

Christian Reiß

Der **AXOLOTL**

*Ein Labortier
im Heimaquarium
1864-1914*

WALLSTEIN

Christian Reiß
Der Axolotl

Christian Reiß

Der Axolotl

Ein Labortier im Heimaquarium
1864–1914

WALLSTEIN VERLAG

Gedruckt mit freundlicher Unterstützung
der Geschwister Boehringer Ingelheim Stiftung
für Geisteswissenschaften in Ingelheim am Rhein

Diese Publikation wurde außerdem durch die Unterstützung
der Andrea von Braun Stiftung ermöglicht.
Die Andrea von Braun Stiftung hat sich dem Abbau von Grenzen
zwischen Disziplinen verschrieben und fördert insbesondere die
Zusammenarbeit von Gebieten, die sonst nur wenig oder gar keinen
Kontakt miteinander haben. Grundgedanke ist, dass sich die
Disziplinen gegenseitig befruchten und bereichern und dabei auch
Unerwartetes und Überraschungen zu Tage treten lassen.

Andrea von Braun Stiftung



voneinander wissen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Wallstein Verlag, Göttingen 2020

www.wallstein-verlag.de

Vom Verlag gesetzt aus der Adobe Garamond und der TheSans

Umschlaggestaltung: Marion Wiebel, Wallstein Verlag, unter

Verwendung einer Vorlage aus Meyers Konversations-Lexikon (Axolotl
larva/Ambystoma mexicanum), Leipzig/Wien 1897.

ISBN (Print) 978-3-8353-3306-2

ISBN (E-Book, pdf) 978-3-8353-4267-5

Inhalt

1. Der mexikanische Axolotl

Tiergeschichte im künstlichen Naturraum	9
Die Wissenschaftsgeschichte des mexikanischen Axolotls	12
Aquarien als künstliche Naturräume	18
Künstliche Naturräume als Orte der Proliferation von Tieren	24

2. Präpariertes Leben – lebende Präparate

Der Axolotl zwischen Naturgeschichte und Experiment	33
Der politische Ursprung des mexikanischen Axolotls	33
Naturhistorischer Zoo: Lebende Tiere im <i>Muséum</i> und die Akklimatisierung	45
(Re-)produktive Infrastruktur: Fortpflanzung und Verwandlung der Axolotl in der <i>collection des reptiles</i>	52
Experimente zwischen Naturgeschichte und Physiologie	63
Experimentelle Naturgeschichte im künstlichen Naturraum	69

3. Künstliche Naturräume

Die Geschichte des Aquariums zwischen Wissenschaft, Technik, Unterhaltung und Ökonomie	73
Die Anfänge der Aquaristik zwischen Chemicotheologie, Küstentourismus und Unterhaltung	75
Akklimatisierung, das Süßwasser und der Reiz des Exotischen: Das Aquarium auf dem europäischen Kontinent	78
Aquarium und Aquarienkunde in Deutschland: Von der Liebhaberei zur Naturkunde	83
Zeitschriften und Vereine als Organisationszentren der Aquaristik und Zirkulationsräume aquaristischen Wissens	90
Aquarientiere und Aquarientechnik: Das Leben der künstlichen Naturräume	102
Das Aquarium als künstlicher Naturraum und die Aquarienkunde als heterogene Praxis	116

4. Metamorphoseforschung

Die Verwandlung des Axolotls zwischen Entwicklung und Evolution	119
Die Verwandlung als Höherentwicklung: Albert Kölliker, der Axolotl und die Theorie der heterogenen Zeugung	121

Höherentwicklung, Rückschlag oder Evolution:
 Marie von Chauvin, August Weismann und die
 experimentelle Verwandlung des Axolotls 127
 Zwischenfazit: Vom »directen Beweis«
 zur Experimentalisierung der Verwandlung 163

5. Einfallstor, Instrument, Umwelt

Das Aquarium in den Lebenswissenschaften 165
 Zwischen Museum und Labor: Rudolf Leuckart
 und das zoologische Institut der Universität Leipzig 172
 Wasserkünste: August Weismann und das
 zoologische Institut der Universität Freiburg 180
 Mehr Licht: Carl Gottfried Semper und das
 zoologische Institut der Universität Würzburg 184
 Karl Möbius und das zoologische Institut
 der Universität Kiel 195
 Provisorium und Standardmethode: Die Rolle von Aquarien
 an anderen zoologischen Instituten in Deutschland
 und in biologischen Handbüchern 199
 Die Zoologie, das Aquarium und die Aquarienkunde 203

6. Die Verbreitung des Axolotls in Europa, 1864-1914 207

Auguste Dumérils Rolle bei der Verbreitung
 des Axolotls in Europa 208
 Die geografische Verbreitung der Axolotl
 und ihre Visualisierung im zeitlichen Verlauf 214
 Der Axolotl als Forschungsressource in
 Entwicklungsgeschichte, Zytologie und Hormonforschung 221
 Der europäische Axolotl in den USA 226
 Dynamik und Ausmaß der Verbreitung der Axolotl
 in Europa 228

7. Der Axolotl in Europa

Vom Heimaquarium ins Labor 229

Inhalt	7
Dank	235
Archive	237
Literatur	237
Abbildungsverzeichnis	296
Personenverzeichnis	297

Für Manuela, Karla und Frederik

1

Der mexikanische Axolotl Tiergeschichte im künstlichen Naturraum

Es gab eine Zeit, in der ich viel an die Axolotl dachte. Ich besuchte sie im Aquarium des Jardin des Plantes und brachte Stunden in ihrer Betrachtung, der Beobachtung ihrer Unbeweglichkeit, ihrer dunklen Bewegungen zu. Jetzt bin ich ein Axolotl.

Julio Cortázar, Axolotl

»Es gab eine Zeit in der Entwicklung der Vivarienkunde, da gehörte [...] zum eisernen Bestand jeder Aquarienhandlung, jedes Vereins ein Tier, um dessen Anblick sich der junge Nachwuchs für unsere Liebhaberei an den Schaufenstern der zoologischen Handlungen drängte und die Nase platt drückte.«¹ Wehmütig blickt der Ilmenauer Aquarianer Fritz Griebel 1930 zurück auf die steile Karriere des mexikanischen Axolotls als Bewohner deutscher Aquarien. Er hebt die Bedeutung der Amphibienart für die Entwicklung der Aquarienkunde zu einer populären Freizeitbeschäftigung im Kaiserreich hervor und die umfassende Verfügbarkeit der Tiere im kommerziellen Aquarienhandel. Doch diese goldene Ära gehört in der späten Weimarer Republik scheinbar der Vergangenheit an. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts werden immer neue Zierfischarten aus der ganzen Welt nach Europa importiert und dort von spezialisierten Züchtern nachgezüchtet. Sie verdrängen den Axolotl, wie Griebel beklagt, nach und nach aus den Schaufenstern der Zoohandlungen, den Aquarien der Enthusiasten und damit auch zunehmend aus dem Bewusstsein der Menschen.

Im gleichen Jahr wie Griebels Beitrag erscheinen über 50 weitere Texte, die sich Axolotln widmen. In Fach- und Publikumszeitschriften werden Themen aus den Bereichen Aquarienkunde und Naturgeschichte, der experimentellen Embryologie und Physiologie bis hin zur Philosophie behandelt. Die hohe Zahl an Veröffentlichungen ist dabei keine Ausnahme, sondern eine Konjunktur, die an die steile Karriere der Tiere im Aquarium und in der Wissenschaft geknüpft ist und ihren Anfang im 19. Jahrhundert nimmt. Der Axolotl ist in Mode.

1 Griebel 1930, S. 205.

Und bleibt es auch, entgegen Griebels Befürchtungen, bis ins 21. Jahrhundert. Dieses Buch schildert die Geschichte dieses Trends. Es erzählt die Geschichte des mexikanischen Axolotls – oder *Ambystoma mexicanum*, wie die Tiere seit 1961 in der Fachsprache heißen – als Wissenschaftsgeschichte. Es zeichnet seinen Weg von einer endemischen Amphibienart nach, die in einem kleinen Gebiet in Mexiko lebt, zu einem globalen Labor- und Haustier. Die Tiere sind heute in Aquarien auf der ganzen Welt zu finden und gehören zu den wichtigsten Forschungsobjekten der Biomedizin. Im Jahr 2018 wurde die Entschlüsselung des Genoms des mexikanischen Axolotls bekannt gegeben – das bisher größte jemals sequenzierte Genom.²

Das vorliegende Buch widmet sich der europäischen Geschichte des Axolotls. Sie beginnt 1864 in Paris. In diesem Jahr kommen die ersten lebenden Axolotl in die alte Welt, genauer, nach Paris. Es sind exakt 34 Tiere. Die Geschichte in diesem Buch ist die Geschichte dieser Axolotl und ihrer Nachkommen. Ihr Weg führt entlang der Geschichte des Zoos, des Aquariums und der Frage nach der Haltung lebender Tiere zu Kontroversen im Umfeld der Evolutionstheorie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Das Buch endet 1914 mit der Etablierung der experimentellen Forschung und des Laboratoriums in der Zoologie sowie der Entdeckung des Schilddrüsenhormons Thyroxin. Bis zu diesem Zeitpunkt hat sich aus den 34 Axolotln eine Population von mehreren Zehntausend Tieren entwickelt. Sie bevölkern nun Forschungs- und Heimaquarien in ganz Europa. Damit ist die Geschichte in diesem Buch gleichzeitig historisch und biologisch. Sie unterläuft permanent die Grenze zwischen Natur und Kultur und erweist sich gerade dadurch für die Art *Ambystoma mexicanum* als existentiell.

Für die Biologie ist der mexikanische Axolotl (*Ambystoma mexicanum*) ein Amphibium aus der Familie der Querzahnmolche (*Ambystomatidae*). Die Art zeichnet sich durch den Zustand der Neotenie aus. Damit wird die Ausbildung der Geschlechtsreife im Larvenstadium bezeichnet. Während Frösche sich etwa aus Kaulquappen entwickeln, die im Wasser leben, durchlaufen Axolotl keine Metamorphose von einer Wasser- in eine Landform. Stattdessen behalten sie das Aussehen und die Lebensweise des Larvenstadiums bei. Sie leben permanent im Wasser und atmen mittels externer Kiemen (vgl. Abb. 1). Dieser Zustand wird oft auch als ›ewige Jugend‹ bezeichnet.

2 Vgl. Nowoshilow et al. 2018.

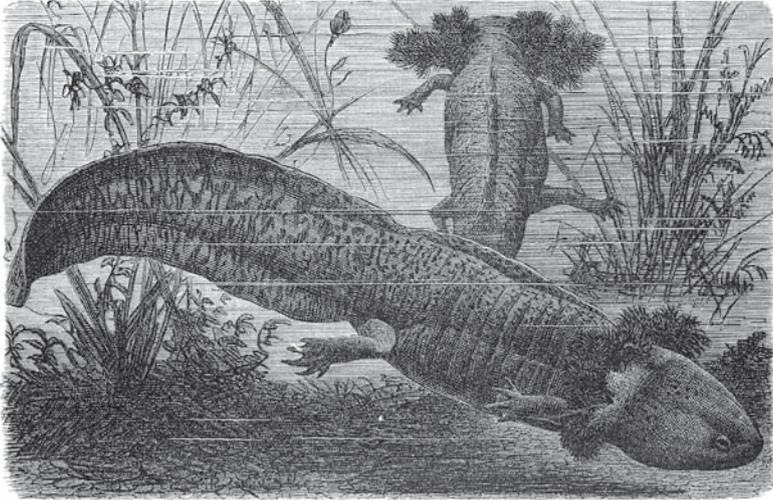


Abb. 1: Der Axolotl verdankt seine Popularität nicht zuletzt seinem bemerkenswerten Aussehen. Zwei Exemplare auf einer Abbildung in einem englischen Naturkundebuch (1885).

Die Art ist endemisch und kommt damit ausschließlich in den Kanälen und Feuchtgebieten von Xochimilco vor, einem Gebiet am südlichen Rand von Mexiko-Stadt. Die Kanäle, deren Anlage noch auf die Zeit vor der Eroberung und Zerstörung der aztekischen Hauptstadt Tenochtitlan durch die spanischen Kolonisatoren zurückgeht, werden heute intensiv für Landwirtschaft und Tourismus genutzt. Die Tiere sind dort heute beinahe ausgestorben. Durch die Landwirtschaft gelangen Dünger und Giftstoffe ins Wasser und die farbenfrohen Boote, auf denen die Besucher die Kanäle befahren, stören die Tiere. Daneben sind es vor allem Fische, die im Zuge der Kolonisierung in die Gewässer von Mexiko-Stadt eingesetzt wurden, die den Axolotln zum Verhängnis werden.³

3 Die Red List of Threatened Species der International Union for Conservation of Nature (IUCN) führt *Ambystoma mexicanum* seit 2006 als *critically endangered* und damit als akut vom Aussterben bedroht, vgl. Zambrano et al. 2010. Für eine ausführlichere Darstellung der Situation in Xochimilco vgl. Voss/Woodcock/Zambrano 2015; Wanderer 2018. Zur Biologie des Axolotls mit besonderer Berücksichtigung der Entwicklungsbiologie vgl. Armstrong/Malacinski 1989. Zur Biologie des Axolotls aus Sicht der Aquaristik, vgl. Wistuba 2000.

Den Tieren kommt auch immer große kulturelle Bedeutung zu. In Mexiko dienen sie seit vorkolumbianischer Zeit als Nahrung. Und auch heute sind Exemplare auf lokalen Märkten zu finden. Gleichzeitig ist der Axolotl in der aztekischen Mythologie vertreten, wo er mit der Gottheit Xolotl assoziiert ist. Dieser spielt als Zwillingbruder der Gottheit Quetzalcoatl eine zentrale Rolle im aztekischen Schöpfungsmythos und verfügt über die Fähigkeit zur Formwandlung. Die Art hat aber auch eine europäische Geschichte in der Hoch- und Popkultur. So tritt der Axolotl etwa mehrmals als literarische Figur auf. Am bekanntesten sind hier sicherlich Julio Cortazárs Kurzgeschichte *Axolotl* und Helene Hegemanns Roman *Axolotl Roadkill*.⁴

Diese paradoxe Situation – eine derzeit vom Aussterben bedrohte Tierart als globales Labortier – ist der Ausgangspunkt dieser Wissenschaftsgeschichte des mexikanischen Axolotls. Im Unterschied zu den meisten anderen Labortieren, die heute derart intensiv genutzt werden, handelt es sich beim Axolotl anfänglich nicht um ein Haus- oder Nutztier im engeren Sinne, wie zum Beispiel beim Haushuhn (*Gallus domesticus*) oder beim Meerschweinchen (*Cavia porcellus*). Auch kann man bei ihm nicht von einem Kulturfolger sprechen, wie bei der Ratte (*Rattus norvegicus*), der Hausmaus (*Mus musculus*) oder der Fruchtfliege (*Drosophila melanogaster*). Die Organismen wiederum, die als Aquarientiere eine ähnliche Geschichte wie der Axolotl haben – der Krallenfrosch (*Xenopus laevis*) und der Zebrafisch (*Danio rerio*) – sind in der Natur nicht vom Aussterben bedroht.⁵

Die Wissenschaftsgeschichte des mexikanischen Axolotls

Die Geschichte des Axolotls stellt einen Fall dar, der ein anderes, neues Licht auf die Wissenschaftsgeschichte der Labortiere wirft. Wie kommt eine heute vom Aussterben bedrohte Tierart in die Labore der modernen Biomedizin? Was bedeutet dieses Paradox für das Verhältnis von Natur und Kultur? Wie entsteht aus den ersten 34 Tieren, die 1864 nach Paris kommen, eine europäische Population, die mehrere Zehn-

4 Zum Axolotl als Nahrung vgl. Tate 2010; Zambrano et al. 2010. Zur Mythologie vgl. auch Moreno 1969; Kranz/Smith/Smith 1969. Zum Axolotl in der Literatur vgl. Cortázar 1998, S. 303-308; Hegemann 2010. Für eine literaturwissenschaftliche Analyse vgl. Renard 2010.

5 Für den Status von *Xenopus laevis* vgl. Tinsley et al. 2009. Für *Danio rerio* vgl. Vishwanath 2010.

tausend Tiere umfasst? Da bis mindestens 1914 keine weiteren Tiere nach Europa importiert werden, bildet der Nachwuchs der Pariser Tiere die Grundlage für die Verbreitung des Axolotls, die sich zuerst innerhalb weniger Jahrzehnte über ganz Europa und später über die ganze Welt vollzieht. Bis heute wird die Art kontinuierlich in der Forschung genutzt. Damit ist der Axolotl eines der ältesten, wenn nicht sogar das älteste Labortier in der Geschichte der Lebenswissenschaften, das ausschließlich in Laboren und Aquarien lebt. Natürlich hat die Forschung an Tieren eine viel längere Geschichte, doch sind die Axolotl Labortiere im buchstäblichen Sinne. Ihre transregionale Geschichte beginnt genau an den Orten, die gerade dabei sind, sich in Laboratorien zu verwandeln. Hier wird nicht nur an ihnen geforscht. Diese Orte bilden gleichzeitig den Lebensraum der Tiere. Hier lebten und leben sie und pflanzen sich immer weiter fort. Gleichzeitig wandelt sich der Raum um sie herum stetig. Wie für alle anderen intensiv genutzten Labortiere in der Biomedizin existiert mittlerweile auch für den Axolotl ein *Genetic Stock Center*, das an der *University of Kentucky* angesiedelt ist. In dieser spezialisierten Zuchteinrichtung werden Tiere mit bekannten genetischen Charakteristika für die Forschung gezüchtet. Unter dem Hinweis »AGSC does not sell pets«, kann man hier Laich und Tiere für die wissenschaftliche Forschung bestellen.⁶

Diese Existenz im Labor unterscheidet den Axolotl von anderen Tierarten, die ebenfalls seit Mitte des 19. Jahrhunderts für die wissenschaftliche Forschung eingesetzt werden. So avancieren etwa Frösche zu zentralen Organismen in der Physiologie des 19. Jahrhunderts. Als Vertreter einer einheimischen Art konnten neue Frösche – zumindest im 19. Jahrhundert – nach Belieben aus der lokalen Fauna ins Labor geholt werden. Bei Axolotln ist das nicht möglich. Sie existieren außerhalb von Xochimilco nur in Aquarien. Die europäische Axolotlpopulation besteht bis mindestens 1914 ausschließlich aus den Nachkommen der 34 Tiere, die 1864 nach Paris kommen. Damit ist die Wissenschaftsgeschichte der Tiere gleichzeitig die Naturgeschichte der europäischen Population. Und die Naturgeschichte der Art insgesamt ist wiederum untrennbar mit ihrer Wissenschaftsgeschichte verbunden.⁷

6 Vgl. www.ambystoma.org/genetic-stock-center [zuletzt besucht am 7.3.2018]. Zum Axolotl als Labortier vgl. Reiß/Olsson/Hoßfeld 2015. Für einen Überblick über die Verwendung in der Biomedizin vgl. Voss/Epperlein/Tanaka 2009. Zur Geschichte des Tierexperiments vgl. Guerrini 2003.

7 Zum Frosch als Märtyrer der Naturwissenschaften vgl. Holmes 1993.

Das Vorliegen dieser klar umgrenzten Labortierpopulation erlaubt einen einmaligen Einblick in bisher wenig bekannte Aspekte lebenswissenschaftlicher Forschungspraxis. Folgt man den Tieren von Mexiko nach Paris und von dort durch Europa, so zeigt sich das Ausbreitungsmuster einer Tierart und des Wissens über sie in den Wissenschaften des 19. Jahrhunderts. Es wird ein Netzwerk sichtbar, das die Forschungsfelder, in denen die Tiere Verwendung finden, mit zoologischen Gärten und Heimaquarien verbindet. Der Axolotl kommt zu einem Zeitpunkt nach Europa, als sich die Zoologie besonders im deutschsprachigen Raum gerade zu einer eigenständigen Disziplin entwickelt. Aus der Naturgeschichte wird die wissenschaftliche Zoologie. Dieser Wandel geht einher mit einer Änderung der Arbeitsgrundlage. Die Sammlungen toter Präparate, wie sie für die Naturgeschichte charakteristisch waren, rücken in den Hintergrund. Viele Fragestellungen der neuen Zoologie werden an lebenden Tieren untersucht. Dabei handelt es sich aber keineswegs immer um die experimentelle Forschung, an die man bei Laboratorien sofort denkt. Methodische Verschiebungen in Bereichen wie der Entwicklungsgeschichte und der vergleichenden Anatomie führen zu einer räumlichen und zeitlichen Ausweitung des zoologischen Blicks. Entwicklung und Struktur stehen im Zentrum. Zusammen mit einem Wandel der universitären Ausbildung und steigenden Studierendenzahlen in der Medizin und den Naturwissenschaften steigt so der Bedarf an Forschungsmaterial und damit an Tieren.

Anhand der Geschichte der europäischen Axolotlpopulation wird diese Verschiebung auf inhaltlicher, praktischer und institutioneller Ebene im Detail deutlich. Entlang der Spur des Axolotls zeigen sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Verbindungen und Zusammenhänge, die abseits der Geschichte von Theorien, Biografien und Institutionen liegen. Es rücken zum Beispiel die Akklimatisierungsbewegung mit ihren Zoos und die Aquarienkunde mit ihren Heimaquarien in den Fokus, denen bisher wenig wissenschaftshistorische Aufmerksamkeit zukam. Die Geschichte des Axolotls erlaubt es, die maßgebliche Bedeutung dieser Felder für die historische Formierung des Labors als Ort der Forschung und Lehre in der Zoologie zu zeigen und dabei besonders die Bedingungen und den Einfluss der Tierhaltung herauszuarbeiten. Welche Ressourcen müssen mobilisiert werden, um an Axolotln und anderen lebenden Tieren zu forschen? Welches Wissen ist für die Haltung der Tiere notwendig? Wie verändern die Tiere die Praxis und die Orte der Forschung? Wie verändern lebende Tiere die Forschung selbst?

Es stellt sich also die Frage nach dem Zusammenhang zweier paralleler Proliferationsbewegungen, derjenigen des Wissens über den Axolotl und derjenigen der Axolotl selbst. Besondere Aufmerksamkeit muss daher den Räumen und Praktiken zukommen, in denen und durch die sich diese Ausbreitungen vollziehen. Wie werden die Tiere für die Forschung mobilisiert und wie bewegen sie sich in der Wissenschaft? Welche Voraussetzungen und Konsequenzen hat die Einführung lebender Tiere und wie beeinflussen sie die Ausgestaltung der Räume und der Forschungspraktiken?

Wie aber schreibt man eine solche Geschichte? Haben Tiere überhaupt eine Geschichte im Sinne einer Historiografie? Das Verhältnis zwischen Geschichte und Natur scheint eigentlich seit dem »Ende der Naturgeschichte«, also seit dem Ende des 18. Jahrhunderts, geklärt. Die Naturgeschichte ist seit ihren Anfängen bei Aristoteles ein primär kompilatorisch orientiertes Unternehmen, das den Naturdingen das jeweils über sie verfügbare Wissen zuordnet und sie in diesem »von der Naturgeschichte gebildeten Denkraster« mit Sinn versieht und dadurch auf eine umfassende Weise verstehbar macht. Zu diesem Wissen gehören nicht nur die Eigenschaften eines Lebewesens, sondern ein größeres semantisches Feld, das sich von der Nutzbarkeit für den Menschen bis zur Mythologie erstreckt.⁸

Erst mit der Wende zum 19. Jahrhundert und der immer tiefer gehenden Verzeitlichung der Natur entsteht aus dieser Wissenschaft der Lebewesen eine Wissenschaft des Lebens, der eine Vorstellung von Entwicklung und damit von Historizität zugrunde liegt. Während die alte Naturgeschichte die sichtbaren Eigenschaften und das Denkraster, das die Lebewesen umgibt, nutzt, um eine alles umfassende Ordnung der Naturdinge zu erstellen, gilt die Aufmerksamkeit nun den in die Körper der Lebewesen eingeschriebenen Strukturen und Funktionen. Diese werden zur Grundlage einer neuen Form der Ordnung und konstituieren damit gleichzeitig das Leben als eigenständiges Phänomen der Natur. Geschichte wird nun im zeitlichen Sinne als Entwicklung gedacht, der die Lebewesen als Individuen unterliegen und der eine regelhafte Abfolge von Formen und Zuständen entspricht. Auf das Leben insgesamt bezogen bilden sich Historizität und Entwicklung in der Evolution der Organismen ab, die damit die eigentliche Geschichte der organischen Natur ist. So werden die Geschichte der Natur und mit ihr das Leben ein Thema der Wissenschaften, aus

8 Vgl. Lepenies 1976; Müller-Wille 2001; Foucault 2009, S. 165–210, hier S. 168.

denen sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Biologie formieren wird.⁹

Die Schwierigkeiten einer Geschichtsschreibung zwischen Geschichte und Natur zeigen sich in den wenigen Arbeiten, die bisher zur europäischen Geschichte des mexikanischen Axolotls erschienen sind. Hier stehen entweder biologische Fragestellungen im Zentrum des Interesses oder es werden Teilaspekte wie die Taxonomiegeschichte der Spezies, die Rolle des Axolotls als literarische Figur oder seine Kolonialgeschichte dargestellt.¹⁰ Es finden sich auch umfassendere Ansätze, die im Sinne einer Chronik die Ereignisse in der Wissenschaftsgeschichte des Axolotls festhalten.¹¹ Besondere Bedeutung für das vorliegende Buch hat die Arbeit des US-amerikanischen Herpetologen Hobart M. Smith, der 1971 zusammen mit seiner Frau Rosella B. Smith eine Bibliografie der Literatur zum Axolotl vorlegt. Sie bildet als umfassende Sammlung aller Publikationen bis 1970 zum Axolotl die Grundlage für die vorliegende Arbeit.¹²

Wer ist nun aber genau der Akteur der vorliegenden Geschichte? Die Antwort – der Axolotl! – scheint auf der Hand zu liegen, doch stellt sie sich bei genauerem Hinsehen komplizierter dar. Denn: Was genau ist der Axolotl? Es handelt sich nicht um ein *charismatic animal*,

9 Vgl. Lepenies 1976, S. 29-77; Engelhardt 1979, S. 81-93; Foucault 2009, S. 333-341. Zum Begriff des »Lebens« bei Foucault vgl. Muhle 2008, S. 61-103.

10 Vgl. Fischer 1968; Gould 1977, S. 177-184; Thireau 1982; Andreu/Avina/Miguel 2004; Renard 2010.

11 Vgl. Smith 1968; Smith 1969; Smith 1989; Wistuba 2013.

12 Vgl. Smith/Smith 1971. Die *Synopsis* wurde für die vorliegende Arbeit in eine Literaturdatenbank übertragen, überprüft und ergänzt. Daraus ergab sich ein Set aus 1759 Publikationen, das wiederum auf Hinweise auf das Vorhandensein lebender Axolotl und damit einer Verbindung zu den Pariser Tieren durchsucht wurden. Das Ergebnis ist ein Korpus aus 503 Literaturstellen zwischen 1865 und 1914, die eine europäische Axolotlpopulation markieren und die Grundlage der vorliegenden Arbeit darstellen. Das Jahr 1914 hat sich ergeben, weil bis zu diesem Zeitpunkt von der Geschlossenheit der europäischen Axolotlpopulation ausgegangen werden kann. Es kommen zwischen 1864 und 1914 also keine neuen Individuen mehr aus Mexiko nach Europa. Umgekehrt bedeutet das, dass alle europäischen Axolotl bis 1914 Nachkommen der 34 Pariser Tiere von 1864 sind. Smiths historisch-bibliografisches Interesse geht auf seine Arbeit als Herpetologe (die Herpetologie bezeichnet die Amphibien- und Reptilienkunde) und Taxonom zurück. So beantragte er 1961 vor der *International Commission on Zoological Nomenclature* die noch heute gültige Bereinigung der aus historischen Gründen sehr verworrenen Klassifikation des Axolotls und die Festlegung des Artnamens *Ambystoma mexicanum* sowie der Familie *Ambystomatidae* vgl. Smith/Tihen 1961.

also ein anthropomorphisiertes und damit identifizierbares Individuum wie etwa den Klugen Hans, das berühmte Pferd, das um 1900 die Menschen mit seinen Rechenkünsten verblüffte. Ein solches Individuum würde einen biografischen Zugang ermöglichen. Auch die biologische Spezies *Ambystoma mexicanum* eignet sich nicht als Kategorie. Sie ist selbst ein Resultat der Geschichte des Axolotls im 19. Jahrhundert. Damit wäre es wenig aufschlussreich, die heutige Artdefinition rückzuprojizieren und so die Existenz des eigentlichen Tieres über Zeit und Raum hinweg zu postulieren. Auf diese Weise ergäbe sich wieder die Naturgeschichte der Art, also die Entwicklung im biologischen Sinne. Damit befände man sich jedoch nicht mehr in der Wissenschaftsgeschichte, sondern in der Biologie.¹³

Die Antwort auf die Frage liegt in der Geschichte selbst. Denn wie sich zeigt, spielt die Art im taxonomischen Sinne für die meisten menschlichen Akteure nur eine untergeordnete Rolle. Daher orientiert sich die Arbeit zum einen an der Akteurskategorie, also »Axolotl«. Dieser sogenannte Trivialname erweist sich auch in der Wissenschaft als deutlich stabiler als die wechselnden taxonomischen Bezeichnungen. Den zweiten Referenzpunkt bilden die 34 Tiere, die 1864 nach Paris gebracht werden und deren Nachkommen, die bis 1914 die europäische Axolotlpopulation bilden. Sie sind es, die sich in Europa verbreiten und an denen geforscht wird. Dieses Buch handelt also von der Geschichte dieser Tiere und rekonstruiert damit die Entwicklung und Genealogie einer spezifischen Axolotlpopulation als kulturelles und biologisches Phänomen.¹⁴

13 Zum Klugen Hans und seiner Geschichte vgl. De Sio/Marazia 2014.

14 Andere Artbezeichnungen, die heute als synonym mit dem Namen *Ambystoma mexicanum* angesehen werden, sind u.a.: *Gyrinus mexicanus*, *Siredon pisciformis*, *Stegoporus mexicanus* oder *Philhydrus pisciformis*. Eine vollständige Übersicht der Synonyme mit den jeweiligen Referenzen findet sich in der Onlinedatenbank *Amphibian Species of the World: an Online Reference*, vgl. Frost 2019. Mit dem Fokus auf die Akteurskategorie »Axolotl« schließt die vorliegende Arbeit auch an das Vorgehen der Herpetologen Hobart und Rosella Smith an, nach dem sie ihre Bibliografie zum Axolotl erstellt haben, vgl. Smith/Smith 1971, S. VII-VIII.

Aquarien als künstliche Naturräume

Im Folgenden stehen zwei Fragen im Zentrum: Wie ist die Kultur beschaffen, die es den Axolotln erlaubt, sich in Europa so umfassend auszubreiten? Und welche Rolle spielt die Biologie der Tiere dabei? Als neotene Amphibien sind Axolotl permanent auf Wasser angewiesen, um zu leben und sich fortzupflanzen. Der heutige, als natürlich gesetzte Lebensraum der Tiere in den Kanälen von Xochimilco in Mexiko ist stark kulturell ge- und überformt und die derzeitigen Bemühungen gehen in Richtung Renaturierung und Biotopschutz. Dagegen ist der Axolotl in Europa auf einen aquatischen Lebensraum angewiesen, der scheinbar gänzlich anders geartet ist: das Aquarium. Jedoch wird sehr schnell deutlich, dass auch das Aquarium ein hybrider Raum ist, der sich als Geflecht heterogener Elemente einer einfachen Zuordnung widersetzt. Während es sich bei den Kanälen um eine Seenlandschaft handelt, die in eine Kulturlandschaft verwandelt wurde, ist das Aquarium ein technisches System, das Natur funktional und ästhetisch nachbilden soll. Aus menschlicher Perspektive gibt es sicherlich viele wichtige Unterschiede zwischen den beiden Räumen. Dagegen spielt aus Sicht der Axolotl die Eignung der Kanäle und des Aquariums als (Über)lebensraum die zentrale Rolle.¹⁵

Aquarien erfreuen sich als Unterhaltungs- und Wissensobjekte seit den 1850er Jahren ausgehend von England in ganz Europa einer wachsenden Popularität und kommen auch in den Lebenswissenschaften zum Einsatz. Sie entwickeln sich in diesem Zusammenhang zu technisch und praktisch stabilisierten Räumen, die im Folgenden als »künstliche Naturräume« bezeichnet werden. Der Begriff macht deutlich, dass diese Räume einerseits als mimetische Annäherung an die Natur, ja als Natur selbst, verstanden werden. Andererseits ist diese Nachbildung nur durch den Einsatz industrieller und urbaner Technologien möglich, die gleichzeitig ihre Integration in die urbanen Lebens- und Wohngegebenheiten ihrer Besitzer erlauben.¹⁶

15 Zu den Artenschutz- und Biotopschutzbemühungen um den Axolotl vgl. Bride et al. 2008; Voss/Woodcock/Zambrano 2015; Wanderer 2018.

16 Das Aquarium stellt nur das für die vorliegende Arbeit relevante Beispiel einer ganzen Reihe dieser Naturräume dar. Verschiedene Zeitschriften, Ratgeberbücher und Vereine setzen sich intensiv mit der Haltung einer großen Bandbreite an Tieren, aber auch mit Zimmer- und Balkonpflanzen auseinander. Zu den Zimmer- und Balkonpflanzen vgl. u. a. Fleuriot 1874; Fahldieck 1879; Horwood 2007. Hier werden auch die den Aquarien nicht unähnlichen Zimmergewächshäuser thematisiert. Auch die Anfänge des urbanen

Das Aquarium verdeutlicht das Konzept des künstlichen Naturraums auf besonders eindrückliche Weise. Durch die Differenz der umgebenden Luft und dem Wasser werden die Lebensbedingungen der aquatischen Tiere und Pflanzen sichtbar gemacht, ein Effekt, der durch die Glasscheiben des Aquariums zusätzlich verstärkt wird. Wie fragil diese materielle und diskursive Abtrennung zwischen Innen und Außen im Aquarium ist, zeigen die vielfältigen technischen Vorrichtungen, die zur Stabilisierung der Grenze eingesetzt werden. Gleichzeitig wird deutlich, dass das Aquarium als künstlicher Naturraum eine Koproduktion menschlicher und nicht-menschlicher Akteure ist. So prägt das Aquarium als Technologie das Leben seiner menschlichen Benutzer genauso wie das seiner nichtmenschlichen Bewohner. Damit ergibt sich ein komplexer Prozess wechselseitiger Anpassungen zwischen Tieren, Menschen und Technologie, dessen Ergebnis das Aquarium als künstlicher Naturraum ist.¹⁷

Die Axolotl haben diesen künstlichen Naturraum entscheidend mitgeprägt. Denn die historische Nähe zwischen Axolotl und Aquarium ist kein Zufall. Beide breiten sich ungefähr zur gleichen Zeit und mit gegenseitiger Unterstützung in Europa aus. Der Axolotl fungiert dabei als das erste, nicht-einheimische Tier der Aquarienmode des 19. Jahrhunderts. Der Paradiesfisch kommt als erster nicht-einheimischer Aquarientier erst fünf Jahre nach dem Axolotl nach Europa. Gemeinsam sind die beiden Tiere bis in die 1890er Jahre die einzigen außereuropäischen Aquarientiere, die umfassend verfügbar sind. Besonders in Deutschland findet ab den 1870er Jahren eine nachhaltige Institutionalisierung der Beschäftigung mit Aquarien in Form der Aquarientierkunde/Aquaristik mit eigenen Vereinen und Zeitschriften

Kleingartens sind in diesem Kontext zu verorten, vgl. Jensen 2005. Das Konzept der künstlichen Naturräume lehnt sich an Christina Wesselys Arbeit zu zoologischen Gärten und urbaner Moderne an, vgl. Wessely 2008. Vgl. hierzu auch Böhme 1992, S. 181-197. Ähnliche Konzepte erfreuen sich in letzter Zeit zunehmender Beliebtheit, vgl. etwa Wessely 2013, Wessely/Huber 2017, Köchy 2018; Vennen 2018.

- 17 Für den prozessualen Charakter der Anpassung von Tieren an Experimentalsysteme hat James Griesemer den Begriff »generative entrenchment« geprägt, vgl. Griesemer 1992. Dieser Begriff wird hier auf Menschen und Technologien im Sinne einer symmetrischen Perspektive erweitert. Zum wechselseitigen Einfluss von Benutzern und Technologie in der Technikgeschichte vgl. Oudshoorn/Pinch 2005. Auch hier muss eine Erweiterung um nicht-menschliche Benutzer mitgedacht werden. Dabei spielt der *agency*-Begriff aus der aktuellen Wissenschafts- und Technikforschung eine wichtige Rolle, vgl. Latour 2005; Schlünder 2012.

statt. Um die Ausbreitungsdynamik der Axolotl zu verstehen, ist es notwendig, die beinahe zeitgleiche Konjunktur des Aquariums als Technologie und der Aquarienkunde als Wissenskultur zu untersuchen. Dabei wird deutlich, dass die Aquaristik Teil einer größeren Dynamik zwischen Wissenschaft, Unterhaltung, Technologie und Ökonomie ist, die sich insbesondere im deutschsprachigen Raum um die Haltung und Züchtung von Tieren und Pflanzen formiert. Im Anschluss an die sogenannte Akklimatisierungsbewegung und die englische Aquaristik entstehen hier Wissen, Praktiken und Technologien, mit deren Hilfe eine als authentisch gerahmte Natur in Privathaushalte genauso integriert werden kann wie in Universitätsinstitute und zoologische Gärten. Damit entsteht nicht nur ein wichtiger Aspekt europäischer Freizeitkultur. Die in diesem Zusammenhang entwickelten Praktiken und Technologien der Tierhaltung und -zucht beeinflussen auch die spezifische Form des Laboratoriums in der Zoologie und damit eine der Grundlagen der experimentellen Lebenswissenschaften, die das 20. Jahrhundert entscheidend mitprägen werden.

Die Aquarienkunde im 19. Jahrhundert spielt sich zu einem großen Teil im Feld der sogenannten naturwissenschaftlichen Liebhabereien und der praktischen Naturkunde ab. Neben dem Streben nach Bildung und Unterhaltung kann man dieses Feld auch als Reaktion auf Industrialisierung und Urbanisierung verstehen. In diesem Zusammenhang verändert sich auch das Bild einer Natur, die als im Verschwinden begriffen angesehen wird. Aus dieser Nostalgie entsteht in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Versuch, die Natur wieder in die eigene Lebenswelt zu integrieren. Grundlage ist hierfür die Vorstellung, dass die Natur im Kleinen nachbildbar ist. Dabei geht es nicht nur um eine Imitation wie bei Dioramen und in Naturkundemuseen, sondern um die tatsächliche mimetische Nachbildung der Natur in ihren funktionellen Zusammenhängen. Für die konkrete Umsetzung bedarf es Technologien und Praktiken, die diese Überführung ins Kleine ermöglichen und stabilisieren. Gleichzeitig ist die Lebenswelt, in der Natur nachgebildet werden soll, ihrerseits fundamentalen Änderungen unterworfen. Die Liebhabereien entwickeln sich besonders in der wachsenden bürgerlichen Mittelschicht der Städte zu einer beliebten Beschäftigung und müssen entsprechend mit der Arbeits- und Wohnsituation dieser sozialen Gruppe kompatibel sein. Hier sind zum einen die sich in diesem Zusammenhang als dominante urbane Wohnform herausbildenden Mietwohnungen und zum anderen die zunehmende örtliche Trennung zwischen Privat- und Arbeitsleben bestimmend. Die Unterbringung und Pflege der Tiere muss also mit dem Zeitregime der

Erwerbsarbeit und den Gegebenheiten einer Wohnung in Einklang gebracht werden.¹⁸

Das Entstehen dieser künstlichen Naturräume verweist nicht nur auf eine neue Wahrnehmung, sondern auch auf einen Prozess der Kompartimentalisierung urbaner Räume, dessen Ursprung wiederum in den Konsequenzen und Möglichkeiten von Industrialisierung und Urbanisierung liegt. In diesem Zusammenhang wird auch das Verhältnis zwischen Natur und Kultur einer grundsätzlichen Neuregulierung unterzogen. Diese erfolgt durch die Ausweisung spezifischer Orte, in denen Natur in kontrollierter Form zur Erholung und Erbauung der Stadtbewohner existieren kann. Das private Gegenstück zu großen Publikumseinrichtungen wie Parks und Zoos sind unter anderem Heimaquarien. Während bei Ersteren die Einrichtung, Aufrechterhaltung und Inszenierung von Natur im urbanen Umfeld durch den zentralisierten Einsatz nicht unerheblicher technischer und finanzieller Mittel ermöglicht wird, müssen für die dezentralen Heimaquarien Lösungen gefunden werden, die den spezifischen Bedingungen und Möglichkeiten privater, urbaner Lebensformen entsprechen. Die Entwicklung des dafür notwendigen Wissens und der entsprechenden Praktiken und Technologien des Aquariums wird dabei von den Liebhabern selbst vorangetrieben. Sie vernetzen sich auf lokaler Ebene in Vereinen und auf überregionaler Ebene in Zeitschriften und akkumulieren und stabilisieren so im Laufe der Zeit einen wachsenden Bestand an immer elaborierterem Wissen. Auch die Entwicklung von Technologie und Praktiken erfolgt auf dieser Ebene. Die zunehmende Verbreitung und Vernetzung dieser speziellen Form der künstlichen Naturräume seit den 1860er Jahren bildet dann auch die Grundlage für die Verbreitung der Axolotl.

Dabei haben Aquarien in der Wissenschafts- und Technikgeschichte lange wenig Aufmerksamkeit erfahren. Insbesondere in der Geschichte der populären Naturkunde war die Aquaristik Thema, wobei dem Bereich hier keine nennenswerte Bedeutung für fachwissenschaftliche Diskurse beigemessen wird.¹⁹ Diese Einschätzung ändert sich in den vergangenen Jahren langsam, was eine wachsende Zahl an Beiträgen aus Wissens- und Wissenschaftsgeschichte, aber auch aus den Kultur- und Medienwissenschaften zur Folge hat. Daneben bearbeitet aber

18 Vgl. Häußermann und Siebel 1996, S. 59-84.

19 Für frühe Ausnahmen vgl. Rehbock 1980; Hamlin 1986. Zum Aquarium in der populären Naturkunde vgl. Allen 1994; Allen 1996; Daum 2002, S. 108 und S. 332-334.

auch die heutige Aquaristik in Festschriften oder Zeitschriftenbeiträgen ihre eigene Geschichte und macht Kontexte zugänglich, die aufgrund der schwierigen Quellenlage und des notwendigen Spezialwissens anderweitig nur schwer zu erschließen wären.²⁰

Die Neubewertung der Aquarienkunde und des Aquariums verweist auf zwei konzeptionelle Verschiebungen in der Wissenschaftsgeschichte der letzten Jahre. Ein breiterer Blick auf die Geschichte des 19. Jahrhunderts zeigt, dass die Unterscheidung in ein akademisches Innen und Außen ebenso wenig hilfreich ist wie die strikte Trennung in Amateure und Fachwissenschaftler. In diesem Sinne wird die Aquaristik im Weiteren als »praktische Naturkunde« gefasst. Mit diesem Begriff werden viele der Fallstricke einer Konzipierung von Amateur- und Populärwissenschaft vermieden und gleichzeitig der praktisch-partizipative Charakter sowie der Geltungsanspruch an das erarbeitete und gesammelte Wissen betont. Naturwissenschaftliche Liebhabereien wie die Aquaristik treten in einem Moment mit dem Anspruch der Wissenschaftlichkeit auf, als sich die Trennung in Fach- und Amateurwissenschaft gerade herauszubilden beginnt. Das Verhältnis zwischen akademischer Wissenschaft und der Liebhaberei ist komplexer und geht weit über die einseitige Vermittlung wissenschaftlichen Wissens an eine interessierte Öffentlichkeit hinaus.²¹

- 20 An dieser Stelle ist insbesondere Mareike Vennens Arbeit *Das Aquarium: Praktiken, Techniken und Medien der Wissensproduktion (1840–1910)* hervorzuheben, die den zentralen Bezugspunkt für den Aquarienaspekt der vorliegenden Arbeit bildet und der ich auch darüber hinaus wichtige Anregungen verdanke, vgl. Vennen 2018. Für einen Überblick über die Kulturgeschichte ist nach wie vor auch Bernd Brunners *Wie das Meer nach Hause kam* hilfreich, vgl. Brunner 2011. Weitere wissens-, wissenschafts- und kulturhistorischen Arbeiten widmen sich Einzelaspekten des Aquariums und der Aquarianerbewegung. Sie untersuchen die Verbindung zwischen der Aquaristik und der frühen Ökologie sowie die Rolle des Aquariums als Wissensobjekt und -instrument, Reiß 2012a; Vennen 2013; Wessely 2013; Lachapelle/Mistry 2013; Brandstetter/Wessely 2013; Reiß/Vennen 2014. Das Aquarium ist aber auch als Objekt populärer Kultur im 19. Jahrhundert, in seiner Rolle als imaginativer Raum oder in seiner ästhetischen Dimension als Teil zeitgenössischer Inneneinrichtung von Interesse, Lorenzi 2009; Kranz 2010; Hamera 2012; Harter 2014. Für die Selbstgeschichtsschreibung innerhalb der derzeitigen Aquaristik vgl. etwa Rieck/Hallmann/Bischoff 2001; Rieck und Mau 2008; Verband Deutscher Vereine für Aquarien- und Terrarienkunde e.V. 2001.
- 21 Vgl. Nyhart 2009, S. 35–38. Nyhart verwendet den Begriff »practical natural history«, wobei allerdings im Englischen keine Unterscheidung zwischen Naturgeschichte und Naturkunde möglich ist, vgl. Nyhart 2009, S. 253–255. Dem Begriff der »Naturkunde« wird hier gegenüber dem der »Naturgeschichte« der Vorzug gegeben, um einmal vor dem Hintergrund des Über-

Mit Blick auf die in der Aquaristik verhandelten Praktiken und das produzierte Wissen wird die Zirkulation zwischen verschiedenen Räumen wie Universitätsinstituten, Privathaushalten und Zoos deutlich. Es zeigt sich, dass zumindest auf dieser Ebene enge Verbindungen und Kontinuitäten bestehen. Die Verbreitung des Axolotls in den Heimaquarien macht deutlich, dass man diese Bereiche als eng miteinander vernetzt begreifen muss. Das Aquarium rückt als *technology-in-use* in den Blick.²²

Man kann von Aquarien auch als Infrastruktur im Sinne einer vermittelnden Instanz oder eines Zwischenraums sprechen, wie sie in den letzten Jahren in den wissenschaftshistorischen Blick genommen wurde. Als großflächig verteilte, soziotechnische Systeme, die von einer sehr großen Zahl an Nutzern in Anspruch genommen werden, zeichnen sie sich nicht nur durch ihre technische Materialität aus, sondern insbesondere durch die mit ihnen verbundenen Praktiken der Benutzung, Wartung und Umnutzung. Zudem ist die Geschichte des Aquariums eng mit der Geschichte moderner Infrastrukturen im engeren Sinne – vor allem Trink- und Abwassersysteme und die Eisenbahn – verbunden, die in Europa ab Mitte des 19. Jahrhunderts entstehen. In diesem Sinne bilden Aquarien als künstliche Naturräume in der vorliegenden Arbeit eine Infrastruktur, in der sich auf der einen Seite die Axolotl über ganz Europa ausbreiten können. Auf der anderen Seite erlauben sie den Lebenswissenschaften spezifische Objekte und Phänomene rhetorisch und symbolisch in einem Naturzustand in die Räume der Wissenschaft zu überführen und so bestimmte materielle Eingriffe, aber auch Schlussfolgerungen und Argumente zu ermöglichen. In diesem Zuge bilden sich auch die spezifischen, historisch konfigurierten Laborumwelten aus. Dabei ist das Aquarium nur ein Element einer längeren Reihe, die man sowohl materiell als auch konzeptionell von den ersten Glashäusern, über die klimatische Regulation von Gebäuden bis hin zu sogenannten Mikrokosmen, künstlichen Systemen in der ökologischen Forschung, verfolgen kann. Den sichtbarsten Ausdruck dieser Entwicklungen bildet das *Biosphere-*

gangs von der klassischen Naturgeschichte zur Zoologie begriffliche Eindeutigkeit zu gewährleisten und zum anderen auf den spezifischen Charakter der »Kunde« mit ihrer Stellung, die quer zu den üblichen Unterscheidungen von akademischen und außerakademischen Welten geht, zu betonen, vgl. auch Nyhart 2012. Für einen Eindruck von der Komplexität der praktischen Naturkunde vgl. Güttler 2014; Scheidegger 2017.

22 Zu den *technologies-in-use* vgl. Edgerton 2007. Zu den Laborumwelten vgl. Espahangizi 2010; Espahangizi 2011.

2-Projekt, der Versuch in einem riesigen Glasgebäude in der Wüste von Arizona einen künstlichen und selbsterhaltenden Naturraum zu schaffen. Durch die Gegenläufigkeit von technischer Integration und Naturalisierung ergibt sich schließlich das Unsichtbarwerden, das die Aquarien, aber auch Infrastrukturen im Allgemeinen charakterisiert.²³

Künstliche Naturräume als Orte der Proliferation von Tieren

Nimmt man nun den künstlichen Naturraum des Aquariums als Verbreitungsraum auch in seiner ökologischen Dimension ernst – und damit den Axolotl im biologischen Sinne als Organismus –, wird durch die Verbreitungsgeschichte des Axolotls ein aquatischer Zirkulationsraum sichtbar, in dem sich lebende Tiere in Aquarien ausbreiten. Ähnlich wie in der Landschaftsökologie kann man so den Raum mit Blick auf die Tiere biologisch und kulturell differenzieren und damit analytisch strukturieren. Das Ziel ist dabei nicht, ökologische Aussagen über die (Verbreitungs)Geschichte des Axolotls zu treffen. Vielmehr wird auf verschiedenen Ebenen an die Diskussionen angeschlossen, die sich in der Wissenschaftsgeschichte in den letzten Jahren um die Fragen nach der Räumlichkeit und der Geografie von Wissen und Wissenschaft entwickelt haben.²⁴

Ausgehend von dem Ziel, eine Heuristik zu entwerfen, um die Verbreitung der Axolotl zu beschreiben und zu verstehen, zeigt sich

- 23 Zur Vermittlungsfunktion von Infrastruktur und ihrem soziotechnischen Charakter vgl. Edwards 2003; Laak 2018. Laak setzt sich auch ausführlich mit der Problemgeschichte des Infrastrukturbegriffs auseinander. Zu Gewächshäusern vgl. Koppelkamm 1988. Christopher Hamlin zeichnet den Übergang von Glaskästen für Pflanzen zu Aquarien nach, vgl. Hamlin 1986. Zur Geschichte der klimatischen Regulation in der Architektur vgl. Banham 1984. Zur Mikrokosmosforschung in der wissenschaftlichen Ökologie des 20. und 21. Jahrhunderts, die sich direkt auf die Aquaristik des 19. Jahrhunderts bezieht, vgl. Giesy 1980; Beyers/Odum 1993, S. 178-179. Sabine Höhler fasst viele dieser Punkte in ihrer Geschichte des Biosphere 2-Projekts zusammen, vgl. Höhler 2015.
- 24 Zur Landschaftsökologie vgl. etwa Steinhardt/Blumenstein/Barsch 2011. Für eine kritische Debatte dieser Perspektive vgl. Didham/Kapos/Ewers 2012. Zum Raumbegriff in der Wissenschaftsgeschichte vgl. Rheinberger/Hagner/Wahrig-Schmidt 1997; Finnegan 2008; Withers/Livingstone 2011. Für einen allgemeineren Überblick über die Diskussionen über Räumlichkeit in den Geistes- und Sozialwissenschaften vgl. Döring/Thielmann 2008 und hier besonders Günzel 2008.

ein Raum, in dem die Axolotl in Europa leben und sich verbreiten – ein künstlicher Naturraum, der sich aus Süßwasseraquarien zusammensetzt. Die Mobilität der Axolotl zwischen den einzelnen Elementen ist in diesem Fall vollständig anthropogen. Ihre Bewegung verweist damit auf die Möglichkeiten und Bedingungen der Bewegung von Tieren in einem heterogen strukturierten Kulturraum. Und sie führt zurück auf die 34 Individuen, die 1864 nach Paris kommen. Gleichzeitig verdeutlicht dieser Befund aber auch, dass es an all den Orten, an denen Axolotl vorkommen, auch Aquarien gibt. Damit liefert die in der vorliegenden Arbeit vorgestellte Verbreitung der Axolotl einen Einblick in die Verbreitung von Aquarien und die Kultur der Aquarienkunde in Europa in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Die Geschichte der Axolotl wirft auch Fragen über die Rolle nicht-menschlicher Akteure in der Geschichte und insbesondere in der Wissenschaftsgeschichte auf, die in den letzten Jahren im Anschluss an die *human animal studies* gestellt wurden.²⁵ Gleichzeitig steht die vorliegende Arbeit in einer längeren Tradition von Arbeiten aus der Wissenschaftsgeschichte, die sich einzelnen Lebewesen als konkreten Objekten der Praxis und Theorie lebenswissenschaftlicher Forschung widmen.²⁶ Hier sticht besonders die Literatur zu den sogenannten Modellorganismen heraus, die mit Robert Kohlers Geschichte der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* in der Genetik des frühen 20. Jahrhunderts ihren Anfang nehmen und seitdem einen eigenen

- 25 Für eine programmatische Einordnung der *human animal studies* mit historischem Schwerpunkt vgl. etwa Fudge 2002; Kalof/Resl 2007; Brantz/Mauch 2008; Schlünder/Reiß/Hüntelmann/Bauer 2012, S. 276-277. Einen umfassenderen Versuch zwischen Philosophie und Geschichte wagt die dreibändige *Philosophie der Tierforschung*, vgl. Böhnert/Köchy/Wunsch 2016; Köchy/Wunsch/Böhnert 2016; Wunsch/Köchy/Böhnert 2018. Einen anderen Zugang wählt die Reihe *Animals* des englischen Verlags Reaktion Books, vgl. z.B. Kirk/Pemberton 2013. Der Sammelband *Queering the Non/Human* zeigt auf dem Cover ein Foto, das der Künstler Karl Grimes von einem in Alkohol konservierten Axolotl in einer naturwissenschaftlichen Sammlung gemacht hat, vgl. Giffney/Hird 2008.
- 26 Zur Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* und zur Vorgeschichte von Thomas Hunt Morgans Experimentalsystem vgl. Allen 1975. Zum Seeigel vgl. Ernst 2011. Zum australischen Lungenfisch vgl. Olsson et al. 2004. Zu elektrischen Fischen vgl. Koehler/Finger/Piccolino 2009. Zu den Ruderfußkrebsen vgl. Hoßfeld 1996. Zu *Proteus anguinus* vgl. Menage 2004; Shaw 2005. Zu Einzellern vgl. Schloegel/Schmidgen 2002; Morange 2006; Reynolds 2008; Sunderland 2011. Zur Mehlmotte *Ephesia kühniella* vgl. Rheinberger 2006a, S. 131-184. Zu *Papilio dardanus* vgl. Davis 2009. Zu *Fundulus heteroclitus* vgl. Atz 1986. Zu Hydra vgl. Ratcliff 2004; Galliot 2012.

Diskurs innerhalb der Geschichte und Philosophie der Lebenswissenschaften bilden.²⁷ Mit Blick auf diese Literatur zeigt sich vor allem die Notwendigkeit, die Geschichte von Tieren über einzelne Forschungsprojekte hinaus in den Blick zu nehmen. Während ab dem frühen 20. Jahrhundert die immer engere Koppelung zwischen Lebewesen, Räumen und Praktiken zu beobachten ist, werden im 19. Jahrhundert viele verschiedene Lebewesen für eine große Bandbreite an Forschungsprojekten eingesetzt.²⁸ Zudem ist das Labor als Ort der Forschung gerade erst dabei, sich in der für die weitere Geschichte der Lebenswissenschaften so prägenden Form zu konstituieren. Hier zeigt sich, dass Tiere in den Lebenswissenschaften für eine umfassende historische Analyse in enger Verbindung mit den sie umgebenden Räumen und hier auch ihr spezifischer Einfluss auf die Genese dieser Räume berücksichtigt werden müssen.²⁹

Im 19. Jahrhundert sind die Orte und Praktiken gerade im Entstehen begriffen, die in den biologiehistorischen Arbeiten zum 20. und 21. Jahrhundert als gegeben vorausgesetzt werden. Wenn Robert Kohler in seiner Arbeit zur Geschichte von *Drosophila* schreibt, dass »*Drosophila* erst ins Labor kommen musste, um ein Haustier zu werden«, dann existiert das Labor bereits als differenzierter, funktionaler Raum, in den Tiere mit relativ geringem Aufwand eingeführt und Teil eines komplexen Experimentalsystems werden können. Gleichzeitig deutet der Hinweis auf die Lebensweise der Fruchtfliege als Kulturfolgerin auf eine längere Geschichte wechselseitiger Anpassung zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Akteuren sowie den Räumen, die sie bewohnen, hin. Der Umstand, dass *Drosophila* und die Zoologen, die sie untersuchen, im gleichen urbanen Habitat leben, macht dies

27 *Drosophila* wird von Kohler umfassend behandelt, vgl. Kohler 1994. Zur Farbratte *Rattus norvegicus* vgl. Logan 2005. Zum Zebrafisch *Danio rerio* vgl. Meunier 2018. Zur Hausmaus *Mus musculus* vgl. Rader 2004. Zum Krallenfrosch *Xenopus laevis* vgl. Gurdon/Hopwood 2002. Zum Tabakmosaikvirus vgl. Creager 2002. Zur Acker-Schmalwand *Arabidopsis thaliana* vgl. Leonelli 2007. Zum Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* vgl. Ankeny 2000. Zur Geschichte und zum analytischen Wert des Begriffs »Modellorganismus«, vgl. Ankeny/Leonelli 2011.

28 Für einen umfassenden Versuch mit eher narrativer Ausrichtung vgl. Endersby 2007. Für weitere Ansätze mit stärker konzeptionellem Fokus vgl. Kirk 2008; Schlünder/Reiß/Hüntelmann/Bauer 2012; Bauer 2012; Hüntelmann 2012; Schlünder 2012; Reiß 2012b.

29 Es gibt bisher nur wenige Arbeiten, die Tiere in der Geschichte der Lebenswissenschaften im 19. Jahrhundert konkret in den Blick nehmen, vgl. Churchill 1997; Logan 2002; Dierig 2006, S. 212-230; Hopwood 2011.

mehr als deutlich. Vor allem im Anschluss an diese Leerstelle stellt sich damit die Frage, wie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, als sich die Zoologie als eigenständige Disziplin etabliert und das Laboratorium als Ort für Forschung und Lehre Einzug in die Zoologie hält, Tiere konkret in diese neuen zoologischen Orte integriert werden. Die Geschichte des Axolotls ermöglicht einen Einblick in diesen schwer zugänglichen Prozess. Die Abgeschlossenheit der europäischen Axolotlpopulation erlaubt es, die mit den Tieren durchgeführte Forschung insgesamt in den Blick zu nehmen und damit die Entwicklung über lokale Ereignisse hinaus zu fassen. Gleichzeitig ist es für das Verständnis der Geschichte des Axolotls notwendig, nicht nur die Tiere selbst, sondern auch die Räume, die Methoden und die Praktiken zu untersuchen, mit denen sie verbunden sind. Nur so ist es möglich zu erklären, warum der Axolotl ein kontinuierliches Thema in den Lebenswissenschaften des 19. Jahrhunderts ist und warum sich die Tiere über ganz Europa ausbreiten.³⁰

Die Rekonstruktion der Verbreitung der Axolotl zeichnet die Struktur und Dynamik eines Raums zwischen Wissenschaft, Unterhaltung und Ökonomie nach. Es wird eine heterogene Geografie sichtbar, in der Praktiken, Wissen und nicht zuletzt Lebewesen zirkulieren und auf diese Weise auch für die Wissenschaft zugänglich werden. Hier verweisen die künstlichen Naturräume auf die Herausbildung einer spezifischen Kompartimentalisierung, die es ermöglicht, Lebewesen in die Forschung und Lehre zu bringen und sie dabei in einer als natürlich wahrgenommenen Umgebung zu halten. Diese Entwicklung ist eng mit der Lösung eines räumlichen Problems verbunden, das sich in der Zoologie durch verschiedene methodische und praktische Veränderungen ergeben hat. So hat sich in der entwicklungsgeschichtlichen Forschung die Fauna der Meere als besonders ergiebig erwiesen. Gleichzeitig wurden die Methoden immer materialintensiver und setzten immer mehr die Verfügbarkeit von lebenden Organismen voraus. Damit war diese Forschung lokal an zoologische Forschungsstationen an den europäischen Küsten gebunden. Die Nutzung von Aquarien stellt einen Versuch dar, diese Ortsgebundenheit zu überwinden und damit die Methoden zu mobilisieren und auf diese Weise einer größeren Gruppe an Wissenschaftlern und Studenten zugänglich zu machen.

In diesem Kontext formiert sich das Labor in der Zoologie um die künstlichen Naturräume herum und löst die naturhistorische Sammlung als zentralem Arbeitsort und zentraler Arbeitsgrundlage ab. Diese

30 Vgl. Kohler 1994, hier S. 23.

Veränderung erfolgt jedoch nicht in Anlehnung an die mit dem Labor verknüpften und aus der Physiologie jener Zeit bekannten Methoden des Experiments und der Messung. Vielmehr bleibt das methodische Repertoire im Kern das gleiche wie vorher. Trotz programmatischer Äußerungen, in denen die neuen zoologischen Laboratorien als Orte der Beobachtung des Lebens der Tiere dargestellt werden, wird fast ausschließlich Entwicklungsgeschichte und vergleichende Anatomie betrieben. Die künstlichen Naturräume sind hier vor allem Ressourcen für die immer materialintensivere Forschung und für den Unterricht einer wachsenden Zahl von Studenten. Erst als das Lebendige bereits in die zoologischen Laboratorien integriert ist, entwickelt sich die experimentelle Forschung. Diese schließt zum einen an die Praktiken der Tierhaltung an und besteht in der experimentellen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Umwelt und Organismus. Zum anderen wird die Entwicklungsgeschichte experimentalisiert und aus der deskriptiven Rekonstruktion der Ontogenese entsteht die experimentelle Manipulation von Entwicklungsvorgängen. Die Einführung von Lebewesen und die dafür notwendigen künstlichen Naturräume müssen in der Zoologie daher als der Herausbildung experimenteller Forschung und dem steigenden Interesse an Lebensphänomenen vorausgehend verstanden werden und nicht als notwendige Konsequenz dieser methodischen und theoretischen Entwicklungen.

Der Axolotl ist damit auch ein Stellvertreter für die ganze Vielfalt an Versuchstieren, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in die zoologische Forschung gelangen. Die Geschichte der europäischen Axolotlpopulation eignet sich insofern besonders gut für diesen Zweck, da es sich bei ihr um eine geschlossene Population handelt. Indem die Verbreitung der Tiere verfolgt wird, kann der überwiegende Teil der zu dieser Zeit mit den Tieren arbeitenden Forscher sichtbar gemacht werden. Gleichzeitig verweist der Umstand, dass die Tiere eben nicht einfach aus der Natur ersetzt werden können auf das Vorhandensein eines Zirkulationsraums und das damit verbundene Wissen und die Praktiken der Tierhaltung.

Das Anliegen der vorliegenden Arbeit ist es also, den sukzessiven Mobilisierungs- und Zirkulationsprozess aufzuweisen, in dessen Verlauf aus 34 Tieren in Paris innerhalb weniger Jahrzehnte eine mehrere Zehntausend Individuen umfassende Axolotlpopulation entsteht, die in Aquarien lebt und hier zu Haus- und Versuchstieren wird. Gleichzeitig wird die Entstehung und Verbreitung der künstlichen Naturräume im weiteren Kontext der praktischen Naturkunde nachvollzogen, welche die Verbreitung der Tiere erst ermöglicht und einen

bislang vernachlässigten Moment in der Geschichte des Labors und des Experiments in der Zoologie markiert.

Das Buch folgt einer thematischen Gliederung und wechselt detaillierte Fallstudien mit der Inblicknahme größerer Zusammenhänge ab. Im ersten Kapitel nach der Einleitung wird zunächst die Ausgangsszene für die Verbreitung des Axolotls in Europa bereitet. Es wird gezeigt, unter welchen Voraussetzungen 1864 die ersten 34 Tiere aus Mexiko nach Paris kommen, wodurch das anfängliche Interesse an ihnen motiviert ist und welche Ereignisse dazu führen, dass die Axolotl schnell europaweite Bekanntheit erlangen. Dabei wird der koloniale Kontext der damaligen Zoologie und ihr Verhältnis zur Akklimatisierungsbewegung und zu zoologischen Gärten herausgearbeitet, wie auch die Vorgeschichte des Axolotls am Pariser *Muséum d'Histoire naturelle*. Es wird gezeigt, dass die Arbeit mit lebenden Tieren am *Muséum* weniger methodischen Überlegungen folgt, sondern vielmehr Ergebnis größerer politischer, institutioneller und gesellschaftlicher Veränderungen ist. Anschließend liegt der Fokus auf den Arbeiten des französischen Zoologen Auguste Duméril, der die Fortpflanzung der Axolotl und ihre überraschende Verwandlung in der *collection des reptiles* des Museums untersucht. Am Beispiel des Axolotls wird deutlich, wie lebende Tiere die Arbeit an alten Fragestellungen verändern, neue Fragen aufwerfen und welchen Einfluss hier das Wissen und die Praxis der Tierhaltung haben. Der große Fortpflanzungserfolg in den künstlichen Naturräumen der *collection des reptiles* ist damit die Voraussetzung, die rätselhafte Verwandlung hingegen der Grund für die schnelle Verbreitung der Tiere über Europa.

Das dritte Kapitel der Arbeit widmet sich der Geschichte des Aquariums als künstlichem Naturraum und der Aquaristik als Kulturtechnik zwischen 1850 und 1910. Sie haben entscheidenden Einfluss auf die Ausbreitung der Axolotl über Europa. Es wird argumentiert, dass die Aquaristik als Raum zwischen Wissenschaft, Unterhaltung und Ökonomie entsteht und das Aquarium als künstlicher Naturraum eine Technologie darstellt, um Natur in der urbanisierten und industrialisierten Lebenswelt nachzubilden. Ein besonderer Fokus liegt auf der Entwicklung der Aquaristik im deutschsprachigen Raum, wo es im Vergleich zu England und Frankreich zu einer breiten und nachhaltigen Institutionalisierung kommt. Hier stehen die Geschichte von Zeitschriften und Vereinen als lokale und überregionale Kommunikationsplattformen für den Austausch des noch nicht festgeschriebenen Aquarienwissens und die Zirkulation von Aquarientieren wie dem Axolotl genauso im Fokus wie Konflikte bei der Integration der