

Humboldts Bild vom Berg

Am Chimborazo in Ecuador begründete Alexander von Humboldt mit seiner ikonenhaften Darstellung der Pflanzengeographie zugleich auch die Ökologie. Die Notizen sind so präzise, dass sich damit heute die klimabedingte Höhenverschiebung der Pflanzenwelt nachweisen lässt.

Von Matthias Glaubrecht

Der Tag war sehr dunkel und neblig. Man sah den Gipfel nur von Zeit zu Zeit.“ Auf einer Höhe von 5915 Metern, wenige hundert Meter unterhalb des Gipfels, steht der Baron am Abgrund. Eine tiefe Felsspalte versperrt Alexander von Humboldt, Aimé Bonpland und Carlos Montúfar am 23. Juni 1802 den Weg, verhindert den finalen Triumph. „Das waren unsere Säulen des Herkules.“ Doch halten sie Jahrzehnte den Rekord im Bergsteigen; kein Mensch ist zuvor oder lange nach ihnen irgendwo höher hinauf gelangt. Erst 1880 erreicht Edward Whymper den heute mit 6267 Metern vermessenen Gipfel des Chimborazo.

Im ecuadorianischen Hafentort Guayaquil fertigt Humboldt im Januar 1803 den ersten aquarellierten Entwurf eines idealisierten Höhenprofils der Bergflanke des Chimborazo an, ergänzt durch handschriftliche Angaben zu den Vegetationszonen. Das Museo Nacional de Colombia in Bogotá verwahrt bis heute diese erste Skizze dessen, was später als „Tableau physique des Andes et Pays voisins“ ausgeführt zur Ikone seines Forschungsprogramms werden sollte. Humboldt ging es darum, so hat der britische Historiker Malcolm Nicolson in einem profunden Aufsatz dargelegt, nicht nur neue Pflanzenarten zu finden und zu beschreiben. Vielmehr wollte er das harmonische Zusammenwirken physikalischer Faktoren und regional verschiedener Organismengruppen in einem Naturgemälde darstellen; ein Ansatz, für den Susan Faye Cannon den Begriff „Humboldtian Science“ prägte und der sich mustergültig in Michel Foucaults Theorie epistemischer Transformations einpassen lässt.

In seinem vielzitierten (aber kaum mehr gelesenen) „Essai sur la géographie des plantes“, 1807 in Paris veröffentlicht, beschrieb Humboldt dann detailliert das Vorkommen einzelner Pflanzen am Chimborazo in Abhängigkeit von Höhe, Temperatur und anderen Umweltfaktoren. Humboldt hat diese Abhandlung im selben Jahre für die deutsche Übersetzung überarbeitet und modifiziert. Mit dem begleitend erschienenen großformatigen Kupferstich „Naturgemälde der Anden“, jenem idealisierten Querschnitt durch Südamerika, schuf er eine wissenschaftliche Grafik, die stilbildend für ein ganzes Jahrhundert wurde. In das von insgesamt zwanzig Spalten mit physikalischen und ökologischen Daten flankierte Vegetationsprofil des Chimborazo trug Humboldt in winziger Schrift die lateinischen Namen der Pflanzen entsprechend ihrer Höhenverkommen ein. Mutig war diese Synthese insofern, als die botanische Analyse – die eigentliche Bestimmung jener Pflanzen – zu diesem Zeitpunkt kaum recht begonnen worden war. Tatsächlich sind Essai und Tableau, nicht zuletzt nach Humboldts eigener Einschätzung, das wichtigste Resultat seiner Südamerika-Reise. Humboldts Berg und „der ganze ve-



Bis zum schneebedeckten Gipfel des Chimborazos haben es Alexander von Humboldt und seine Gefährten nicht geschafft.

Foto Bilderberg

getabilische Unsinn jener Zonen“ machte Eindruck, auch in der Literatur; angefangen bei Ludwig Achim von Arnims 1809 erschiener Novellensammlung „Der Wintergarten“ bis hin zu Daniel Kehlmanns satirischer „Vermessung der Welt“. Und als das Bild der Bilder steht das transmediale Tableau – das im Französischen zugleich Gemälde und Tabelle meint – heute als Symbol für Humboldts Denken, kommentierte unlängst Oliver Lubrich dessen grafisches Gesamtwerk.

Was indes meist vergessen wird: Weder war Alexander von Humboldt der Erste, noch sind sein holistischer Ansatz und seine in Naturgemälden komprimierten Ansichten der Natur derart originell, wie es die Humboldt-Forschung glauben macht. Vor allem in dem französischen Abt und Botaniker Jean-Louis Giraud-Soulavie hatte der preußische Privatgelehrte bereits 1783 einen Vorläufer. Im zweiten Band seiner „Histoire naturelle de la France méridionale“ illustrierte Soulavie in einem Profilschnitt – dem „Coupe verticale des montagnes vivaraises“ (dieser war erstmals gesondert bereits 1780 erschienen) – den Zu-



Kolorierter Stich der Matarique-Pflanze
Abb. aus Lack, Alexander von Humboldt (Prestel Verlag)

sammenhang zwischen Pflanzenvorkommen, Höhe und Temperatur. Jahrelang war der Abt mit einem überdimensionierten Barometer auf dem Rücken und einem Thermometer in der Hand durch die Bergregion des Vivarais in der Ardèche im Süden Frankreichs gewandert und hatte das höhenabhängige Vorkommen von Pflanzen und die klimatisch bedingte Veränderung der Vegetation notiert. Und bereits er war der Ansicht, die Natur sei eine ebenso integrale wie komplexe Einheit. Das Werk Soulavies, den der junge Humboldt 1790 als Begründer der Pflanzengeographie würdigte, gehört zweifellos zu den – wenngleich bisher meist unterschlagenen – Meilensteinen einer neuen Wissenschaft, die erst später gleichsam marktherrschend unter dem Namen Humboldts wurde. Dass dieses Gedankengut heute noch immer allein ihm zugeschrieben wird, zeugt mehr von hagiographischen Personenkult gerade der deutschen Akademieforschung, als es das Wissen um die Disziplinengese befördert hätte.

Umso wichtiger ist es, dass Forscher um den australischen Biogeographie-Historiker Malte Ebach von der University of New South Wales in der aktuellen Ausgabe des „Journal of Biogeography“ (Bd. 42, S. 2023) auf das originäre Kartenwerk zur Pflanzengeographie eines weiteren Zeitgenossen Humboldts aufmerksam machen. Seinerzeit hatte der kolumbianische Kartograph und Botaniker Francisco José de Caldas (1768–1816) weitgehend unabhängig von europäischen Einflüssen eine eigene Methode der pflanzengeographischen Erfassung entwickelt. Im Unterschied zu den zweidimensionalen Schnitten von Soulavie und Humboldt hat Caldas in dreidimensional angelegten topographischen Profilkarten das Vorkommen einzelner Pflanzenarten abhängig von der Höhe und der geographischen Breite eingetragen und so für die Anden Ecuadors eine Serie von Karten einzelner pflanzengeographischer Regionen geschaffen.

Caldas war an Mathematik und Physik interessiert, hatte aber auf Geheiß des Vaters Jura studiert und verdiente seinen Lebensunterhalt als Tuchhändler. Auf einer

seiner Reisen quer über die Andenkette begann er im Jahre 1800 botanische Aufsammlungen und erste Beobachtungen zum Vorkommen von Pflanzen. Am 31. Dezember 1801 traf er in Ibarra erstmals Alexander von Humboldt, der ihn für ein paar Tage auf die Hacienda El Chillo nahe Quito einlud und ihn mit der europäischen Tradition pflanzengeographischer Aufnahmen und Linnéscher Klassifikation vertraut machte. Humboldts Einladung an Caldas, ihn nach Peru zu begleiten, zerschlug sich dann zwar. Doch nahm Caldas im Jahr darauf an einer königlich-spanischen Expedition von Botanikern in Ecuador teil, bei der er die neuen Impulse erstmals für sein Kartenvorhaben umsetzen konnte.

Noch im selben Jahr entwarf er eine Profilkarte des Imbabura-Vulkans in Ecuador, in der er das höhenzonierte Vorkommen von 30 dort heimischen Pflanzen eintrug, samt tabellarischer Angaben zu Höhe, Druck und taxonomischer Referenz zu seinem Herbarium. Francisco José de Caldas' kartographisches Werk, das aus insgesamt 18 regionalen Profilkarten besteht, von denen allerdings nur neun fertiggestellt wurden, blieb zu seinen Lebzeiten unveröffentlicht. Erst im Jahr 2006 in Bogotá herausgegeben, lenkte sie die Aufmerksamkeit auf diese parallele, von Humboldt beeinflusste, aber in ihrer dreidimensionalen Ausführung durchaus originäre Dokumentation der Anden-Vegetation. Wären diese Profilkarten unmittelbar an der Wende zum 19. Jahrhundert publiziert worden, fielen ihnen eine wichtige Rolle bei der Entwicklung der Pflanzengeographie insbesondere in Südamerika selbst zu.

Es wäre zudem Wasser auf die Mühlen derer, die der Idee einer „iconic Turn“ folgend, solchen Bilderwelten zuschreiben, dass vor allem sie neue Wissensräume eröffnen. Während Bildwissenschaftler angesichts Humboldts „Naturgemälde der Anden“ noch über die Symbiose von Text und Bild nachdenken, haben sich Naturwissenschaftler konkret mit den darin dokumentierten Fakten beschäftigt. Buchstäblich auf den Spuren Humboldts bestieg im Juni 2012 ein Team dänischer Bo-

taniker von der Universität in Aarhus den ecuadorianischen Vulkanberg abermals, um die eigenen Befunde zum Vorkommen einzelner Pflanzen minutiös mit den bereits für die damalige Zeit überaus präzisen Angaben in Humboldts „Essai“ und „Tableau“ zu vergleichen. In der Online-Ausgabe der „Proceedings“ der amerikanischen Nationalen Akademie der Wissenschaften (doi: 10.1073/pnas.1509938112) kommen sie jetzt dank seiner peniblen Dokumentation zu dem Schluss, dass sich nicht nur die Vorkommen einzelner Pflanzen um mehr als 500 Meter nach oben verschoben haben; vielmehr ist die Vegetationsgrenze von Samenpflanzen am Chimborazo insgesamt von 4600 auf 5185 Meter in die Höhe gewandert. Einst traf Humboldt etwa eine „Pajonal“ genannte, von Gräsern dominierte Vegetationsform bis 4600 Meter Höhe an; heute reicht sie bis 5070 Meter hinauf. Den Grund für das botanische Gipfelstreben sehen die Forscher in der anthropogenen Erwärmung des Globus.

So spektakulär dieser Befund für sich ist; er erstaunt umso mehr, weil erstmals ein Feinabgleich mit dem Zustand der tropischen Vegetation an einem bestimmten Ort zu einem Zeitpunkt vor 210 Jahren möglich ist; immerhin doppelt so lang, wie bisher verfügbare biohistorische Daten erlaubten. Ermöglicht hat dies die ebenso verdichtete wie im Detail exakte Dokumentation des Empirikers Alexander von Humboldt. Er hat die von ihm beobachteten Erscheinungen nicht nur in einem allgemeinen Bild zusammengefasst und dessen malerischen Effekt bedacht, sondern als Naturforscher mit äußerster Genauigkeit die Grundlage exakter Wissenschaft gelegt. Und nicht zuletzt zeigt sein Chimborazo-Bild einmal mehr, wie sich biohistorische Aufzeichnungen – auch solche in Tagebüchern, oder die in Herbarien und anderen naturkundlichen Sammlungen verborgenen Daten – zur Erforschung der Umweltgeschichte nutzen lassen. Den gipfelstürmenden Baron hätte es gefreut.

Matthias Glaubrecht ist Gründungsdirektor des Centrums für Naturkunde der Universität Hamburg, wo er die Professur für Biodiversität der Tiere innehat.

Smog-Ultras

Wo wir gerade bei Neuheiten sind: Könnte gut sein, dass wir unsere Smartphones noch immer unterschätzen. Im Guten wie im Schlechten. Das Gute zuerst, etwas für die Gadget-Geüchtküche. Laut dem gewöhnlich gut-unterrichteten „Technology Review“ arbeiten Computertechniker daran, neue Anwendungen auf Ultraschallbasis zu entwickeln. Unhörbarer Schall zur Steuerung von Kopfhörern zum Beispiel. Kommt ein Anruf, nimmt man einfach die Ohrstöpsel raus, und die eingebauten Ultraschallsensoren sorgen dafür, dass die Musik pausiert. Was es dazu braucht, Lautsprecher und Mikrofon, ist längst eingebaut. Ultraschall, so liest man, könnte das dritte Auge des Handynutzers werden, mit Ultraschall kann man spielend signalisieren, messen, warnen – aber womöglich auch stören, quälen und verletzen? Womit wir schnell beim bösen Teil angekommen wären. Denn etwas verspätet, aber zum Warnen noch rechtzeitig genug, hat uns mit den „Proceedings A“ der Royal Society die Arbeit eines englischen Akustikforschers aus Southampton erreicht. Timothy Leighton stellt die Frage, die schon den Walschutz lange beschäftigt, aber nun umso dringender nach Aufklärung verlangt: Werden Menschen von der zunehmenden, ja massenhaften Exposition mit Ultraschallwellen in der Umwelt krank? Wohlgermerkt: Es geht nicht um einzelne Ultraschallgeräte, um Apparate, die Wasser reinigen oder Schädlinge abschrecken, oder Triebwerke, die schon in den vierziger Jahren in den Verdacht gerieten, eine „Ultraschallkrankheit“ auszulösen. Nein, es geht nicht um Schallschmutz am Arbeitsplatz, sondern um den Ultraschall, der uns unerklärlich rund um die Uhr berieselt – aus Lautsprechern und durch automatische Türöffner und, ja, wohl auch zunehmend aus den Smartphones. Leighton also fragt sich, ob ungeklärte Kopfschmerzen, prickelnde Finger, Übelkeit, Müdigkeit, Migräne oder gar Tinnitus insbesondere bei den überdurchschnittlich sensiblen Minderjährigen von unsichtbaren, niederschwelligen Malträtsuren unserer sensiblen Drucksensoren im Ohr jenseits der üblichen Hörschwelle von 20 Kilohertz herühren. Leighton hält die veralteten „Ultraschall-Arbeitsrichtlinien“ jedenfalls nicht nur für überholt, sondern für unsere aktuelle Ultraschallumwelt für komplett unmaßgeblich. Wie gesagt, er fragt, er warnt, und er regt an. Dass er sich seine empirische Evidenz dazu in einer öffentlichen Bibliothek, einem Schwimmbad, Bahnhof und einem Sportstadion ausgerechnet mit den ultraschallsensiblen Mikrofonen seines iPhone5 beschafft hat, spricht nicht gegen seine These. Am ehesten noch für die großen Ultraschallpläne der Handynutz. Könnte also gut sein, dass die Computeringenieure bald nicht nur die Champagnerkorken knallen lassen wegen ihrer neuen Ultraschall-Apps, ihnen dürfte schon bald auch der Kopf brummen vor lauter Elektrosmog-Nachfolgedebatten. jom

Lichtwellen schlagen den Takt

Eine extrem präzise Atomuhr, die um den Faktor 100 genauer tickt als die derzeit besten Cäsiumatomuhren, haben Wissenschaftler von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig entwickelt. Über einen Zeitraum von einigen Milliarden Jahren würde das Chronometer weniger als eine Sekunde falsch gehen, berichtet Christian Tamm und seine Kollegen in der Zeitschrift „Physical Review Letters“ (Bd. 116, Nr. 063001). Herkömmliche Cäsiumuhren weichen schon nach etwa 30 Millionen Jahren um eine Sekunde ab. Die Genauigkeit der optischen Atomuhr aus Braunschweig rührt im Wesentlichen daher, dass zur Anregung der atomaren Resonanz nicht mehr Mikrowellenstrahlen verwendet werden wie bei Cäsiumuhren, sondern Lichtwellen. Letztere schwingen mit einer vielfach höheren Frequenz, was sich direkt auf die Ganggenauigkeit auswirkt. Dreh- und Angelpunkt der Atomuhr ist ein einzelnes Ytterbium-Ion, das in eine Paul-Falle eingesperrt wurde und darin in der Schwebe gehalten sowie fast bis zum Stillstand gekühlt wird. Anschließend setzt man das Ion Laserstrahlen aus, die es charakteristischen Schwingungen anregen. Die Forscher um Tamm machen sich den Umstand zunutze, dass Ytterbium zwei Referenzübergänge besitzt, die für eine optische Atomuhr genutzt werden können. Einer davon weist eine extrem lange natürliche Lebensdauer von sechs Jahren auf, wodurch die Frequenzschärfe besonders klein wird. Genaue Atomuhren verbessern die Satellitennavigation und helfen Grundlagenforschern, relativistische Effekte noch präziser zu messen. F.A.Z.

Was hatte Europa nicht schon für große Pläne, Visionen sogar. Was etwa früher medizinischer Fortschritt hieß und mehr oder weniger unter der Wahrnehmungsschwelle der Bürger abließ, wird seit Jahren unter dem Doppellabel „Healthcare-Innovationen“ großzügig bezuschusst, vermarktet und mit Richtlinien aus Brüssel vorangetrieben – und tatsächlich: Dass das deutsche „E-Health“-Gesetz inzwischen Wirklichkeit und die elektronische Patientenakte mit dem Zugriffsrecht für jeden Bürger zumindest von 2019 an doch noch kommt, ist zu einem gewissen Teil ein europapolitisches Verdienst. Der Fortschritt selbst freilich wird längst getragen von einem beispiellosen milliardenschweren Forschungs- und Entwicklungswettbewerb, „Translationsforschung“ heißt das oft. Dazu kommt die schlechte Tatsache, dass die Gesundheitssysteme (nicht nur in Europa) wegen der – nicht zuletzt dank des Medizinfortschritts – verwandelten Alterspyramiden

Brüsseler Turbomedizin

Ist Fortschritt lenkbar? Teil 2 der EU-Umfrage

und der daraus resultierenden Flut an chronischen „Altersleiden“ immer stärker am Finanztropf hängen. Anders als in der europäischen Grenzdebatte scheint man sich im Gesundheitsdiskurs einig zu sein: auf zu neuen Ufern. Osteuropäer setzen auf den boomenden Medizintourismus, im Westen sucht man Innovation um jeden Preis, technischer wie sozialer Art. Beispiele wie das der Universität Cambridge werden in Brüssel als ein Versprechen auf die Zukunft gepriesen. Schon mehr als 1400 Hightechunternehmen, die größte Zahl im Biotechnik- und Biomedizinsektor, sind allein aus der englischen Forscherschmiede ausgegründet worden, elf davon besitzen bereits einen Marktwert von über einer Million Euro. Spitzen-

medizin aus Spitzenlabors. In die Hände spielt den Ländern des Westens dabei die weltumspannende digitale Transformation: „mHealth“, eine Gesundheitsbewegung, die mit neuen Sensoren und Selbstvermessung – inklusive Selbstkontrolle und autonomes Gesundheitsmanagement – immer gezielter die anschwellende Datenflut zum eigenen Wohl zu nutzen weiß.

Aber tut sie das wirklich? Oder sind Innovationen sowie neue Medikamente nur Kostentreiber? Und schließlich: Wie viel Staat braucht es, aber damit auch: wie viel fremde Macht dulden wir in einem immer teureren System? Sparmodelle und soziale Fortschritte kann man durchaus auch ohne Lenkung entwickeln. Das schwedische „Es-ther-Netzwerk“ etwa macht es Patienten



Logo der EU-Initiative

Foto REIsearch

im Ärzte-, Klinik- und Pflegeschungel leichter, indem man seit 1997 mehr als siebentausend Dienstleister und Leistungserbringer im Gesundheitssystem, vom Patienten bis zur Pflegekraft, über ein „virtuelles Kompetenzzentrum“ vernetzt. Der Patient muss dort seine Geschichte nicht zehnmal, sondern nur einmal vortragen. Das Netz koordiniert die Hilfe.

Das offizielle Europa liebt solche Exemplar, doch mit guten Beispielen allein las-

sen sich Hemmnisse und – selbstverschuldete – Hürden kaum abbauen. Zu viel Bürokratie, ein fehlendes einheitliches Patentsystem, regulatorische Hürden bei der Zulassung und Erstattung der sogenannten Innovationen sind ebenso Brüsseler wie nationale Defizite. Und schließlich die Innovationsangst: Hightechansätze wie Gentechnik und Stammzellprodukte, regenerative Medizin und Gewebebezug freuen sich über gewaltige Forschungsbudgets, die Akzeptanz aber lässt auf sich warten.

Gibt es dafür bürgerfreundliche Lösungen? Europa will es von Ihnen wissen im zweiten Teil der „REIsearch“-Umfrage, die wir neben neun anderen europäischen Medien im Internet präsentieren. Die Ergebnisse der Erhebung werden anonymisiert ausgewertet und Ende April dem Europäischen Parlament und der EU-Kommission vorgestellt. JOACHIM MÜLLER-JUNG

Die EU-Bürgerbefragung finden Sie auf unserer Internetseite www.faz.net/wissen.

Ein Datenspeicher für die Ewigkeit

Für mindestens 13,8 Milliarden Jahre sollen digitale Informationen in einer Quarzscheibe auf engstem Raum aufbewahrt werden können. Seite N2

Was ist eigentlich „identitär“?

Der Franzose Renaud Camus hat im Verlag Antaios ein Buch herausgebracht, das seine These vom großen Bevölkerungsaustausch begründen soll. Seite N3

Vom Logos zum Mythos

Das indische Bildungssystem gerät immer stärker unter den Einfluss der hindunationalistischen Bewegung. Kritikern werden Maulkörbe verpasst. Seite N4