



Artenvielfalt am Korallenriff, Biologe Hebert: Man zerhäckle ein Kilogramm Getier und lasse den Genbrei im „Barcoder“ analysieren

BIOLOGIE

Katalog des Lebens

Ein kanadischer Forscher revolutioniert die schwierige Kunst der Artenbestimmung: Computer statt Menschen sollen Tierarten und ganze Ökosysteme anhand von Genschnipseln analysieren. Jetzt ist er dabei, eine weltweite Inventur aller Arten vorzunehmen. Verpassen die Deutschen den Anschluss?

Noch im Paradies, so besagt die Bibel, bekam Adam den Auftrag, für jedes Tier unter dem Himmel einen Namen zu finden. Es muss eine höllische Aufgabe gewesen sein, die Adam aber offenbar mühelos meisterte.

Ähnliches vermag heute niemand mehr: Schon bei den Vögeln wird es schwierig, niemand kennt alle Schmetterlinge, und kein Sterblicher wird je alle Arten von Ameisen aufzählen können.

Zauberhaft ist die Artenvielfalt – aber mit rund 1,8 Millionen bekannten und viel mehr unbekanntem Arten ist sie auch furchtbar unübersichtlich: Was bringt es, die rasch sich verändernden Ökosysteme der Welt zu studieren, wenn es niemanden gibt, der die darin lebenden Tiere schnell und zuverlässig identifizieren kann?

Die sich noch am besten auskennen, zählen schon selbst zu einer gefährdeten Spezies. An den Universitäten sind Spezialisten für biologische Systematik dünn gesät. Rund 6000 Taxonomen gibt es auf der Welt, fast alle sind hochspezialisiert und viele hochbetagt. In ganz Europa finden sich gerade noch neun Spezialisten für Ameisen; die haben zwar viel Arbeit, aber kaum Geld oder wissenschaftlichen Nachwuchs.

All dies will Paul Hebert ändern. Der kanadische Biologe von der University of Guelph nahe Toronto ist drauf und dran, die Kunst der Artenbestimmung zu revolutionieren. Hebert will Schluss machen mit dem liebevollen Klein-Klein, das bislang die Arbeit der Taxonomen bestimmt. Weg mit den Mikroskopen, mit denen sie nach artverräterischen Details

auf den Genitalapparaten von Käfern und Spinnen fahnden. Hebert ist der Mann fürs Grobe.

Seine Idee zeitgemäßer Artenbestimmung geht so: Man nehme ein Kilogramm Getier aus einem Tümpel, zerhäckle es im Mixer und schütte den Genbrei in eine Maschine. Wenig später spuckt der Computer eine Liste mit wissenschaftlichem Namen, Digitalfoto und Steckbrief jeder Art aus, die in der Probe enthalten war. Und fertig.

Hat sich die Zusammensetzung eines Biotops verändert, etwa infolge der Klimaveränderung? Sind neue Arten eingewandert? Leben geschützte Tiere auf einem Feld, auf dem eine Straße gebaut werden soll? Wie entwickelt sich die Qualität eines Gewässers? Auf diese wie auf viele andere Fragen läge eine Antwort in Stunden statt in Monaten oder Jahren vor.



GETTY IMAGES (L.); DAVID TRATILES (R.)

Hebert müht sich nicht, die Arten anhand äußerlicher Merkmale zu identifizieren. Er bestimmt sie allein über ihre Erbsubstanz. Dazu reicht ihm die Kenntnis eines einzigen Gens namens COI (Cytochrom-c-Oxidase I). Alle Tiere der Welt haben es – doch offenbar hat fast jede Art ein anderes.

COI ist Teil des Erbguts der Mitochondrien, der Kraftwerke der Zellen. Der davon untersuchte Abschnitt ist so kurz, dass ein handelsüblicher Sequenzierer die Abfolge seiner rund 650 Basen-Bausteine rasch und für wenige Dollar ermitteln kann. So lässt sich laut Hebert für nahezu jede Art ein charakteristisches Muster finden. In Anlehnung an den Strichcode auf Supermarktartikeln nennt er dieses Identifizierungsverfahren den „Barcode des Lebens“.

Mit einem Kraftakt will der Forscher einen Katalog aller Arten der Welt anfertigen. Die Gesamtheit des Lebendigen auf dem Planeten will er damit so maschinenlesbar machen wie einen Haufen Tütensuppen. Das COI-Gen, behauptet er, funktioniert bei den meisten Tieren und Pilzen (für Pflanzen hingegen müssten andere Gen-Ausweise gefunden werden).

Anfang 2003 hat er diese kühne Idee in der britischen Fachzeitschrift „Proceedings of the Royal Society B“ veröffentlicht. Sofort schlug ihm Ablehnung entgegen, vor allem von Taxonomen, die schließlich die Eigenarten ihrer jeweils eigenen Arten lieben. Doch seither hat Hebert Freunde gefunden und vor allem: Geld.

Kanada hat ihn mit vielen Millionen Dollar aufgerüstet. In Guelph hat er gerade einen Neubau bezogen für seine drei Sequenzierroboter, seine Computer und jetzt schon 35 Mitarbeiter. „Wir sind“, sagt er gutgelaunt, „kein kleines, isoliertes Labor mehr.“ Schon könne er Zehntausende Proben pro Jahr untersuchen. Die Smith-

sonian Institution in Washington will eine Barcode-Fabrik ähnlicher Größe schaffen; weitere werden folgen, denn internationale Forscher haben ein zunehmend schlagkräftiges Barcode-Konsortium gebildet.

Hebert steht unmittelbar vor dem Durchbruch: Obwohl manche Forscher noch Vorbehalte hegen und zum Beispiel lieber andere Gene als das COI beackern wollen, etabliert sich seine Methode im Augenblick als neuer Standard der Artenbestimmung. Das kleine Guelph steigt auf zu dessen intellektuellem und informationellem Zentrum – und Deutschland spielt dabei nicht einmal eine Zaungastrolle.

Von kleinen Einzelprojekten abgesehen, läuft hierzulande in Sachen Barcoding nichts. „Die Deutschen haben den Zug verpasst“, sagt der Konstanzer Evolutionsbiologe Axel Meyer. „Es fehlt eine staatliche Institution, die das vorantreiben würde“, urteilt auch Wolfgang Wägele, Direktor des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig in Bonn.

Soeben hat Hebert in Taiwan seine Gemeinde um sich versammelt. Die dreitägige Konferenz in Taipeh war die bisher größte zum Thema, mehr als 400 Forscher aus 45 Nationen kamen. Einige haben bereits damit angefangen, systematisch die Barcodes bestimmter Tiergruppen zu erschließen. Erstmals scheint die Referenzbibliothek des Lebens in Reichweite zu rücken.

- ▶ Die Barcodes von rund 32 000 Arten liegen schon vor. Darunter sind Hunderte Schmetterlingsarten aus Costa Rica, Hunderte Ameisenarten aus Madagaskar, Frösche und Schlangen aus Taiwan, Fische aus dem Mittelmeer und auch so prominente Primaten wie Orang-Utan, Schimpanse, Bonobo und Mensch.
- ▶ Die Barcodes fast aller Vogelarten Nordamerikas und der Karibik sind be-

Der Kanadier ist dabei, eine hochdiffizile, verschrobene und chronisch zerstrittene Wissenschaft „ins 21. Jahrhundert“ zu überführen, sie der Bioinformatik anzugliedern und sie einzubinden in die digitalen Datenströme. Damit werde er nicht nur die Forschung verändern, prophezeit Hebert, sondern auch den Alltag der Menschen. Manche Biologen applaudieren ihm dafür. Andere möchten ihm am liebsten beide Beinchen ausreißen.



THOMAS GRABKA

Fischpräparate im Museum für Naturkunde Berlin: Bald so maschinenlesbar wie Tütensuppen?

Vielfältiges Tierreich

Quelle: IUCN, BfN

Wirbeltiere

	bekannte Arten
Fische	29 112
Vögel	9956
Reptilien	8240
Amphibien	6200
Säugetiere	5416

Wirbellose Tiere

Insekten und Tausendfüßer	970 000
Spinnentiere	100 000
Weichtiere	81 000
Krebstiere	40 000
Fadenwürmer	25 000

unbekannte Arten zwischen 10 und 20 Millionen

DER SPIEGEL



ROBERT MICHALKE

Schmetterlingssammlung*: Verräterische Details auf den Genitalapparaten

kannt. Dort reicht jetzt der Bruchteil einer Feder aus, um einen Vogel sicher zu bestimmen.

► Das Londoner Natural History Museum hat die molekularen Signaturen von mehr als 250 Mosquitoarten bestimmt. Innerhalb der kommenden zwei Jahre soll der Großteil aller rund 3500 bekannten Arten folgen – Voraussetzung dafür, schon im Larvenstadium sicher zwischen Parasitenüberträgern und anderen zu unterscheiden und die Überträger gezielter denn je zu bekämpfen.

All dies ist nur der Anfang. Hebert verfolgt weit größere Ziele. Er fliegt durch die ganze Welt, um für seine Form der globalen Bio-Inventur zu werben. Bisher ist er in einigen Ländern der Tropen erfolgreich, wo ein großer Teil der Artenvielfalt beheimatet ist. Brasilien, Mexiko und Indien, aber auch Südkorea planen größere Barcode-Projekte mit ihrer Fauna. Diese Woche wird Hebert versuchen, auf einer Konferenz im holländischen Leiden auch die bislang zögerlichen Deutschen zu mobilisieren und Fördergelder der EU anzuzapfen.

So sieht Heberts Schlachtplan aus: Von 2009 an will er mit weiteren Instituten eine Großoffensive starten. Innerhalb von fünf Jahren sollen die Barcodes von 500 000 Arten ermittelt werden – alle Säugetiere, alle Fische, alle Vögel, alle Reptilien und Amphibien, vielleicht alle Schmetterlinge.

Umgerechnet 35 Millionen Euro hat Hebert schon selbst eingeworben von Geldgebern aus seiner Heimat. Nun braucht er weitere 70 Millionen aus anderen Ländern. Verglichen mit Teilchenbeschleunigern,

Raumstationen oder Weltraumteleskopen sei dies „Großforschung zum Sparpreis“. In einer späteren zweiten Projektphase, so der Optimist, werde dann der große Rest allen Lebens erfasst.

Von den Europäern wünscht sich Hebert eine Beteiligung in Höhe von rund 18 Millionen Euro aufwärts. Entsprechend ihrer Stellung als Wissenschaftsnation müssten die Deutschen dabei eine führende Rolle spielen, findet Hebert.

Für das Geld sollte zumindest ein Zentrum entstehen, das hiesige und auch außereuropäische Arten sammelt, katalogisiert, taxonomisch beschreibt, die DNA-Signaturen ermittelt und sie einspielt in die globale Datenbank BOLD („Barcode of Life Data Systems“).

Diese Forschung, so erzählt Hebert gern, werde enorme Umwälzungen mit sich bringen. In fünf Jahren werde es ein Gerät von der Größe eines Heimcomputers geben, das jede Genprobe sequenzieren und via Internet mit der Datenbank in Guelph abgleichen könne. Solche Geräte würden das Handwerkszeug aller Biologen – und die Entdeckung neuer Arten im Eiltempo ermöglichen.

Aber auch Zöllner könnten das Gerät nutzen, um geschützte Arten im Urlaubsgepäck zu erkennen. Landwirte könnten Schädlinge wie etwa Raupen besser ins Visier nehmen. Und weitere fünf Jahre später, erzählt Hebert, „gibt es dann ein transportables Gerät für jedermann“. Das sei der „Barcode“, und Hebert stellt ihn sich so ähnlich vor wie den „Tricorder“ aus den „Star Trek“-Episoden. Diese Wunderkiste werde jeden Organismus zu jedem Zeitpunkt überall auf Erden fast augenblicklich identifizieren können.

Was steckt wirklich in der Dose Kaviar, was verkauft der Supermarkt als „Red Snapper“? Was für ein Schimmelpilz wuchert auf dem Brot? Was für ein Unkraut wuchert im Beet, und womit lässt es sich ausmerzen? Selbst biologische Analphabeten wüssten, was da für ein Vogel im Garten brütet und was für eine Schnecke sich über den Salat hermacht. Grundschulklassen könnten an Vormittagen ganze Ökosysteme analysieren.

Ein solches Gerät, sagte Schmetterlingsforscher Dan Janzen feierlich in Taipeh, werde das Wissen um die Natur demokratisieren – und das Verhältnis zwischen Mensch und Biodiversität grundlegend verändern. Denn erst wenn Menschen die Artenvielfalt selbst erkennen, würden sie bereitwillig zu ihrem Schutz beitragen.

Andererseits steht zu befürchten, dass dann Scharen neugieriger Hobby-Taxonomen mit ihren Barcodern durch den Dschungel und über die Riffe ziehen, um neue, seltene Arten an ihre Maschinen zu verfüttern. Als „vollkommen utopisch“ bezeichnet darum auch Matthias Glaubrecht vom Museum für Naturkunde der Berliner Humboldt-Universität die Barcode-Phantasien. Er hält schon die grundlegende Idee der Barcodes für falsch, denn seiner Meinung nach können sie nur helfen, wenig interessante Arten voneinander zu unterscheiden. „Für einen Vogel brauchen Sie keinen Barcode“, sagt er. Und bei relativ jungen Arten, etwa solchen, die weniger als eine Million Jahre alt sind, helfe diese Technik auch nicht weiter.

Der größte Widerstand gegen Barcodes geht aber nach wie vor von klassischen Taxonomen aus. Sie fürchten um ihre Jobs und darum, dass artfremde Konkurrenten ihnen das Forschungsgeld streitig machen. Doch „diese Angst ist unbegründet“, urteilt etwa Diethard Tautz, Direktor am Max-Planck-Institut für Evolutionsbiologie in Plön. Durch die Barcodes könne das staubige Fach sogar zu neuer Blüte kommen. Weil ein Barcode nur dann Sinn ergibt, wenn er mit lebendiger Information zum Aussehen und Verhalten einer Art angereichert wird, gäbe es für Taxonomen sogar mehr zu tun als bisher. Tatsächlich hat auch Hebert in seinem Plan mehr als 30 Millionen Euro für Taxonomie reserviert.

Die Artenspezialisten tun sich dennoch schwer. Englische Soziologen der Lancaster University fühlen ihnen jetzt den Puls. In einem Langzeitprojekt studieren sie, mit welcher Qual klassische Taxonomen die anstehende Zeitenwende bewältigen.

Restlicher Widerstand gegen die Barcodes, so glaubt zumindest Paul Hebert, erledige sich von selbst. „Manchmal“, sagt der Barcode-Papst, „schreitet die Wissenschaft eben auch voran über Beerdigungen.“

MARCO EVERS

* Im Museum für Naturkunde Berlin.