

Peter Berz

Die Frage »Was ist Leben?« stammt aus der Physik. Für die Sterblichen ist interessant, wer lebt wie und wo? Die Schnecke *Elysia chlorotica* wohnt auf den elysischen Feldern am Ufer von Martha's Vineyard, einer Insel südlich von Boston, Massachusetts. Über dem elysischen Feld, *elysion pedion*, ist seit der Weissagung des Meeralters in Homers *Odyssee* ewiger Frühling und die Überlieferung will, dass es grün dort ist. Die Ufer von Martha's Vineyard sind grün, weil Algen grüne Teppiche bilden, etwa die gelbgrüne Algengattung *Vaucheria*: *Vaucheria clavata*, *Vaucheria litorea* und andere. *V. litorea* ist eine Ansammlung feiner Schläuche und vermehrt sich als einzige ihrer Gattung auch geschlechtlich. Der österreichische Botaniker Franz Unger verfiel, als er 1843 unterm Mikroskop ihre Sporen, getrieben von Geiseln und Wimpern, ausschwärmen sah, in einen Rausch. Er glaubte, der Geburt eines Tieres aus einer Pflanze beizuwohnen - »Die Pflanze im Momente der Thierwerdung«.¹ Die drei Zentimeter große Schnecke *Elysia chlorotica* lebt mitten unter *Vaucheria* und ausschließlich von ihr. Als Tier, Klasse der Bauchfüßler [Gastropoda] vom Stamm der Weichtiere, gehört sie zu den Wesen, die nicht nur Mund und After, sondern auch Mundwerkzeuge haben. Mit einem der Zähne auf ihrer Zunge, der nach Gebrauch in einen Sack zurückgelegt wird [Sacoglossa], sticht die Schnecke eine Zelle von *Vaucheria* an und saugt dann mit dem Rüssel den Inhalt der Zelle aus.² Seit Hegels Jenaer Realphilosophie sind Stechen, Saugen, Biss und Schluck tierische Seinsweisen. *Elysia* saugt aus der *Vaucheria*-zelle auch die gelbgrünen Organellen der Alge: ihre Chloroplasten. Mit dem Elektronenmikroskop entdeckten 1963 zwei japanische Forscher, dass die grüne Farbe der Schnecke von eben diesen Chloroplasten herrührt, sie wandern an eine obere Zellschicht im Darm von *Elysia*, werden dort aber nicht verdaut, sondern bleiben, *sequestered*, in der Schnecke als gestohlene Chloroplasten [Kleptoplastiden]. Sie verleihen der Schnecke ihre grüne Farbe. Denn das Darmsystem verzweigt sich über das ganze Tier und seinen Bauchfuß, der sich in breite, flache Nebenfüße erweitert, sodass *Elysia* aussieht wie ein grünes Blatt, das Darmsystem als Blattadern. Da die Schnecke nackt ist und kein Gehäuse hat, schützt sie sich, wie Biolog:innen sagen, durch Angleichung oder Mimese an das elysisch grüne Feld der Algen. Mit den blattartigen Nebenfüßen macht jede Art etwas anderes: Einige schlagen sie wie einen Mantel um sich herum und zwar immer dann, wenn zu grelles Sonnenlicht auf sie fällt. *Elysia chlorotica* dagegen sucht das Licht, fängt es mit ihren Nebenfüßen auf und scheint in der Sonne zu baden. Die Lebensgeschichte

1

Unger, Franz, *Die Pflanze im Momente der Thierwerdung*, Wien 1843.

2

Vgl. https://youtu.be/6v_cbbYtylk (zuletzt aufgerufen am 9.11.2022); Rumpho, Mary E. / Battacharaya, Debashish, u.a., »Horizontal Gene Transfer of the Algal Nuclear Gene *psbB* to the Photosynthetic Sea Slug *Elysia chlorotica*«, in: *PNAS* 105, 2008, S. 17.867-17.871, Supplementaries.

von Elysia endet dramatisch. Aus dem Ei entwickelt sich die Larve, die allen Muscheln, Schnecken, Tintenfischen gemeinsam ist: die Veliger-Larve. Sie ist ein bewimpertes Hütchen, fast durchsichtig, von bräunlicher Farbe, und wird erst grün, wenn Elysia im Jugendstadium anfängt, an Vaucheria zu fressen. Erwachsen geworden suchen sich dann zwei Elysien Kopf an Kopf, »befühlen den Kopf des anderen mit dem eignen«, ³ und irgendwann wandert die eine am Körper der anderen entlang, bis die beiden verkehrt herum liegen und sich hermaphroditisch begatten. Die Schnecken überwintern, im Frühjahr werden sie wieder aktiv und legen in schleimigen Massen Eier ab. Aber noch bevor die Larven schlüpfen, sind die Erwachsenen schon alle tot. Sie sterben synchron, alle zusammen, nach etwa neun Monaten Lebenszeit. Das ist so draußen auf dem elysischen Feld, wohin Zeus die toten Helden entrückt, und auch drinnen im Labor.

Ein genetischer Mythos

Seit mehr als einem halben Jahrhundert sucht Elysia die moderne Biologie heim. Sind die grünen Kügelchen nicht bloß Tarnfarbe, sondern realisieren einen biochemischen Prozess: den »Primärprozess« der Biosphäre? Gewinnen die Schnecken also Energie durch Verwandlung von CO_2 + Wasser + Licht in Glucose + O_2 , sprich: Photosynthese? Die Biologie spricht von der »Grundgleichung des Lebens«: Photosynthese in die eine Richtung, Atmung in die andere [wenn aus O_2 wieder CO_2 wird]. Denn vom Primärprozess hängt alles ab: Von ihm leben die Pflanzen und die Pflanzenfresser, von denen die Fleischfresser leben, die den Sauerstoff atmen, der aus dem Primärprozess kommt - und so weiter. Aber können die Chloroplasten eines Vielzellers aus dem Reich der Pflanzen in den Körper eines Wesens einwandern, das ein ganzes Reich weit weg wohnt: eines Tiers, das frisst, verdaut, wahrnimmt, sich fortbewegt und verhält? »Blätter, die kriechen«: ⁴ Dieser imaginäre Kitzel treibt die Forschung - durch Anatomie, Physiologie, Evolutionstheorie. Seit den 1960er-Jahren werden alle Fragen an Elysia in den Sprachen der Genetik formuliert. Das Zusammenleben von Elysia und Vaucheria ist ein Modellfall genetischer Mythen und Argumente, auf dem jeweils letzten Stand der Dinge.

Auf die physiologische Ausgangsfrage, ob die Schnecken dank einverleibter Chloroplasten wirklich von CO_2 und Wasser und Sonne leben, soll die hungernde Schnecke antworten: Wie lang lebt sie im Laboraquarium, ohne weiter von Vaucheria zu fressen, also nur von Luft, Licht, Wasser, wie die Algen? Manche Arten von Sacoglossa überleben einige Tage, aber Elysia erstaunliche sieben, acht Monate. Die Produkte der Photosynthese lassen sich obendrein messen. Doch es gibt für die Annahme wirklicher Photosynthese in Elysia ein Problem: Während der Photosynthese werden die wichtigsten Proteine der Chloroplasten verbraucht und lösen sich auf, die Proteine der Lichteinte [light harvesting] und das Chlorophyll. [Darum auch schützen sich manche grüne Schnecken vor der Sonne.] In Algen und Pflanzen werden die Proteine der Photosynthese ständig neu gebildet, durch *Synthese de novo*, generiert vom Genom aus. Und das heißt nach Lehrbuch: Durch Umschrift/Übersetzung, Transkription und Translation, von Des-Oxi-Ribo-Nuklein-Säure-Makro-Molekülen werden 20 Aminosäuren zu Proteinen synthetisiert.

3
Elysia chlorotica, in:
Animal Diversity Web,
[https://animaldiversity.org/accounts/
Elysia_chlorotica/](https://animaldiversity.org/accounts/Elysia_chlorotica/)
[zuletzt aufgerufen am 9.11.2022].

4
Trench, Robert K., »Of ›leaves that
crawl«. Functional Chloroplasts in
Animal Cells«, in: *Symposium of the
Society for Experimental Biology* 29,
1975, S. 229-265.

Die Genetik schreibt jede der 20 mit einem einzigen Buchstaben der 24 des griechisch-lateinischen Alphabets [B, O, X, Z fallen weg]. Bei der Photosynthese interagieren 2.000 verschiedene solcher Proteine. Proteine, DNA, RNA und die Enzyme für Umschrift/Übersetzung müssten also allesamt irgendwo in den photosynthetisierenden Zellen von Elysia zu finden sein. Aber wo?

Chloroplasten besitzen ein eigenes Genom. Dieses Genom ist klein. Maximal 200 Proteine sind darauf, wie der Jargon sagt, »codiert«. Die meisten der 2.000 Proteine zur Photosynthese befinden sich im Zellkern einer pflanzlichen Zelle. Der Grund: Chloroplasten sind selbst Produkte einer Symbiose. Die Serielle Endosymbiontentheorie der US-amerikanischen Mikrobiologin Lynn Margulis widmete sich 1968 zum ersten Mal den Symbiosen von photosynthetisierenden Cyanobakterien, also Wesen ohne Zellkern, als Symbionten von Einzellern mit Zellkern. Cyanobakterien haben in der Erdgeschichte den Primärprozess eingeführt und sind auch heute die Hauptproduzenten von atmosphärischem Sauerstoff. Chloroplasten in Algen und Pflanzen stammen aus der Symbiose mit ihnen. Die Bakterie ließ dabei nur einen kleinen Teil ihres Genoms im Chloroplasten zurück, den größeren gab sie ans Genom im Kern der Wirtszelle ab.

Das läuft als Alge wunderbar. Aber in einer Schnecke? Der Kern ihrer Photosynthesezellen ist hier ja ein völlig anderer als in der Alge. Es ist der Zellkern eines Tieres. Hatte Elysia vielleicht, um die Photosynthese zu realisieren, den ganzen Zellkern der Alge mit aufgenommen? Um die Jahrtausende entwickelten zwei Gruppen US-amerikanischer Forscher:innen eine andere Hypothese: →⁵ Aus dem Zellkern der Alge wurden bestimmte Gene in den Zellkern der photosynthetischen Schneckenzellen übertragen; es wurden Gene erworben, *Acquiring Genomes*, und nicht nur Chloroplasten gestohlen. →⁶ Wenn die Hypothese stimmt, werden die vom Kern aus synthetisierten Proteine dann in die Chloroplasten transportiert und realisieren dort zusammen mit den Chloroplasten-Proteinen die Photosynthese.

Das klingt einleuchtend. Nur würde es die gesamte Genetik in ihren Grundfesten erschüttern. Übertragung von Genen in Vielzellern findet von einer Generation zur nachfolgenden statt, sprich: durch Vererbung, innerhalb einer Art, genealogisch, *vertikal* und nach Mendel. Nun gibt es aber zwischen Alge und Schnecke keinerlei Verwandtschaft. Ja, sie bewohnen nicht einmal das gleiche der fünf Reiche: Tiere, Pflanzen, Pilze, Protoktista und Bakterien [Protoktista sind eukaryotische Einzeller mit Zellkern, Bakterien sind Einzeller ohne Zellkern]. Übertragung von Genen von Zellkern zu Zellkern wäre also, gegen alle genealogische Genetik, ein *horizontaler* Gentransfer. Zwar sind solche Transfers in der Welt der Bakterien gang und gäbe. Sie untergraben dort die schönen genealogischen Bäume der Evolutionstheorie: Zweige wachsen quer zusammen, pfropfen sich aufeinander, aus dem Baum wird ein Rhizom, eine Wurzel, ein Netz. Aber diese Bakterienlogik auf zwei Eukaryota wie Vaucheria und Elysia zu übertragen, wäre so skandalös wie jener Science-Fiction, den Margulis als Bakterienforscherin einmal entworfen hat: »Stellen wir uns vor, Sie treffen in einem Café einen grünhaarigen Menschen. Bei diesem kurzen Zusammentreffen nehmen Sie den Teil seiner Erbinformation in sich auf, der für die grünen Haare codiert, vielleicht auch noch einige weitere neue Eigenschaften. Sie können

5

Pierce, Sidney K. / Rumpho, Mary E., u.a., »Annual Viral Expression in a Sea Slug Population. Life Cycle Control and Symbiotic Chloroplast Maintenance«, in: *Biological Bulletin* 197, 1999, S. 1-6; Rumpho, Mary E. / Summer, Elizabeth J., u.a., »Solar-powered Sea Slugs. Mollusc/Algal Chloroplast Symbiosis«, in: *Plant Physiology* 123, 2000, S. 29-38.

6

Margulis, Lynn / Sagan, Dorion, *Acquiring Genomes. A Theory of the Origins of Species* [Foreword by Ernst Mayr], New York 2002.

jetzt nicht nur die Gene für das grüne Haar an Ihre Kinder vererben, sondern verlassen selbst das Café mit grünen Haaren. Bakterien erlauben sich diese Art eines zufälligen, schnellen Genererwerbs zu jeder Zeit. Sie lassen es einfach zu, daß sich ihre Gene in die umgebende Flüssigkeit ausbreiten.«⁷

Aber beschreibt dieser Science-Fiction ein Stück biologische Wirklichkeit von *Elysia chlorotica*? Um die Jahrtausendwende griffen Mary E. Rumpho und Kolleg:innen auf den Lebenslauf von *Elysia* zurück. Neun Jahre lang beobachteten sie in Aquarium und Labor den kollektiven Tod der Schnecken und stellten immer wieder fest: In den toten Schnecken befanden sich große Mengen von Viren. Wären sie der Grund für das synchrone Lebensende der Schnecken? Da eine akute Infektion nahezu ausgeschlossen scheint [die hungernde Schnecke wurde streng isoliert], könnten die Viren als latente Viren im Genom der Zelle versteckt sein. Sobald im Frühling die Temperatur steigt, werden die Viren aktiviert und beginnen ihr parasitisches Werk, bauen sich zusammen und zerstören den Wirt. Die Forscher:innen glaubten auch, die Viren als Retroviren identifizieren zu können, also Viren, die, wie der HIV-Virus, ihre RNA zurück in DNA umschreiben und diese DNA in die Genome ihrer Wirte integrieren. Retroviren sind bekannte *gene movers*. Eine ganze Schule der Evolutionsbiologie will in Viren nicht nur jene Bedrohung der Vielzeller sehen, die auch uns heimsucht, sondern eine treibende Kraft evolutionärer Innovation - durch Horizontalen Gentransfer.⁸ Könnten also die Viren des kollektiven Todes mit ihren eigenen Genen zugleich auch Gene aus dem Kern einer Algenzelle in die Schneckenzelle übertragen haben? Dann liefen im Gentransfer von *Vaucheria* auf *Elysia* zwei fundamentale biologische Verhältnisse schier ununterscheidbar parallel: Parasitismus und Symbiose.

Genetisch argumentieren⁹

So rundet sich ein wissenschaftlicher Mythos. Aber Mythen sind leicht erzählt, Daten schwer erkämpft. Genetische Beweise für Horizontalen Gentransfer in *Elysia*, wie sie seit 2007/08 versucht werden, hängen zunächst daran, dass Gene überhaupt zähl- und adressierbar sind, sprich und das auf Englisch: *sequencing, annotating, mapping*. Genome werden in Elemente zerlegt,

Sequenzen von Molekülen, den Nukleotiden genetischer Makromoleküle, geschrieben in endlosen Zeilen eines Alphabets von vier Buchstaben, lateinisch *el-em-en-ta*: A G C T. Beweise basieren darauf, dass jeweils drei dieser Buchstaben eine bestimmte der 20 Aminosäuren eines bestimmten Proteins »bedeuten« - die Aminosäuren geschrieben in endlosen Zeilen eines Alphabets von 20 Buchstaben. Genetisch-genomische Beweisführung ist Buchstabenwissenschaft.

Erster Schritt: *sequencing & mapping* des Genoms der Chloroplasten von *Vaucheria litorea*, der Alge. Das Genom läuft ringförmig in sich zurück, hat 115.341 bp, Basenpaare, und 169 Gene, die 139 Proteine der Photosynthese codieren. Erste Erkenntnis: Eines der Gene mit der Signatur *psbO*, das ein unerlässliches Protein der Photosynthese codiert, das *Manganese Stabilizing Protein* [MSP], sucht man vergeblich auf der Karte des Plastiden Genoms von *Vaucheria*. - Zweiter Schritt: vergleichen der gewonnenen Sequenzen mit anderen Sequenzen. Sie sind weltweit in Datenbanken als Buchstabenserien gespeichert und

7
Margulis, Lynn / Sagan, Dorion / Eldredge, Niles, *Leben. Vom Ursprung zur Vielfalt* [1995], übersetzt von Kurt Beginnen, Heidelberg/Berlin 1997, S. 73.

8
Ein Überblick bei Roossinck, Marilyn J., »The Good Viruses. Viral Mutualistic Symbioses«, in: *Nature Reviews Microbiology* 9, 2011, S. 99-108.

9
Pierce, Sidney K. / Curtis, Nicholas E. / Schwartz, Julie A., u.a., »Transfer, Integration and Expression of Functional Nuclear Genes Between Multicellular Species«, in: *Symbiosis* 43, 2007, S. 57-64; Rumpho/Battacharya u.a. 2008, wie Anm. 2.

enthalten Genome oder Genomstücke von Lebewesen aus allen fünf Reichen. Sequenzvergleiche sind Biologie *in silico*, am Computer. Suchalgorithmen geben die zweite Erkenntnis: Kein einziges Genom aus dem Zellkern eines *Tieres* liefert einen Treffer für *psbO*. Könnte also das Gen aus dem Zellkern der Alge in die fremde Welt eines tierischen Genoms, des Genoms von *Elysia*, gewandert sein? - Dritter Schritt: Man sucht das Algen-Gen *psbO* im *Elysia*-Genom, auf der Basis eines Verfahrens, das alle Sequenzierungsprojekte seit den 1980er-Jahren trägt und 40 Jahre später als Test auf drei Gene von SARS-CoV-2 milliardenfach durch die Gesundheitssysteme der ganzen Welt läuft: PCR, die *Polymerase Chain Reaction*. Sie erlaubt es, Gene, von denen eine kurze Anfangssequenz bekannt ist - das Zündhütchen, der *primer* -, in großen Mengen zu vervielfältigen. Die bekannte Anfangssequenz lagert sich an oder sucht auf dem Genom ihre genaue Gegensequenz [G zu C, A zu T] und beginnt die Synthese des ganzen Gens. So zündet der Primer von *psbO* zuerst am Genom von *Vaucheria* und dann von *Elysia*. In beiden Fällen liefert er eine Gensequenz von 963 Basenpaaren. Die Sequenzierung der Stücke generiert Zeilen, die Buchstabe für Buchstabe - von ATGAAGGTCCCATCTGCTTTGGTC[hier endet der Primer]GCGCTTT... bis ...GCGAAT - für *Vaucheria* und *Elysia* identisch sind. Nach dem 963. Buchstaben, der 321. Aminosäure, codiert als AAT, bricht die Identität ab.

Ist das der Beweis, dass die DNA für *psbO* von *Vaucheria* ins Genom der Schnecke übertragen wurde? Vielleicht ergibt sich die Kettenreaktion bloß aus der Reaktion mit einem Zellkern der Alge, den die Schnecke mit dem Chloroplasten aus der Algenzelle gesogen hat. Obwohl der Zellkern nach fünf Monaten Hunger längst verschwunden und verdaut sein müsste, lässt man zur Gegenprobe auch das Ei von *Elysia* durch den PCR-Test laufen, das logischerweise nie von *Vaucheria* gefressen hat. Das Ergebnis ist dieselbe Buchstabenserie. Der Schluss liegt nahe: Das Protein MSP kann nur aus dem Zellkern von *Elysia* heraus synthetisiert worden sein, nach einem Horizontalen Gentransfer von *psbO* in den Zellkern. Von dort wird es - siehe das Ei - auch ganz nach Mendel weitervererbt.

Mit diesem erfolgreichen *PCR approach* sucht man nach weiteren Kandidaten für den Gentransfer und findet Gene für die Proteine der Lichternter, für Chlorophyll a, zur Bindung von Chlorophyll und anderes. Die Beweislage scheint sich zu verdichten. Bis 2011 - aus deutschen Instituten - der Einwand kommt.→10 Mit ihm entbirgt sich eine andere Sphäre. Nicht nur treten neue Arten auf wie *Elysia timida*, *Elysia* die Schüchternen, die auf grünen Algen der Gattung *Acetabularia* lebt. Vielmehr zeigt sich ein neuer Subtext allen Argumentierens: Alphabetische Beweise, Experimente, Hypothesen sind von den Produkten eines rasant wachsenden Markts abhängig. Auf ihm werden genetische Werkzeuge, Materialien, Verfahren, Algorithmen verkauft. Genetisch Argumentieren heißt jetzt, kommerzielle *tools* und *kits*, also Bausätze, zu kombinieren, »folgend den Anweisungen des Herstellers«. Das »Nucleon® genomic DNA extraction kit, PhytoPure® [Tepnel Life Sciences, Manchester, UK]« oder das »Dynabeds® Oligo[dt]25 mRNA Purification Kit [Invitrogen, Carlsbad, CA]« gibt den Takt.→11 Acht kommerzielle Produkte fünf verschiedener Firmen führt der Text einer Gruppe US-amerikanischer Forscher:innen aus dem Jahr 2010 auf, samt Hardware der Datenanalysen auf dem Computer-Cluster »South Florida's 32, Beowulf class«, mit 2.66

10

Wägele, Heike / Gregor, Christa / Martin, William, u.a., »Transcriptional Evidence That Longevity of Acquired Plastids in the Photosynthetic Slugs *Elysia timida* and *Plakobranthus ocellatus* Does Not Entail Lateral Transfer of Algal Nuclear Genes«, in: *Molecular Biology and Evolution* 28, 2011, S. 699-706.

11

Schwartz, Julie A. / Curtis, Nicholas E. / Pierce, Sidney K., »Using Algal Transcriptome Sequences to Identify Transferred Genes in the Sea Slug, *Elysia chlorotica*«, in: *Evolutionary Biology* 37, 2010, S. 29-37, hier: S. 30.

Pentium 4 Xeon Prozessoren und mpiBLAST 1.5.0 Software. Der Subtext genetischer Beweise ist tief versenkt im molekular-genetisch-industriellen Komplex.

Aber auch die genetische Sphäre selbst verschiebt sich. Gehörte der *PCR approach* in die Welt der DNA, werden jetzt die in RNA transkribierten, exprimierten Teile des Genoms untersucht: das Transkriptom. Ergebnis: 96 Prozent der 6.088 Gene von *Elysia timida* sind homolog mit tierischen, nicht mit pflanzlichen Genen, nur 1,3 Prozent mit Genen von Algen und Pflanzen. Von diesen mageren 75 Pflanzengenen im Zellkern der Schnecke stammen aber 15 aus der alten Endosymbiose mit Cyanobakterien und die restlichen 50 sind gar keine Photosynthesegene. Selbst wenn der genetische Einwand für zwei andere Schneckenarten geführt wird, sitzt der Schlag. Er kommt aus einer einflussreichen Schule. Sie geht von der Hypothese aus, dass Horizontale Gentransfers nur indirekt stattfinden: Lediglich Gene aus Chloroplasten [oder Mitochondrien] können in den Kern der Zelle wandern. Es gibt aber von den Chloroplasten zum Zellkern von *Elysia* keine nachweisbaren Gentransfers und der lange Erhalt der Chloroplastenfunktion könnte auch anders zu erklären sein: Bringen die Chloroplasten von *Vaucheria* etwa alles selbst mit, sind »robust« und ihre Proteine zersetzen sich äußerst langsam? Dann würden in den tierischen Zellen der Schnecke gar keine Proteine *de novo* synthetisiert - und das ganze genetische Argument fällt in sich zusammen. In ihrer Antwort auf den Einwand kann die US-amerikanische Gruppe freilich eine ganze Reihe von Unstimmigkeiten benennen ...¹²

Bleibt das Rätsel der Schnecke und ihrer Gene. An ihm bilden sich in »dramatischer Differenz« Schulen.¹³ Dem genetischen Argumentieren als solchem entzieht sich keine, also jener ungeheuren Formalisierung der Lebe-Wesen und ihrer Seinsweisen. Wie alle Formalismen mündet sie, Feld und Labor, *in vivo* und *in vitro*, hinter sich lassend, *in silico*, in digitaler Technik. Auch die Macht über die Lebewesen ist an Alphabete und ihre Maschinen gefallen, nicht nur die Macht der geschichtlichen Götter. Genetik ist in der Biologie die höchste Herausforderung und Befriedigung formaler Intelligenz. Das ist ihr Gesetz, seit des Brünner Benediktinerabts »Pflanzen-ABC« und seinen einsamen Züchtungen, durch Gitternetze geschützt gegen Bienen und andere herumschwärmende Wesen. Aber wissen diese Alphabete, was es heißt, zwischen Tier und Pflanze im Licht zu leben und zu sterben wie *Euglena gracilis*, das Augentierchen, wie *Elysia chlorotica* und *Vaucheria litorea*, wie in Franz Ungers Traum die Alge *Vaucheria clavata*? Wie am Ende wir geschichtlichen Tiere der Technosphäre vom Pflanzen geschuldeten, fossilen Öl bis Bioenergie und Photovoltaik »Die Sonne essend«.¹⁴

¹²
Pierce, Sidney K. / Schwartz, Julie A. / Curtis, Nicholas E., u.a., »Transcriptomic Evidence for the Expression of Horizontally Transferred Algal Nuclear Genes in the Photosynthetic Sea Slug, *Elysia chlorotica*«, in: *Molecular Biology and Evolution* 29, 2012, S. 1.545-1.556.

¹³
Ebd., S. 1.554.

¹⁴
Morton, Oliver, *Eating the Sun. How Plants Power the Planet*, London 2009.

Von Genen und Menschen

Wer wir sind
und werden könnten

Herausgegeben für das Deutsche Hygiene-Museum
von Viktoria Krason und Nele-Hendrikje Lehmann



Wallstein

Diese Publikation erscheint anlässlich der Ausstellung
des Deutschen Hygiene-Museums

Von Genen und Menschen. Wer wir sind und werden könnten
11. Februar - 10. September 2023



Direktorin:
Dr. Iris Edenheiser
Kaufmännische Direktorin:
Lisa Klamka

Ausstellung

Ausstellungsleiterin:
Dr. Doreen Hartmann

Kuratorin und Projektleiterin:
Dr. Viktoria Krason

Wissenschaftlich-kuratorische
Mitarbeiterin:
Nele-Hendrikje Lehmann

Wissenschaftlich-kuratorische
Projektassistentin:
Bettina Beer

Volontärin:
Isabel Matthäus

Schwerpunktrecherche:
Kathrin Haase

Wissenschaftliche Begleitung und Beratung:

Prof. Dr. Ken Arnold,
Prof. Dr. Frank Buchholz,
Sascha Karberg,
Prof. Dr. Johannes Krause,
Prof. Dr. Thomas Lenke,
Prof. Dr. Veronika Lipphardt,
Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber,
Dr. Kay Prüfer,
André Raatzsch,
Prof. Dr. Gudrun Rappold,
Anja Reuss,
Prof. Dr. Hans-Jörg Rheinberger,
Prof. Dr. Volker Roelcke,
Prof. Dr. Eleanor Scerri,
Dr. Stephan Schiffels,
Prof. Dr. Christian Schwarke,
Dr. Mihai Surdu,
Dr. Katrin Vohland,
Prof. Dr. Claudia Wieseemann

Inklusive Stationen und Mitarbeit bei
interaktiven Stationen: Isabel Matthäus
(Volontärin), Maria Matthes, Jonathan
Ventzke (Praktikum), Susanne Weckwerth

Beratung Inklusion:
Dirk Sorge, Susann Thomas (Scouts)

Ausstellungsgestaltung:
Jan Pappelbaum, Berlin,
mit Céline Demars, Saskia Göldner,
Hannah Rolland

Grafikgestaltung, Ausführungsplanung
und Produktionsleitung:
m.o.l.i.t.o.r., Berlin;
Danielle Gringmuth, Marvin Horstmann,
Stephan Rändel, Mara Spieth,
Michael Zeyfang

Medienplanung und -umsetzung:
Dr. Ulf Zschuckelt (Leitung),
Kay Jansen, Robert Queck,
Matthias Wächter, Finn Gehrke
[Auszubildender]; newObjects, Halle

Ausstellungsbau: Werkstätten
des Deutschen Hygiene-Museums:
Michal Tomaszewski (Leitung), Therese
Haack (Praktikum), William Herz,
Martin Jäckel, Ingolf Seidel, Marianne
Tille; Büchner Möbel GmbH, Reichenbach;
Tomkin GmbH, Berlin

Videobearbeitung und Interviewproduktion:
Michael Sommermeyer,
Hechtfilm Filmproduktion, Dresden

Audioproduktion:
tonwelt GmbH, Berlin;
zappmedia GmbH, Berlin

DGS-Videoproduktion:
Fischsigns. Agentur für Gebärden-
sprache, Berlin

Einfache Sprache:
capito Berlin

Produktion inklusive Objekte:
Tactile Studio, Berlin;
Werkstätten des Deutschen Hygiene-
Museums: Michal Tomaszewski (Leitung),
William Herz;
rapidobject, Leipzig

Tastplan:
Barrierefreiheit GmbH, Schwarzenberg

Medientechnik:
Kay Jansen

Lichttechnik:
Paul Göschel, Dresden

Lektorat:
Almut Otto, Berlin

Übersetzung:
Volker Ellerbeck, Stephen Grynwasser,
Ralf Tauchmann

Untertitelung:
Michael Sommermeyer, Dresden

Animationsfilme:
Stefan Matlik, Essenheim

	6	Grußwort Patricia Werner und Joachim Hoof
	7	Vorwort Iris Edenheiser und Doreen Hartmann
	9	Einführung Viktoria Krason und Nele-Hendrikje Lehmann
	13	Von Genen und Menschen: Wer wir sind und werden könnten Viktoria Krason
19		Prolog
	19	Die offene Zukunft des Gens Hans-Jörg Rheinberger
	23	Bildstrecke
37		Herkunft Geschichten des Menschseins
	39	Über Gene, Menschen und Geschichte Ein Gespräch mit dem Archäogenetiker Johannes Krause
	45	Ethische und methodische Herausforderungen in der Populationsgenetik bei Minderheiten und schutzbedürftigen Bevölkerungsgruppen Gudrun A. Rappold, Veronika Lipphardt und Mihai Surdu
	51	Genetische Herkunftstests. Molekulare Geschichten über das eigene Selbst Tino Plümecke
	59	Warum ich kein Skythe bin Szczepan Twardoch
	61	Bildstrecke
79		Identität Was bestimmt, wer wir sind?
	81	Über Gene, Geschlecht und Identität Interview mit der Biologin und Wissenschaftshistorikerin Kerstin Palm
	87	Zwillingsstudien und die Popularisierung der Genetik Constantin Goschler
	93	Wissenschaft der Bürgerrechte. Wie das Queer Sein «natürlich» wurde Joanna Wuest
	99	Der «Fall David Reimer» Texte von Alice Schwarzer bis Judith Butler
	105	Bildstrecke

Inhaltsverzeichnis

119	Gesundheit Heilen, Optimieren, Normieren?
121	Über Gene, Therapien und Gesundheit Ein Gespräch mit dem Molekularbiologen Frank Buchholz
127	Die Logik der Antizipation. Gegenwart und Zukunft prädiktiver Gentests Thomas Lemke
133	Das präventive Selbst als normatives Leitbild? Nichtinvasive Pränataldiagnostik und Selbstbestimmung Christina Schües und Christoph Rehmann-Sutter
139	Gentechnologie und Reproduktionsmedizin. Varianten einer neuen Eugenik? Volker Roelcke
144	Ein Geschwisterchen Sheree Domingo
153	Wie die Frage lautet Juli Zeh
154	Bildstrecke
177	Natur Eine neue Schöpfung?
179	Über Gentechnik, Natur und die Aufhebung der Zeit Ein Gespräch mit dem bildenden Künstler Christian Kosmas Mayer
185	Abschied von der Natur? Das Naturverständnis und seine Funktion in ethischen Debatten um die Gentechnik Christian Schwarke
191	Das Alphabet der Schnecke Peter Berz
199	Camilles Geschichten Donna Haraway
203	Bildstrecke
215	Anhang
215	Autor:innen
218	Urheberrechte und Bildnachweise
220	Leihgeber:innen und Dank
222	Impressum