Dann fügte er noch mit einem Narzissmus à la Trump hinzu: „Außerdem bin ich bis dahin tot, warum sollte es mich kümmern?") Insofern gegenwärtig überhaupt Planungen stattfinden, basieren diese auf den überholten Vorhersagen von allenfalls einem Meter Meeresspiegelanstieg. Venedig zum Beispiel investiert sechs Milliarden Dollar in hydraulisch aufblasbare Schleusen, die die Lagune vor künftigen Hochwassern schützen sollen. Die Schleusen sind für einen Meeresspiegelanstieg von gerade einmal 30 Zentimeter ausgelegt. New York baut eine „U-Barriere", einen Wall, um Lower Manhattan vor Überschwemmungen bei Stürmen von der Größe des Hurrikans Sandy zu schützen. Aber wenn der Meeresspiegel weiter steigt, werden solche Stürme sehr viel mehr Wasser nach Manhattan hineintreiben. Warum baut man nicht gleich höher? „Weil die Kosten exponentiell steigen", sagt der Architekt. Die Kosten steigen jetzt schon. Untersuchungen zum Immobilienmarkt in Florida ergaben 2018, dass Häuser, die nahe der Hochwasserlinien stehen, heute schon mit einem Preisnachlass von 7 % verkauft werden, weil „aufgeklärte" Käufer wissen, womit zu rechnen ist. Dieselben „aufgeklärten" Käufer sind dazu übergegangen, alteingesessene Bewohner in höher gelegenen Stadtteilen Miamis, zum Beispiel Little Haiti, aus ihren Häusern zu verdrängen. Zunehmend sperren sich auch Versicherungsunternehmen: Kellergeschosse, von „New York bis Mumbai", werden möglicherweise ab 2020 nicht mehr versicherbar sein, sagte der CEO einer der größten Versicherer Europas 2018.

Möglicherweise wird es der Absturz der Immobilienwerte sein, der die Menschen aufrüttelt, sich dem Thema zu widmen. Wenn die ungeheuren Vermögenswerte zu sinken beginnen, die die Gebäude an der Ostküste darstellen, will keiner das Nachsehen haben. Das Immobilienportal Zillow veröffentlichte 2016 eine Berechnung, nach der bis 2100 jedes achte Haus in Florida durch Überflutung verloren gehe, was allein in diesem Bundesstaat Wertverlusten von mehr als $400 Milliarden entspräche. Oder es ist der nächste große Sturm, der zur Einsicht zwingt. Als der Hurrikan Florence 2018 einige Städte zum zweiten Mal in drei Jahren überflutete, begannen erste Bewohner umzuziehen – oder redeten zumindest über einen Wohnortwechsel.

Doch vielleicht merken Menschen auch auf, wenn sie die Bilder dieses Buches sehen. Die hier präsentierten Aufnahmen vermitteln das reale Ausmaß der Bedrohung, der diese Küstenlinie ausgesetzt ist, aber sie rufen dem Betrachter auch die atemberaubende Schönheit der Landschaften ins Gedächtnis. Ich hatte vor nicht langer Zeit das Glück, mir einen Jugendtraum erfüllen zu können und dem Start einer Rakete von Cape Canaveral an der Atlantikküste Floridas beizuwohnen. Am Tag vor dem

Abschuss führten mich Greg Harland, PR-Manager bei der NASA, und der Ökologe Don Dankert in die verschiedenen Winkel des Raketenstartgeländes. Dankert hatte den Wiederaufbau der Dünen entlang des Küstenabschnitts am Kennedy Space Center geleitet. Man hatte mir geraten, das Thema Klimawandel zu meiden; in der Tat hatte ich kein Interesse daran, meine beiden Gastgeber in der Ära Trump in Kalamitäten zu bringen. Doch ich brauchte mich gar nicht zurückhalten, denn die Gegenwärtigkeit der Probleme war unübersehbar. Eine Station des Rundgangs war ein Hügel, von dem aus man einen Blick auf den Launch Complex 39 hat. Hier starteten die Apollo-Flüge zum Mond und würden wahrscheinlich zukünftige Expeditionen zum Mars ihren Anfang nehmen. Der Ozean ist ein paar Hundert Meter weit entfernt – optimale Bedingungen für Raketenstarts. Wenn sie Richtung Osten startet, kann eine Rakete auf dem Weg in ihre Umlaufbahn den Schwung der Erde am besten ausnutzen, im Falle eines Fehlstarts fallen Trümmerteile ins Meer. Alles andere als optimal ist jedoch der Anstieg des Meeresspiegels.
Um die 2000er-Wende herum entstand bei der NASA zum ersten Mal ein Problembewusstsein. Als Reaktion wurde ein Dune Vulnerability Team gegründet. Seit Hurrikan Sandy im Jahr 2012 sind die Sorgen der NASA sehr viel größer geworden. Hurrikan Sandy traf nicht in Florida auf Land, sondern auf Höhe der Stadt New York, das Zentrum des Sturms war rund 1.500 Kilometer von Cape Canaveral entfernt. Dennoch waren auch hier die Wellen stark genug, um die Dünenbarriere zu durchbrechen und beinahe die Raketenstartplätze zu überfluten. „Die Dünen haben jahrzehntelang jedem Wetter standgehalten – und plötzlich waren sie weg", sagte der Geologe John Jaeger von der University of Florida.

Die Dünen wurden wieder aufgeschüttet. Dankert machte nicht nur auf dem Gelände einer nahe gelegenen Air Force Base Sand im Umfang von mehreren Millionen Kubikmeter ausfindig, er pflanzte auch eigenhändig die letzten Exemplare der 180.000 einheimischen Sträucher zur Befestigung. Bis jetzt haben die neuen Dünen sich bewährt und bei Stürmen in den letzten Jahren standgehalten. Zumindest solange nicht weitere Teile des antarktischen Eisschilds ins Wasser rutschen oder ein noch größerer Hurrikan diese Ecke Floridas mit voller Wucht trifft, ist also der Fluchtweg ins All gesichert. Doch was mich mehr als die neuen Dünen beeindruckte, war die Hingabe, mit der sich diese beiden Männer um die ihnen unterstellte Landschaft kümmerten. „Das Kennedy Space Center besteht quasi aus der Merritt Island Wildlife Refuge", sagte Harland. „Weniger als 10 % des Geländes werden für unsere industriellen Zwecke genutzt. Wenn man den Strand hinunterblickt, kommt man sich vor wie in Florida um 1870 – der längste unberührte Streifen der Atlantikküste. Wirklich beeindruckend."

Sie unterhielten sich lange über ihre Lieblingstierarten: die braunen Pelikane, die knapp vom Strand entfernt übers Wasser segelten, die Florida-Buschhäher, die Gopherschildkröten. Während der Bauarbeiten zur Wiederherstellung der Dünen wurde jede einzelne Schildkröte mit einem Eimer eingefangen und umgesiedelt.
Zum Schluss meines Besuches fuhr man mich eine halbe Stunde quer durch den Sumpf zu einem See in der Nähe der Zentrale des Space Center. Man wollte mir unbedingt ein paar Alligatoren zeigen. In der Tat ragten in Ufernähe mehrere Schnauzen aus dem Wasser. Sorgfältig war an jeder Ecke des Sees ein Schild aufgestellt worden:

> DIE ALLIGATOREN DIESES GEWÄSSERS SIND IN DIESER REGION HEIMISCH. SIE WURDEN NICHT VON MENSCHEN HIER ANGESIEDELT UND SIND KEINE HAUSTIERE. JEGLICHES FÜTTERN WÜRDE SIE AN MENSCHEN GEWÖHNEN UND SO MÖGLICHERWEISE ZU EINER GEFAHR MACHEN.

Die Schilder schlossen mit dem Satz:

> WENN DAS PASSIEREN SOLLTE, MÜSSTEN SIE ENTFERNT UND GETÖTET WERDEN.

Die Haltung, die aus der Inschrift dieser Schilder sprach, hatte etwas sehr Bewegendes für mich. Es wäre ein Leichtes gewesen, die Alligatoren in dem Teich zu vergiften, genauso wie man die Gopherschildkröten auch mit dem Bulldozer hätte beseitigen können. Aber genau das tat die NASA nicht, und zwar weil es eine lange Liste von mit großer Leidenschaft entworfenen Gesetzen gibt, in denen ein neues Verständnis unserer menschlichen Existenz zu Tage getreten ist. John Muir ist in gewisser Hinsicht der erste Umweltschützer der westlichen Welt, der den Menschen aufforderte, sich gegenüber der Natur zurückzunehmen. Im Jahr 1867 durchquerte er Florida auf einer 1.600 Kilometer langen Wanderung von Louisville, Kentucky, zum Golf von Mexiko[7]. Er nutzte diese Reise, um seine ketzerischen Gedanken über die Bedeutung des Menschseins zu formulieren. In seinem Notizbuch schreibt er: „Die Welt, so hat man uns gesagt, wurde speziell für den Menschen erschaffen – eine Vermutung, die sich auf keinerlei Fakten stützt. Zahlreiche Leute sind bestürzt, wenn sie in Gottes großem Universum etwas Lebendes oder Totes finden, das sie nicht essen oder

sich in irgendeiner Weise zunutze machen können."[8] Der Beweis dafür, wie fehlgeleitet die Selbstzentriertheit des Menschen ist, waren in Muirs Augen die Alligatoren, die er in großer Zahl in einem Sumpf brüllen hörte, in dessen Nähe er campierte, und die den meisten Menschen Angst einjagten. Für ihn waren sie trotzdem wunderbare Tiere, die sich perfekt an die Landschaft, in der sie lebten, angepasst hatten. „Ich habe nun, da ich sie in ihrer Heimat erlebt habe, eine bessere Meinung von den Alligatoren", schrieb er. In seinem Notizbuch wandte er sich an die Geschöpfe selbst: „Ehrenwerte Vertreter der großen Saurier früherer Schöpfung, möget ihr euch lange Zeit eurer Lilien und eures Schilfs erfreuen, gesegnet seiet ihr hin und wieder mit einem Maul voll schreckerfülltem Menschen als Leckerbissen."[9] Die große Mehrheit der Menschen würde eine solche Auffassung als extrem abtun. Aber Muirs Grundidee, dass alle Elemente der Schöpfung von Wert sind, hat erheblich an Verbreitung gewonnen.

Am selben Abend zeichneten Harland und Dankert mir eine behelfsmäßige Karte, damit ich an einen Strand finden würde, von wo aus der Raketenstart im Morgengrauen gut zu beobachten war. Mit etwas Glück würde ich an diesem Strand außerdem eine Unechte Karettschildkröte beim Landgang zwecks Eierlegen erspähen können. Und so bettete ich mich also in den Sand, zwischen der Patrick Air Force Base im Norden und der Stelle, an der Barbara Eden 1965 – in der ersten Folge von „Bezaubernde Jeannie" – aus einer Flasche auftauchte und ihren Astronauten begrüßte. Der Strand war verlassen und im Lichte eines beinahe vollen Mondes sah ich tatsächlich eine Schildkröte aus dem Meer schleichen und zielgerichtet auf eine Stelle unweit der Düne zusteuern, wo sie mit ihren kräftigen Flossen ein Loch in den Sand grub. Eine Stunde lang legte sie ihre Eier, und selbst aus gut 25 Metern Entfernung hörte man sie im Rauschen der Brandung schwer atmen. Nachdem sie ihr Gelege zugedeckt hatte, steuerte sie wieder auf den Ozean zu, so wie andere vor ihr in den letzten 120 Millionen Jahren.

Wer sich die überwältigende Schönheit dieser Küste bewusst macht und zugleich ihre Fragilität und die Tatsache, dass sie in dieser Form seit undenklichen Zeiten existiert, wird sich vielleicht motiviert fühlen, aktiv zu werden. Kann sein, dass für den Großteil der betroffenen Zonen eine Rettung zu spät kommt – Tangier Island ist bereits einer rapiden Schrumpfung ausgesetzt; es ist schwer vorstellbar, dass es der Weltgemeinschaft gelingen wird, die globale Erwärmung rechtzeitig zu stoppen, um Ocracoke zu bewahren; und man müsste schon tollkühn sein, um in Miami Beach noch in Immobilien zu investieren. Aber es ist nicht ausgeschlossen, dass der Anstieg der Ozeane immerhin so stark verlangsamt werden kann, dass große Teil der Ostküste erhalten bleiben. Hinzu kommt die Aufgabe, geeignete Formen der Besiedlung zu entwickeln. Falls das gelingen sollte, wird das Ergebnis aus der Luft erkennbar sein: riesige Kolonien von Windturbinen, die einen Großteil des benötigten Stroms für die Ostküste erzeugen, ferner gigantische Solaranlagen im Sunshine State Florida (unter Umständen auch auf Flächen, die zurzeit noch durch Golfplätze belegt sind). Bleibt zu hoffen, dass es zu dieser Zukunftsvision eine Fortsetzung geben wird – und dass Alex MacLean eines Tages von einem der neuen, elektrisch angetriebenen Flugzeuge aus dokumentieren kann, wie die Menschheit sich der größten Bedrohung angenommen hat, der sie sich jemals gegenübersah.

1
Deutsche Ausgabe: Bill McKibben, *Das Ende der Natur: Die globale Umweltkrise bedroht unser Überleben*, Piper Verlag, 1992.

2
Deutsche Ausgabe: Bill McKibben, *Die taumelnde Welt: Wofür wir im 21. Jahrhundert kämpfen müssen*, Karl Blessing Verlag, 2019.

3
The very same beasts / That now decide / Who should live /And who should die … / We demand that the world see beyond SUVs, ACs, their pre-packaged convenience / Their oil-slicked dreams, beyond the belief / That tomorrow will never happen. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

4
Let me bring my home to yours / Let's watch as Miami, New York, Shanghai, Amsterdam, London, Rio de Janeiro and Osaka / Try to breathe underwater … None of us is immune. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

5
Life in all forms demands / The same respect we all give to money … So each and every one of us / Has to decide / If we / Will / Rise. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

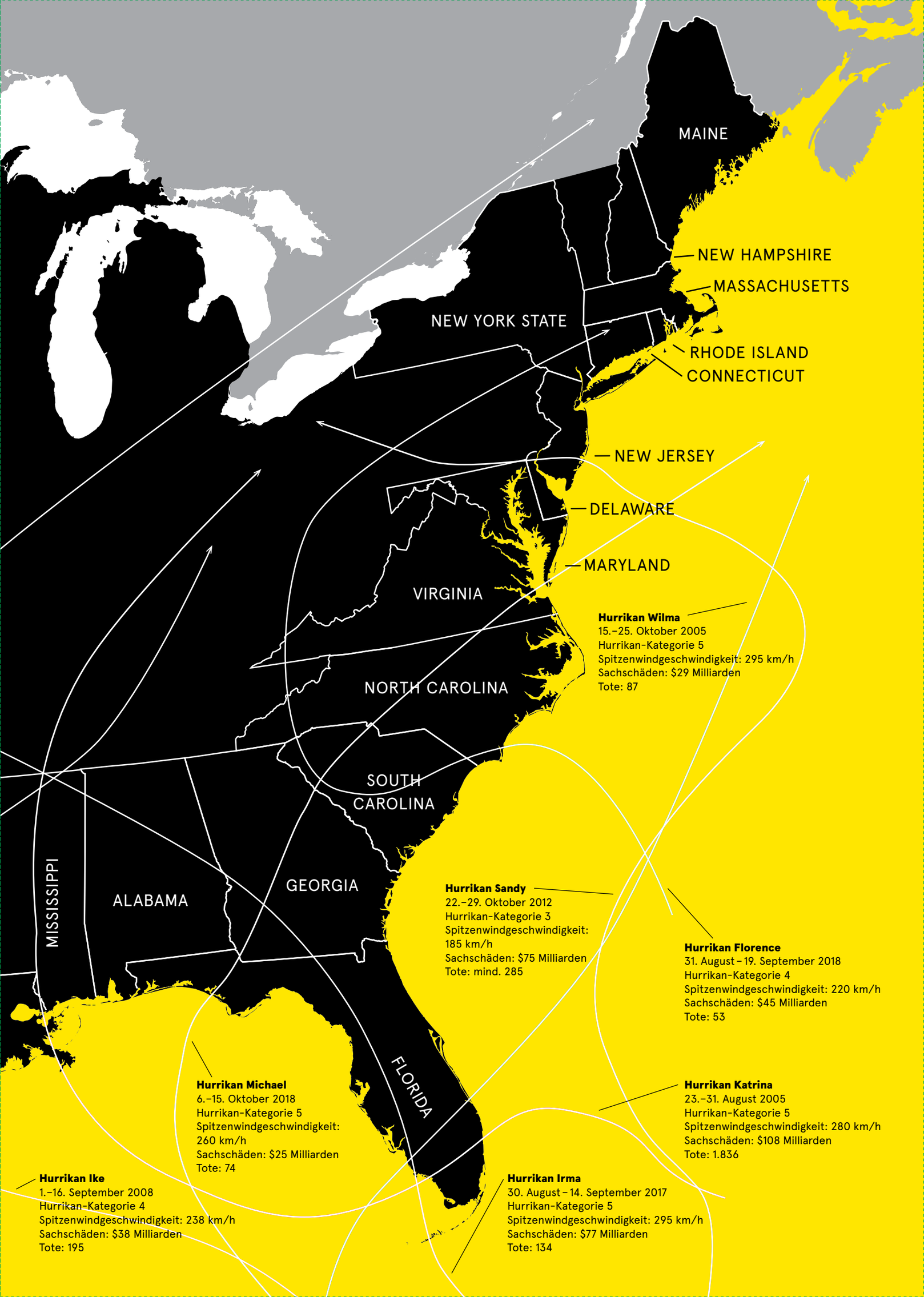
6
Jeff Goodell, *The Water Will Come. Rising Seas, Sinking Cities, and the Remaking of the Civilized World*, Little, Brown & Company, 2017. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

7
John Muir, *A Thousand-Mile Walk to the Gulf,* Houghton Mifflin, 1916. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

8
John Muir, *Bäume vernichten kann jeder Narr: Essays und Aufzeichnungen*, übers. v. Jürgen Brôcan, Matthes & Seitz, 2017.

9
John Muir, *A Thousand-Mile Walk to the Gulf,* Houghton Mifflin, 1916. (Übersetzung des Zitats: M. Wachholz)

TEXAS
LOUISIANA
Hurrikan Harvey
17. August – 2. September 2017
Hurrikan-Kategorie 4
Spitzenwindgeschwindigkeit: 240 km/h
Sachschäden: $125 Milliarden
Tote: 107


MAINE
NEW HAMPSHIRE
MASSACHUSETTS
NEW YORK STATE
RHODE ISLAND
CONNECTICUT
NEW JERSEY
DELAWARE
MARYLAND
VIRGINIA
NORTH CAROLINA
SOUTH CAROLINA
GEORGIA
ALABAMA
MISSISSIPPI
FLORIDA
Hurrikan Wilma
15.–25. Oktober 2005
Hurrikan-Kategorie 5
Spitzenwindgeschwindigkeit: 295 km/h
Sachschäden: $29 Milliarden
Tote: 87
Hurrikan Sandy
22.–29. Oktober 2012
Hurrikan-Kategorie 3
Spitzenwindgeschwindigkeit:
185 km/h
Sachschäden: $75 Milliarden
Tote: mind. 285
Hurrikan Florence
31. August – 19. September 2018
Hurrikan-Kategorie 4
Spitzenwindgeschwindigkeit: 220 km/h
Sachschäden: $45 Milliarden
Tote: 53
Hurrikan Michael
6.–15. Oktober 2018
Hurrikan-Kategorie 5
Spitzenwindgeschwindigkeit:
260 km/h
Sachschäden: $25 Milliarden
Tote: 74
Hurrikan Katrina
23.–31. August 2005
Hurrikan-Kategorie 5
Spitzenwindgeschwindigkeit: 280 km/h
Sachschäden: $108 Milliarden
Tote: 1.836
Hurrikan Ike
1.–16. September 2008
Hurrikan-Kategorie 4
Spitzenwindgeschwindigkeit: 238 km/h
Sachschäden: $38 Milliarden
Tote: 195
Hurrikan Irma
30. August – 14. September 2017
Hurrikan-Kategorie 5
Spitzenwindgeschwindigkeit: 295 km/h
Sachschäden: $77 Milliarden
Tote: 134

Erkundungen

Alex MacLean

Seit nunmehr 45 Jahren fliege ich Sportflugzeuge und fotografiere dabei ländliche und städtische Umgebungen. Im Laufe der vergangenen 15 Jahre habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, über die Realität der Klimakrise zu informieren und mögliche Ursachen aufzuzeigen. So habe ich ausführliches Bildmaterial über suburbane Gebiete zusammengetragen und versucht, das Ausmaß der Zersiedelung und der monofunktionalen Flächennutzung zu veranschaulichen, die nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs eingesetzt haben: Einkaufszentren und Gewerbegebiete, die durch ein endloses Netzwerk aus Straßen und Autobahnen miteinander verknüpft sind. Ich habe verschiedene Arten der intensiven Landwirtschaft und den massiven Einsatz von kohlenstoffbasierten Produkten dokumentiert, die einen bedenklichen Umgang mit der Bodensubstanz offenbaren. Aber ich habe auch aktuelle, vielversprechende Ansätze für die städtebauliche Gestaltung und Planung fotografiert, die ebenso zu einem besseren Zusammenleben wie zu einer Verringerung von Abgasemissionen beitragen.

Zu Beginn, vor 45 Jahren, war ich mir über den ökologischen Aspekt meiner Arbeit kaum im Klaren. Durch das Fotografieren amerikanischer Landschaften und das Sammeln von Luftaufnahmen, die ungeahnte Perspektiven an den Tag brachten, habe ich jedoch meine Zeit in vielerlei Hinsicht auch damit verbracht, wesentliche Merkmale des Klimawandels auf Bildern festzuhalten. Mir ist bewusst geworden, dass ich mich bereits für Landwirtschaft interessiert hatte, lange bevor ich einen ursächlichen Zusammenhang mit den Klimaumwälzungen erkannt habe. Malerische Landschaften und die Ästhetik von traditionellen Anbaumethoden haben mich schon immer fasziniert, sowohl als Fotograf als auch als Pilot. Meine gesammelten Kenntnisse über diese Landstriche kommen mir nun zugute, da ich die schwerwiegenden Folgen von Kohlenstoffemissionen aufzeigen möchte, die auf die industrielle Tierhaltung, den Einsatz von Chemikalien und Düngemitteln in der Landwirtschaft und auch die Oxidation der Böden durch übermäßiges Pflügen zurückgehen. Ebenso hatten mir meine Vorkenntnisse über weiträumige Waldgebiete in Alberta in Kanada ermöglicht, die Folgen der Förderung und des Transports von Energieressourcen zu dokumentieren, die durch die großflächig angelegte Erschließung von Ölsänden entstehen. Der massive Abbau und die Raffination dieser Rohstoffreserven erfordern großflächige Abholzungen in den nördlichen Wäldern Kanadas, und das immense Ausmaß dieser Eingriffe ist mit bloßem Auge kaum erkennbar, es sei denn aus einem Flugzeug.

Mit der Luftbildfotografie lassen sich Vorgänge veranschaulichen, die in Ausmaß und Gestalt vom Boden aus kaum erfassbar sind. Sie bietet Möglichkeiten, Strategien zu entwerfen, um positive Impulse für eine bessere Resilienz zu vermitteln und einen Beitrag zur Linderung der Klimakrise zu leisten. So habe ich beispielsweise über längere Zeit die Dächer der Stadt New York dokumentiert, um das Potenzial dieser nutzbaren Freiflächen hervorzuheben. Mit ihrem Anteil von 30 % an der Stadtfläche könnten sie dazu beitragen, die Umgebungstemperatur und den Energieverbrauch zu senken, wenn man sie für die Installation von reflektierenden Dächern oder Solaranlagen nutzen würde. Ich habe ebenfalls zahlreiche Beispiele begrünter Dächer gezeigt, die mit ihrer artenreichen Bepflanzung thermisch isolierend wirken. Diese funktionalen Außenräume lassen sich ausgezeichnet nutzen, um die Lebensqualität in den Städten merklich zu verbessern.

Beim Fotografieren der Begleiterscheinungen des Klimawandels ist mein vorrangiges Ziel – und zugleich meine Herausforderung –, mithilfe der erzählerischen Kraft der Bilder ein Bewusstsein für die Realität der Klimakrise zu wecken und auf Gefahren aufmerksam zu machen, die unser Lebensstil in sich birgt. Es ist nicht meine Absicht, Angst zu schüren, sondern zu zeigen, warum wir handeln müssen, als Einzelne ebenso wie als Gemeinschaft. Überschwemmungen, Erosion, ausgedörrte Böden, die

Dieses Bild von **Toms River, New Jersey,** entstand während meiner Rückkehr von einer fünftägigen Aufnahmeserie entlang der Küste zwischen Portland, Maine, und Norfolk, Virginia. Viele meiner Fotografien ergeben sich im Laufe meiner Reisen, auf dem Hin- oder Rückflug von meinen Erkundungen. Das Licht der späten Nachmittagssonne eignete sich hervorragend, um die Dichte der Küstenbebauung zu zeigen und einen Eindruck von den riesigen Ausmaßen der Barriereinseln New Jerseys zu vermitteln.

fortschreitende Wüstenbildung und die bleibenden Folgen von Waldbränden werden beträchtliche Spuren hinterlassen und das Gesicht der Erde zunehmend verändern. Derartige Ereignisse werden von vielen als schlichte Normabweichungen abgetan, von denen wir uns erholen können. Die aus der Vogelperspektive erkennbaren Muster beweisen jedoch das Gegenteil.

Es lässt sich nicht leugnen, dass die globale Erwärmung die polaren Eiskappen zum Schmelzen bringt und zu einer thermischen Ausdehnung der Ozeane führt. Der Anstieg des Meeresspiegels ist ein weltweites Problem, das die Schatten künftiger Klimaumbrüche vorauswirft und die Wichtigkeit durchgreifender Maßnahmen verdeutlicht. Dieses schleichende Phänomen lässt sich jedoch nur schwer in Bildern darstellen, zumal sich der jährliche Anstieg des Meeresspiegels im Millimeterbereich vollzieht. In Zukunft müssen wir jedoch – das belegen Prognosen schon heute – mit einer Verschärfung rechnen. Die künftigen Auswirkungen lassen sich besser verstehen, wenn man die heute schon wahrnehmbaren Veränderungen beobachtet und sich ihre weitere Zuspitzung vor Augen hält: so zum Beispiel bei Erosionserscheinungen und der Versalzung des Grundwassers, die schon heute zu einem Absterben von Bäumen und Küstenvegetation führen, oder auch die Überschwemmungen während der Springfluten im Frühjahr.

Eine weiterer Ansatz, um die Folgen des Meeresanstiegs in den Küstenregionen zu veranschaulichen, besteht darin, Maßnahmen zu zeigen, die umgesetzt wurden, um die bereits spürbaren Auswirkungen einzudämmen oder ihnen entgegenzuwirken. Vom Himmel aus wird einem bewusst, mit welchem Aufwand öffentliche Infrastrukturen geschützt werden, etwa durch Deichanlagen oder Wellenbrecher, und wie private Grundstückseigentümer alles daransetzen, ihre Häuser ebenso wie ihren Lebensstil in Sicherheit zu bringen. Diese Versuche wirken wie hilflose Schutzmaßnahmen, denn die meisten dieser Vorkehrungen sind nicht mehr als Übergangslösungen. Um in Naturgebieten einen wirksamen Schutz gegen die Auswirkungen von Sturmfluten zu gewährleisten, sind langfristig angelegte Eingriffe notwendig. So gibt es Beispiele, in denen es gelungen ist, Austernbänke zu nutzen, um die Kraft von Wellen abzufedern. Weitere Lösungsansätze wie das Aufschütten und Bepflanzen von Dünen sind in Küstenregionen mittlerweile immer häufiger vorzufinden.

Mein Vorhaben – die Erkundung und die Erforschung des gesamten Küstenstreifens, der sich von Maine bis Florida erstreckt und sich im Golf von Mexiko bis nach Texas fortsetzt – erschien mir zunächst relativ überschaubar, auch wenn es ein ehrgeiziges Ziel war. In den Jahren zuvor hatte ich bereits verschiedene Küstenabschnitte einzeln überflogen, jedoch nie in Betracht gezogen, sie im

Ich hatte gerade meinen Startflughafen Hanscom Field in Bedford, Massachusetts, verlassen und durchquerte den wie so häufig überlasteten Luftraum über der Stadt New York, als mich der Fluglotse anwies, auf 1.500 Meter aufzusteigen – eine für mich ungewöhnliche Flughöhe. Ich nutzte die Gelegenheit, um aus meiner erhöhten Perspektive diesen sehr schmalen, langgezogenen Teil von **Fire Island, Bundestaat New York,** zu fotografieren, einer Barriereinsel, die parallel zur Südküste von Long Island verläuft.

Rahmen einer Dokumentation als Ganzes zu dokumentieren. Einer meiner ersten Testflüge führte mich zum Central Park, und so folgte ich der Küste von Boston bis nach New York aus unmittelbarer Nähe. Dabei wurde mir klar, dass eine Küste nicht allein aus der Grenzlinie besteht, an der offenes Meer und Festland aufeinandertreffen, sondern in Wirklichkeit eine gesamte Region umfasst. Dieses Gebiet reicht von dort, wo der Meeresgrund allmählich aufsteigt und die Brandungswellen sich langsam heranbilden, bis hinein ins Landesinnere, wo Überflutungen den Küstengewässern, Mündungsgebieten und Sümpfen nichts mehr anhaben können. Nach diesem Erkundungsflug musste ich meine ursprüngliche Einschätzung vom Umfang meiner Mission revidieren. Mir wurde klar, dass die Problematik des Meeresanstiegs diesen gesamten Küstenbereich betrifft, der weit über die Uferzone der Mittelatlantikstaaten hinausreicht. Für einen Teil meiner Erkundungen bin ich also weiter ins Landesinnere vorgedrungen und habe einige zusätzliche Flugstunden in Kauf genommen. Wenn ich also dem Küstenstreifen gefolgt bin, habe ich in Wirklichkeit zahlreiche Städte und Ballungsräume überflogen, die weitab des eigentlichen Meeresufers liegen.

Trotz der deutlich sichtbaren und dramatischen Anzeichen für den fortschreitenden Anstieg der Ozeane fällt es den meisten Menschen schwer – das hat sich während meiner Erkundungen herausgestellt –, sich eine klare Vorstellung vom Meeresspiegel zu machen, denn er stellt für viele eine abstrakte Wirklichkeit dar. Vielen scheint es unbegreiflich, dass eine Freizeitkultur, die nach Vergnügen und Entgrenzung strebt, zugleich einen Prozess in Gang setzt, der ebendiesen Lebensstil in seiner Existenz bedroht. Im Grunde genommen mag sich niemand der Einsicht stellen, dass die Sehnsucht nach dem Ozean, diese fromme Anbetung der Meeresufer, letztendlich zu ihrer Zerstörung führt. Eine Steuer auf CO_2-Emissionen wird wohl notwendig sein, um uns die Folgen unserer Lebensweise für das zukünftige Klima konkreter vor Augen zu führen und eine Vorstellung von den zu erwartenden Kosten zu bekommen.

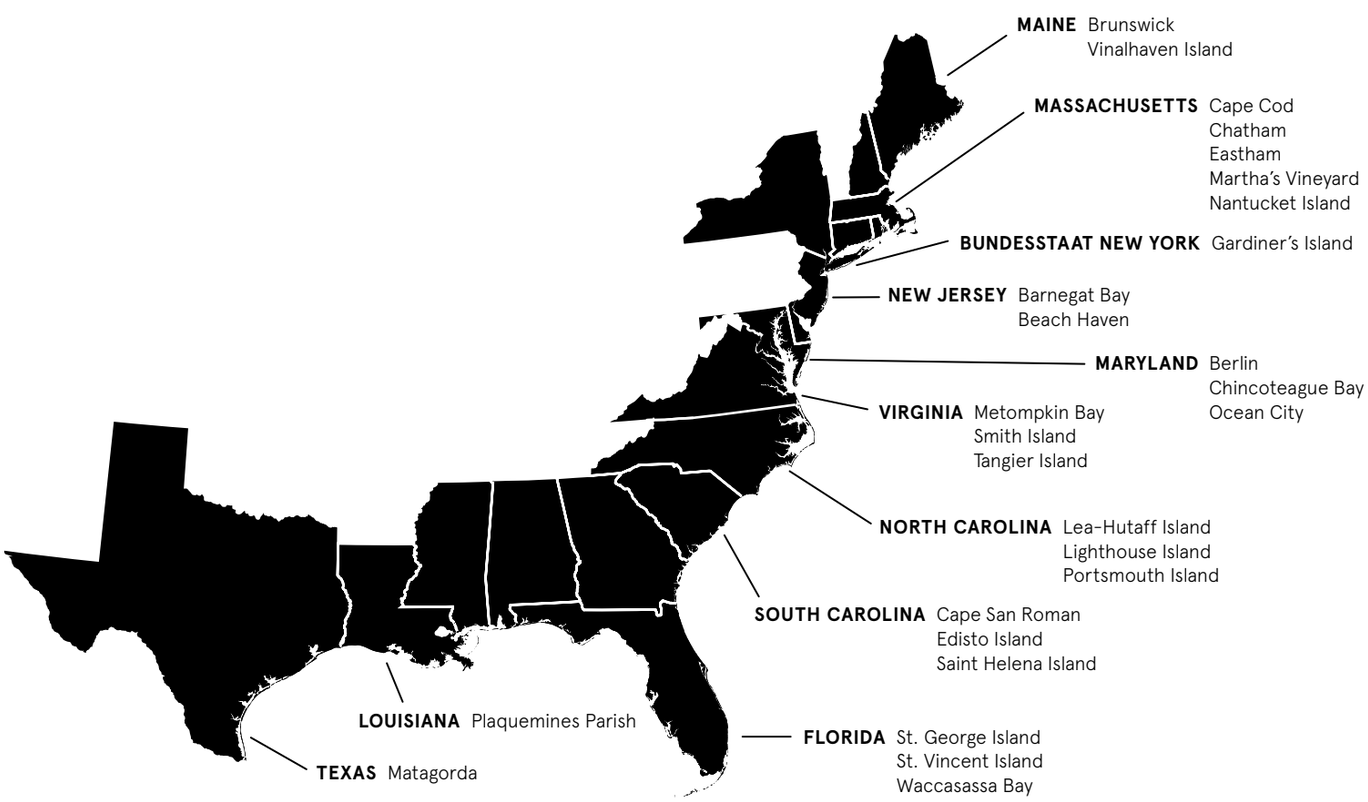
Einen Großteil der hier vorgestellten Arbeiten habe ich in geografischen Teilabschnitten realisiert. So ist ein aufschlussreicher Überblick entstanden, der die Entwicklung der natürlichen und kulturellen regionalen Merkmale von Norden nach Süden nachzeichnet. Auch wenn durch den Fokus auf den Anstieg des Meeresspiegels der dokumentarische Charakter vorherrscht, bietet dieser Bildband jedoch auch eine geschichtliche Bestandsaufnahme über die regionale Vielfalt in den Küstengebieten von Maine bis Texas und liefert ein Zeugnis für die Zeit, bevor die Auswirkungen des Meeresanstiegs Gestalt annehmen und das Gesicht der Ufer verändern werden.

24 **Fire Island, Bundesstaat New York,** ist eine etwa 50 Kilometer lange Insel vor der Südküste von Long Island, die eine natürliche Barriere zwischen dem Atlantischen Ozean und der Lagune bildet, die sogenannte *Outer Barrier*. 2012 wurde Fire Island von Hurrikan Sandy an drei Stellen verwüstet. Zwei Breschen

25 hat man wieder zugeschüttet, die dritte, *Wilderness Breach,* ist offen geblieben und teilt die Insel nunmehr in zwei. Das Boot und sein Kielwasser in der westlichen Fahrrinne geben eine Vorstellung von der Größe des Durchbruchs und der unter Wasser liegenden Sandbänke.

Geografien

Von Norden nach Süden bietet die Ostküste der Vereinigten Staaten zahlreiche geografische Kontraste. Die kontinentale Klimazone Neuenglands erstreckt sich von Maine bis zu den Küsten New Jerseys und weicht dann einem subtropischen Klimagebiet, das von Virginia bis zur Südspitze von Texas im Golf von Mexiko reicht. Die Nordküste und ihre vorgelagerten Inseln bestehen in weiten Teilen aus Felsaufschlüssen, die von Gletschern freigelegt wurden und der Erosion ausgesetzt sind. Weiter in Richtung Süden geht die Landschaft in eine flache Küstenebene über, die in einem leichten Gefälle in das seichte Gewässer des Kontinentalsockels abfällt. Durch diese Küstenform ist eine lange Kette schmaler Barriereinseln aus Sand entstanden, die vom Festland durch Buchten, Flussmündungen und Lagunen mit üppigen Ökosystemen getrennt sind. Aufgrund des Anstiegs der Ozeane werden diese Inseln in Richtung Kontinent getrieben, wodurch ihre Landflächen zusehends abnehmen, während die Bevölkerung immer weiter wächst.



29 **Gardiner's Island, Bundesstaat New York,** war die erste englische Kolonie in diesem Bundesstaat und ist heute eine der größten privaten Inseln vor der Ostküste der USA. Am äußersten Ende der Insel schwemmen die Meeresströmungen Sedimente aus dem Ozean heran und geben dem Ufer seine typische längliche Form, die an die Spitze eines Messers erinnert.

30 Die Turbulenzen im Androscoggin River, **Brunswick, Maine,** verleihen den Sandbänken ihre Form und bilden am Flussboden unregelmäßige Unterwasserdünen und Senken.

Wenn man eine Landschaft überfliegt, bilden die Morphologie der Gelände, die Beschaffenheit der Böden und nicht zuletzt das Klima die aufschlussreichsten Merkmale. Diese wesentlichen geografischen Faktoren haben Landstrichen über die Jahrtausende ihr Gesicht verliehen. In den kommenden Jahren wird es in Küstenregionen zu starken Überflutungen kommen, die durch ein Zusammenwirken natürlicher, lang anhaltender Einflüsse sowie punktueller, aber umso heftigerer Klimaereignisse entstehen.

In geologischen Vorzeiten war der Meeresspiegel im Laufe verschiedener Eiszeitperioden Schwankungen ausgesetzt. Vor rund 15.000 Jahren lag er ca. 100 Meter unter dem heutigen Niveau, in den letzten 2.000 Jahren ist er jedoch relativ stabil geblieben. Allerdings hat das Meer vor etwa einem Jahrhundert begonnen, durch die Erwärmung der polaren Eiskappen und den Einfluss von wärmerem Meerwasser empfindlich anzusteigen. Der weitere Verlauf dieses Anstiegs wird sich in Zukunft möglicherweise nicht linear vollziehen, zumal ein Anstieg in einem Küstengebiet zu massiven Überflutungen in weiten Bereichen einer Tieflandregion führen kann.

Ein Großteil der Küste Neuenglands hat sich durch Abtragungen bis auf die untere Felsschicht herausgebildet. Von Maine bis Massachusetts sind die Ufergebiete hauptsächlich durch die Schmelze von Gletschern entstanden, die Nordamerika früher über weite Teile bedeckt hatten. Die Eismassen haben sich von Süden her zurückgebildet und durch ihr Abtauen Erdmoränen sowie massive Sedimentablagerungen, die beispielsweise die Halbinsel von Cape Cod oder die Inseln Martha's Vineyard, Nantucket und Long Island hervorgebracht haben, hinterlassen.

Vom Süden Maines bis Florida sowie entlang der Bundesstaaten im Golf von Mexiko ist die Küste von Barriereinseln gesäumt, die sich eine nach der anderen aufreihen. Wie lange, schmale Sandkämme verlaufen sie weitgehend parallel zur Küstenlinie und bieten Schutz vor Stürmen und Erosionserscheinungen. Diese natürlichen Schutzwälle umfassen auch ausgedehnte Feuchtwiesen, Flussdeltas, Flussmündungen und sogar Sumpfgebiete und wirken dadurch wie eine Pufferzone gegen die geballte Wucht der Sturmfluten. Aber die Barriereinseln sind mit ihren Küstengewässern auch zahlreichen Wettereinwirkungen ausgesetzt und bieten keine langfristige Stabilität. Nicht selten entstehen Durchbrüche, die Ozeanwasser in die Kontinentalgewässer einfließen lassen. Durch die Gezeitenströme ebenso wie durch Küstenstürme können dadurch enorme Sandmengen in Bewegung gesetzt werden.

Man geht davon aus, dass die Barriereinseln sich in Zukunft landeinwärts bewegen werden, ähnlich wie Strände bei ansteigendem Meeresspiegel. Sollte dies eintreffen, ist es fraglich, ob das Wachstum und das Leben in den Feuchtwiesen und Sümpfen Bestand haben können und den steigenden Fluten widerstehen werden. Die Bedrohung für das Überleben der Feuchtgebiete ist im Mississippi-Delta, am Eingang zum Golf von Mexiko, schon heute wahrnehmbar. Hier hat man Bodenabsenkungen beobachtet, die wohl durch industrielle Aktivitäten verursacht werden. Unter der Meeresoberfläche gibt der Boden nach, aber es sind auch Sumpf- und Schilfgebiete vom Verschwinden bedroht. Diese Verluste lassen sich deutlich ausmachen, denn viele Gewässer, die ich auf meinen Navigationskarten orten kann, sind in Wirklichkeit bereits verschwunden.

Das Meeresniveau, das als universeller Bezugspunkt dient, das ich aber auch als Nullniveau für meine Höhenmessung verwende, ist nicht so absolut, wie man annehmen mag. Es schwankt von einer Küste zur anderen und kann auch durch Meeresströmungen variieren. So werden beispielsweise durch den Golfstrom Wassermassen gebremst, die sich in Richtung Kontinent bewegen. In vertikaler Richtung lassen sich ebenfalls Auf- und Abwärtsverschiebungen ausmachen. Einige Küstengebiete sind, Jahrtausende nach ihrer Befreiung vom Gewicht der Gletscher, noch immer Auftriebskräften ausgesetzt. Andernorts gibt der Meeresboden nach, wie in weiten Teilen der Bucht von Chesapeake infolge der massiven Förderung dortiger Erdölvorkommen.

Während die Ozeane weiter ansteigen, werden unberechenbare Wetterbedingungen und immer heftigere Stürme die Gestalt der Küsten verändern. Morphologische Strukturen aus der Vergangenheit werden noch einige Zeit lang für eine gewisse Stabilität sorgen, doch an den Spuren früherer Uferverläufe ist klar erkennbar, dass Küstenlinien permanenten Verschiebungen ausgesetzt sind, deren Ausmaße es gilt, möglichst gering zu halten.

Alex MacLean

33 In weiten Teilen des Nordens von Neuengland, wie hier auf **Vinalhaven Island, Maine,** ist die Landschaft von Felsküsten geprägt, die von ehemaligen Gletschern freigelegt wurden. Das Gelände besteht aus niedrigen, mit Nadelwäldern bedeckten Hügeln. In den Uferbereichen findet man hauptsächlich Granitgestein, einige Felsstrände und salziges Marschland.