



NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN

Wunderkammer



— Die Schausammlung

www.nmbe.ch



Eine Institution der
Burgergemeinde
Bern

Die Ausstellung in Zahlen

Fläche: 340 m², davon Glaskubus 160 m²

Ca. 15 000 Gläser und 19 000 Objekte

Temperatur: Konstant 16 °C

Luftfeuchtigkeit: 40–55% relative Feuchtigkeit

Isolierverglasung zur Verhinderung von Kondensation

Kosten: CHF 1,5 Millionen

5	Vorwort
9	Wunderkammer — Die Schausammlung
11	Wozu braucht es Sammlungen?
12	Die Vielfalt des Lebens kennen und schützen
14	Vom Regenwald in die Sammlung
16	Neue Entdeckungen, raffinierte Vielfalt
18	Verborgene Vielfalt sichtbar machen
20	Die Vielfalt des Lebens löst sich in Rauch auf
22	Wem gehören wissenschaftliche Sammlungen?
24	Wem gehört die Vielfalt des Lebens?
26	Sammlungen sind nützlich
28	Es krecht und fleucht nicht mehr
30	Schneckenchecken — von der Sammlung zur «Schnecken-App»
33	Der Tod erzählt vom Leben
34	DNA-Extraktion im Labor der Wunderkammer
40	Geschichten aus dem Tiefkühlschrank
46	Barcoding bei Spinnen: ein Verwirrspiel für Fortgeschrittene
49	Konservieren für die Ewigkeit
50	Sammlungen und der Zahn der Zeit
52	Steinmann-Eawag Sammlung: wertvoller Zeitzeuge
54	Neuer Glanz für alte Fische: Restaurierung der Steinmann-Eawag Sammlung
57	Schweizer Fische — gefährdete Vielfalt
58	Dokumentation des Verschwindens
60	Projet Lac und Progetto Fiumi: modernes Inventar der Schweizer Fische
62	Einheimische Fischvielfalt: Komplex mit vielen Unbekannten
64	Die Fische der Schweiz sind bedroht
66	Renovationen im Wasserschloss Schweiz
68	Wissenschaft schafft Wissen
70	Bildnachweis
71	Impressum

« Die Natur steht unter Druck. In der Schweiz ist ein Drittel aller Tier- und Pflanzenarten bedroht. Das dürfen wir nicht hinnehmen. Deshalb handelt der Bundesrat: Wir wollen mehr Land schützen und der Natur damit den Platz geben, den sie braucht. Dann geht es nämlich den Tieren, Pflanzen und auch uns Menschen gut. Wir bewahren damit den Reichtum an Arten, an Formen und Farben, den uns die «Wunderkammer» eindrücklich vor Augen führt. Diese Ausstellung macht klar: Es lohnt sich, die Natur zu schützen. »

Bundesrätin Simonetta Sommaruga

Vorsteherin des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

« Die «Wunderkammer» — ein einzigartiges Erlebnis — stimuliert und motiviert uns, den Reichtum unserer Umwelt intensiver und bewusster wahrzunehmen. Die Vielfalt bewegt und regt uns als Forschende und als Bürger an, uns nicht nur über Artensterben, Lebensraumverlust und Klimawandel auszutauschen, sondern nachzudenken, welchen konkreten Beitrag wir kontinuierlich zum Schutz unserer Natur leisten können. So wird die «Wunderkammer» Wunder für uns und unsere Nachwelt schaffen. »

Marcel Tanner

Präsident der Akademien der Wissenschaften Schweiz (a+)

« Naturwissenschaftliche Objekte sind eine unbegrenzte Informationsquelle und in ihrer Gesamtheit als Sammlung ein unermessliches Kapital für unseren Wissensgewinn. Ihr Potential ist unerschöpflich für Fragestellungen in Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft, welche wir heute noch nicht einmal erahnen. Es werden auch Untersuchungsmethoden zur Anwendung kommen, die wir uns auf dem heutigen Stand des Wissens noch gar nicht vorstellen können. Zugleich dokumentiert die Schausammlung exemplarisch ein reiches wissenschaftliches und forschungskulturelles Erbe und bietet Einblick in die Entstehung, Weiterentwicklung und Diversität des Lebens. Diese nähere Betrachtung relativiert Position und Wirken des Menschen auf dem Planeten Erde, und lässt in uns die Faszination und den Respekt über die Wunder der Natur wachsen. »

Christoph Beer

Direktor Naturhistorisches Museum Bern





Wunderkammer — Die Schausammlung

In wissenschaftlichen Sammlungen lagern Millionen von Tieren und Pflanzen. Diese wertvollen Archive der Natur dokumentieren die Biodiversität — die Vielfalt des Lebens — und ermöglichen die Grundlagenforschung zur Evolution, Verbreitung und Vielfalt von Lebewesen. Auch weiterführende Arbeiten zur vertieften Kenntnis der Biodiversität sind für unsere Gesellschaft von unschätzbarem Wert: So könnten beispielsweise heute noch unentdeckte Wirkstoffe und Materialien aus der Natur für zukünftige Entwicklungen in Medizin oder Landwirtschaft bahnbrechend sein.

Doch die unersetzliche und für den Menschen überlebenswichtige Vielfalt des Lebens ist gefährdet, und ihre Erforschung ist heute dringender denn je: Von den geschätzten 10 Millionen Arten sind erst etwa 2,1 Millionen Arten dokumentiert, und täglich verschwinden unzählige für immer, zusammen mit ihren Lebensräumen wie Regenwäldern oder wilden Flusslandschaften.

Mit der Ausstellung öffnet das Museum einen Teil seiner wissenschaftlichen Sammlungen für das Publikum. Ein Gang durch die «Wunderkammer» gibt Einblick in aktuelle Sammlungstätigkeit, moderne Untersuchungsmethoden und unersetzliche historische Sammlungen — ein aussergewöhnlicher Rundgang zu einem der drängendsten Probleme der Gegenwart.

Naturhistorisches Museum Bern (NMBE)
 Art *Lagothrix* sp.
 Nr. 1015301
 Sex: ♂ Alter: Jun Datum: 1957
 Loc.: Zoo Olten
 Donator: Zoo Olten

Naturhistorisches Museum Bern (NMBE)
 Art *Saimiri sciureus*
 Nr. 593 / 1382 1015301
 Sex: ♂ Alter: Jun Datum: 16.10.1955
 Loc.:
 Donator: TP Dählhölzli

Saimiri sciureus
 TP Dählhölzli

(NMBE)
 Laris
 5300
 1960



Wozu braucht es Sammlungen?

In naturwissenschaftlichen Sammlungen steckt ein ungeheurer Fundus vielfältiger Informationen: Millionen archivierter Tier- und Pflanzenarten ermöglichen unter anderem Grundlagenforschung zu Entstehung, Verbreitung und Vielfalt der Arten oder dokumentieren die Auswirkungen von Umweltverschmutzung und Klimawandel auf eine Vielzahl von Organismen. Sammlungen bilden zudem die unersetzliche Referenz zur Bestimmung bereits beschriebener Organismen und ermöglichen die Erkennung neuer Arten. Und sie sind ein Fenster in die Zukunft: Sammlungen geben vielleicht Antworten auf Fragen, die heute noch niemand kennt.

Die Vielfalt des Lebens kennen und schützen

Stars unter den Tieren wie Tiger oder Pandabär kennen die meisten Menschen. Doch die allseits bekannten Lieblingstiere machen nur einen winzigen Bruchteil der weltweit bedrohten Artenvielfalt aus. Der grösste Teil der Organismen ist viel unscheinbarer — Lebewesen wie Insekten, Spinnen oder Schnecken bilden eine riesige, noch weitgehend unbekannte Artenvielfalt, die nur Spezialisten erfassen, untersuchen und dokumentieren können. Erst die genaue Kenntnis der Arten schafft die nötigen Argumente, um beispielsweise die letzten artenreichen Lebensräume wie Regenwälder vor der Vernichtung zu bewahren.

NMBE 1061645

Schwarze Witwenkröte, *Ansonia vidua*
Malaysia, Insel Borneo, 2012, Holotypus





Teil der Forschungssammlung Fische der Torfsumpfwälder

Brunei, Malaysia und Indonesien, 2009–2019

Diese «Schwarze Witwenkröte» ist ein sogenannter Typus. Solche besonders wertvollen Exemplare sind sozusagen die «Urmeter», die unersetzlichen Vergleichsexemplare für wissenschaftlich beschriebene Arten, und der Name einer Art ist fest an diese Individuen gebunden. Ihre Aufbewahrung ist wichtige Aufgabe von Sammlungen.

Dokumentation des Verlusts: Kaum entdeckt, sind diese Fische bedroht oder bereits ausgerottet, darunter auch der kleinste Fisch der Welt. Die grösstenteils noch unerforschten, nur lokal vorkommenden Tiere verschwinden rasant zusammen mit den Torfsumpfwäldern Südostasiens, die unerbittlich Palmölplantagen weichen müssen.

Vom Regenwald in die Sammlung

Tiere für wissenschaftliche Sammlungen beschaffen ist leichter gesagt als getan: Bis beispielsweise ein Frosch aus dem Regenwald von Borneo in der Museumsammlung steht, braucht es gewaltige Anstrengungen. Alles muss stimmen — vom Einreichen der richtigen Formulare bis zur Beantwortung kritischer Fragen.

Am Anfang jeder Expedition steht nicht Abenteuer, sondern Bürokratie. Die Forschenden bauen die wissenschaftliche Zusammenarbeit auf, holen alle notwendigen Genehmigungen ein und handeln die Bedingungen aus. Einmal im Regenwald angekommen, reicht es nicht, sich einfach mal etwas umzusehen: Viele Frösche leben in ihrem ganz besonderen Lebensraum, wie etwa der Engmaulfrosch. Dieser braune Winzling lebt ausschliesslich auf einem isolierten Berg der Insel Borneo, versteckt in dicken Schichten aus Moos, Laub und Wurzeln am Boden des Bergregenwaldes. Obwohl er dort nicht sehr selten ist, brauchte es drei Wochen nächtlicher Sucharbeit im Wald, um zwei Exemplare zu finden. Dann folgten die Schritte, die für die wissenschaftliche Sammlung unerlässlich sind: Die Forschenden schläfernten die Frösche ein und konservierten sie vor Ort. Sie dokumentierten bei allen Funden die verschiedenen Arbeitsschritte, die genauen Fundorte, die Rufe der Tiere und vieles mehr.

«Die Arbeit nachts in der Dunkelheit des Regenwaldes ist die schönste Zeit. Umgeben von unglaublicher Vielfalt an Leben, das sich mit unzähligen Stimmen Gehör verschafft, erschliesst sich der Sinn meiner Forschung. Auch wenn die spannendsten Momente erst viel später im Labor kommen.»

Stefan T. Hertwig, Leiter Abteilung Wirbeltiere, Naturhistorisches Museum Bern



Expedition im Regenwald:
Studierende dokumentieren und
konservieren die gesammelten
Frösche.



Der winzige Engmaulfrosch
Kalophrynus nubicola ist nur
schwer zu finden.

Bei einer solchen Sammlungstätigkeit läuft wissenschaftlich und rechtlich alles korrekt ab — trotzdem kommt immer wieder die Frage auf, ob die Wissenschaft nicht selber zur Ausrottung einer solchen Tierart beiträgt. Gegen diese Bedenken gibt es gute Gründe: Die Anzahl gesammelter Tiere ist festgelegt und eng begrenzt. Dann sind die Frösche die Leibspeise vieler Vögel und Schlangen, ihr Bestand verkraftet den Verlust einiger Individuen problemlos. Zudem liegt die grosse Bedrohung vieler Tierarten in der rasanten Zerstörung ihres Lebensraumes — die meisten Arten sterben aus, weil dieser schwindet. Um Lebensräume wirkungsvoll zu schützen, braucht es die Erkenntnisse aus der Biodiversitätsforschung. Die genaue Kenntnis der Arten und ihrer Lebensräume wiegt den Verlust einiger Tiere für die wissenschaftlichen Sammlungen bei weitem auf.

Mehr dazu:



Neue Entdeckungen, raffinierte Vielfalt

Bei wiederholten Expeditionen auf der Insel Borneo haben Forschende des Museums unter anderem auch bisher unbeschriebene Tierarten aufgespürt. Die Schwarze Witwenkröte *Ansonia vidua* und ein neu entdeckter Buschfrosch gehörten bis dahin zum schätzungsweise 8 Millionen Arten umfassenden Heer noch unbekannter Lebewesen. In den uralten Regenwäldern Borneos ist die Vielfalt des Lebens aussergewöhnlich gross. Jede neue Entdeckung führt die unzähligen Spielarten des Lebens vor Augen — von rätselhafter Fortpflanzung bis zu raffinierten Überlebenstaktiken.

Im Jahr 2012 stiess das internationale Forschungsteam des Museums im Pulong Tau Nationalpark auf eine kleine, tiefschwarz gefärbte Kröte, ein Weibchen. Was zuerst nur ein Verdacht war, bestätigte sich bei späteren genetischen Analysen im Museum: Das Tier war eine eigenständige Art. Bei weiteren Expeditionen gelang am selben Fundort noch einmal der Fang von drei Exemplaren, wieder nur Weibchen — von Männchen oder Kaulquappen fehlt bis heute jede Spur. Wegen der schwarzen Farbe und unauffindbaren Männchen bekam das Tier den Artnamen *vidua*, für Witwe. Die Tiere leben in einem winzigen Gebiet einer geschützten «Regenwaldoase» inmitten von Palmölplantagen und Ackerland. Wird die Oase zerstört, verschwinden auch die Schwarzen Witwen, und mit ihnen das Geheimnis ihrer Fortpflanzung.



Die Nebelwälder des Pulong Tau Nationalparks bergen einen unermesslichen Artenreichtum.



Der Buschfrosch *Philautus nepenthophilus* nutzt fleisch-fressende Pflanzen als Teich.

Die Forschungsreisenden brachten in einem abgelegenen Nebelwald eine weitere unbekannte Art ans Licht, einen unscheinbaren braunen Buschfrosch. Auch hier zeigten genetische Analysen und weitere Untersuchungen im Museum, dass dieses Tier einer bisher nicht beschriebenen Art angehört. Äusserlich gesehen sind die Tierchen keine Sensation, doch ihre Lebensweise ist verblüffend: Die Froschweibchen legen ihre Eier in die wassergefüllten Fallen einer fleischfressenden Pflanze. In deren «Kannen» wachsen die Kaulquappen geschützt heran und ernähren sich vom Dottervorrat in ihrem Darm. Die Wände der «Kannen» sind für Beutetiere unüberwindbar glatt, doch die fertigen Fröschchen hüpfen einfach hinaus. Dem Ganzen zugrunde liegt eine

raffinierte, gar nicht so seltene Zusammenarbeit von Tieren und Pflanzen, die beiden das Leben erleichtert: Die Kannenpflanze wächst auf nährstoffarmem Regenwaldboden und braucht Dünger, die Kaulquappen brauchen einen sicheren Teich — eine Rarität im steilen Bergwald. Deshalb gilt hier der Deal: Kanne gegen Kot.

Verborgene Vielfalt sichtbar machen

Unterschiedliche Tierarten sehen oft auch unterschiedlich aus. Doch viele Arten gleichen sich äußerlich wie ein Ei dem anderen. Deshalb bleibt die Vielfalt solcher Gruppen dem Auge verborgen — nur Analysen des Erbgutes, der DNA, bringen die Unterschiede ans Licht. Solche genetischen Untersuchungen sind unter anderem wichtig für den Artenschutz: Eine Vielzahl eigentlich gefährdeter Arten wird sonst übersehen. Diese «verborgenen», sogenannte kryptischen Arten kennt man heute vor allem aus den Tropen. Doch auch in der scheinbar bestens bekannten Tierwelt Europas stecken Überraschungen.

↙ **«Ugly brown frogs»** (Hässliche braune Frösche) *Limnonectes* «*kuhlii*»-Komplex
Malaysia, Insel Borneo, 2012, unbeschriebene Arten





NMBE 1028879

Blindschleiche, *Anguis veronensis*
Besazio TI, Schweiz, 1995

NMBE 1037741

Blindschleiche, *Anguis fragilis*
Aarberg BE, Schweiz, 2000

Ein augenfälliges Beispiel für unterschiedliche Tierarten, die sich äusserlich extrem gleichen sind die «Ugly brown frogs», die früher als eine einzige Art galten. Doch im Jahr 2019 haben Forschende bereits 25 Arten identifiziert, die womöglich alle ganz eigene, noch unbekannte Ansprüche an Nahrung und Lebensraum stellen.

Neue Entdeckung auch vor der Haustür: Erst 2017 haben genetische Analysen gezeigt, dass in der Schweiz nicht wie angenommen eine einzige Art Blindschleiche vorkommt, sondern zwei. Doch draussen in der Natur kann man die Tiere nicht verwechseln: Sie leben getrennt südlich und nördlich der Schweizer Alpen.

Die Vielfalt des Lebens löst sich in Rauch auf

Von Müsliriegel und Beutelsuppe führt eine direkte Linie zu Fischen wie Schokoladenguramis, Hechtköpfen und Zwergbärblingen, den kleinsten Fischen der Welt. Sie leben in den uralten Torfsumpfwäldern Südostasiens, und dieser Lebensraum schwindet.

Die Bäume werden abgeholzt, die Torfschichten darunter entwässert und verbrannt, die freien Flächen zu Plantagen umgepflügt. Denn hier wird Palmöl produziert, der Kraftstoff der Lebensmittelindustrie. Der allgegenwärtige Nahrungszusatz ist billig — doch sein wahrer Preis ist unfassbar hoch.

Noch bis in die 70er Jahre galten die weltweit einzigartigen Torfsumpfwälder Sumatras, Malaysias und Borneos als karge Lebensräume, in denen man nur wenige Tierarten vermutete. Diese Wälder sind uralte, ausschliesslich von Regenwasser durchtränkte, nährstoffarme Ökosysteme, vergleichbar mit unseren Moorgebieten. Die Bäume wachsen auf bis zu 20 Meter dicken Torfschichten, mächtigen Polstern aus totem Holz und anderen Pflanzenresten, die nicht zersetzt wurden. Die Gerbstoffe dieser Pflanzen, die Tannine, verwandeln das Wasser in eine schwarze, sauerstoffarme und saure Brühe. Nicht gerade paradiesische Zustände — trotzdem wimmelt es in Pfützen, Rinnsalen, Bächen und Flüssen von Leben: Forschungen der letzten Jahrzehnte haben gezeigt, dass in den Torfsumpfwäldern allein über 250 Fischarten leben, davon 100 Arten ausschliesslich in diesem Lebensraum. Doch der grosse Reichtum an Tier- und Pflanzenarten ist noch lange nicht vollständig erforscht, und die Zeit wird knapp: Die unbekannte Vielfalt droht mit der Zerstörung der Wälder für immer zu verschwinden.

«Auf unseren Forschungsexpeditionen haben wir jahrtausendealte Torfsumpfwälder betreten. Der Gedanke, dass wir zu den letzten Menschen gehören könnten, denen das möglich war, hat mich bewegt.»

Lukas Rüber, Kurator Ichthyologie, Naturhistorisches Museum Bern



Dunkel wie Tee, sauer wie Essig, und trotzdem voller Leben: Wasser im Torfsumpfwald.



Die kleinsten Fische der Welt: Zwergbärblinge der Gattung *Paedocypris* werden nur etwa 1 cm lang

Die systematische Vernichtung der Torfsumpfwälder für Palmölplantagen ist nicht nur fatal für die Vielfalt des Lebens — sie heizt auch den Klimawandel weiter an: Die Torfschichten speichern riesige Mengen Kohlendioxid. Doch wenn man sie trockenlegt, werden die Böden zu gewaltigen Treibhausgas-Schleudern, weil sich das Pflanzenmaterial ohne Wasser rasant zersetzt. Dann hüllen Brandrodungen und Torffeuer weite Regionen Südostasiens immer wieder in dichten Rauch. Wann immer sich dieser bleierne Dunst, «The Southeast Asian Haze» über Südostasien legt, erkranken Mensch und Tier, leidet die Wirtschaft und flammen politische Konflikte auf.

Mehr dazu:



Wem gehören wissenschaftliche Sammlungen?

In naturwissenschaftlichen Sammlungen lagern weltweit Millionen archivierter Tiere, Pflanzen, Fossilien und Mineralien. Was früher kein Thema war, rückt heute zu Recht in den Fokus internationaler Diskussionen: Viele Sammlungen in europäischen Museen stammen aus der Kolonialzeit. Deren Beschaffung war nur möglich, weil Forschungsreisende in den besetzten Ländern von Verkehrsverbindungen, Militär- und Missionsstationen der Kolonialherren und einem Heer weitgehend rechtloser Einheimischer profitierten — auch dann, wenn ihre Herkunftsländer keine Kolonien besaßen, wie die Schweiz.

Wie rechtmässig ist der Besitz von Sammlungsgut, das aus kolonialisierten Ländern stammt? Betraf diese Frage zunächst vor allem Kunstwerke und kulturhistorische Objekte aus dieser Epoche, dehnte sie sich zunehmend auch auf naturwissenschaftliche Objekte aus. Im Gegensatz zu Kunstwerken, die von Menschen in einem kulturellen Kontext geschaffen wurden, ist die Frage nach Eigentumsrechten an natürlichen Objekten wesentlich schwieriger zu beantworten. Hier gibt es keine Schöpfung im Sinne eines kreativen Aktes und keine eindeutige Urheberschaft. Wem gehören also all die Natur-schätze, die Vielfalt des Lebens, die Fossilien, Gesteine und Mineralien? Bei historisch oder kulturell besonders bedeutungsvollen Funden, wie etwa Skeletten von Dinosauriern und Riesenfaultieren oder Schädeln von Frühmenschen, ist die Rückgabe an die Herkunftsländer auch für die breite Öffentlichkeit bedeutsam. Doch ein Grossteil aller naturwissenschaftlichen Sammlungen aus kolonialem Kontext sind ausschliesslich für die Forschung von Interesse. Anstatt diese um jeden Preis vollständig in die Herkunftsländer zurückzuführen, ist es zukunftsweisender, die schon lange bestehende internationale Zusammenarbeit in der Naturwissenschaft weiter zu stärken.



Papageien aus der historischen Sammlung Emil. A. Göldi, gesammelt in Brasilien 1898–1911.

Heute sind die Möglichkeiten der globalen Kooperation so vielfältig wie nie zuvor: Internationale Ausleihen, digitale Vernetzung, die gemeinsame Erhebung von Daten oder deren Austausch in Echtzeit ermöglichen die weltweite Forschung an Sammlungen unabhängig von ihrem Standort. Damit würde man auch der Frage einen Schritt näher kommen, wem die Vielfalt der Natur eigentlich gehört — sind es beispielsweise indigene Völker? Oder die später geschaffenen Nationalstaaten? Oder liegt es in der Verantwortung der ganzen Menschheit, ihr Naturerbe gemeinsam zu erforschen und zu erhalten?

Wem gehört die Vielfalt des Lebens?

Die Vielfalt des Lebens ist ein kostbares Naturerbe. Doch zugleich ist sie auch ein knallhartes Geschäft. In artenreichen Lebensräumen wie Regenwäldern sind wertvolle Wirkstoffe für beispielsweise Medizin, Kosmetik oder Lebensmittelindustrie zu finden. Lange Zeit war es üblich, dass westliche Industrienationen sich an diesen Naturschätzen bedienen, ohne die Herkunftsländer dafür zu entschädigen. Um die sogenannte Biopiraterie zu unterbinden, verabschiedete die UNO im Jahr 2010 das Nagoya-Abkommen.

Das Nagoya-Abkommen liefert erstmals einen völkerrechtlich verbindlichen Rahmen für die Nutzung genetischer Ressourcen aus der Natur — von Tieren, Pflanzen, Mikroorganismen — und sorgt vereinfacht gesagt dafür, dass die Herkunftsländer an den Gewinnen beteiligt sind. Davor herrschte Selbstbedienungsmentalität, wie nur eines von vielen Beispielen zeigt: In den 1960er Jahren entwickelte ein Pharmakonzern auf Basis des tropischen Madagaskar-Immergrüns hochwirksame Medikamente gegen Leukämie und erzielte damit millionenschwere Gewinne, von denen das Herkunftsland in keiner Weise profitierte. Doch der Fund vielversprechender Wirkstoffe ist oft nur dank lokaler Unterstützung möglich, denn einheimische Fachleute in artenreichen tropischen Gebieten kennen und nutzen Blätter, Blüten, Früchte, Wurzeln oder Rinde von Pflanzen seit jeher um Krankheiten zu heilen. Dank diesem Wissen konnten Pharmaunternehmen unter anderem Medikamente gegen Krebs, Malaria, Schmerzen, Husten oder Durchfall aus Regenwaldpflanzen gewinnen.



Traditionelles medizinisches Wissen aus dem Regenwald:
Heilpflanzenmarkt auf Madagaskar.

Allerdings gilt das Abkommen auch, wenn es keinen direkten wirtschaftlichen Nutzen gibt, wie etwa bei der Biodiversitätsforschung. Hier regeln standardisierte Verträge die Art der Nutzung und die Teilhabe an wissenschaftlichen Resultaten, beispielsweise Publikationen von genetischen Analysen zur Verwandtschaftsforschung oder Artbestimmung. Dies schafft die Grundlage für langfristige wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Nationen. Doch es gibt auch Bedenken: Weder das Nagoya-Abkommen noch andere Regelwerke zur Nutzung der Biodiversität tragen etwas zu deren Schutz und Erhaltung bei. Im Zentrum steht vielmehr die Nutzung der Natur im Besitz einzelner Länder. Ist eine rein wirtschaftliche und nationalstaatliche Sichtweise auf das gemeinsame Naturerbe der Menschheit angesichts globaler Probleme wie Artenschwund, Lebensraumzerstörung und Klimakrise noch zu verantworten?

Sammlungen sind nützlich

Wissenschaftliche Sammlungen ermöglichen nicht nur Grundlagenforschung, sondern auch praktische Anwendungen. Sie bieten unter anderem Zugang zu Organismen, die aus der Natur nicht einfach zu beschaffen wären. Damit stehen für alle möglichen Fragen Vergleichsobjekte zur Verfügung. So lassen sich etwa für medizinische Zwecke harmlose von giftigen Tieren unterscheiden oder Entwicklungen über lange Zeiträume verfolgen. Dies macht Sammlungen beispielsweise zu Zeugen des dramatischen Insektensterbens der letzten Jahrzehnte: Sie beweisen, dass ein grosser Teil der schwirrenden, brummenden Vielfalt verschwunden ist.

NMBE 1016957

Lanzenotter, *Bothrops alternatus*
Argentinien, Datum unbekannt





Heuschrecken und andere Insekten, Inhalt einer Malaisefalle
Trimbach SO, Schweiz, 1.–7. August 2002

Die Giftcocktails der zahlreichen südamerikanischen Lanzenottern sind eigentlich tödlich, doch sie werden in der Medizin unter anderem auch gegen Krebszellen eingesetzt. Die Arten sind zum Verwechseln ähnlich, aber ihre Gifte sind sehr verschieden. Hier ermöglichen Vergleichssammlungen die sichere Bestimmung der Arten.

Forschende aus Krefeld in Deutschland haben 27 Jahre lang in Fallen Insekten gefangen und die Ausbeute gewogen. So konnten sie 2017 nachweisen, dass 75% der einstigen Insektenmasse verschwunden ist. Der erschütternde Befund machte das Insektensterben unmissverständlich sichtbar und warf international hohe Wellen.

Es kreucht und fleucht nicht mehr

Krabbelviecher und Brummer überall — auf der Glace, im Bierglas, nachts im Schlafzimmer. An manchen Sommertagen scheint es von unnützen Plagegeistern nur so zu wimmeln. Doch der Eindruck täuscht: Das einst riesige Heer der Insekten ist bedroht. Und die meisten der vermeintlichen Störenfriede sind lebenswichtig für Mensch und Natur: Insekten bestäuben unter anderem Nutzpflanzen, machen Böden fruchtbar und sind das Lebenselixier vieler Wildtiere, von Forellen bis Schwalben. Doch die Lebensräume der Sechsbener schrumpfen seit Jahrzehnten.

Wer vor den 70er Jahren geboren wurde, erinnert sich vielleicht noch an dichtes Insektengeschmier an Windschutzscheiben oder an die vielen Heuschrecken, die man in Wiesen auf Schritt und Tritt aufscheuchte. Noch weiter zurück muss es eine Insektendichte gegeben haben, die man sich heute gar nicht mehr vorstellen kann. Wissenschaftliche Sammlungen dokumentieren diese Fülle und Vielfalt, und auch deren Niedergang. So hat zum Beispiel ein Insektenforscher um 1900 im Genfer Dorf Peney quasi vor der Haustür über 300 Arten Wildbienen gefunden — über die Hälfte der jemals in der Schweiz nachgewiesenen Arten. Dies ist heute undenkbar. In unserer Kulturlandschaft herrscht insektenmässig Einöde. Grüne Fettwiesen und Maisäcker haben Blumenwiesen, Moore und Auen verdrängt. Immer neue Gifte gegen unerwünschte Pflanzen und Tiere dezimieren nicht nur sogenannte Schädlinge, sondern auch für die menschliche Ernährung wichtige Bestäuber wie Fliegen, Schmetterlinge und Wildbienen. Gift und Gülle vernichten auch deren Nahrungsquellen, die Wildpflanzen. Sind Insekten gefährdet, beginnt etwa auch bei Fischen, Vögeln oder Fledermäusen der Niedergang: Unzähligen Insektenfressern geht das Futter aus.



Das einst riesige und vielfältige Heer der Insekten wird immer kleiner.

Bei der hiesigen Zerstörung natürlicher Lebensräume gibt es durchaus Parallelen zur Vernichtung ferner Regenwälder: Mit ihnen zusammen verschwindet eine grösstenteils noch unbekannt Vielfalt des Lebens. Diese Vielfalt ist auch bei uns noch lange nicht erfasst. 2016 haben erste umfassende DNA-Analysen mittels Barcoding gezeigt, dass auch in vermeintlich gut bekannten Insektengruppen ein noch unentdeckter Artenreichtum steckt. Wir wissen also auch hier nur annähernd, was uns für immer abhanden zu kommen droht.

« Der Gemeine Grashüpfer war einmal — der Name sagt es — gemein, kam in jeder noch so fetten Wiese vor. Heute gibt es Grasland, wo keine einzige Heuschrecke mehr leben kann, nicht einmal die gemeinste. »

Hannes Baur, Kurator Entomologie, Naturhistorisches Museum Bern

Schneckenchecken — von der Sammlung zur «Schnecken-App»

Lange Zeit blieb Forschenden nichts anderes übrig, als zur Bestimmung von Arten Literatur ins Feld zu schleppen — oft spärlich bebilderte Wälzer mit schwer verständlichen Angaben. So war es auch bei Schnecken und Muscheln. Die Biologin Estée Bochud wollte dies ändern und hat unter anderem anhand von Schneckenhäusern und Muschelschalen aus der umfangreichen Sammlung des Museums einen digitalen Bestimmungsschlüssel produziert.

In der Schweiz kennt man ungefähr 250 Arten von Nackt- und Gehäuseschnecken und rund 30 Muschelarten. Um diese von Auge zu bestimmen, braucht es eine Vielzahl charakteristischer körperlicher Merkmale, akribisch hervorgehoben in Zeichnungen und Fotos. Für die Biologin wäre es unmöglich gewesen, all diese Organismen in der Natur zu beschaffen: Viele Weichtiere — oder Mollusken — sind entweder selten, winzig, oder leben an schwer zugänglichen Orten wie Berggipfeln oder unter Wasser. Deshalb war das Projekt nur dank der umfangreichen Molluskensammlung des Museums möglich: Die äusserst aufwendige Beschaffung der Objekte haben Forschende vor ihr schon geleistet.

«Was ich den Leuten nicht abnehmen kann, ist genau hinzuschauen ... Dafür braucht es Zeit, eine Lupe und viel Übung.»

Estée Bochud, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Naturhistorisches Museum Bern



Who's who? Ein digitaler Bestimmungsschlüssel im Hosensack hilft weiter.

Anhand unzähliger Sammlungsobjekte und Archivbilder schuf die Biologin hunderte gestochen scharfer Merkmalsfotos, Zeichnungen und Artportraits und verfasste dazu verständliche Beschreibungen, denn die digitale Bestimmungshilfe sollte auch interessierte Laien ansprechen. Keine einfache Sache — viele Weichtiere unterscheiden sich äusserlich nur in kleinsten Details. So variieren etwa Nacktschnecken innerhalb einer Art in Farben und Mustern, und viele Arten muss man sezieren, weil sie sich nur an den Geschlechtsorganen unterscheiden lassen.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist die «Schnecken-App», die sich seit Oktober 2019 via Smartphone im Hosensack mitnehmen lässt, ein geniales Werkzeug. Man kann sie jederzeit aktualisieren, und ihre Bedienung ist einfach und intuitiv: Alle Fragen lassen sich mit «Ja», «Nein» oder «Merkmal nicht gesehen» beantworten. Idee und Programmierung der Onlinetools stammen von info fauna, dem Nationalen Daten- und Informationszentrum für die Fauna der Schweiz. info fauna hat digitale Bestimmungsschlüssel zu Säugetieren, Reptilien, Amphibien, Libellen und Süsswasserkrebschen der Schweiz produziert und die Entwicklung des digitalen Schneckenschlüssels massgeblich unterstützt.

Download Bestimmungsschlüssel:
App webfauna, App Stores iOS/Android

Mehr dazu:



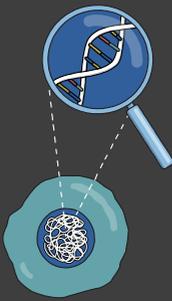
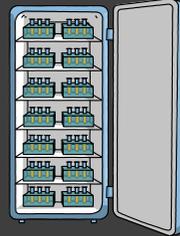


Der Tod erzählt vom Leben

In diesem scheinbar sterilen Raum steckt das pralle Leben: In Tiefkühlschränken bei minus 80 °C lagern Tausende von Gewebeproben, die Sammlungsobjekten entnommen wurden. Hier lassen sich mit modernsten Analysen des Erbgutes, der DNA, neue Tierarten entdecken, bekannte Arten mit Sicherheit bestimmen oder Verwandtschaftsverhältnisse klären. Doch die kalten Schatztruhen enthalten beispielsweise auch Informationen zu Klimawandel oder Umweltgiften. Diese Gewebesammlung ist ein Teil der weltweiten Erforschung und Erhaltung der Biodiversität — der Vielfalt des Lebens.

DNA-Extraktion im Labor der Wunderkammer

In den Tiefkühlschränken lagern Tausende kleiner Stückchen von Tierkörpern, die Gewebeproben.



Für genetische Untersuchungen wird zunächst die DNA, die Erbsubstanz, aus den Gewebeproben isoliert. Das passiert im Labor — Schritt für Schritt:

Die Gewebeprobe aus dem Tiefkühlschrank holen.



Am Labortisch ein winziges Stück der Gewebeprobe abschneiden ...

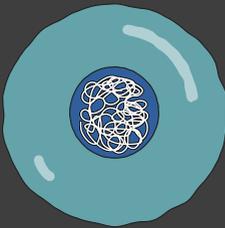
... und in ein Röhrchen stecken.





Mit einer Pipette Verdauungs-Enzyme und Seifenlösung zugeben.

Das Röhrchen kommt in den Thermoshaker. In diesem Gerät wird die Gewebeprobe mit Wärme, Bewegung und den richtigen Säften verdaut, fast wie in einem Magen.

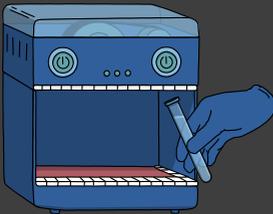


Denn die DNA steckt gut geschützt und eng verpackt in den Zellkernen.

Um die DNA aus den Zellen zu befreien, zerschneiden die Verdauungs-Enzyme alle Proteine der Zellen. Die Seifenlösung löst die fetthaltigen Hüllen — die Membranen — der Zellen und Zellkerne auf.

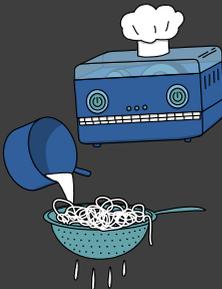
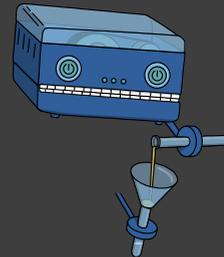


Danach ist die DNA aus den Zellen befreit und schwimmt in der verdauten Gewebeprobe. Ein DNA-Strang aus einer einzelnen Zelle ist lang — beim Menschen zum Beispiel ungefähr 2 Meter.



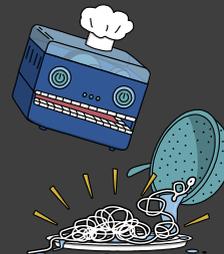
Nun kommt die verdaut, flüssige Gewebeprobe in den DNA-Extraktions-Roboter. Dieser erledigt alle weiteren Schritte.

Zuerst wird die Gewebeprobe gefiltert.



Die DNA bleibt im Filter hängen. Der Roboter spült mehrmals mit unterschiedlichen Flüssigkeiten alle anderen Zellbestandteile weg.

Zuletzt spült der Roboter mit Wasser nach. Die gereinigte DNA löst sich vom Filter und fließt in ein neues Röhrchen.





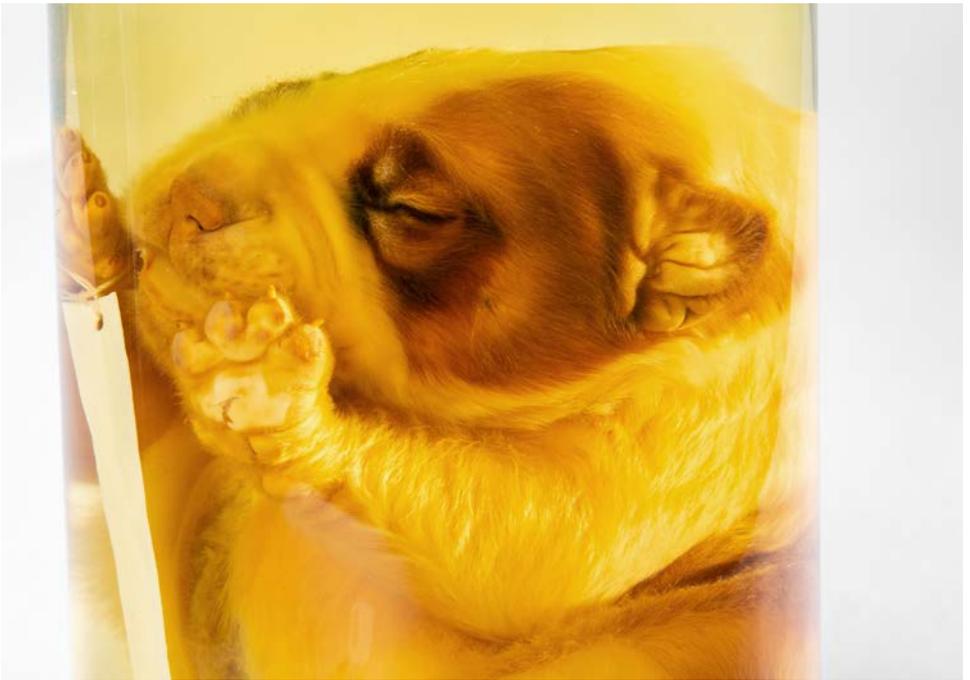
**Die DNA ist für alle genetischen
Untersuchungen bereit.**



NMBE 1052872

Kryptisches Mausohr, *Myotis crypticus*
Wohlen BE, Schweiz, Datum unbekannt





NMBE 1015697

St. Bernhardshund, *Canis lupus familiaris*
Bern BE, Schweiz, 1925



Teil der Forschungssammlung Walter Küenzi
1918, Regal 14

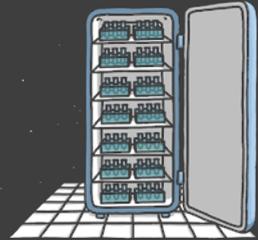
Auch bei einheimischen Fledermäusen bringen genetische Untersuchungen Überraschungen ans Licht: 2019 entdeckten Forscher unter der Gruppe der Mausohren eine neue Art, *Myotis crypticus*, das «verborgene Mausohr»: Die neue Art war dem Auge verborgen geblieben, da sich alle Mausohren sehr ähnlich sehen.

Die Sammlung von Vogelaugen und -gehirnen ist ein Beispiel früherer Forschungstätigkeit: Bevor DNA-Analysen möglich wurden, konnten Wissenschaftler Abstammung und Entwicklung von Lebewesen nur anhand körperlicher Merkmale erforschen. Heute ist deren Untersuchung unverzichtbare Ergänzung genetischer Methoden.

Ein Hündchen — warum ist es hier? Im Museum lagert mit 2800 Objekten die weltweit grösste wissenschaftliche Sammlung von Rassehunden. Die Tiere starben eines natürlichen Todes und wurden dem Museum gespendet. Wissenschaftlerinnen aus aller Welt nutzen sie beispielsweise zur Erforschung der Entwicklung vom Wolf zum Hund.

Geschichten aus dem Tiefkühlschrank

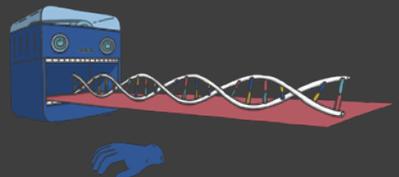
Die Labore im Museum sind voller Geschichten vom Leben. Doch diese stecken in den Tiefkühlschränken: Dort lagern bei minus 80 Grad Tausende kleiner Stückchen von Tierkörpern, sogenannte Gewebeproben — alle eindeutig nummeriert, damit man sie den Tieren wieder zuordnen kann. In diesen Klümpchen stecken unzählige Informationen über die Vielfalt des Lebens. Doch der Reihe nach. Wie kommen die Proben in den Tiefkühlschrank?



Forscherinnen und Forscher fangen die Tiere draussen in der Natur — natürlich mit allen dafür nötigen Genehmigungen — und konservieren sie schon dort für die wissenschaftlichen Sammlungen: Der Körper kommt in Formalin, und ein kleines Stück davon in ein Röhrchen mit Alkohol oder einer anderen Flüssigkeit, die konserviert. Diese Gewebeprobe kommt in die Gewebeprobensammlung des Museums.



Nun kann die Untersuchung im Labor losgehen. Dazu muss man als erstes die DNA — die Erbsubstanz der Organismen — aus der Gewebeprobe isolieren. Dies geschieht mit Hilfe eines DNA-Extraktions-Roboters.





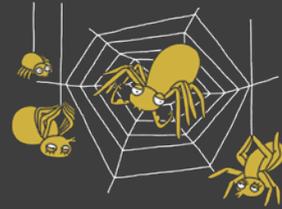
Einerseits kann man mit der genauen Untersuchung der DNA neue Tierarten entdecken und ihre Verwandtschaft untereinander erforschen, andererseits kann man herausfinden, um wen es sich eigentlich ganz genau handelt. Denn viele Tierarten lassen sich von bloßem Auge kaum unterscheiden.

Dabei ist eine Eigenart der DNA sehr praktisch: Jede DNA einer Tierart hat ein ganz eigenes, unverkennbares Muster. Dieses Muster entsteht aus der Abfolge von vier verschiedenen chemischen Bausteinen, aus denen die DNA aufgebaut ist. In diesen Mustern steckt eine Menge Informationen, die man mit verschiedenen Untersuchungsmethoden herauslesen kann.



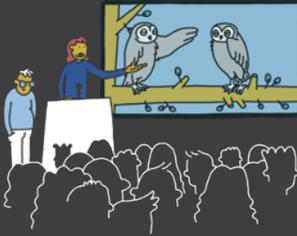
Eine dieser Methoden ist das DNA Barcoding. Beim Barcoding wird nur ein kleiner, ganz bestimmter Abschnitt der DNA untersucht. Bei den meisten Tierarten hat dieser Abschnitt ein anderes, einzigartiges Muster, wie ein Strichcode — oder eben Barcode — auf Verpackungen im Supermarkt. Mit dem Barcoding kann man in vielen Fällen eine Tierart schnell und sicher bestimmen.

Nehmen wir als Beispiel das Barcoding von Spinnen: Bevor dies möglich war, konnte man manche Spinnenarten nur erkennen, wenn man ein Männchen vor sich hatte. Denn nur geschlechtsreife Spinnenmännchen besitzen grosse, auffällige Begattungsorgane im Kopfbereich, die je nach Spinnenart ganz unterschiedlich aussehen. Mit Barcoding ist es nun möglich, auch bei Spinnenweibchen und vor allem Spinnenbabies die Art sicher zu erkennen. Dies funktioniert natürlich auch bei anderen jungen Tieren, wie zum Beispiel Kaulquappen oder jungen Schnecken.



Das Barcoding macht eine ganz neue Form der Bestimmung von Tierarten möglich, weil Forscherinnen und Forscher weltweit laufend Barcodes bekannter Tierarten analysieren und diese in digitalen Barcode-Bibliotheken hinterlegen. Forschende des Museums haben unter anderem die Barcodes vieler europäischer Spinnenarten, der Schweizer Fische und zahlreicher Schneckenarten beigesteuert.





Diese Sammlung von Barcodes vereinfacht die Bestimmung von Tierarten enorm. Man ermittelt den Barcode eines unbekanntes Tiers und vergleicht diesen mit den bekannten Barcodes in der Bibliothek. Mit dieser Methode lassen sich knifflige biologische Rätsel lösen: So verkündeten zum Beispiel im Jahr 2013 Vogelkundler die Entdeckung einer neuen Eulenart im Oman auf der Arabischen Halbinsel. Doch Forschende des Museums hatten da einen Verdacht. Sie analysierten den Barcode einer schon längst beschriebenen Eule in den Sammlungen. Und tatsächlich: Die scheinbar neue Entdeckung war keine. Es war dieselbe Art, die schon seit 1878 bekannt war.

Doch manchmal reicht Barcoding nicht aus, um eine Tierart sicher zu bestimmen oder eine neue Art zu erkennen. In diesen Fällen muss man mehrere Abschnitte der DNA untersuchen, nicht nur ein kurzes Stück.

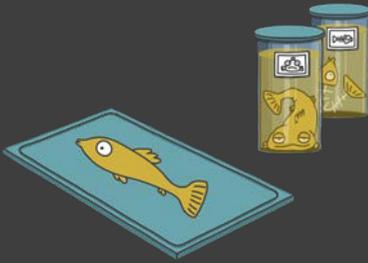


Wie zum Beispiel bei der Entdeckung des Red Hot Chili Pepper Frosches: Der hübsche Unbekannte ging Wissenschaftlern im Regenwald von Borneo in die Falle. Die DNA-Analyse zeigte eindeutig, dass es sich um eine neue, bisher unbekanntes Tierart handelte.

Andere DNA-Analysen helfen beispielsweise das Geheimnis zu lüften, wie aus den in der DNA gespeicherten Informationen Körperformen entstehen. Hier war die Hundesammlung des Museums von grossem Nutzen: Am Beispiel von Bullterrier-Präparaten haben Wissenschaftlerinnen die rasante körperliche Veränderung vom unscheinbaren Durchschnittshund zum Kraftpaket mit der dazugehörigen Genetik verglichen. Es zeigte sich, dass einige wenige Schaltstellen in der DNA die Veränderung der Körperformen bestimmen. Deshalb können Züchter Merkmale von Hunden wie Körpergrösse, Beinlänge, Nasenform oder Stellung der Ohren innerhalb weniger Generationen drastisch verändern.



Doch in den wissenschaftlichen Sammlungen sind auch Informationen über die Umwelt gespeichert: So tragen zum Beispiel Steinböcke Spuren des Klimawandels in ihren Hörnern. Denn jedes Jahr, Schicht um Schicht, hinterlässt das Gras, das die Tiere fressen, chemische Spuren in den Hörnern. Analysen dieser Spuren in alten Gehörnern aus der Museumssammlung zeigten: Weil es immer wärmer und trockener wird, sparen die Pflanzen Wasser und speichern mehr CO₂ und Stickstoff — Die Reaktion der alpinen Pflanzenwelt auf den Klimawandel ist in den Hörnern gespeichert.



Auch Umweltsünden hinterlassen ihre Spuren in den Tieren. Forschende der ETH Lausanne haben im Jahr 2015 40 Fische aus dem Genfersee aus der Museumssammlung untersucht und winzige Plastikteilchen in Magen und Darm gefunden. Diese Art Mikroplastik stammt vor allem von den Millionen Tonnen Plastikmüll, die jedes Jahr vom Land ins Wasser gespült werden. Wasser, Sand, Wind und Wellen zerreiben den Abfall— doch er ist nicht aus der Welt: Er gelangt über die Nahrungskette zu uns zurück.

Dies sind nur ein paar Beispiele — in wissenschaftlichen Sammlungen stecken noch unzählige weitere Geschichten, die darauf warten, erzählt zu werden.



Animationsfilm



Barcoding bei Spinnen: ein Verwirrspiel für Fortgeschrittene

Grundsätzlich gilt, dass sich mit Barcoding viele Tiere sicher auf die Art bestimmen lassen. Doch wie so oft ist auch beim Barcoding bei näherer Betrachtung alles etwas komplizierter. Anhand von Spinnen lässt sich gut zeigen, dass die geniale genetische «Etikette» des Barcodes in manchen Fällen nur im Zusammenspiel mit äusseren Merkmalen und Verhalten eines Tiers mithilft, einer Art auf die Spur zu kommen.

Geradezu anarchistisch in Sachen Barcoding verhalten sich beispielsweise einige Gruppen von Wolfsspinnen. Diese weit verbreiteten, ohne Netz jagenden Achtbeiner verursachen wissenschaftliches Kopferbrechen. So lassen sich drei nah verwandte Arten von Wolfsspinnen äusserlich und anhand ihres unterschiedlichen Balzverhaltens mit Kenneraugen gut unterscheiden: Die Männchen tanzen und trommeln virtuos, um die Weibchen von sich zu überzeugen — jede Art auf ihre ganz eigene Weise. Doch die Analyse der Barcodes ergab ein überraschendes Resultat: Sie sind absolut identisch.

Genau das Gegenteil war bei zwei sogenannten Zwillingsarten von Wolfsspinnen der Fall: Die zwei Arten gleichen sich aufs Haar, nur in der Grösse der Begattungsorgane gibt es winzige Unterschiede. Beim Barcode war es mit der Ähnlichkeit vorbei: Er unterscheidet sich eindeutig.

«An Spinnen fasziniert mich, dass sie so vollkommen anders sind als wir. Sie leben buchstäblich nicht in unserer Welt.»

Christian Kropf, Leiter Abteilung Wirbellose Tiere, Naturhistorisches Museum Bern



Die Glanz-Krabbenspinne *Synema globosum* gibt es in Gelb, Weiss und Rot — sind es verschiedene Arten?



Synema globosum in Weiss — genetische Analysen zeigten: Die Farbvarianten sind die gleiche Art.

Für weitere Rätsel sorgt auch eine Spinnenart aus der Gruppe der Krabbenspinnen: Die Südliche Glanz-Krabbenspinne hat einen auffällig gezeichneten Hinterleib mit weissen, roten oder gelben Farbmustern auf schwarzem Hintergrund, und ihre Begattungsorgane sind sehr variabel. Der Verdacht lag nahe, dass in dieser Gruppe möglicherweise noch unbekannt «verborgene», sogenannt kryptische Arten versteckt waren. Deshalb verglichen Forscherinnen des Museums die Barcodes vieler Krabbenspinnen aus unterschiedlichen Regionen. Es zeichneten sich drei Gruppen von Barcodes ab — waren hier vielleicht neue Arten am Entstehen? Also untersuchte man weitere Abschnitte der

DNA auf mögliche Unterschiede, doch ohne Erfolg. Auch statistische Analysen der Herkunft, der Farbmuster oder der Form der Begattungsorgane ergaben keine weiteren Hinweise auf verborgene Arten. Die Frage, wie sich eine Art genau abgrenzen lässt, wird in der Wissenschaft heiss diskutiert. Die Forschenden des Museums befürworten, zusätzlich zum Barcode weitere genetische Daten, körperliche Merkmale und Verhalten zu berücksichtigen.



Konservieren für die Ewigkeit

Eine wissenschaftliche Sammlung anzulegen ist eine Kunst für sich. Denn alles tierische oder pflanzliche Material, das nicht fachgerecht konserviert wird, fällt Bakterien, Schimmel oder Insekten zum Opfer, bleicht aus im Licht oder zerfällt an der Luft. In Nasssammlungen wie unserer «Wunderkammer» sind Konservierungsmittel wie Alkohol und Formalin, wenig Licht, kühle Temperaturen, dichte Verschlüsse und die richtige Luftfeuchtigkeit nötig, um den Zerfall aufzuhalten: Die Sammlungen sollen für die Ewigkeit aufbewahrt werden und auch für künftige Fragestellungen bereitstehen.

Sammlungen und der Zahn der Zeit

Historisch wertvoll und zugleich Beispiel für die Mühen der Konservierung über lange Zeit ist die Sammlung des Naturforschers Emil Göldi. Der Pionier der Erforschung der Amazonasregion sandte in den Jahren 1898–1911 9645 Insekten, 2964 Vögel, 987 Säugetiere sowie Reptilien, Fische und Amphibien ans Naturhistorische Museum Bern, weil er im tropischen Klima Brasiliens um seine Objekte fürchtete. Lichteinfall, Luftfeuchtigkeit und hohe Temperaturen nagten sichtbar viele Jahre an manchen der kostbaren Zeugen der Artenvielfalt Amazoniens, von denen hier nur ein kleiner Teil zu sehen ist.

NMBE 1019195

Ochsenfrosch, *Rana catesbeiana*
Nordamerika, 1967

NMBE 1019192

Ochsenfrosch, *Rana catesbeiana*
Nordamerika, Datum unbekannt





Agone, *Alosa agone*

Lago Maggiore, Schweiz, Datum unbekannt, zu Ausstellungszwecken nicht restauriert

NMBE 1001697

Weiskehl-Faultier, *Bradypus tridactylus*

Teil der Sammlung Emil A. Göldi, 1898–1911, Regal 18–19

Der bleiche Frosch ist durch ungünstige Lagerung beschädigt: Licht und hohe Temperaturen haben seine Farbpigmente zerstört — er war lange Tageslicht und Zimmertemperatur ausgesetzt. Das unversehrte Exemplar hingegen lagerte konstant kühl und dunkel — wie in unserer «Wunderkammer».

Diese Fische wurden in den 1920er Jahren fachgerecht konserviert. Doch wenn Präparate in Sammlungen nicht regelmässig gepflegt werden, nehmen sie Schaden: Aus den Körpern herausgelöste Bestandteile wie Fette und Proteine haben die Konservierungsflüssigkeit getrübt, und beim Deckel ist Schimmel zu sehen.

Steinmann-Eawag Sammlung: wertvoller Zeitzeuge

Diese Sammlung ist ein unersetzliches Archiv der Fischvielfalt der Schweiz aus den Jahren 1871–1953. Sie dokumentiert den Artenreichtum, bevor eine Phase massiver Gewässerverschmutzung viele Fischarten verschwinden liess. Sie ist die wichtigste historische Referenzsammlung für die laufende Erforschung der einheimischen Fischvielfalt. Der wissenschaftliche Schatz fiel vor Jahren fast einer Aufräumaktion zum Opfer, was jedoch ein Forscher verhindern konnte. Schliesslich kam die Sammlung an unser Museum, wo Fachleute sie in sorgfältiger Arbeit restauriert und vor dem Zerfall bewahrt haben.



Steinmann-Eawag Sammlung

1871-1953, Regal 20-26



Neuer Glanz für alte Fische: Restaurierung der Steinmann- Eawag Sammlung

Als die Steinmann-Eawag Sammlung an unser Museum gelangte, bot sie ein trauriges Bild. Undichte Deckel, halbvertrocknete Fische, Krusten von Salz und Fett, dunkel verfärbte Konservierungsflüssigkeit: Hier wartete viel Arbeit. Die Gläser waren über Jahrzehnte unter wechselnden Bedingungen provisorisch gelagert worden. Ein Forscher hatte die Gläser vor der endgültigen Entsorgung gerettet, und nun standen im Museum erstmals die nötigen Ressourcen zur Verfügung, um die Sammlung professionell zu restaurieren.

Die Präparatoren des Museums standen vor einer komplexen Aufgabe: Sie wollten den Eindruck einer historischen Sammlung erhalten und gleichzeitig die Objekte mit modernsten Restaurierungsmethoden wieder für wissenschaftliche Untersuchungen zugänglich machen. In mehreren Monaten Arbeit beseitigten die Fachleute die Schäden an den Fischen, ersetzten defekte Gläser und Verschlüsse, reinigten wenn möglich die historischen Gläser und verwendeten diese wieder.

Die Konservierungsflüssigkeit in den alten Sammlungsgläsern war ein Problem für sich: Niemand kannte die genaue Zusammensetzung des von den Farbpigmenten in der Fischhaut verfärbten Gemischs aus Alkohol und Formalin. Man musste vermuten, dass die Flüssigkeiten auch andere giftige Substanzen wie Bleisalze, Arsen oder Quecksilber enthielten, mit denen man früher die Konservierung der Objekte verbessern wollte. Diese Brühen wollten die Präparatoren fachgerecht entsorgen und liessen deshalb einige Stichproben davon

«Ich finde es bemerkenswert, dass die beste Technik Gläser dauerhaft zu verschliessen, nämlich mit Unterdruck, weit über hundert Jahre alt ist. Sie geriet aber in Museen in Misskredit, weil sie sehr aufwendig ist. Es dauerte Jahrzehnte, bis man ihre Vorzüge wieder erkannte.»

Martin Troxler, Teamleiter Präparation, Naturhistorisches Museum Bern



Undicht, vertrocknet, verfärbt: Die historische Sammlung vor der Restaurierung.



Die Steinmann-Eawag Sammlung nach der Restaurierung: Ein Glanzpunkt der «Wunderkammer».

durch ein externes Labor analysieren. Dann folgte die ultimative Schönheitskur: Die Fachleute weichten mit speziellen Arbeitstechniken ausgetrocknete Fische wieder auf, entfernten jahrzehntealte Fettablagerungen und bürsteten vorsichtig Salzkrusten weg, so dass den Tieren kaum mehr Schäden anzusehen waren. Schliesslich wurden die restaurierten Fische in frischen 75-prozentigen Alkohol überführt und die Deckel der Gläser unter Unterdruck dicht verschlossen.

Heute ist die Steinmann-Eawag Sammlung einer der Glanzpunkte der «Wunderkammer» und wird bei fachgerechter Pflege und Lagerung der Wissenschaft noch lange Zeit zur Verfügung stehen.



- Список**
1. Лосось
 2. Форель
 3. Сёмга
 4. Треска
 5. Минтай
 6. Камбала
 7. Пикша
 8. Скумбрия
 9. Сардинка
 10. Карась
 11. Карп
 12. Золотый карась
 13. Сазань
 14. Щиповник
 15. Карп
 16. Карп
 17. Карп
 18. Карп
 19. Карп
 20. Карп
 21. Карп
 22. Карп
 23. Карп
 24. Карп
 25. Карп
 26. Карп
 27. Карп
 28. Карп
 29. Карп
 30. Карп
 31. Карп
 32. Карп
 33. Карп
 34. Карп
 35. Карп
 36. Карп
 37. Карп
 38. Карп
 39. Карп
 40. Карп
 41. Карп
 42. Карп
 43. Карп
 44. Карп
 45. Карп
 46. Карп
 47. Карп

Schweizer Fische — gefährdete Vielfalt

Die Schweiz ist ein Fischparadies. Die letzte Eiszeit hat eine Gewässerlandschaft hinterlassen, in der sich eine einzigartige Fischvielfalt entwickeln konnte. Fast jeder See oder Fluss ist Lebensraum seltener, oft nur lokal vorkommender Fische. Doch dieser Reichtum ist in Gefahr: Im Jahr 2020 sind von über 130 beschriebenen einheimischen Fischarten mindestens 14 Arten verschwunden, rund die Hälfte ist stark gefährdet, und viele Arten sind wohl noch unbekannt. Deshalb arbeiten Behörden und Wissenschaft intensiv an der Erfassung und Erforschung der einmaligen Schweizer Fischwelt — denn man kann nur schützen, was man kennt.

Dokumentation des Verschwindens

Die Steinmann-Eawag Sammlung dokumentiert unter anderem, welche Auswirkungen die nach dem Zweiten Weltkrieg stark zunehmende Gewässerverschmutzung auf die Fischwelt hatte: 6 Felchenarten sind deswegen verschwunden. Phosphate aus neuen Waschmitteln, Gülle aus der Landwirtschaft und ungeklärte Abwässer überdüngten die Gewässer. Dadurch raubte massives Algenwachstum den Seen buchstäblich die Luft: Felchen, die ausschliesslich in sauerstoffreichem, klarem Wasser in grosser Tiefe lebten, starben aus. Die damalige Verschmutzung konnte man stoppen — doch heute drohen neue Gefahren.



NMBE 1076371

Gravenche, *Coregonus hiemalis*

Genfersee, Schweiz, 1895, ausgestorben weltweit, Steinmann-Eawag Sammlung

NMBE 1076376

Féra, *Coregonus fera*

Genfersee, Schweiz, 1895, ausgestorben weltweit, Steinmann-Eawag Sammlung

NMBE 1076229

Kilch, *Coregonus gutturosus*

Bodensee, Schweiz, 1896, ausgestorben weltweit, Steinmann-Eawag Sammlung

Kostbare Raritäten: Es gibt in wissenschaftlichen Sammlungen nur wenige Exemplare ausgestorbener Felchen. Solche Präparate sind die einzigen handfesten Beweise, dass die Tiere jemals existiert haben. Die Arten sind weltweit für immer verloren — wie viele Felchen kamen sie nur ganz lokal in einzelnen Seen vor.

Projet Lac und Progetto Fiumi: modernes Inventar der Schweizer Fische

In der Schweiz ist rund die Hälfte der einheimischen Fischarten stark gefährdet. Doch wie viele Arten sind es genau? Wo leben sie, und wie kann man sie zukünftig schützen? Um dies zu beantworten, hat das Schweizerische Wasserforschungsinstitut Eawag in den Jahren 2010–2018 die Forschungsprojekte Projet Lac und Progetto Fiumi durchgeführt. Dabei haben Wissenschaftler in 31 Seen sowie unzähligen Flüssen und Bächen systematisch Fische gesammelt und erstmals ein umfassendes Inventar der Schweizer Fische erstellt. Rund 20 000 Fische dieser Momentaufnahme bilden nun die nationale Referenzsammlung des Museums.



Teil der nationalen Referenzsammlung Projet Lac und Progetto Fiumi
2010–2018, Regal 27–35 und Innenbereich

Die Referenzsammlung des Museums enthält aus jedem Gewässer bis zu 30 Fische derselben Art. Dies ist notwendig, damit Unterschiede in Genetik und Körperbau zwischen den einzelnen, oft nur lokal vorkommenden Arten statistisch sicher nachweisbar sind: Ein einziges Exemplar einer Art wäre nur ein Zufallsbefund.

Einheimische Fischvielfalt: Komplex mit vielen Unbekannten

Analysen des Projet Lac und Progetto Fiumi haben gezeigt, dass in unseren Gewässern die Fischvielfalt komplexer ist als bisher angenommen: In vielen Fischgruppen wie beispielsweise den Felchen oder Elritzen schlummern zahlreiche noch unentdeckte Arten, die sich zwar äusserlich ähneln, aber etwa ganz verschiedene Wassertiefen, Nahrung oder Fortpflanzungszeiten nutzen. Die scheinbar bekannte Fischwelt birgt deshalb noch viele Überraschungen. Doch wie in den Tropen und anderen artenreichen Lebensräumen besteht auch hier die Gefahr, dass Arten verschwinden, bevor sie jemals dokumentiert wurden.



Auswahl Felchenvielfalt, Regal 31





NMBE 1069286–1069298

Donau Elritze, *Phoxinus csikii*
Vierwaldstättersee, Schweiz, 2014, Projet Lac



NMBE 1071280

Tiefensaibling, *Salvelinus profundus*
Bodensee, Schweiz, 2014, Projet Lac

Felche ist nicht gleich Felche — was wir einfach als «Felchenfilets» verspeisen, gehört zu einer komplexen Fischgruppe. In vielen Seen leben Arten, die sonst nirgends vorkommen. Sammlungen ermöglichen nun die weitere Erfassung der erst teilweise dokumentierten Vielfalt, die 2020 bereits 31 Arten zählt.

2020 haben Wissenschaftler des Museums mit genetischen Untersuchungen gezeigt, dass in der Schweiz drei Arten Elritzen vorkommen: Die Italienische Elritze und zwei Arten, die nur aus Südfrankreich und dem Donauegebiet bekannt waren. Weitere Überraschung: Die bis dahin in der Nordschweiz einzige vermutete Art fehlte.

Im Rahmen des Projet Lac kam 2014 auch ein Totgeglaubter zum Vorschein: Der wieder entdeckte Bodensee Tiefensaibling galt seit den 1970er Jahren als ausgestorben. Der Fisch braucht zur Fortpflanzung sauerstoffreiches Wasser in grosser Tiefe — dieser Lebensraum fehlte durch die massive Überdüngung des Sees praktisch ganz.

Die Fische der Schweiz sind bedroht

Den Schweizer Fischen geht es aus verschiedenen Gründen schlecht: Sie finden zu wenig Futter, weil Umweltgifte in den Gewässern Insekten und Kleinstlebewesen vernichten. Dann sind viele Flüsse und Bäche begradigt — Laichplätze und Verstecke wie Kiesbänke oder Schwemmholzhaufen fehlen. Zudem wandern viele Fische zur Fortpflanzung flussaufwärts — doch viele Stauwerke bilden unüberwindbare Hindernisse. Auch der Klimawandel bringt manche Fischarten an den Rand des Aussterbens: In heißen Sommern werden manche Gewässer fast 30 Grad warm, und zehntausende Fische gehen an Stress und Sauerstoffmangel zugrunde.



NMBE 1065682

Äsche, *Thymallus thymallus*

Genfersee, Schweiz, 2012, Status stark gefährdet, Projet Lac

NMBE 1055869

Meerneunauge, *Petromyzon marinus*

Garonne, Frankreich, 2007, ausgestorben Schweiz



«Wenn wir mehrere Hitzesommer wie 2018 in Folge haben, dann sehen wir die Äsche bald nur noch im Museum» (Patrick Wasem, Fischereiaufseher Kanton Schaffhausen 2019). Diese Fische sind auf kühles, fließendes und sauerstoffreiches Wasser angewiesen — in Hitzesommern wie 2003 und 2018 starben mancherorts fast alle Tiere.

Das Meerneunauge verschwand in der Schweiz schon 1884. Dieser «Wanderfisch» zieht zum Laichen vom Meer die Flüsse hinauf. Aufkommende Wasserkraftwerke setzten den Hochzeitsreisen ein Ende. Das Tier ist übrigens kein echter Fisch — der urtümliche «Kieferlose» raspelt mit seinem Saugmaul voller Hornzähnen an lebenden Fischen.

Renovationen im Wasserschloss Schweiz

Es plätschert und rauscht unablässig im Wasserschloss Schweiz: 6668 grosse und kleine Seen und ein rund 65000 km langes, fein verästeltes Netzwerk aus Bächen und Flüssen prägen die Landschaft. Anfang des 19. Jh. begann die grosse Nutzung und Verdrängung der Gewässer. Zunehmend lösten begradigte Kanäle wilde Flussläufe ab, kamen Bäche unter den Boden, wurden Moore und Auen zu Ackerland. Kraftwerke brachten Strom, Stauwehre zähmten die Fluten, Dünger und Abwässer machten Seen zu stinkenden Kloaken.

An einem heissen Sommertag kopfüber in die Aare oder in den Neuenburgersee zu springen, ist heute ein selbstverständliches Vergnügen. Doch noch bis Mitte der 1970er Jahre türmten sich an Seeufern schmutzige Schaumberge, vielerorts herrschte Badeverbot. Mit dem Bau von Kläranlagen und strengeren Umweltauflagen erholten sich die Gewässer und ihre Bewohner langsam wieder von den schlimmsten Folgen direkter Umweltverschmutzung.

Doch im Lauf der Zeit wurde klar, dass es nicht ausreichte, das Wasser einigermaßen sauber zu halten. Das Verdrängen, Einengen und Trockenlegen von Gewässern und Feuchtgebieten zerstörte wertvolle Lebensräume mit ihren Tier- und Pflanzengesellschaften. Zudem zeigten die massiven Hochwasser im ausgehenden 20. Jh., dass sich Überschwemmungen nicht mehr mit Beton im Zaum halten liessen. Heute geht es deshalb darum, den Gewässern wieder einen Teil des Raumes zurückzugeben, den man ihnen über Jahrhunderte abgerungen hat: Gemäss Gewässerschutzgesetz sollen bis Ende dieses Jahrhunderts 4000 km Flüsse und Bäche aus ihren engen Läufen befreit werden — so entstehen neue Lebensräume für gefährdete Tiere und Pflanzen, Erholungsgebiete für Menschen und Platz für künftige Hochwasser.

Unverbaute Bäche und Flüsse bieten unzähligen Bewohnern Lebensraum — vom Fisch bis zur Fliege.



Ob Fische, Frösche oder Vögel: Hechte lauern gerne in Ufernähe versteckt auf vielfältige Beute.

Gleichzeitig muss eine verbesserte Gesetzgebung neue Bedrohungen entschärfen: Immer potentere Umweltgifte aus der Landwirtschaft und Substanzen wie Hormone oder Medikamente schädigen die Wasserbewohner und verseuchen das Trinkwasser. Diese Probleme lassen sich schweizweit lösen, doch das Wasserschloss Schweiz muss sich auch globalen Veränderungen anpassen: Die Klimaerwärmung lässt die Wassertemperaturen steigen, was manche Fische schlecht ertragen. Und neue Handelsrouten öffnen Wege für Fischarten wie Schwarzmeergrundeln, die einheimischen Fischen Konkurrenz machen. Auch deshalb ist es wichtig, Flüsse und Seen neu zu beleben: Natürliche Ge-

wässer bieten im Gegensatz zu begradigten Kanälen eine reiche Auswahl an kühlen Pools, seichten Uferzonen, schnellen Wasserläufen, Schwemmhohlaufungen oder Kiesbänken. Diese Vielfalt an Lebensräumen, Verstecken und Kinderstuben erhöht die Chance, dass Wasserbewohner auch schwierige Zeiten überleben.

Wissenschaft schafft Wissen

Forschungsprojekte wie Project Lac und Progetto Fiumi zeigen mit soliden Forschungsergebnissen auf, wie es um die Vielfalt der Fische in der Schweiz aktuell steht. Mit den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich beispielsweise in der Praxis das Management und die Bewirtschaftung der Fischbestände verbessern, zum Nutzen von Mensch und Tier. Doch die hieb- und stichfesten Daten unterstützen auch den Bund und die Kantone bei ihrer Aufgabe, die Gewässer zu schützen, aufzuwerten und die reiche Vielfalt des Lebens in Seen, Flüssen und Bächen zu erhalten.

Mit den beiden Forschungsprojekten Project Lac und Progetto Fiumi hatte das Wasserforschungsinstitut Eawag eine gewaltige Aufgabe vor sich: Es ging darum, erstmals in der Geschichte der Schweiz systematisch und lückenlos zu klären, wie es um die Fischbestände in unseren Gewässern steht. Welche Arten kommen vor? In welcher Tiefe sind welche Arten in den Seen zu finden? Wie verteilen sie sich in den Flüssen? Die Forschenden führten die Erhebungen streng standardisiert durch, damit sie mit internationalen Studien vergleichbar und in Zukunft wiederholbar sein würden. Denn nur so lassen sich Entwicklungen und Veränderungen im Lauf der Zeit überhaupt feststellen, nur so wird es möglich, die Wirksamkeit von heute getroffenen Schutzmassnahmen zu überprüfen — wird es beispielsweise den Schweizer Fischen im Jahr 2040 besser gehen als heute?



Kurz nach dem Fang: Forscher des Projet Lac begutachten gesammelte Fische.

Die beiden Forschungsprojekte haben zudem gezeigt, dass 40% der gefundenen Fischarten ausschliesslich in Schweizer Seen vorkommen, und dass auch in Flüssen und Bächen die Artenvielfalt viel grösser ist als bisher angenommen. Die Schweiz war schon vorher bekannt als wahres «Fischparadies», doch die neuen Erkenntnisse machen das Land offiziell zu einem international anerkannten «Hotspot der Fischvielfalt» und unterstreichen seine grosse Verantwortung für den Erhalt dieses einzigartigen Reichtums. Von fischfreundlicherer Nutzung der Wasserkraft bis zu unverbauten Ufern und mehr Raum für Flüsse und Bäche in unserer Landschaft: Es braucht die unterschiedlichsten Anstrengungen, damit sich die bedrohten Fischbestände wieder erholen können. Doch die Anforderungen an Schutz

und Nutzung unserer Gewässer sind komplex und manchmal schwer vereinbar. Deshalb sind wissenschaftliche Daten unverzichtbar — nur sie bieten handfeste Grundlagen und Argumente für weitreichende Entscheidungen.

Bildnachweis

Nelly Rodriguez, Fotografie Ausstellung und Sammlungsobjekte

Weitere (in alphabetischer Reihenfolge):

Joaquim Alves Gaspar (Wikipedia Commons): s. 47b

Stefan T. Hertwig: s. 15ab, 17b

Stefan Kubli: s. 69

Chien C. Lee (wildborneo.com.my): s. 17a

Milart (Shutterstock.com): s. 29

Charly Morlock (Shutterstock.com): s. 47a

Nelly Rodriguez: s. 31

Michel Roggo: s. 67ab

Lukas Rüber: s. 21ab

Lisa Schäublin: s. 23, 55ab

Marco Schmidt (Wikipedia Commons): s. 25

YK Animation Studio: s. 34-37, 40-45

Naturhistorisches Museum Bern

Bernastrasse 15, CH-3005 Bern

+41 (0)31 350 71 11

contact@nmbe.ch

www.nmbe.ch

Facebook, Twitter, Instagram: @nmbern

Öffnungszeiten

Montag 14–17 Uhr

Dienstag, Donnerstag, Freitag 9–17 Uhr

Mittwoch 9–18 Uhr

Samstag, Sonntag 10–17 Uhr

Geschlossen

- 1. Januar, Karfreitag, Ostersonntag, Auffahrt, Pfingstsonntag,
- 1. August (Bundesfeiertag), 4. Montag im November («Zibelemärit»),
- 24. Dezember, 25. Dezember, 31. Dezember

Geöffnet

2. Januar (Berchtoldstag),

Ostermontag, Pfingstmontag, 26. Dezember (Stephanstag)

An diesen Feiertagen geöffnet 10–17 Uhr