Viertel jahrs schrift

1|2015
Jahrgang 160

der Naturforschenden Gesellschaft
in Zürich NGZH

4 Ein Refugium für Orchideen

Die meisten Orchideen-Arten in der Schweiz sind heute bedroht. Begrünte Dächer können für diese Pflanzen wertvolle Ersatzlebensräume bieten.

Brief des Präsidenten

Dem ersten Heft der Vierteljahrsschrift liegt wie gewohnt ein Einzahlungsschein mit der Kontonummer 80-5005-2 bei. Die tiefe Nummer lässt vermuten, dass das Konto schon seit über 100 Jahren existiert. Wir sind unseren Mitgliedern dankbar, dass sie Jahr für Jahr den Schein ausfüllen und so die Voraussetzung schaffen, dass die NGZH ihren Zweck erfüllen kann. Ein besonderer Dank gilt jenen Gönnern, die nach 40 Jahren Mitgliedschaft immer noch freiwillige Beiträge leisten, obwohl sie gemäss Statuten vom Jahresbeitrag befreit wären.

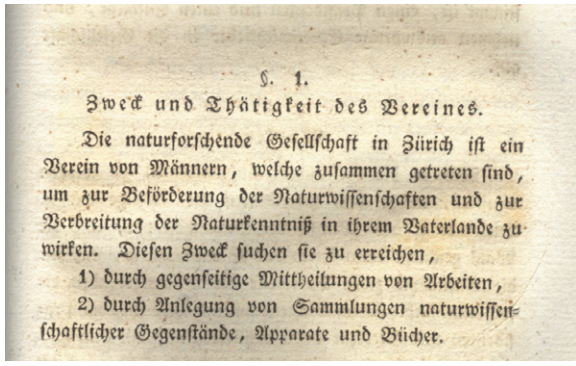
Ist der Jahresbeitrag angemessen?

Vor genau 20 Jahren beschloss die Hauptversammlung, den Jahresbeitrag von 60 auf 90 Franken zu erhöhen. Dieser Schritt war nötig, um die Finanzen ins Lot zu bringen, hatte aber auch Austritte zur Folge. Seither hat sich einiges geändert im Angebot der NGZH, nur der Mitgliederbeitrag liegt stabil bei 90 Franken. Ist dieser Beitrag noch angemessen? Das entscheiden die Mitglieder direkt, weil sie das Recht haben, an der Hauptversammlung den Mitgliederbeitrag festzusetzen. Meist tun sie es indirekt, indem sie mit dem Einzahlungsschein zeigen, ob das Preis-Leistungs-Verhältnis stimmt.

Das sind die Leistungen der NGZH heute:

- Neugestaltete Vierteljahrsschrift
- Neujahrsblatt (2015: Kinderspital)
- Neugestaltete Webseite mit allen NGZH-Publikationen von 1799 bis heute
- Vortragsreihe im Herbstsemester «Wissenschaft zum Anfassen»
- Jugendpreis für die beste Maturarbeit
- Exkursion 2015 in den Zoo Zürich

All dies spricht für eine moderate Erhöhung des Mitgliederbeitrags. Es gibt aber auch Gründe, den Beitrag zu senken: Alle Publikationen der NGZH (mit Ausnahme des aktuellen Neujahrsblatts) können frei von unserer Webseite heruntergeladen werden. Auch die Vortragsreihe steht Nichtmitgliedern offen. Würde ein reduzierter Beitrag mehr Mitglieder anziehen? Wären Ermässigungen für Mitglieder mehrerer Gesellschaften oder für Ehepaare sinnvoll? Die Diskussion hierzu ist eröffnet.



§. 1.

Zweck und Thätigkeit des Vereines.

Die naturforschende Gesellschaft in Zürich ist ein Verein von Männern, welche zusammen getreten sind, um zur Beförderung der Naturwissenschaften und zur Verbreitung der Naturkenntniß in ihrem Vaterlande zu wirken. Diesen Zweck suchen sie zu erreichen,

1) durch gegenseitige Mittheilungen von Arbeiten,

2) durch Anlegung von Sammlungen naturwissenschaftlicher Gegenstände, Apparate und Bücher.

Der Zweckartikel in den Statuten von 1829 ist im Grundsatz immer noch aktuell. Ein Männerverein blieb die NGZH aber nur bis 1906, als Dr. Marie Daiber einstimmig als erstes weibliches Mitglied aufgenommen wurde.

Statutenrevision

Der Vorstand hat eine Revision der seit 1989 gültigen Statuten vorbereitet und wird im April entscheiden, ob er die geänderten Artikel bereits der Hauptversammlung vom 10. Juni 2015 zur Abstimmung vorlegen will. Das wichtigste Ziel ist mehr Flexibilität in der Besetzung von Vorstandsämtern. Dazu kommen kleinere Anpassungen. Der Zweckartikel entspricht hingegen ganz den genannten Aktivitäten und lautet unverändert: «Die Gesellschaft bezweckt die Verbreitung und Förderung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Denkweisen. Sie dient als Bindeglied zwischen den Forschungsinstituten und der naturwissenschaftlich interessierten Öffentlichkeit sowie zwischen den einzelnen wissenschaftlichen Disziplinen.»

Die Einladung zur Hauptversammlung mit allen Unterlagen wird gegen Ende April an alle Mitglieder verschickt.

Martin Schwyzer

ngzh

Naturforschende Gesellschaft in Zürich
www.ngzh.ch

FORSCHUNG

— AKTUELL

4 **Orchideen auf Dächern**

— ARTENSCHUTZ

8 Der Wert kleiner Biotope für den Naturschutz

— VIROLOGIE

11 Ebola – vom unbekannten Flussnamen zur tödlichen Seuche

— PORTRÄT

14 DNA übersteht Reise ins Weltall

— PHYSIK IM ALLTAG

16 «Sehen» mit den Ohren

BULLETIN

— GESELLSCHAFT

18 Einladung Hauptversammlung

— BUCHBESPRECHUNG

20 Hundert Jahre in der Einsamkeit der Natur

— EXKURSIONEN

21 Orchideen und Bergblumen

— AUS DEM ARCHIV

22 Über die Struktur und die Bewegung der Gletscher

— IN MEMORIAM

24 Max Birnstiel

25 Jean Lindenmann

26 IMPRESSUM

27 AGENDA

Titelbild: Rafael Schneider, ZHAW Wädenswil, auf einer 2013 mit lokalem Oberboden und Direktsaat realisierten Dachbegrünung in Wädenswil. Nach einem Jahr waren bereits 20 Zielarten vorhanden. 2015 sollen die ersten ex-situ vermehrten Orchideen eingebracht werden.

Orchideen auf begrünten Dächern

Die meisten Orchideen-Arten in der Schweiz sind heute bedroht. Begrünte Dächer können wertvolle Ersatzlebensräume bieten. Auf 31 solchen Dächern wurden 2009 elf einheimische Orchideen-Arten mit insgesamt rund 100 000 blühenden Individuen gefunden.

Die Orchideen gehören mit über 20 000 Arten zu den formenreichsten Pflanzenfamilien der Erde. Das Besondere an den Orchideen ist, dass sie für die Keimung und die weitere Entwicklung auf spezielle Mykorrhizapilze angewiesen sind. Diese leben aber nicht nur mit den Orchideen zusammen, sondern bilden komplexe unterirdische Netzwerke mit weiteren Pflanzen- und Pilzarten.

Orchideen haben spezifische Ansprüche an ihren Lebensraum und reagieren äusserst empfindlich auf Veränderungen. In Mitteleuropa sind sie bevorzugt an hellen, nährstoffarmen und nur extensiv genutzten Standorten anzutreffen. Vor allem die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft seit der Mitte des 20. Jahrhunderts hat zum Verlust zahlreicher Orchideen-Lebensräume geführt: Feuchtgebiete wurden trockengelegt, Magerwiesen und -weiden mit Kunstdünger angereichert. In den letzten 60 Jahren sind im Schweizer Mittelland über 90 Prozent der für Orchideen geeigneten Lebensräume verschwunden. Parallel dazu haben die Bestände der meisten Orchideen-Arten abgenommen. Die Erhaltung und Vernetzung der genetisch isolierten Restpopulationen sowie die Schaffung neuer geeigneter Lebensräume ist daher für die langfristige Erhaltung dieser Pflanzen entscheidend.

Ein wertvoller Ersatzlebensraum

Seit den 1980er-Jahren werden Dachbegrünungen zunehmend auch von Seiten der Bauämter der Gemeinden gefördert. Wie die Untersuchungen von **Schneider (2009)** zeigen, eignen sich begrünte Dächer als Lebensraum für einheimische Orchideenarten. In der Schweiz hat er 31 von Orchideen spontan besiedelte Dächer gefunden, wobei das Spektrum von wenigen Individuen einer Art bis zu zehn Arten mit zusammen 40 000 Individuen reicht **(Abbildung 2)**. Am wohl bekanntesten sind die von **Landolt (2001)** untersuchten Dächer des Seewasserwerks Moos in Zürich-Wollishofen **(Abbildungen 1 und 6)**. Für die einheimischen Orchideen scheint dabei eine genügend mächtige Bodenschicht (> 12 Zentimeter) und eine ausreichende Menge an pflanzenverfügbarem Wasser besonders relevant zu sein **(Abbildung 1)**.

Auf begrünten Dächern können zwei Haupttypen von Orchideen-Lebensräumen unterschieden werden: Feuchtwiesen und Trockenwiesen. Das Spektrum an Standortbedingungen auf den 31 erwähnten Orchideen-Dächern war aber sehr breit. Ein Extrembeispiel ist sicher ein von Torfmoosen *(Sphagnum* spp.*)* dominierter «Hochmooranflug» auf dem Dach des Kantonspitals St. Gallen mit einigen hundert Exemplaren von Sonnentau *(Drosera rotundifolia)*, einigen Studentenröschen *(Parnassia palustris)* und Tannenbärlapp *(Huperzia selago)*. Eine besonders grosse botanische Vielfalt wurde auf Dächern beobachtet, für deren Aufbau lokaler Oberboden verwendet wurde **(Abbildung 1)**.

Gezielte Ansiedlung und gute Pflege

Orchideensamen sind zwar extrem mobil, sie können sich aber nur etablieren, wenn die passenden Mykorrhizapilze vorhanden sind. Sicherer als die spontane Besiedlung ist daher die aktive Ansiedlung von ex-situ vermehrten Orchideen **(Abbildung 5)**. Auf dem Dach des Jacob-Burckhardt-Hauses in Basel wurden 2009 50 Exemplare des mit dem passenden Mykorrhizapilz vorgeimpften Kleinen Knabenkrauts *(Anacamptis morio)* erfolgreich ausgepflanzt. 2013 wurden bereits über 100 Exemplare gezählt.

Trockene Magerwiesen auf begrünten Dächern müssen jährlich im Spätsommer oder Herbst gemäht werden, da sich sonst rasch ein dichter Filz aus abgestorbenem Pflanzenmaterial bildet, der den Orchideen das Licht nimmt. Wenn die oberirdische Biomasse nicht regelmässig entfernt wird, wird der Standort wegen des atmosphärischen Stickstoffeintrags zudem immer nährstoffreicher, was für die meisten Orchideen-Arten nicht förderlich ist.

Feuchte Gründächer brauchen hingegen meistens keinen regelmässigen Schnitt und auch sonst

Abbildung 1: Die ca. 20 cm mächtige Bodenschicht auf einem der vier 1914 erstellten Dächer des Seewasserwerks Moos in Zürich-Wollishofen.

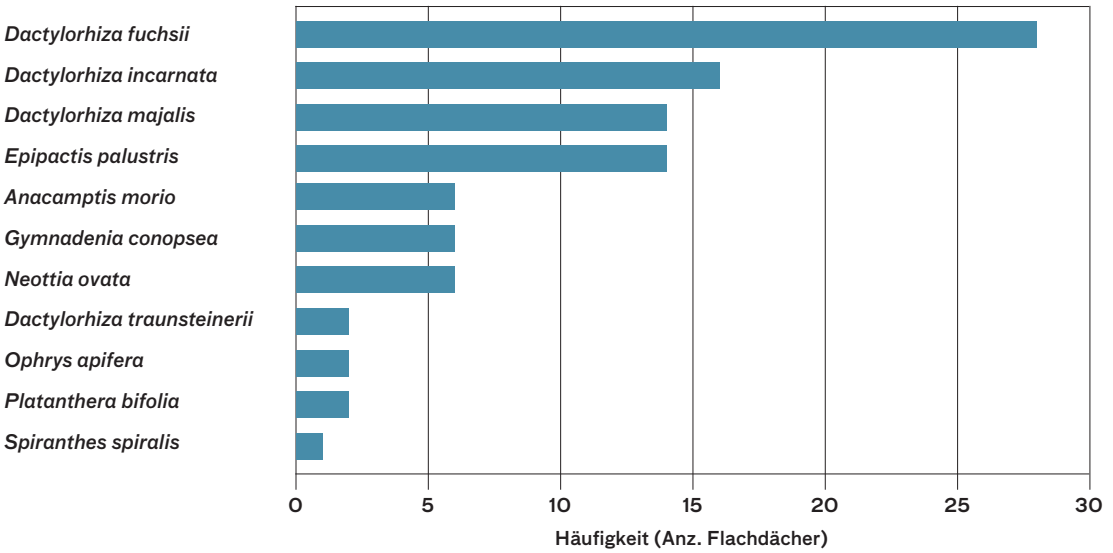


Abbildung 2: Vorkommen von Orchideen auf Flachdächern der Schweiz. Auf 28 von 31 Dächern kam Fuchs' Geflecktes Knabenkraut *(Dactylorhiza fuchsii)* vor. Alle übrigen Arten waren seltener. (Schneider 2009, Nomenklatur gemäss The Plant List, 2013)

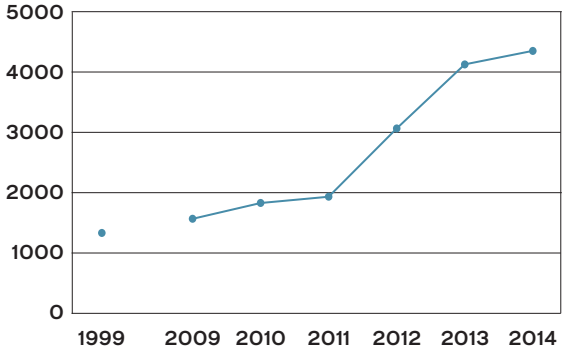


Abbildung 3: Die Zahl der blühenden Sumpf-Stendelwurz *(Epipactis palustris)* auf den Dächern des Seewasserwerks Moos hat sich zwischen 1999 und 2014 fast verdreifacht.

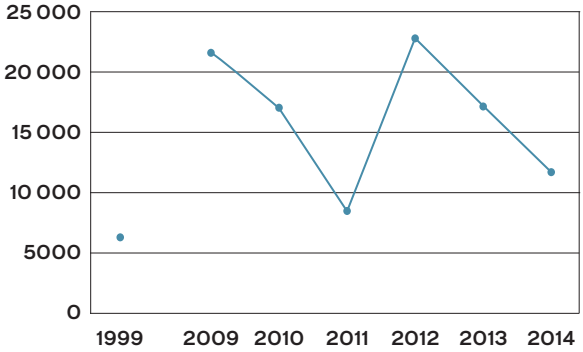


Abbildung 4: Die Zahl blühender Rosetten des Kleinen Knabenkrauts *(Anacamptis morio)* auf den Dächern des Seewasserwerks Moos unterliegt starken jährlichen Schwankungen.

nur wenig Pflege. Es genügt, einmal im Jahr die Baumsämlinge zu entfernen und die Abflüsse zu prüfen.

Anspruchsvolles Monitoring

Das Monitoring von Orchideen-Populationen auf begrünten Dächern ist nicht ganz einfach, da nur die blühenden Individuen erfasst werden und der Anteil blühender Individuen von Jahr zu Jahr stark schwanken kann. Bei der Bienen-Ragwurz *(Ophrys apifera)* hat in einem Jahr zum Beispiel nur eine von acht Rosetten einen Blütenstand gebildet. Auf den Dächern des Seewasserwerks Moos in Zürich-Wollishofen werden seit 2009 jedes Jahr alle blühenden Orchideen gezählt, im Mittel rund 20 000 Individuen. Zusammen mit den Daten von **Landolt (2001)** aus dem Jahr 1999 lassen sich erste Entwicklungstendenzen erkennen. Auffällig ist, dass sich die Blühintensitäten der verschiedenen Arten ganz unterschiedlich entwickelt haben **(Abbildungen 3 und 4)**. Bei bestimmten Arten scheint zudem die Blühintensität mit dem Niederschlag im Vorjahr zu korrelieren.

Gründächer halten nicht ewig

Begrünte Dächer stellen für Orchideen wertvolle Ersatzlebensräume dar und leisten damit einen erheblichen Beitrag zum Artenschutz. Die Lebensdauer von begrünten Dächern ist allerdings begrenzt, auch wenn sie – wie beim Seewasserwerk Moos – bereits länger als 100 Jahre anhält. Muss ein Dach saniert werden oder wird das Gebäude abgerissen, geht der Ersatzlebensraum – mindestens vorübergehend – verloren. Mit einer vorausschauenden Planung lässt sich verhindern, dass dabei auch die wertvollen Orchideen-Bestände zerstört werden. Vom momentan laufenden Umbau der Reha-Klinik Bellikon (AG) sind zum Beispiel mehrere Tausend Exemplare der Herbst-Wendelähre *(Spiranthes spiralis)* betroffen.

Fazit für die Praxis

Begrünte Dächer können für einheimische Orchideen einen wertvollen Ersatzlebensraum darstellen, sofern Bodenaufbau (genügend mächtig, lokaler

← Abbildung 5: In-vitro-Kultur des Kleinen Knabenkrauts *(Anacamptis morio)* im Labor der ZHAW in Wädenswil

Abbildung 6: Auf den zusammen ca. 3 Hektaren grossen Dächern des Seewasserwerks Moos in Zürich-Wollishofen sind jedes Jahr rund 20 000 Blütenstände von insgesamt 10 Orchideen-Arten anzutreffen.

Oberboden), Begrünung (standortheimische Samenmischung, Schnittgutübertragung) und Pflege (extensiv, Schnitt einmal im Jahr und Abführen des Schnittguts) stimmen.

Wegen der zwingend nötigen Mykorrhizapilze ist das Auspflanzen von ex-situ vermehrten Orchideen bzw. das Verpflanzen von Vegetationsziegeln von sanierungsbedürftigen Orchideen-Dächern erfolgversprechender als das Aussäen von regional gesammelten Orchideen-Samen.

Für einen systematischen Einbezug von wertvollen Gründächern in den kommunalen bzw. kantonalen Natur- und Artenschutz braucht es eine objektive und nachvollziehbare Beurteilung der Qualität dieser Dächer. Dafür sollte ein möglichst einfacher und praxisorientierter Bewertungsschlüssel entwickelt werden.

Innovativ wäre schliesslich auch, künftig nicht nur Flachdächer, sondern vermehrt auch Schrägdächer – zum Beispiel auf Industrie- oder Gewerbebauten – zu begrünen und damit auch gezielt für den Artenschutz zu nutzen. Dies wurde bisher nur in vereinzelten Fällen versucht. Eine solche Ausweitung würde allerdings auch eine erhebliche Anpassung der bisher praktizierten Begrünungsverfahren bedingen.

Rafael Schneider und Bertil O. Krüsi

Die beiden Autoren arbeiten am Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW in Wädenswil.

LITERATUR

Landolt E. 2001. Orchideen-Wiesen in Wollishofen (Zürich) – ein erstaunliches Relikt aus dem Anfang des 20. Jahrhunderts. Vierteljahrsschrift der NGZH 146:41-51

Schneider R. 2009. Bestandsaufnahme der Orchideenvorkommen auf Schweizer Dachbegrünungen. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil. Unveröff. Ber., 75S.

The Plant List 2013. Version 1.1. Published on the Internet: http://www.theplantlist.org/ (accessed 1st January)

Der Wert kleiner Biotope für den Naturschutz

Lange Zeit glaubte man, es lohne sich nicht, kleine Biotope unter Schutz zu stellen. Bei näherem Hinsehen zeigt sich jedoch, dass auch sie einen wichtigen Beitrag zum Naturschutz leisten können, wie etwa das Beispiel Moos Wallisellen zeigt.

In früheren Jahren hörte man gelegentlich bei Diskussionen um die Erhaltung von kleinen Schutzgebieten den Ausruf: «Ja, aber dieses Gebiet ist viel zu klein – das lohnt sich nicht!». Deshalb stellt sich die Frage: Wie klein und isoliert darf ein Gebiet denn sein, damit es noch schutzwürdig ist?

Zu denjenigen Eigenschaften eines Schutzgebietes, die den Fortbestand seltener Arten und der Artenvielfalt gewährleisten, gehören an erster Stelle die Grösse und die Qualität des Lebensraums. Je grösser die «Fläche», umso mehr Arten sind vorhanden (insbesondere auch solche mit einem ausgedehnten Arealanspruch) und umso grösser sind auch die Populationen. Grosse Populationen vermögen ungünstige Ereignisse (etwa ungünstige Witterungsverhältnisse) besser zu überstehen als kleine. Aber auch die Anwesenheit benachbarter verschiedenartiger Lebensräume ist wichtig. Ein Kontinuum ähnlicher Lebensräume ermöglicht das «Ausweichen» bei sich ändernden Standortfaktoren.

Ökologische Vernetzung

Solche Schwankungen der Lebensraumbedingungen und der Artenzusammensetzung (Klötzli, 1997) können nicht nur infolge anthropogener Störungen eintreten, sondern auch natürlich bedingt sein (Witterungsverlauf, Pathogene, Verbiss durch Wild etc.). Eine gute ökologische Vernetzung erhöht die Chance der Wiedereinwanderung nach lokalen Aussterbeereignissen. Von Vorteil ist zudem eine kompakte und abgeschirmte Form mit einem Puffer, der Störeinflüsse von aussen (z.B. Nährstoffeintrag) wirksam vermindert (vgl. Boller-Elmer, 1977, Klötzli, 1986).

Eine wichtige Strategie des Naturschutzes ist deshalb: grossflächige Naturschutzgebiete ungeschmälert erhalten und bestehende Gebiete durch Regenerationsmassnahmen wieder vergrössern und vernetzen (Klötzli, 1989). In der Praxis stehen diesem Vorhaben allerdings grosse Widerstände entgegen. Bestehende Gebiete werden zunehmend zerschnitten, durch äussere Einflüsse beeinträchtigt und durch ökologische Barrieren isoliert. Ausweitungen sind aufgrund von zunehmenden Restriktionen immer schwieriger; andere Nutzungen im Umfeld haben höhere Priorität (vgl. auch Klötzli & Zielinska, 1995).

Trittsteine für genetischen Austausch

Obwohl aus Sicht des Naturschutzes grosse Schutzgebiete also zu bevorzugen sind, leisten auch kleine Biotope einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der Artenvielfalt. Die genetische Verarmung bedroht zunehmend das Überleben seltener Arten. Dies bedeutet, dass auch kleine Populationen und kleine Biotope erhalten werden müssen, da diese zumindest für einige Zeit zum Genpool beitragen. Kleine Gebiete bewahren das Potenzial für die Neubesiedlungen benachbarter Biotope und können so Trittsteine für den genetischen Austausch und die ökologische Vernetzung sein (Lachat et al. 2010).

In kleinen Biotopen können auch bisher noch nicht entdeckte Arten leben und der Boden kann noch Samen seltener Arten enthalten. Allerdings wird im intensiv genutzten Schweizerischen Mittelland eine selbständige Neubesiedlung für immer mehr Arten schwierig. Seltene regionaltypische Pflanzenarten aus kleinen Biotopen können aber vermehrt und andernorts wieder angesiedelt werden. Die Erhaltung seit langem bestehender Biotope mit hoher Qualität und Diversität ist somit hoch zu gewichten, auch wenn sie flächenmässig nur klein sind.

Kleine Biotope wie das Moos Wallisellen werden oft von lokalen Naturschutzvereinen und engagierten Freiwilligen gepflegt und erhalten. Dies fördert den Naturbezug für die lokale Bevölkerung. Die Bewahrung kleiner Biotope vermittelt zudem einen Blick in die Landschaftsgeschichte. Betrachtet man beispielsweise die Landeskarte von 1880 und das Walliseller Moos von heute, so kann man sich vorstellen, wie die Landschaft zwischen Wallisellen, Dübendorf und Wangen einst ausgesehen hat.

Links oben: Das Sumpfhornklee-Widderchen *(Zygaena trifolii)* ist in der Schweiz beinahe ausgestorben. Im Moos Wallisellen findet dieser seltene Tagfalter einen der letzten intakten Lebensräume.

Rechts oben: In der Moorlandschaft des Moos Wallisellen gibt es eine grosse Vielfalt an unterschiedlichen Lebensräumen.

Links unten: Die abweichende Form der Sumpf-Stendelwurz *(Epipactis palustris)* kommt im Moos Wallisellen auch auf Schwingrasen vor, also auf einer über freiem Wasser schwimmenden Pflanzendecke aus Moosen und anderen Pflanzen.

Eigenheiten des Mooses Wallisellen

Durch einen Moränenwall von den einstigen südlichen und östlichen Feuchtgebieten abgegrenzt, entwickelte sich nach der letzten Eiszeit das «Moos» zu einem Hochmoor. In den letzten Jahrhunderten wurde dieses Hochmoor stark abgetorft. Das verbliebene Torfmoor ist durchzogen von einer grabenartigen Vorflut und umfasst mit seiner Umgebung eine Fläche von ca. 6,7 Hektaren. Trotz der Unterschutzstellung vor ca. 80 Jahren wurde das Moor zunehmend mit Nährstoffen belastet. Der Zufluss von nährstoffreichem Meteor- und Abwasser beeinflusste noch vor rund 30 Jahren den nordwestlichen Teil des Mooses und brachte oligotrophe Teile zum Verschwinden. Röhricht breitete sich aus und die seltene Quell-Moor-Vegetation nahm ab. Eingeklemmt liegt das Moos zwischen der Kantonsstrasse im Norden und seit den frühen 1970er-Jahren durch die Autobahn im Süden. Im Westen und Osten ist das Moos Wallisellen von Bauten umschlossen.

Entgegen den Erwartungen und trotz seiner gefährdeten Lage hat sich im Kerngebiet der Moorfläche eine oligo- und dystrophe (Moorboden-) Vegetation gehalten mit empfindlichen Moororganismen. Eine wichtige Rolle spielte dabei die Absorptionsfähigkeit der randlichen Torflager. Bis heute bestehen in diesem Gebiet Schwing(rasen)moore, Hochmoorreste, vielerlei Flachmoore sowie ein Rest eines Bruchwaldes. Ebenso überlebten seltene Hochmoorpflanzen wie Rosmarinheide *(Andromeda polyfolia)*, Rundblättriger Sonnentau *(Drosera rotundifolia)* und Alpen-Haarbinse *(Trichophorum alpinum)*. Im Moorzentrum hat sich eine Gruppe von Echten Moorbeeren *(Vaccinium uliginosum)* im ursprünglichen Birkenbruch erhalten können.

Die Biotopvielfalt reicht von der Vegetation des Streulandes mit Niedermoor- und Torfstichvegetation über Pfeifengraswiesen verschiedener Feuchte-Stufen bis zu Trockenrasen mit hohen Anteilen von Burstgras *(Bromus erectus)*. Parallel zum

Autobahndamm finden sich zudem noch recht reichhaltige Heuwiesen. Hier haben sich seltene Arten der Begleitflora halten können, was sich positiv auf eine artenreiche Kleintierfauna auswirkt (Klötzli, 1969).

Entscheidend für den Reichtum an Insekten ist meist auch die Vielfalt an ökologischen Nischen und die Art der Pflege. Bei den Schmetterlingen sind im Walliseller Moos noch Arten vorhanden, die in beträchtlich grösseren Feuchtgebieten im Kanton Zürich bereits sehr selten oder ausgestorben sind (siehe Tabelle). Eine beispielhafte Bedeutung hat das Vorkommen des gesamtschweizerisch fast ausgestorbenen Sumpfhornklee-Widderchens.

Schlussfolgerungen

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass das Moos einen reichhaltigen Querschnitt durch die feuchten Lebensgemeinschaften des nördlichen Mittellandes aufweist (Klötzli, 1969). Aufgrund der fast vollständigen Zerstörung der Torfmoore gehört es sogar zu grösseren verbliebenen Moorresten im regionalen Umfeld. Nächste vergleichbare Torfmoore bestehen nur noch beim Wollwiesli/Wangen, Wildert/Fehraltdorf, Katzensee/Zürich und Vordermoos/Oberglatt. Das Beispiel verdeutlicht, dass der Naturschutz auf kleine und isolierte schutzwürdige Lebensräume nicht verzichten darf. Bei ihnen müssen die ökologischen Voraussetzungen jedoch besonders sorgfältig erhalten werden. Dazu gehören zum Beispiel bei Mooren der erforderliche Wasserhaushalt, die optimale Bewirtschaftung und das Freihalten von Neophyten. In einer Zeit sich allseits verändernder Umweltbedingungen sollte der Zustand der Biotope und der Artenbestand zudem intensiver erfasst werden, um erforderliche Massnahmen zur Erhaltung der Biodiversität zu gewährleisten.

Frank Klötzli, Andreas Keel und Martin Waxenberger

F. Klötzli ist em. Professor für Vegetationsökologie an der ETH Zürich; Dr. A. Keel ist Projektleiter Arten- und Biotopschutz beim Amt für Landschaft und Natur des Kantons Zürich; Dr. M. Waxenberger ist Tierarzt und Naturschützer in Wallisellen.

LITERATUR

Boller-Elmer K. 1977. Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorwiesen. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich

Klötzli F. 1969. Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr. Geobot. Landesaufn.

Klötzli F. 1986. Tendenzen zur Eutrophierung in Feuchtgebieten. (Festschr. Landolt) Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich

Klötzli F. 1989. Erhaltung von Feuchtgebieten mit Hilfe kulturtechnischer Massnahmen. In: Schmid, W. (ed.) Wasser und Landschaft, Festschr. H. Grubinger, ORL Schr.-R. 4

Klötzli F. 1997. Zur Dynamik von Naturschutzgebieten in der Schweiz. In: Erdmann H. (ed.), Internationaler Naturschutz. Springer, Berlin

Klötzli F. & Zielinska, J. 1995. Zur inneren und äusseren Dynamik eines Feuchtwiesenkomplexes am Beispiel der „Stillen Rüss“ im Kt. Aargau. Schriftenreihe Veg. Kde. 27

Lachat T. et al. 2010. Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Bristol-Schriftenreihe 25

Ritterfalter (Papilionidae) und Edelfalter (Nymphalidae)	
Kleiner Schillerfalter *(Apatura ilia)*	gefährdet
Trauermantel *(Nymphalis antiopa)*	(verletzlich)
Violetter Silberfalter *(Brenthis ino)*	potenziell gefährdet
Weisslinge (Pieridae)	
Karst-Weissling *(Pieris mannii)*	potenziell gefährdet
Bläulinge (Lycaenidae)	
Kurzschwänz. Bläuling *(Cupido argiades)*	potenziell gefährdet
Pflaumen-Zipfelfalter *(Strymonidia pruni)*	(verletzlich)
Dickkopffalter (Hesperidae)	
Mattscheckiger Braundickkopffalter *(Thymelicus aceton)*	stark gefährdet
Heilziest-Dickkopffalter *(Carcharodus flocciferus)*	stark gefährdet
Malven-Dickkopffalter *(Carcharodus alceae)*	potenziell gefährdet
Widderchen (Zygaenidae)	
Sumpfhornklee-Widderchen *(Zygaena trifolii)*	drohen auszusterben

Schmetterlinge (Tagfalter) im Moos Wallisellen, die 2012 auf der Roten Liste der gefährdeten Arten aufgeführt waren, nachgewiesen und fotografiert von M. Waxenberger

Ebola – vom unbekannten Flussnamen zur tödlichen Seuche

Das Ebolavirus wurde erstmals 1976 beschrieben. Es erzeugt ein hämorrhagisches Fieber mit einer Letalität von 30 bis 90 Prozent. Wie ist es möglich, dass das Virus fast 40 Jahre lang nur den Spezialisten bekannt war, im Jahr 2014 aber die ganze Welt in seinen Bann zog?

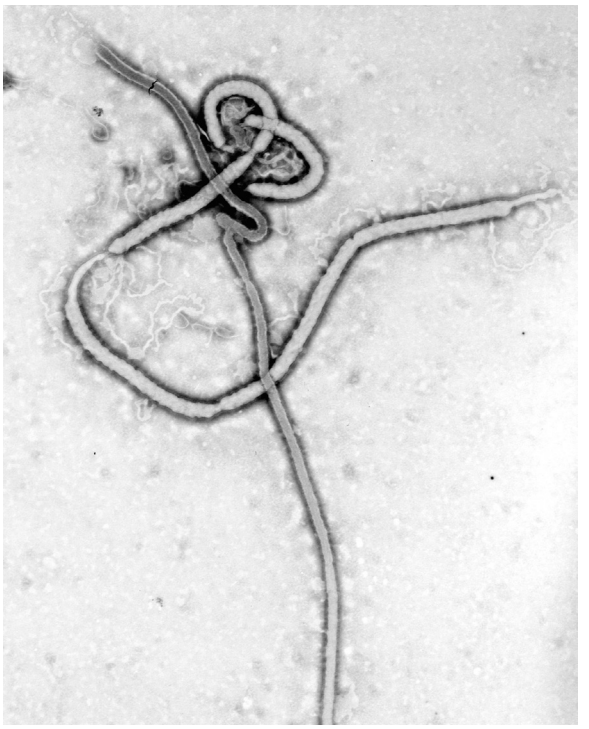
Bis 1976 war Ebola bloss der Name eines Flusses im tropischen Regenwald von Zaire, heute Demokratische Republik Kongo genannt. Im Einzugsgebiet des Ebola zwischen dem Strom Kongo und der Zentralafrikanischen Republik, 1500 Kilometer vom Meer entfernt, liegt das kleine Missionsspital Yambuku. Dort meldete sich am 1. September 1976 ein Mann mit hohem Fieber. Eine Woche später starb er an inneren Blutungen (Hämorrhagien). In der Folge breitete sich die Krankheit im Spital und in den umliegenden Dörfern aus. Am 30. September waren 11 von 17 Schwestern und Ärzten tot. Das Spital musste geschlossen werden. Blut- und Gewebeproben wurden aus dem Busch geflogen.

Bereits am 14. Oktober konnte das Center for Disease Control in Atlanta, USA, den Erreger im Elektronenmikroskop nachweisen. Das fadenförmige Virus mit Ähnlichkeit zum neun Jahre zuvor entdeckten Marburgvirus wurde Ebolavirus getauft. Der Übertragungsweg wurde aufgeklärt. Dem Spital mangelte es an allem, so auch an Injektionsspritzen. Jeden Morgen wurden fünf Spritzen abgegeben, die für hunderte Patienten reichen mussten. So wurde das Virus ungewollt bei der Malariabehandlung übertragen. Sobald die Übertragung über das Blut verhindert wurde, traten keine neuen Fälle mehr auf. Am 16. Dezember wurde die Epidemie als beendet erklärt. Insgesamt waren 318 Personen erkrankt und 280 davon gestorben.

Zwischen 1976 und 2013 waren rund 30 grössere und kleinere Ausbrüche von hämorrhagischem Fieber zu verzeichnen, fast alle im tropischen Regenwald von Zentralafrika (Kongo, Gabun, Angola, Kenia, Uganda, Sudan). Der grösste Ausbruch betraf 425 Patienten. Trotzdem blieb das Ebolavirus nur den Spezialisten bekannt. Die einen suchten fernab der Zivilisation nach der Herkunft des Virus, die anderen erforschten den gefährlichen Erreger in westlichen Hochsicherheitslabors und begannen Versuche zur Entwicklung von Impfstoffen. Diese Arbeiten sollten sich bei der Epidemie von 2014 als sehr nützlich erweisen.

Das Virus kennen, um es zu bekämpfen

Das Ebolavirus enthält als Genom eine einzelsträngige RNA mit rund 18 800 Nukleotiden und negativer Polarität, die von Virusproteinen umgeben und in ein helikales (schraubenförmiges) Nukleokapsid verpackt ist. Zusammen mit der Lipidhülle ergeben sich fadenförmige Viren von 80 Nanometern Durchmesser und unterschiedlicher Länge (1–14 Mikrometer). Das Genom codiert für acht Virusproteine, darunter eine RNA Polymerase für die eigene Vervielfältigung.



→ Das Ebolavirus in einer Elektronenmikroskop-Aufnahme. Der Erreger wurde erstmals 1976 entdeckt.

Informationskarte der WHO, mit der die Weltgesundheitsorganisation die lokale Bevölkerung informiert, wie sie sich vor dem Ebolavirus schützen und eine Erkrankung erkennen kann.

Flughunde (früchteverzehrende Fledermäuse) sind das eigentliche Reservoir des Ebolavirus. Sie tragen den Erreger in sich, ohne zu erkranken. Über die Ausscheidungen der Flughunde und über Früchtereste gelangen die Viren in Menschenaffen, Waldantilopen und andere Tiere, die schwer erkranken. Solche Tiere wiederum werden von Menschen als «Bushmeat» verzehrt. Ist einmal ein Mensch erkrankt, können Krankenpflege und Begräbnisrituale die Infektionskette fortsetzen.

Das Virus befällt zuerst Zellen des Immunsystems (Makrophagen und dendritische Zellen) und verhindert dadurch die Abwehr. Antikörper gegen das in die Lipidhülle eingelassene Virus-Glykoprotein werden zwar gebildet, häufig aber zu spät. Danach gelangen Viren in grosser Menge ins Blut, infizieren die Endothelzellen der Blutgefässe, die Leber, die Milz und andere Organe. Die Letalität ist sehr hoch; in der aktuellen Epidemie beträgt sie trotz intensiver Pflege 58 Prozent.

Die Infektionskette lässt sich jedoch unterbrechen: Patienten haben erst Viren im Blut nach Auftreten der Symptome. Die Viren werden nur über Körperflüssigkeiten übertragen, niemand wird auf Abstand angesteckt (im Gegensatz etwa zur Grippe). Die Helfer müssen Schutzkleidung tragen. Hypochlorit (Javellewasser) zerstört die Viren zuverlässig.

Heroischer Kampf in Westafrika

Die gegenwärtige Epidemie begann Anfang 2014 in Gueckedou, Guinea, nahe der Grenze zu Liberia und Sierra Leone. Bereits im März berichtete «Médecins sans Frontières» von einer rätselhaften Krankheit, ohne zunächst an das Tausende von Kilometern entfernt aufgetretene Ebolavirus zu denken. Erst im Juni begann die World Health Organization (WHO) mit beschränkten Mitteln zu reagieren. Die von früheren Bürgerkriegen schon geschwächten Länder blieben weitgehend auf sich selbst gestellt. Die Wirtschaft war blockiert. Am 8. August 2014 erklärte die

WHO die Ebola-Epidemie zum internationalen Notfall. Da erkrankten in Liberia bereits jede Woche 300 neu angesteckte Menschen, 200 in Sierra Leone und 100 in Guinea. Die Epidemie drohte exponentiell anzusteigen und auf weitere Länder überzugreifen.

Mutig ging Liberia voran. Die Präsidentin Ellen Johnson Sirleaf (Friedensnobelpreis 2011) erklärte den Ausnahmezustand, verhängte Sperren und holte internationale Hilfe. Bilder von verzweifelten Patienten, Notbegräbnissen, Menschen in Schutzanzügen, mobilen Spitälern und Labors gingen um die Welt. Die Massnahmen begannen zu wirken. Die Zahl der Neuerkrankungen blieb im September stabil und sank danach stetig bis auf 3 pro Woche im Februar. Auch in den beiden anderen Ländern sanken die Zahlen im Januar rasch, doch flammte die Krankheit im Februar nochmals auf. Sierra Leone hatte in der letzten Februarwoche 81 und Guinea 51 neue Fälle. Prognosen zum Ende der Epidemie sind deshalb verfrüht. Die betroffenen Länder mussten grosse Opfer erbringen. Gemäss Angaben der WHO sind bis Ende Februar fast 24 000 Menschen erkrankt, davon 17 000 mit nachgewiesenem Ebolavirus, und 9800 sind gestorben. Davon gehörten 500 zum Pflegepersonal; sie starben in Erfüllung ihrer Pflicht.

Was tut die westliche Welt?

«Guinea – wo liegt das?» und «Ebola – was ist das?» war die erste Reaktion. Erst spät wurde die weltweite Dimension der Bedrohung klar. Vom August 2014 an überwiesen Geberländer an die WHO insgesamt 174 Millionen US-Dollar. (Die Schweiz überwies eine Million.) Damit wurden Spitalbetten, medizinische Ausrüstung, Labors, Schutzanzüge etc. finanziert, vor allem aber Fachpersonen entsandt, die in der Bekämpfung von Epidemien Erfahrung hatten. Dazu kamen Einsätze zahlreicher Hilfsorganisationen.

Die WHO schätzt, dass weitere 270 Millionen US-Dollar nötig sein werden, um die Gesundheitssysteme aller bedrohten Länder für künftige Ebola-Epidemien fit zu machen. Diese Investition wird sich auch im Kampf gegen andere Krankheiten wie AIDS und Malaria lohnen.

Die Ebolavirus-Forschung wird inzwischen intensiver vorangetrieben als zuvor. Einige Schauplätze befinden sich in der Schweiz. So wird in Genf und Lausanne derzeit je ein gentechnisch hergestellter Impfstoff getestet. Aus ethischen Gründen kann zunächst nur die Verträglichkeit und nicht die Wirksamkeit geprüft werden. Es ist aber geplant, dass so geimpfte Helfer nach Westafrika reisen, selbstverständlich unter Beibehaltung sämtlicher Schutzmassnahmen. Die Schweiz verfügt im Labor Spiez des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über ein Stufe 4-Hochsicherheitslabor. Dort untersucht Marc Strasser, Leiter Virologie, den Replikationszyklus von Ebolaviren im Hinblick auf künftige Bekämpfungsstrategien mit antiviralen Mitteln.

Martin Schwyzer

Beim Artikel handelt es sich um eine aktualisierte Version des Vortrags vom 9. Dezember 2014 an der Seniorenuniversität Zürich (www.seniorenuni.uzh.ch/aktuelles/2014/Virus_Wirtswechsel.pdf). Der Autor dankt Marc Strasser vom Labor Spiez für die wertvollen Informationen.

Weiterführende Informationen zu Ebola und wöchentlich aktualisierte Lageberichte finden sich auf http://apps.who.int/ebola

→ Im Labor Spiez werden unter anderem Ebolaviren untersucht. Die Sicherheit geniesst dabei oberste Priorität.

DNA übersteht Reise ins Weltall

Cora Thiel und Oliver Ullrich bergen die DNA-Proben von der Aussenseite der Texus-49-Rakete.

Der Mediziner und Zellbiologe Oliver Ullrich erforscht, warum das menschliche Immunsystem in der Schwerelosigkeit nicht mehr richtig arbeitet. Dafür gehen er und sein Team auch in die Luft. Ein Zusatzexperiment mit Erbsubstanz auf der Aussenwand einer Rakete führte jüngst zu erstaunlichen Ergebnissen.

Die Idee für das Experiment mit dem Namen DARE (DNA atmospheric re-entry experiment) entstand aus einer spontanen Idee: Oliver Ullrich, Professor am Anatomischen Institut der Universität Zürich, und Cora Thiel, Projektleiterin in Ullrichs Team, führten im Esrange Space Center in der Nähe von Kiruna in Nordschweden für die Texus-49-Mission Versuche durch, welche die Rolle der Schwerkraft auf menschliche Immunzellen erforschen sollen. Während der Vorbereitungen der ferngesteuerten Versuchs-Apparaturen im Inneren der Forschungsrakete stellten sich die beiden Wissenschaftler die Frage, ob sich die Aussenhülle der Rakete nicht auch für Stabilitätstests von so genannten Biosignaturen eignen könnte. Biosignaturen sind Moleküle, welche einen Hinweis auf gegenwärtige und frühere Lebensvorgänge geben können. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Suche nach extraterrestrischem Leben. Die beiden Forscher starteten in Nordschweden ein kleines Zusatzexperiment: Auf der Aussenhülle der Texus-49-Rakete trugen sie an 15 verschiedenen Stellen kleine doppelsträngige DNA-Moleküle auf. Diese so genannte Plasmid-DNA flog dann ungeschützt von der Erde ins Weltall und wieder zurück.

Völlig unerwartet

Das Zusatzexperiment war ursprünglich nur als Vortest gedacht, um die Stabilität von Biosignaturen bei Raumflügen und beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre zu prüfen. «Niemals haben wir mit diesen Resultaten gerechnet», sagt Cora Thiel und fügt hinzu: «Auch von den Kollegen, mit denen wir während des Experiments gesprochen haben, konnte sich niemand vorstellen, dass wir überhaupt irgendwelche

Überreste der Test-DNA finden würden.» Wie die Zürcher Forscher am 26. November 2014 im Fachjournal PLOS ONE berichteten, fanden sie nach dem Flug jedoch an allen Stellen der Raketenhülle noch DNA. Zudem war diese zu einem beträchtlichen Teil noch in der Lage, genetische Information in Bakterien- und Bindegewebszellen zu übertragen. «Wir waren überrascht, nach so extremen Bedingungen so viel intakte und funktionell aktive DNA zu finden», sagt Ullrich. Er vermutet, dass die Test-DNA durch den Salzgehalt der Probe und die extreme Trockenheit im Vakuum des Weltalls so gut stabilisiert wurde, dass sie trotz geschätzten Spitzentemperaturen von kurzfristig bis 1000 Grad Celsius beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre überlebt hat.

Das Experiment zeigt, dass es gar nicht unwahrscheinlich ist, dass trotz aller Vorsichtsmassnahmen Raumfahrzeuge DNA irdischen Ursprungs an die Landestelle mitbringen können. «Das muss man im Griff haben, wenn man nach Leben ausserhalb der Erde sucht», gibt Ullrich zu bedenken. DNA könnte aber auch aus dem All zu uns gelangen, etwa in extraterrestrischem Material über kosmischen Staub und Meteoriten. Davon treffen rund 40 000 Tonnen pro Jahr auf die Erde.

Immunzellen in der Schwerelosigkeit

Der Schwerpunkt von Ullrichs Forschung liegt aber klar darin, herauszufinden, weshalb das menschliche Immunsystem in der Schwerelosigkeit nicht mehr richtig funktioniert. Seit den Apollo-Missionen in den 1970er -Jahren ist bekannt, dass Astronauten bei längeren Aufenthalten im Weltraum häufig an Infektionen leiden. Warum dies so ist und wie die humanen Zellen die Schwerkraft wahrnehmen, darüber weiss man bis heute nur wenig. Um Antworten auf diese Fragen zu finden, schicken Ullrich und sein Team Zellen in die Schwerelosigkeit.

Forschung in der Schwerelosigkeit und unter Weltraumbedingungen ist aufwendig und teuer. Um die meist ferngesteuerten Forschungsapparaturen für die Mini-Zell-Labors an Bord von Raumstationen, Forschungsraketen oder Flugzeugen zu konstruieren, arbeiten hochspezialisierte Fachleute aus den verschiedensten Bereichen wie Biologie, Material- und Ingenieurwissenschaften, Physik und Medizin zusammen. Auch muss genau überlegt werden, welche Kontrollexperimente nötig sind, damit wirklich nur der Effekt der Schwerelosigkeit gemessen wird.

Experiment auf der Raumstation ISS

Aus den Parabelflug-Experimenten, bei welchen jeweils für 22 Sekunden Schwerelosigkeit erzeugt werden kann und aus den anfangs erwähnten Versuchen der Texus-49-Mission mit rund sechsminütiger Schwerelosigkeit hat das Team um Ullrich bereits herausgefunden, dass Zellen des menschlichen Immunsystems schon innerhalb von Sekunden auf den Wegfall der Schwerkraft reagieren. Wichtige molekulare Funktionen für die Zell-Zell-Kommunikation und die Zell-Wanderung sind sofort gestört.

Mittels eines dreitägigen Experiments auf der Internationalen Raumstation ISS wollen die Zürcher Wissenschaftler nun herausfinden, ob die vielen Veränderungen, die nach Sekunden oder Minuten Schwerelosigkeit auftreten, Anpassungsprozesse an eine neue Umwelt sind oder tiefgreifende und dauerhafte Störungen. Zwei ISS-Experimente, nämlich CellBox-Prime (im Frühjahr 2014 zur ISS geflogen und aktuell in Auswertung) und Triple Lux A (vorgesehen für den Start mit Space X CRS-6 am 8. April 2015) sollen dabei weiterhelfen. «Forschung im Weltraum ermöglicht uns, das Leben auf der Erde besser zu verstehen», sagt Oliver Ullrich. Zudem habe die Grundlagenforschung aus dem ISS-Labor auch einen praktischen Nutzen: Die Experimente liefern wichtige Daten, um das Risiko künftiger Raumflüge besser einschätzen zu können.

Susanne Haller-Brem

LITERATUR

Thiel C.S., Tauber S., Schütte A., Schmitz B., Nuesse H., Möller R., Ullrich O. November 26, 2014. Functional Activity of Plasmid DNA after Entry into the Atmosphere of Earth Investigated by a New Biomarker Stability Assay for Ballistic Spaceflight Experiments. PLOS ONE. doi:10.1371/journal.pone.0112979

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

www.spaceflorida.gov/news/2014/06/03/

www.mars.ovgu.de/home/Aktuell_+Missionstagebuch+der+Cellbox_Prime+_+ISS+Mission.html

www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/TripleLux/

«Sehen» mit den Ohren

«Die Luft wird zwischen den Bäumen und dem Auto eingeklemmt» und ähnliche Antworten gaben Jugendliche zwischen 15 und 20 Jahren auf die Frage, wie das Tsch-tsch-Geräusch entsteht, wenn ein Auto durch eine Allee fährt. Nur wenige gaben die richtige Antwort: Das Geräusch entsteht durch Reflexion der Schallwellen an den Bäumen. Das Phänomen hat in der Praxis viele Anwendungen.

Allen bekannt ist das Echo, das in den Bergen unsere Rufe zurückgibt. Der Schall braucht für Hin- und Rückweg zwischen Beobachter und einer 170 Meter entfernten Felswand rund eine Sekunde. Misst man die Zeitdauer bis zur Rückkehr eines kurzen Schallsignals, kann mit Hilfe der bekannten Schallgeschwindigkeit die Entfernung berechnet werden. Bei einer mittleren Stimmlage von 170 Hertz (170 Schwingungen pro Sekunde) legt der Schall in einer Schwingungsperiode 2 Meter zurück, seine Wellenlänge beträgt also 2 Meter.

Wegen Interferenzen wird die Zeitmessung selbst bei elektronischer Bestimmung etwa eine halbe Periode unscharf, dementsprechend auch die Längenmessung eine halbe Wellenlänge. Da die zu messende Entfernung die Hälfte des gesamten Schallweges beträgt, wird die Genauigkeit etwa ein Viertel einer Wellenlänge oder im oben erwähnten Fall 0,5 Meter, was für die Bestimmung der Distanz zur Felswand genügt. Sie reicht aber nicht für die Parkierhilfe beim Auto oder für das Distanzmessgerät des Baumeisters! Um eine Genauigkeit von 0,25 cm zu erreichen, darf die Wellenlänge nicht mehr als 1 cm betragen, was einer Frequenz von 34 kHz entspricht. Handelsübliche Geräte arbeiten deshalb mit Frequenzen von 30 bis 40 kHz. Sie berücksichtigen zudem die mit höherer Temperatur zunehmende Schallgeschwindigkeit, indem sie die Lufttemperatur messen.

Keine Reflexion bei kleinen Objekten

Warum aber erzeugen die weit vor der Felswand liegenden Steinbrocken kein Echo? Betrachten wir ein Schiff auf hoher See, das durch eine Tsunamiwelle fährt. Ihre Wellenlänge beträgt 100 bis 500 Kilometer. Trotz ihrer grossen Ausbreitungsgeschwindigkeit von rund 800 km/h braucht die Welle 8 bis 40 Minuten, um sich am Schiff vorbei zu bewegen. Das Schiff wird dadurch nur mit einer unmerklichen Geschwindigkeit von wenigen Millimetern pro Sekunde hin- und her- sowie auf- und abbewegt. Das Wort Tsunami bedeutet auf japanisch Welle im Hafen, weil Fischer auf hoher See nichts von der Welle bemerken und erst bei ihrer Rückkehr von den Zerstörungen im Hafen überrascht werden. Bei Wellenlängen, die wesentlich grösser sind als das Schiff, findet also praktisch keine Interaktion zwischen Welle und Schiff statt: Die Welle «sieht» das Schiff nicht, sie wird nicht reflektiert.

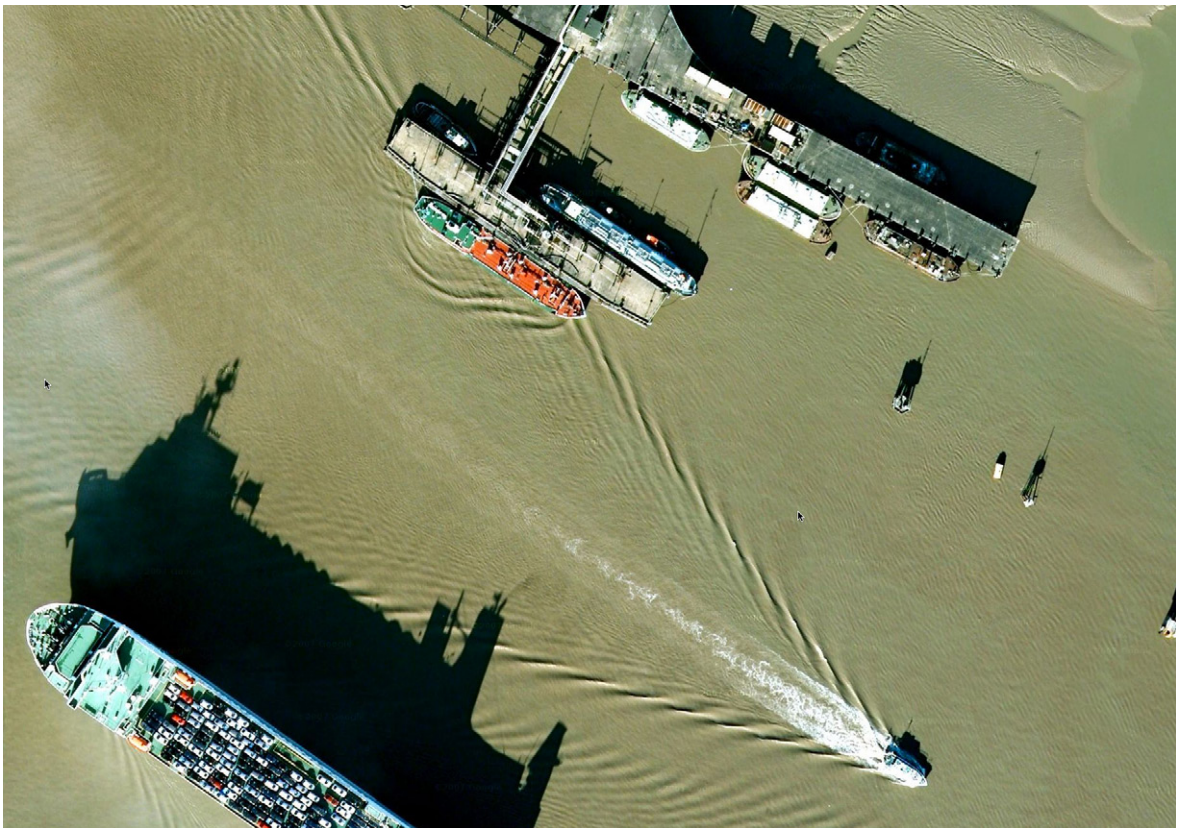
Gute Reflexion bei grossen Objekten

Betrachten wir nun Wellen in einem See oder Fluss mit Wellenlängen von einigen Metern, die schräg auf ein 60 Meter langes Schiff zukommen (Bild). Diese Wellen haben während einer Periode keine Zeit, um das Schiff herum zu fliessen. Sie interagieren deshalb stark mit der Hülle des Schiffes und werden dabei reflektiert: Die Wellen «sehen» das Schiff. Eine detailliertere physikalische Analyse ergibt, dass bei jeder Art von Wellen die Interaktion deutlich wird, sobald die halbe Wellenlänge kleiner ist als die Grösse des Reflektors.

In der Mikroskopie ist dieses Phänomen als Abbesche Auflösungsgrenze bekannt. Für optische Mikroskope beträgt sie etwa 200 Nanometer (die Hälfte der Wellenlänge von blauem Licht). Zellen, Bakterien und Mitochondrien sind daher unter dem Lichtmikroskop sichtbar, Viren hingegen nicht – und Moleküle oder Atome schon gar nicht. Für letztere braucht es Wellenlängen um 0,1 Nanometer, also Röntgenstrahlung, wie sie beispielsweise für die Strukturaufklärung von Proteinen verwendet wird.

Sieht die Parkierhilfe den Gartenzaun?

Eine Parkierhilfe mit einer Frequenz von 34 kHz (Wellenlänge 1 cm) «sieht» also einen Draht mit einem Durchmesser von 5 mm noch recht gut. Ein 4 cm dicker Pfosten eines Gartenzaunes stellt also kein Problem dar, falls er sich im Schallkegel einer der Sonden befindet. Das Drahtgitter zwischen den Pfosten dürfte aber je nach Drahtdicke und Maschenweite nicht mehr für alle Systeme detektierbar sein.



Satellitenbild der Themse mit Flussrichtung nach rechts unten bei der Queen Elizabeth II Bridge. Die Kielwasserwelle eines Pilotbootes (rechts unten) hat eine Wellenlänge von 3 bis 5 Metern und wird am Rumpf eines 60 Meter langen rot-grünen Schiffes reflektiert. Unterhalb des grünen Hecks sind Rhombus-förmige Überlagerungen (Interferenzen) kleinerer Wellen mit deren Reflexionen sichtbar.

Analoge Überlegungen zeigen, dass ein Sonar für das Auffinden von Fischen (Fischlupe) eine Wellenlänge von 1 bis 10 cm haben muss, was Frequenzen von etwa 15 bis 150 kHz entspricht (die Schallgeschwindigkeit in Wasser beträgt das 4,3-Fache derjenigen in Luft). Für Ultraschall-Bilder von Föten werden Wellenlängen um 0,6 Millimeter verwendet, was einer Frequenz von ca. 2500 kHz entspricht, um eine Bildauflösung von 0,3 Millimeter zu erreichen. Da längere Wellen tiefer eindringen als kürzere, kann der Arzt verschiedene Wellenlängen einstellen, um den besten Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe zu finden.

«Sehen» mit den Ohren

Das Eingangs erwähnte Tsch-tsch-Geräusch ist an den Bäumen der Allee reflektierter Autolärm. Stämme mit Durchmessern von 50 cm reflektieren alle Frequenzen oberhalb von etwa 340 Hz, worunter sich vor allem die Laufgeräusche der Pneus befinden. Ein Kandelaber mit nur 10 cm Durchmesser reflektiert ein helleres Geräusch mit Frequenzen oberhalb etwa 1700 Hz. Mit etwas Übung lassen sich im fahrenden Auto bei geöffnetem rechten Fenster Randpfosten, Kandelaber, Bäume, Büsche und Häuser an der Dauer und Tonlage der Echos unterscheiden. Blinde können ihre Ohren so weit trainieren, dass sie mit Hilfe kurzer Schnalzgeräusche Entfernung und Art von Gegenständen an der Zeitverzögerung und Tonlage der Echos erkennen können. In ruhiger Umgebung wird für sie so selbst Velofahren möglich.

Fritz Gassmann

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Filmreportagen über den blinden Daniel Kish (USA), der sich mit Hilfe der Echos seiner Zungen-Klicklaute orientieren und sogar Velo fahren kann: www.youtube.com, Suchwort «Daniel Kish».

Einladung zur Hauptversammlung der NGZH im Zoo Zürich

Die Mitglieder der NGZH sollten sich die diesjährige Hauptversammlung am Mittwoch, 10. Juni 2015 nicht entgehen lassen, denn sie ist mit einer Einladung in den Zoo Zürich verbunden. Nach der Behandlung der ordentlichen Traktanden werden uns der Zoodirektor und der Zootierarzt zu einer Führung der besonderen Art empfangen. Tragen Sie deshalb den 10. Juni bereits heute in Ihre Agenda ein!

Auch ein Ort der Forschung

Der Zoo Zürich ist vieles in einem: die am meisten besuchte Kulturstätte der Schweiz, das Wunschziel der Kinder für anregende Sonntagsausflüge, ein international anerkanntes Zentrum für vorbildliche Tierhaltung und auch – was weniger bekannt ist – ein Ort der Forschung.

So wird beispielsweise in der grossen Masoalahalle die Vorliebe einer Lemurenart (Varecia rubra) für Früchte verschiedener Farben untersucht. Oder es werden biologische Methoden gesucht, um eine Ameisenpopulation (Technomyrmex albipes) unter Kontrolle zu halten. Im neuen Kaeng Krachan Elefantenpark, der im letzten Sommer eröffnet wurde, bieten sich Studien zum Sozialverhalten der Asiatischen Elefanten an, wo weibliche Tiere und deren Junge eine Familie bilden.

Anderswo im Zoo werden Atemwegserkrankungen von Orang Utans oder die Methanproduktion von Schildkröten untersucht. Auch Reproduktionsprobleme von Gibbons (Hylobates pileatus) sind für die Forschung im Zoo Zürich ein Thema, denn Zuchtprogramme sind für den Zoo eine wichtige Aufgabe.

Der Zoo Zürich beteiligt sich an insgesamt über 50 Zuchtprogrammen; bei drei davon (Kappengibbon, Südliche Vikunja und Galapagos-Schildkröte) wirkt er als Koordinator.

Die Mitglieder der NGZH werden an der Hauptversammlung aus erster Hand Einblick in ausgewählte Forschungsthemen erhalten.

←Auch ihre Lebensweise wird im Zoo Zürich untersucht: ein Orang Utan aus Sumatra, ein Roter Vari aus Madagaskar und eine Galapagos Riesenschildkröte.

Das Zuchtprogramm für das Spitzmaulnashorn hat Erfolg: Mutter Samira mit ihrem Jungen Olmoti.

Programm für Mittwoch, 10. Juni 2015

16:45 Uhr Besammlung beim separaten Eingang zur Naturwerkstatt zwischen Haupteingang zum Zoo Zürich und Masoala-Halle. Siehe Plan auf www.zoo.ch

Zur Hauptversammlung angemeldete Mitglieder, die den Zoo schon früher am selben Tag besuchen möchten, melden sich beim Haupteingang; sie erhalten gratis Eintritt. Dasselbe gilt für jene, die zu spät eintreffen. Die Kosten für Eintritt und Führung werden von der NGZH übernommen.

17:00 bis 17:45 Uhr: Hauptversammlung der NGZH in der Naturwerkstatt. Das Faltblatt mit Traktandenliste, Jahresbericht und allen weiteren Angaben wird erst gegen Ende April mit separater Post an die Mitglieder verschickt.

18:00 bis 19:30 Uhr Führung durch den Zoo in zwei Gruppen. Die eine Gruppe wird von Zoodirektor Dr. Alex Rübel geleitet, die andere von Zootierarzt Prof. Dr. Jean-Michel Hatt. Es werden ausgewählte Aspekte der Forschung im Zoo Zürich präsentiert.

Ab 19:30 Uhr: Fakultatives Nachtessen für Angemeldete im Restaurant Altes Klösterli.

Die Teilnehmerzahl an der Führung ist auf 50 Personen beschränkt. Richten Sie bitte Ihre Anmeldung (Hauptversammlung, Führung und Nachtessen) bis Dienstag, 26. Mai an

Sekretariat der NGZH
sekretariat@ngzh.ch
Tel. 056 223 19 75
oder
Fritz Gassmann
Limmatstrasse 6
5412 Vogelsang

Familienangehörige und weitere NGZH-Interessierte können nach Anmeldung beim Sekretariat am Anlass teilnehmen, soweit Platz vorhanden. Sie zahlen ihren Eintritt selbst.

Hundert Jahre in der Einsamkeit der Natur

Der Schweizerische Nationalpark wurde 1914 im Engadin als geschützte Beobachtungszone gegründet. Unter Ausschluss der Zivilisation sollte langsam wieder die Wildnis in eine Ecke der Schweizer Alpen zurückkehren. Das Mantra aller Naturschützer ist, dass man nur wirksam schützen kann, was man auch gut kennt. Dieses beliebte Argument für die Förderung der entsprechenden Forschung war auch im Falle des Schweizerischen Nationalparks erfolgreich beim Beschaffen der nötigen Forschungsmittel, etwa für die Langzeit-Monitoring-Vorhaben. Da es sich beim Nationalpark um ein eher artenarmes Gebiet handelt, kamen auch einige sonst vernachlässigte Organismengruppen in den Genuss einer Inventarisierung, etwa die Wassermilben, die Fadenwürmer oder die Springschwänze.

Strenggenommen handelt es sich beim Schweizerischen Nationalpark laut der Klassifikation der Weltnaturschutzunion IUCN nicht um einen Nationalpark (Kategorie II), sondern um ein höher eingestuftes Schutzgebiet der Kategorie Ia, also um ein strenges Naturreservat zum Zwecke der wissenschaftlichen Forschung. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten wurden aus Anlass des 100-Jahr-Jubiläums zwischen vier Buchdeckel gepackt: In einen Atlas und in eine Zusammenfassung der Forschungshöhepunkte. Auch historische Aspekte wurden aufgearbeitet und ergänzen damit die bereits 2012 publizierte und auf die Geschichte dieses Schutzgebietes fokussierte Übersicht «Wildnis schaffen» von Patrick Kupper.

Die zwei neuen Bände haben gleichsam als Leuchttürme und Schaufenster der Parkforschung eine durchwegs positive Aufnahme gefunden – sowohl in den Medien wie auch in der Fachwelt («Prix Carto», «Prix Georges Erhard»). Warum? Eine erfolgreiche Vermittlung von gewonnener Erkenntnis braucht eine angemessene Verdichtung und Veranschaulichung der Daten und Informationen. Es fällt schwer zu glauben, dass dies auf eine viel eindrücklichere Art gelingen kann als in diesen beiden Büchern. Namentlich der Atlas erreicht beinahe den inhaltlichen Detaillierungsgrad und die visuelle Brillanz des «Atlas of Yellowstone» über den ältesten Nationalpark der Welt.

Klimawandel und Luftschadstoffe halten sich nicht an Parkgrenzen. Und die ursprünglich gesuchte Einsamkeit in einer unberührten Natur wird heute noch von anderen Faktoren beträchtlich eingeschränkt. Die Nutzung der Wasserkraft, die jährlich über 150 000 Besucherinnen und Besucher und nicht zuletzt das weitherum vernehmbare Brummen des Verkehrs auf der Ofenpassstrasse, die mitten durch den Nationalpark führt, lassen das Jubiläumsmotto «100 Jahre echt wild» zu einem realitätsfremden Slogan verkommen. Aber mit den beiden neuen Veröffentlichungen liegt jetzt immerhin eine stringente Argumentationskette vor, warum es sich lohnt, den Nationalpark auch in den nächsten 100 Jahren zu erhalten und zu erforschen.

Stefan Ungricht

Baur B. & Scheurer T. (Red.) 2014. Wissen schaffen: 100 Jahre Forschung im Schweizerischen Nationalpark. Haupt Verlag, Bern. 395 Seiten.
ISBN: 978-3-258-07862-5 [deutsch], ISBN: 978-3-258-07864-9 [französisch]. CHF 49.90

Haller H., Eisenhut A. & Haller R. (Hrsg.) 2014. Atlas des Schweizerischen Nationalparks: Die ersten 100 Jahre. 2. Auflage. Haupt Verlag, Bern. 247 Seiten.
ISBN: 978-3-258-07902-8 [deutsch], ISBN: 978-3-258-07837-3 [französisch]. CHF 69.–
Digitale Erweiterung: www.atlasnationalpark.ch.

Orchideen und Bergblumen

Kommen Sie mit auf zwei Sonntagsexkursionen der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft (ZBG). Als Mitglied der NGZH sind Sie dazu herzlich eingeladen, denn unsere Gesellschaft pflegt traditionell gute Beziehungen zur ZBG.

Sonntag, 14. Juni 2015: Naturschutzgebiet am Immenberg TG

Leitung: Rafael Schneider, Umweltingenieur an der ZHAW Wädenswil, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, und Rolf Rutishauser, Institut für Systematische Botanik an der Universität Zürich.
Treffpunkt: 9.20 Uhr Weingarten (TG), Postautohaltestelle

Die südexponierten lichten Wälder am Immenberg sind ein Paradies für Orchideenfreunde. Rafael Schneider wird uns auf dieser Exkursion zahlreiche Kostbarkeiten zeigen. Unzählige andere spannende Pflanzen besiedeln den sonnigen Hang mit einem Mosaik aus Trockenwiesen, lichten Waldflächen und Quellfluren.

Purpur-Knabenkraut *(Orchis purpurea)* am Immenberg

Andermatt, darüber Chilchenberg mit Aufforstung

Sonntag, 5. Juli 2015: Bergblumen und Aufforstungen im Urserntal (UR)

Leitung: Dr. Walter Brücker und Rolf Geisser, Gruppe Botanik der Naturforschenden Gesellschaft Uri
Treffpunkt: 9.10 Uhr Bahnhof Andermatt

Die Wanderung Andermatt – Chilchenberg – Loch (2000 m) – Nätschen – Andermatt dauert etwa 6 Stunden. Mit der Aufforstung am Chilchenberg wurde vor siebzig Jahren begonnen. Heute besiedeln Fichten, Arven und Lärchen dieses Gebiet. Die Exkursion vermittelt nicht nur Einblicke in die subalpine Flora und Fauna, sondern auch in die Geologie des Gotthardmassivs. Wer nicht gerne abwärts wandert, kann ab Nätschen den Zug nach Andermatt besteigen.

Detaillierte Informationen inkl. Fahrplan für Bahn und Bus, Dauer der Exkursion und genaue Route der Wanderungen finden sich unter unter www.zbg.ch. Beide Exkursionen finden bei jedem Wetter statt. Gutes Schuhwerk ist erforderlich. Für beide Exkursionen ist keine verbindliche Anmeldung nötig und spontanes Mitkommen ist möglich. Dennoch begrüssen wir eine provisorische Anmeldung per E-Mail an rutishau@systbot.uzh.ch.

Über die Struktur und die Bewegung der Gletscher

Eis ist spröde und bricht unter Belastung. Warum also fliesst ein Gletscher ähnlich wie ein weicher Teig oder eine andere zähe Masse? Diesen Widerspruch wollten John Tyndall und Thomas H. Huxley vor rund 160 Jahren auflösen und besuchten deshalb den Grindelwald-, den Aar- und den Rhonegletscher.

Noch heute bezeichnet man die Streuung von Licht an mikroskopischen Schwebeteilchen als Tyndall-Effekt und verwendet diesen beispielsweise in Rauchmeldern. Huxley bekam den Beinamen «Darwin's bulldog», weil er ein glühender Befürworter und einflussreicher Unterstützer der Evolutionstheorie war. Die im Sommer 1856 gesammelten Beobachtungen wurden vor allem von Tyndall durch Experimente ergänzt und in einer der Royal Society in London im Januar 1857 vorgelegten Abhandlung zusammengefasst. Der Bericht war derart interessant, dass kein Geringerer als Rudolf Clausius, der Vater des grundlegenden Entropiebegriffs in der Thermodynamik, eine Übersetzung für die Vierteljahrsschrift der NGZH verfasste (VJS 3/1, 1858: 36-61).

Experimente zum Fliessverhalten von Eis

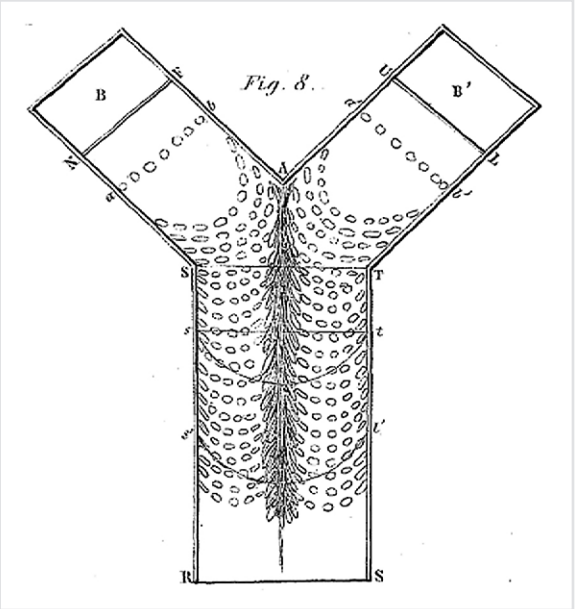
Tyndall löste den Widerspruch zwischen sprödem und zähem Verhalten der Gletscher mit einer Serie von Laborexperimenten auf. Zuerst beobachtete er, dass zwei Eiswürfel zusammenwachsen, sobald ihre Oberflächen an der Kontaktstelle benetzt werden. Dasselbe passiert bei Schneeballschlachten, wenn man bei relativ warmer Witterung Schnee von Hand zusammendrückt. Presst man die nass werdenden Bälle kräftig, entstehen besonders harte Eisbälle: Die Schneekristalle wachsen zu Eiskristallen zusammen. Sehr überzeugend sind die Experimente, bei denen Tyndall Eiskugeln mit grossem Druck in verschiedene Formen presst. Er stellte dabei erstaunt fest: «Das Eis brach, wie erwartet, aber bald vereinigte es sich wieder, und nachdem der Druck noch wenige Sekunden fortgesetzt war, hatte sich die Kugel in eine durchsichtige Linse von der Gestalt und Grösse der angewandten Form verwandelt.» Tyndall erklärte diese Umformung als Folge von sehr vielen Brüchen und erneutem Zusammenwachsen der Bruchstücke auf Grund folgender Beobachtung: «Bei der allmäligen Wirkung des Druckes hörte man einen Krach nach dem andern, die zuletzt so schnell auf einander folgten, dass sie ein knisterndes Geräusch gaben, und sich in manchen Fällen fast zu einem musikalischen Tone vereinigten.»

Damit wird auch klar, wie sich ein Gletscher allen Unebenheiten seines Bettes anpassen kann, wie zwei Gletscher zusammenfliessen können und wie Spalten wieder zusammenwachsen. Es würde sicher Spass machen, ein Tyndallsches Umformungs-Experiment zu wiederholen und den durch ihn erwähnten Krach via Mikrofon und Verstärker über Lautsprecher hörbar zu machen. Die Audio-Sequenz könnte auf einem Computer gespeichert werden, so dass die einzelnen Brüche nach abnehmender Lautstärke geordnet und statistisch analysiert werden könnten.

Experimente zur Struktur der Gletscher

In einer Vorlesung in der Royal Institution sprach Tyndall die Vermutung aus, dass die Spaltbarkeit des Schiefers durch einen grossen Druck verursacht wurde, der senkrecht zu den Spaltflächen gewirkt haben muss. Bereits 1855 zeigte er, dass Wachs sich unter Druck genauso verhält. Huxley machte ihn anschliessend auf eine analoge Struktur aufmerksam, die an Gletschern bereits früher beobachtet wurde. Auf ihrer Exkursion dokumentierten die beiden befreundeten Wissenschaftler entsprechende Beobachtungen beim Zusammenfluss des Lauteraar- mit dem Finsteraar- zum Unteraargletscher.

Um die Entstehung der einige Zentimeter bis Dezimeter breiten Bänder zu verstehen und seine Druck-Hypothese zu bestätigen, simulierte Tyndall die Bewegung der Gletscher mit Hilfe eines zähflüssigen Pfeifenton-Wasser-Gemisches. Auf die Oberfläche des langsam fliessenden Stromes druckte er farbige Kreise auf und



Links: Skizze zum Experiment von Tyndall, mit einem zähen Pfeifenton-Wasser-Gemisch die Bewegungen von Gletschern zu simulieren. Die auf dem Gemisch aufgedruckten Kreise werden zu Ellipsen verformt, deren Hauptachsen senkrecht zur Druckkraft stehen. Bei der Vereinigungslinie der beiden Stromzweige sind die Hauptachsen der beiden Ströme parallel ausgerichtet – genau wie Tyndall und Huxley dies bei wirklichen Gletschern im Bereich der Mittelmoräne beobachtet haben. Rechts: Zusammenfluss von Lauteraar- (hinten) und Finsteraar- zum Unteraargletscher. Deutlich ersichtlich sind die höher gelegenen Überbleibsel der Seitenmoränen der Gletscher aus dem 19. Jahrhundert.

beobachtete, wie diese allmählich ihre Gestalt änderten. Die grossen Achsen der entstehenden Ovale liegen senkrecht zur Druckkraft und sollten übereinstimmen mit der Richtung der bei den Gletschern beobachteten Bändern. Erfreut stellte Tyndall fest: «Dem entspricht es ganz, dass auf dem wirklichen Gletscher unter und neben der Mittelmoräne, welche die Vereinigungslinie der beiden Gletscherzweige kenntlich macht, die Bandstruktur am deutlichsten ausgeprägt ist, und die Bänder der Moräne parallel sind.»

Gletscherlawine an der Altels

40 Jahre später erschien das Neujahrsblatt auf das Jahr 1896, das sich mit dem tragischen Ereignis vom 11. September 1895 befasste, bei dem 6 Menschen und 169 Tiere auf der Spitalmatte bei Kandersteg den Tod fanden. Die steil abfallende Zunge des Altelsgletschers wurde lediglich durch Zugkräfte an höher gelegenem Eis auf flacherem Grund festgehalten. Nach einer langen Periode mit heissem und trockenem Wetter riss das untere, etwa 650 Meter lange Stück der Gletscherzunge in den frühen Morgenstunden ab. Es donnerten unter lautem Getöse schätzungsweise 4,5 Millionen Kubikmeter Eis zu Tal und die dadurch verursachten Windstösse fällten riesige Waldstücke. In rund einer Minute bewegte sich die Masse über eine Länge von 3300 Metern zum 1400 Meter tiefer gelegenen Talboden und erreichte dort wohl eine Geschwindigkeit von über 400 km/h. Die in Wärme, Zerstörung, Wind und Schall umgesetzte Energie betrug etwa 60 Terajoule; dies entspricht rund 6 Prozent der gesamten Energie, welche die Menschheit heute in einer Minute umwandelt. Verständlich, dass man im nahegelegenen Kandersteg bei diesem Ereignis zuerst an ein Erdbeben dachte!

Fritz Gassmann

Max Birnstiel

12. Juli 1933 – 15. November 2014

Max Birnstiel studierte an der ETH Zürich Physikalische Chemie und Biologie. Beim anschliessenden Postdoc-Aufenthalt am California Institute of Technology lernte er seine spätere Frau, die Mikrobiologin Margaret Chipchase kennen, die ihm ein Leben lang eine wichtige Partnerin und Stütze war. Die nächste Station der beiden war Edinburgh, wo Max Birnstiel in rascher Folge vom Postdoc zum Lecturer und zum Professor aufstieg. Sein erster grosser Wurf war die Isolierung der ribosomalen RNA-Gene des Krallenfrosches *Xenopus laevis* mittels Zentrifugation im Cäsiumchlorid-Gradienten– die allerersten Gene eines Wirbeltiers!

Der Zoologe Ernst Hadorn, der bereits 1967 Charles Weissmann ans neue Institut für Molekularbiologie der Universität Zürich rekrutiert hatte, bemühte sich auch um Birnstiel und holte ihn nach Zürich. So entstand die ungewöhnliche Konstellation zweier Molekularbiologie-Institute, I (Weissmann) und ab 1972 II (Birnstiel). Die folgenden Jahre führten in beiden Instituten zu fundamentalen Entdeckungen und einer Fülle von Publikationen in renommierten Wissenschaftszeitschriften; Zürich gehörte nun zu den führenden Zentren der Molekularbiologie in Europa.

Max Birnstiel setzte einen weiteren Meilenstein mit der Reinigung der Histongene aus dem Seeigel. Er erkannte aber auch, dass die neu aufkommende DNA-Klonierung seiner Gradienten-Zentrifugation überlegen war. Er stellte als einer der Ersten auf diese Technik um, und es gelang ihm und seinem Team, in der Genforschung weiterhin ganz vorn zu bleiben.

Max Birnstiels Tatendrang war auch nach 14 erfolgreichen Jahren in Zürich ungestillt, deshalb nahm er die Herausforderung an, in Wien ein von der Pharma finanziertes Institut für biomedizinische Grundlagenforschung aufzubauen, das Institute of Molecular Pathology, das 1988 eröffnet wurde. Auf Birnstiels Initiative wurde nebenan das universitäre Vienna Biocenter installiert. Dieser Komplex, angereichert mit Biotech-Firmen, wurde rasch zum führenden Forschungsstandort Österreichs.

Max Birnstiel erreichte seine Ziele nicht etwa durch hektisches Managertum, er war vielmehr der Boss mit souveräner Ruhe und Übersicht und nebenbei mit profunder Expertise in Haute Cuisine und Bordeaux-Weinen. Seine aussergewöhnlichen Leistungen wurden durch mehrere Forschungspreise sowie Ehrendoktorate der Universitäten Fribourg, Lund, Guelph, Edinburgh und Moskau gewürdigt. Er war Mitglied vieler Forschungsgesellschaften und Akademien, so auch der National Academy of Sciences of the USA, der American Chemical Society und der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina.

2002 kehrte er mit seiner Frau in die Schweiz zurück und fand nun vermehrt Zeit für seine Hobbys: Reisen, Gärtnern, Flöte spielen, Lesen. Max Birnstiel wird als grosser Wissenschafter in Erinnerung bleiben und als engagierter Mentor für alle (mich eingeschlossen), die im Laufe der Jahrzehnte das Glück hatten, seine Mitarbeiter zu sein.

Walter Schaffner

Jean Lindenmann

18. September 1924 – 15. Januar 2015

Jean Lindenmann wurde in Zagreb als Sohn Schweizer Eltern geboren. An der Universität Zürich begann er das Studium der Physik, aber nach 18 Monaten bewegte ihn der Abwurf der Atombombe auf Hiroshima so sehr, dass er zum Studium der Medizin wechselte.

Nach einem Postdoktorat am Institut für Hygiene in Zürich machte Lindenmann 1956 als Forschungsstipendiat am *National Institute for Medical Research* in London eine bahnbrechende Entdeckung: Zusammen mit Alick Isaacs erforschte er die virale Interferenz. Das Phänomen besteht darin, dass ein erstes Virus nach Kontakt mit Wirtszellen die Infektion durch ein zweites Virus verhindert. Im Versuch von Isaacs und Lindenmann war das erste Virus ein durch Wärmebehandlung inaktiviertes Influenzavirus, die Zellen stammten aus befruchteten Hühnereiern, und das zweite Virus war unbehandeltes, infektiöses Influenzavirus. Der damals überraschende Befund war, dass die Zellen eine lösliche Substanz ausschieden, die andere Zellen gegen infektiöse Viren schützte. Lindenmann nannte diese Substanz Interferon mit einem «-on» Suffix in Anlehnung an die zuvor studierte Teilchenphysik.

Nach Publikation der Ergebnisse in den *Proceedings of the Royal Society of London* kehrte er 1957 nach Zürich ans Institut für Hygiene zurück. Dann arbeitete er zwischen 1960 und 1962 beim Bundesamt für Gesundheitswesen und von 1962 bis 1964 in Florida. 1964 wurde er ausserordentlicher und 1969 ordentlicher Professor für Immunologie und Virologie an der Universität Zürich. In Anerkennung seiner grossen wissenschaftlichen Verdienste erhielt er zahlreiche Auszeichnungen, so 1976 den Marcel-Benoist-Preis. Im Jahr 1992 wurde er emeritiert.

Lindenmann hatte breit gefächerte Interessen. Das entdeckte Interferon zu reinigen und zu charakterisieren schien ihm eine allzu beschränkte Aufgabe. So wandte er sich neuen Gebieten zu. In einem gegen Influenzaviren resistenten Mäusestamm entdeckte er das Mx-Gen als Resistenzfaktor. Er untersuchte die «inverse Interferenz», die Fähigkeit von Viren, die Abwehr der Zellen zu unterlaufen. Er erprobte die Verwendung von Viren als tumorlösende Agentien.

Die Forschung anderer Institute trug erst 20 Jahre später Früchte. Hochaktives Interferon wurde millionenfach gereinigt und als Protein charakterisiert. Dessen Gen wurde von Charles Weissmann kloniert. Die Interferone erwiesen sich als Familie von Proteinen mit einer zentralen Rolle in der angeborenen Immunantwort. Sie induzieren zelluläre Signalketten, worin inverse Interferenz und das Mx-Gen eine wichtige Rolle spielen. Also hat das in jungen Jahren entdeckte Interferon Lindenmann zeitlebens nicht losgelassen. Oder wie er selbst im Titel eines Vortrags von 1981 sagte: *"How to study interferon without really trying."*

Martin Schwyzer

Die Vierteljahrsschrift (VJS) erscheint viermal jährlich: März, Juni, September, Dezember

Herausgeber
Naturforschende Gesellschaft in Zürich NGZH

NGZH-Vorstand
Prof. em. Dr. Martin Schwyzer (Präsident)
Dr. Fritz Gassmann (Sekretär und Quästor)
Dr. Heinzpeter Stucki (Archivar)
Prof. Dr. Helmut Brandl
Prof. em. Dr. Conradin A. Burga
Dr. Susanne Haller-Brem
Prof. em. Dr. Dr. h.c. Frank Klötzli
Prof. Dr. Marta Manser
Prof. Dr. Cristina Nevado
Prof. em. Dr. Rolf Rutishauser
PD Dr. Traudel Saurenmann
Prof. Felix Stauffer
Dr. Kurt Tobler
Dr. Stefan Ungricht
Prof. em. Dr. Wilfried Winkler

Redaktionskomitee
Fritz Gassmann
Susanne Haller-Brem
Rolf Rutishauser
Martin Schwyzer
Stefan Ungricht

Gestaltungskonzept
Barbara Hoffmann
www.barbara-hoffmann.com

Redaktion und Satz
Dr. Felix Würsten, Zürich
www.felix-wuersten.ch

Druck
Koprint AG, Alpnach Dorf

Auflage
1400

Kontakt
Sekretariat der NGZH
Fritz Gassmann
Limmatstrasse 6
5412 Vogelsang
sekretariat@ngzh.ch

redaktion@ngzh.ch
www.ngzh.ch

Redaktionsschluss
31. Januar
30. April
31. Juli
31. Oktober

ISSN
0042-5672

Quellen

Abbildungsnachweise
S.1: Marlene Ploner
S. 2: NGZH
S. 5: Stephan Brenneisen
S. 6 u. 7: Rafael Schneider
S. 9: Martin Waxenberger
S. 11: (Ebolavirus) Centers for Disease Control and Prevention, part of the United States Department of Health and Human Services
S. 12: WHO
S. 13: Labor Spiez
S.14: Adrian Mettauer
S. 17: Google Maps 51.4677, 0.2555
S. 18, o.&u.: Zoo Zürich, Enzo Franchini
S. 18, M.: Zoo Zürich, Samuel Furrer
S. 19: Zoo Zürich, Peter Bolliger
S.21, l.: Rafael Schneider
S.21, r.: Armin Jauch
S.23,l: VJS 3/1, 1858: Taf. II, Fig. 8, nach Seite 61
S.23,r: www.swisseduc.ch search «Unteraargletscher» – © Glaciers online, J. Alean, M. Hambrey, August 2004
S.24: Walter Schaffner
S.25: Jean Lindenmann

Nachdruck
Mit Quellenangabe erlaubt

Mit Unterstützung von:

sc | nat

Swiss Academy of Sciences
Akademie der Naturwissenschaften
Accademia di scienze naturali
Académie des sciences naturelles

April

Samstag, 4. April 2015
Einsendeschluss für Jugendpreis 2015
www.ngzh.ch/media/vjs/159_4_16-18.pdf

Sonntag, 19. April 2015, 14–15 Uhr
ETH-Museum focusTerra, Sonneggstr. 5
Nur Jahrmillionen – eine geologische Zeitreise
Öffentliche Sonntagsführung

Dienstag, 21. April 2015, 18:15–19:15 Uhr
Treffpunkt: Infotafeln auf Joseph-von-Deschwanden-Platz, ETH Hönggerberg
In den Untergrund der ETH: Das dynamische Erdspeichersystem
www.ethz.ch/de/die-eth-zuerich/nachhaltigkeit/nachhaltiger-campus/erdspeicher.html

Donnerstag, 23. April 2015, 14–18 Uhr
USZ Hörsaal West
Retroviruses are us: Three Decades of the Swiss National Center for Retroviruses
www.virology.uzh.ch/newsd.html

Mai

Montag, 4. Mai 2015, 17:45–21:30 Uhr
Treffpunkt: Bergstation Polybahn Zürich
Kleinode in der Grossstadt. Abendexkursion, Fr. 35.– für Pro Natura Mitglieder
www.ppb.ch/ppb/Pro_Natura_Tagesexkursionen.html

Samstag, 9. Mai 2015, 10–16 Uhr
Kantonsschule Schaffhausen
Tag der Naturwissenschaften zum 200-Jahr Jubiläum der SCNAT mit Buchvernissage «Die Naturforschenden»
www.ngsh.ch sowie www.naturwissenschaften.ch/research_live/history_project

Freitag, 22. Mai 2015, 10–17 Uhr
Haus der Universität, Schlösslistr. 5, Bern
The Human Right to Science, International Conference
www.akademien-schweiz.ch

Juni bis August

Mittwoch, 10. Juni 2015, 16:45–19:30 Uhr
Zoo Zürich
Hauptversammlung der NGZH mit Zooführung (→ S. 18–19)

Donnerstag, 11. Juni 2015, 19:00 Uhr
Stadthaus Zürich
Eröffnung der Ausstellung «Einstein & Co» und Buchvernissage
www.nzz-libro.ch/einstein-und-co-buch-ausstellung-stadthaus.html

Sonntag 14. Juni 2015
Weingarten, Immenberg TG
Sonntagsexkursion (→ S. 21)

Sonntag, 5. Juli 2015
Andermatt – Chilchenberg – Nätschen UR
Sonntagsexkursion (→ S. 21)

12.–16. August 2015
Verschiedene Standorte in der Stadt Zürich
Die Tournee «Forschung Live» zum 200-Jahr Jubiläum der SCNAT macht Halt in Zürich (Programm folgt)

Weitere Daten von Veranstaltungen werden laufend in unserer Agenda auf www.ngzh.ch veröffentlicht.

Naturforschende
Gesellschaft in Zürich
www.ngzh.ch