

Fledermaus

What is it like to be ...?

Stefan Rieger

»*Inside Tumucumaque* ermöglichen Besuchern einen einzigartigen Perspektivwechsel vom Mensch zum Tier: Mit Hilfe von ultravioletten Farbspektren, Bewegungen in Superzeitlupe, Visualisierungen von Echolot-Ortungen und Farb-Nachtsichten sowie räumlichem 3D-Sound wird die Wahrnehmung der Tiere als ein für das menschliche Wahrnehmungssystem nachvollziehbares sinnliches Erlebnis interpretiert.«¹

I. Eine andere Welt

Tierliche Wahrnehmung und technische Aisthesis sind auf intrikate Weise verschränkt. Besonders exponiert, wo es um die Belange einer anderen, einer alternativen Welterschließung auf der Grundlage von Wahrnehmungsbesonderheiten geht, war und ist die Fledermaus (Microchiroptera). Wie kein anderes Tier verkörpert sie die Frage, wie es denn wäre, die Welt nach ihrer Maßgabe zu erfahren. Die Formel *What is it like to be a Bat?*, die der Philosoph Thomas Nagel im Jahr 1974 in die Welt gesetzt hat, gilt daher seit einem halben Jahrhundert als immer wieder neu zu besetzende Suchformel für die Einnahme anderer Perspektiven.² Gerade die Immersionsszenarien der VR haben entsprechende Fragen extrem befördert – und das so sehr, dass im Zuge der vielfältigen Perspektivwechsel selbst eine virtuelle

1 Vgl. dazu *Inside Tumucumaque*, online verfügbar <https://inside-tumucumaque.com/de> (letzter Zugriff: 12.03.24).

2 Nagel, Thomas (1974): »What is it like to be a Bat?«, in: *Philosophical Review* 83(4), S. 435–450.

Fledermaus Berücksichtigung findet (siehe Abb. 1).³ Nagel stellt die Unmittelbarkeit fremder Erfahrung zwar in Abrede, hält dafür aber die Möglichkeit der vermittelnden Imagination offen:

»The conclusion is that it is possible for humans to imagine being a bat, and see the world through sonar, but we can never really know what it is like for a ›bat to be a bat‹. Nevertheless, it is still possible for humans to imagine a world where objects are located through echolocation.«⁴

Abbildung 1: Im Körper einer virtuellen Fledermaus

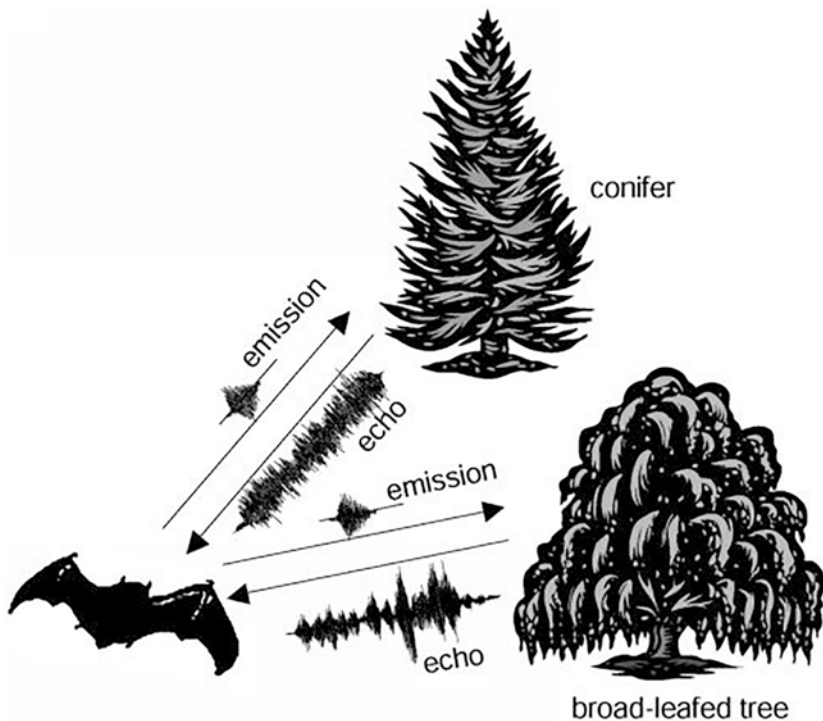


Was aber macht das Faszinationspotential gerade der Fledermäuse aus? Die nachtaktiven Säugetiere, die fliegen können, ohne der Klasse der Vögel anzugehören, sind eingelassen in eine Semantik des Bizarren und Ungewohnten, des Geheimnisvollen und Bedrohlichen. Sie sind in der Lage, Schallwellen zwischen 9 kHz und 200 kHz auszusenden, deren Reflexion sie mit ihren trichterförmigen Ohren empfangen, um aus dem so gewonnenen Datenrücklauf in Echtzeit ein kohärentes Raumbild zu erschließen. Was das Tier ›sieht‹, ist ein vermittelter Raum

- 3 Andreasen, Anastassia/Nilsson, Niels Christian/Zovnercuka, Jelizaveta u.a. (2019): »What Is It Like to Be a Virtual Bat?«, in: Anthony L. Brooks/Eva Brooks/Cristina Sylla (Hg.), *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation*, 7th EAI International Conference, ArtsIT 2018, and 3rd EAI International Conference, DLI 2018, ICTCC 2018, Braga, Portugal, October 24–26, 2018, *Proceedings*, S. 532–537.
- 4 Waters, Dean A./Abulula, Husam H. (2007): »Using bat-modelled sonar as a navigational tool in virtual environments«, in: *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(10), S. 873–886, hier S. 873.

zur schieren Orientierung. Wie auch bei anderen Lebewesen ist ihr Frequenzspektrum gegenüber demjenigen des Menschen erweitert, stoßen doch auch technisch ununterstützte Menschenohren bereits bei Frequenzen unter 10 Hz und über 20 kHz an ihre Grenze. Aber das Orientierungsvermögen beschränkt sich nicht auf die Rezeption: Fledermäuse können die fraglichen Töne nicht nur wahrnehmen, sondern sie auch selbst hervorbringen (siehe dazu Abb. 2).

Abbildung 2: Echos unterschiedlicher Baumarten



Die Ortung und Peilung entsprechender Signale in anderen Frequenzbändern wird zu Beginn des 20. Jahrhunderts zur Vorgabe für eine ganze Reihe technischer Gerätschaften wie dem Sonar, die es dem Menschen erlauben sollen, etwa bei widrigen Sichtverhältnissen oder unter Wasser den Überblick zu bewahren. So wird anlässlich des Untergangs der Titanic im April des Jahres 1912 der sechste Sinn der Fledermaus als Möglichkeit zur Kollisionsvermeidung ins Spiel gebracht. In einem Aufsatz unter dem Titel *The Sixth Sense of the Bat. Sir Hiram's Contention. The Possible Prevention of Sea Collision* wird bereits im Jahr des Unglücks zugleich an Spallanzani als den prominentesten Erforscher dieses Sinnes erinnert:

»For instance, when the Titanic sank in 1912 after striking an iceberg, Sir HIRAM MAXIM turned to the old SPALLANZANI experiments on the bat ›sixth sense‹ in an attempt to devise a system by which ships at sea could locate obstacles in foggy weather.«⁵

II. Der sechste Sinn

Ein Wissen über die Wahrnehmung anderer Lebewesen ist nur indirekt notwendig, weil in Vermittlung möglich. Die Forschungsgeschichte der tierlichen Wahrnehmung war und ist daher um genau solche Belange der Vermittlung angelegt. Entlang der Frage, wie sich diese Vermittlung operationalisieren lässt und wie man auf diese Weise den Bereich des bloßen Mutmaßens über die tierliche Wahrnehmung verlässt, verlaufen entsprechende Diskussionen. Das gilt für die Vergangenheit wie für die Gegenwart. Bei der jüngeren Erforschung der sensorischen Fähigkeiten der Fledermaus tritt allerdings ein Aspekt besonders hervor, den man als eine Art Virtualisierung des Forschungsarrangements beschreiben könnte. Im Rahmen neuerer Wahrnehmungsexperimente, die in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts angesiedelt sind und bis zur Gegenwart anhalten, geraten zunehmend so genannte virtuelle Objekte ins Spiel. Das damit verbundene Forschungsdesign ist um die Frage zentriert, wie Menschen und Tiere mit diesen Objekten umgehen. Bei dieser Virtualisierung der Forschungsarrangements kommt ein Konzept von Virtualität ins Spiel, das kaum theoretisch durchdacht, dafür aber hochgradig pragmatisch ausgerichtet und operativ bestimmt ist. Und genau in dieser Formierung ist es in der Lage, einen Beitrag für die Wissensgeschichte zu leisten, der gerade wegen seiner fehlenden Systematik besonders aussagekräftig wird. Unbeschadet ihrer hochgradigen Kasuistik lösen die Untersuchungen in einem sehr pragmatischen Sinne ein, was die Soziologin Elena Esposito immer wieder zu Bedenken gibt – die Hartnäckigkeit sowie die Belanglosigkeit des Ansatzes, richtige reale und falsche virtuelle Objekte voneinander unterscheiden zu wollen.⁶

Um sich dieser Unterscheidung und damit dem Beitrag der Fledermaus zur Virtualitätsforschung anzunähern, ist ein Stück Wissensgeschichte notwendig. Es waren Versuchsanordnungen mit Fledermäusen und Eulen, auf die Lazzaro Spallan-

5 Galambos, Robert (1942): »The Avoidance of Obstacles by Flying Bats: Spallanzani's Ideas (1794) and Later Theories«, in: *Isis* 34(2), S. 132–140, hier S. 138. Zu dieser tagesaktuellen Beleuchtung der frühen Experimente Spallanzanis vgl. Maxim, Hiram (1912): »The Sixth Sense of the Bat. Sir Hiram's Contention. The Possible Prevention of Sea Collisions«, in: *Scientific American Supplement* (7. September), S. 148–150.

6 Esposito, Elena (1998): »Fiktion und Virtualität«, in: Sybille Krämer (Hg.), *Medien, Computer, Realität. Wirklichkeitsvorstellungen und neue Medien*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp, S. 269–296, v.a. S. 270.

zani (1729–1799) gegen Ende des 18. Jahrhunderts sein obsessives Forschungsinteresse richtete. Der italienische Jesuit und Naturforscher stellte dabei fest, dass sich Fledermäuse in einem vollständig abgedunkelten und mit diversen Hindernissen versehenen Raum durchaus zu orientieren vermögen – und das im Gegensatz zu einer Kontrollgruppe von Eulen, die sich unter den Bedingungen der Abdunklung im Dickicht der gespannten Seile verfangen.⁷ Daher machte sich Spallanzani daran, in einem nächsten Schritt die Fledermäuse zu blenden, um sie so ihrer optischen Wahrnehmung zu berauben. Die Ausschaltung der in Frage kommenden Sinneskanäle war gleichermaßen finitenreich wie grausam – und zirkulierte mitsamt der minutiösen Schilderung ihrer materiellen Details, der verwendeten Werkzeuge und der Ausstattung der Räume, in den zeitgenössischen Briefen einer damit befassten Forschergemeinschaft. Spallanzani belässt es nicht dabei, nur einzelne der Tiere zu beobachten, er setzt auf die Aussagekraft größerer Gruppen – von so vielen Exemplaren jedenfalls, wie er angeblich im Glockenturm der Kathedrale zu Pisa habe habhaft werden können. Nach ihrer Blendung versuchte er einige Tage später, sich möglichst vieler der Tiere wieder zu bemächtigen. Als er vier von ihnen erneut einfing und sezierte, »fand er, daß ihre Mägen ebenso vollgestopft waren mit den Überresten von Insekten wie die Mägen von Fledermäusen, die nicht geblendet worden waren.«⁸ Damit wurde der Mageninhalt zum Indikator dafür, dass auch die um ihre Sehkraft gebrachten Tiere bei ihrer Nahrungssuche orientiert gewesen sein mussten.

Doch auch die anderen Sinne fanden Berücksichtigung: Große Sorgfalt wurde etwa in einem weiteren Schritt auf den Tastsinn verwendet, weil vermutet wurde, dass dieser, vor allem in den filigranen Flügeln, für die besondere Navigationsfähigkeit verantwortlich sein könnte.

»SPALLANZANI wiederholte 1794 die Experimente und suchte weiter nach dem geheimnisvollen Sinn. Er firnisste die Körper der Fledermäuse, bedeckte sie mit Sandarak, bestrich ihre Flügel mit Mehlleim, um den vermuteten Tastsinn zu stören – es änderte sich nichts an ihrem sicheren Flugverhalten.«⁹

Erst als ein Zeitgenosse Spallanzanis, der Schweizer Zoologe Charles Jurine (1751–1819), angeregt durch dessen Forschungen auch noch die Fledermausoh-

7 Vgl. dazu Dijkgraaf, Sven (1960): »Spallanzani's Unpublished Experiments on the Sensory Basis of Object Perception in Bats«, in: *Isis* 51(1), S. 9–20, sowie Galambos: »The Avoidance of Obstacles by Flying Bats: Spallanzani's Ideas (1794) and Later Theories«.

8 Griffin, Donald R. (1959): *Vom Echo zum Radar. Mit Schallwellen sehen*, München, Wien, Basel: Kurt Desch, S. 27.

9 Hinkel, Arthur (1999): »Zum 200. Todestag von Lazzaro Spallanzani (1729–1799)«, in: *Nyclalus* (N.F.) 7(2), S. 185–187, hier S. 186.

ren mit Wachs verschloss, verloren die Tiere die Kontrolle über ihre Navigation.¹⁰ Spallanzanis Schlussfolgerung, Fledermäuse verfügten über einen solchen genuin eigenen Sinneskanal und würden mit den Ohren sehen, war den Zeitgenossen lediglich Anlass zur Belustigung, und das Ganze galt lange Zeit als vielfach bespöttelter Marotte des Italieners. Endgültig aus der Welt geschafft wurde diese für die Zeitgenossen verstörende Anmutung eines katachrestischen Bilderhörens erst im Jahre 1938 und damit viele Versuchsanordnungen später. Donald R. Griffin (1915–2003), einem Biologiestudenten an der Harvard-University, gelang es, die im Ultraschallbereich angelegten Signale der Fledermaus endlich auch technisch nachzuweisen – unter Verwendung eines Ultraschallmikrophons, das von seinem Erbauer, dem amerikanischen Physiker George Washington Pierce (1872–1956), für die Untersuchung von Insektenlauten entworfen worden war.¹¹

Trotz der Erweiterung entsprechender Forschungen auf andere Umgebungen wie das Wasser und trotz der Fülle an Untersuchungen über die Sonarqualitäten etwa von Delfinen blieb der Rang der Fledermaus beim Umgang mit Hindernissen auf der Grundlage eines eigenen Sinnes unangetastet. Sie sollte zum Paradetier dessen werden, was die damit befassten Forscher*innen als »discrimination performance« und »obstacle avoidance performance« beschrieben haben und auch jetzt immer noch beschreiben.¹²

III. Die Fledermäuse und die Epistemologie virtueller Objekte

Man wird sich der Frage stellen müssen, warum derartige Episoden aus der Wissensgeschichte der Fledermausforschung von Belang sein sollen. Es hat den Anschein, als ob man die Bemühungen um den sechsten Sinn der Tiere getrost im ausdifferenzierten Wissenschaftsbereich einer hochspezialisierten Ethologie, einer sie betreffenden Historiographie oder vielleicht sogar in den anekdotischen Hagiographien einzelner Personen belassen könnte. Das, was diese Forschungen angetrieben hat, erreicht allerdings andere technische Formationen, greift auf veränderte

-
- 10 Zu dieser Forschungsgeschichte vgl. etwa Griffin, Donald R./Galambos, Robert (1941): »The sensory basis of obstacle avoidance by flying bats«, in: *Journal of Experimental Zoology* 86(3), S. 481–506.
 - 11 Pierce, George W./Griffin, Donald R. (1938): »Experimental determination of supersonic notes emitted by bats«, in: *Journal of Mammalogy* 19(4), S. 454–455.
 - 12 Zur ersten Formulierung Weißenbacher, Petra/Wiegrebe, Lutz (2003): »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, in: *Behavioral Neuroscience* 117(4), S. 833–839, zur zweiten Sändig, Sonja/Schnitzler, Hans-Ulrich/Denzinger, Annette (2014): »Echolocation behaviour of the big brown bat (*Eptesicus fuscus*) in an obstacle avoidance task of increasing difficulty«, in: *The Journal of Experimental Biology* 217, S. 2876–2884.

Experimentalanordnungen ebenso zu wie auf die damit einhergehenden Terminologien. Das gilt besonders dann, wenn in solchen Konstellationen die Rede auf die Virtualität kommt. Was neuere Arbeiten über die Fledermausortung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts auszeichnet, ist ihr in der Regel nicht intendierter und damit nebenläufiger Beitrag zu einer breiter angelegten Virtualitätsforschung. Ausgerechnet am Beispiel der Fledermausnavigation wird das sowohl ontologisch wie epistemologisch brisante Verhältnis von Realität und Virtualität in zum Teil ungewohnten Facetten sichtbar.¹³

Dies geschieht in Untersuchungen über den sechsten Sinn der Fledermäuse und mit dem Ziel, die vermeintlichen Nachteile der dabei verwendeten Materialien durch Alternativen kompensieren zu wollen. Dazu werden so genannte »virtuelle Objekte« ins Spiel gebracht, die als funktionale Äquivalente den sorgsam arrangierten Seilen und minutiös vermessenen Drähten in den Versuchen von Spallanzani entsprechen sollen: Forschungen seit den 1970er Jahren setzen an die Stelle realer Hindernisse zunehmend virtuelle Hindernisse und das, ohne die Rede vom Virtuellen dafür in jedem Einzelfall eigens bemühen zu müssen. Und genau in dieser Gemengelage lassen sich terminologische Ungenauigkeiten, semantische Ausweichmanöver und Logiken der Vermittlung beobachten, die mit ihren alternativen Beschreibungen für ein Verständnis von Virtualität hochgradig symptomatisch sind.¹⁴

Was aber unterscheidet einen realen Gegenstand von dem, was im Zuge dieser Forschungen als virtuelles Hindernis konzeptualisiert wird?¹⁵ Was überhaupt soll ein solches virtuelles Objekt sein, das mit einem nicht unerheblichen Aufwand den Tieren zugespült wird, um diese zu realen, registrier- und beobachtbaren Ausweichmanövern zu motivieren? In dieser Fragekonstellation und an aller Kasuistik vorbei wird nichts weniger als *die* oder als *eine* Differenz zwischen Virtualität und Realität verhandelt: Die Fledermaus wird dabei unter dem Radar intentionaler Verhandlung zu einer Instanz, die zwischen beiden Objekttypen soll unterschei-

13 Vgl. dazu Rieger, Stefan (in Vorbereitung): *Imagination und Immersion. Topologien des Virtuellen*, Bielefeld: transcript.

14 Die Rolle des Virtuellen für die Wissenschaft ist Gegenstand eines Heftes der »Perspectives on Science«. Vgl. dazu Harlander, Robert/Martinez, Jean-Philippe/Steinle, Friedrich u.a. (2024): »Preface: Virtual Entities in Science«, in: *Perspectives on Science* 32(3), S. 263–268, sowie zu den Überlegungen von Pierce Steinle, Friedrich (2024): »How to Conceive Virtual Entities: Peirce's Proposal«, in: *Perspectives on Science* 32(3), S. 269–277.

15 Angelegt sind diese Untersuchungen um eine Unterscheidung, die Charles Sander Peirce in die Bestimmung des Virtuellen eingebracht hat: Die Hindernisse teilen den Aspekt der Wirklichkeit, nicht aber den der Natur. Vgl. Dazu Peirce, Charles S. (1935): »Virtuality (1920)«, Reprint in Ders. (1935/1958): *Collected Papers*, Vol. 6, hg. von Charles Hartshorne/Paul Weiss/Arthur Burks, Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of the Harvard University Press, S. 372.

den können – eine Unterscheidung, die dann für andere Belange fruchtbar gemacht werden kann.¹⁶ Am Ende dieser Diskriminierungsbemühungen werden Sichtweisen auf das Virtuelle möglich, die überraschend und ein Stück weit kontraintuitiv anmuten. Gleichwohl oder vielleicht gerade deshalb verdienen sie Aufmerksamkeit, fügen sie doch dem Spektrum dessen, was unter Virtualität gemeinhin subsumiert wird, eine weitere Bedeutungsnuance hinzu, die für eine Epistemologie des Virtuellen nicht unerheblich ist. Die Unterscheidung von realen und virtuellen Objekten wird dabei im Alltagsbetrieb der Forschung verhandelt: Sie verdankt sich weder vorgängigen Mustern, wie sie etwa im Bereich der Bilder etabliert sind, noch einer ausgewiesenen Theorie.¹⁷

Eine Studie von Petra Weißenbacher und Lutz Wiegrebe aus dem Jahr 2003 schickt sich an, unter dem Titel *Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, Megaderma lyra* eine bestimmte Fledermausart im Umgang mit virtuellen Objekten zu untersuchen.¹⁸ »The bat *Megaderma lyra* was trained to classify unknown virtual objects according to learned reference objects of different temporal and spectral composition.«¹⁹ Dabei stellt sich den Forscher*innen die Frage nach dem internen Status dieses Wissens. Verfügen die Fledermäuse über ein Bild ihrer Welt und wenn ja, nach welchen nicht zuletzt zeitlichen Vorgaben ist dieses Weltbild modelliert?²⁰ Bei der Klärung dieser Frage spielt die technisch anmutende Unterscheidung zwischen *Impulse Response* und dem *Echo* eine zentrale Rolle.

Es ist genau diese auf den ersten Blick nicht ganz eingängige Unterscheidung, innerhalb derer die Virtualität eines Objektes gegenüber der Realität Kontur gewinnen soll, steckt doch hinter der scheinbar geringfügigen Unterscheidung etwas sehr Grundsätzliches, nämlich die Frage, nach welchem Modell Welt erfahren, repräsentiert, vermittelt, verallgemeinert und damit auch simulierbar wird. Lebt die Fledermaus in einer Welt, die ausschließlich von der situativen Jeweiligkeit ihrer eigenen

16 Goerlitz, Holger R./Genzel, Daria/Wiegrebe, Lutz (2012): »Bats' avoidance of real and virtual objects: Implications for the sonar coding of object size«, in: *Behavioural Processes* 89(1), S. 61–67.

17 Vgl. dazu stellvertretend Shapiro, Alan (2008): »Images: Real and Virtual, Projected and Perceived, from Kepler to Descartes«, in: *Early Science and Medicine* 13(3), S. 270–312.

18 Die Gemeinschaftspublikation folgt in weiten Teilen der Dissertation von Petra Weißenbacher. Vgl. dazu Weißenbacher, Petra (2003): Objekterkennung durch Echoortung und der Einfluß zeitlicher Integrationsmechanismen bei der Fledermaus *Megaderma lyra*, Fakultät für Biologie, Ludwig-Maximilians-Universität München.

19 Weißenbacher/Wiegrebe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 833.

20 Zu dieser Frage nach dem Weltbild und seiner spezifischen Zeitlichkeit vgl. Heidegger, Martin (1977): »Die Zeit des Weltbildes«, in: Ders.: Gesamtausgabe. 1. Abteilung: Veröffentlichte Schriften 1914–1970; Band 5: Holzwege, Frankfurt a.M.: Klostermann, S. 75–97.

Echos bestimmt wird oder verfügt sie über ein eigenständiges akustisches Raumbild, das eine, möglicherweise auch die Artengrenze überschreitende, Verallgemeinerung zulässt? Das Echo selbst ist so sehr beeinflusst von Außenfaktoren, dass es zur verlässlichen Erfassung eines Objekts nur bedingt taugt. »Moreover, the echoes are highly unstable over time, because they are susceptible to both changes of the bat's observation angle and, e.g., wind-induced movement of the object. Thus, a bat will rarely receive the same echo of an individual object twice.«²¹ Wegen dieser Kontextabhängigkeit erlaubt das Echo weder eine Konstanz der Objekte noch deren phänomenale Stabilität. Es ist nicht hinreichend reproduzierbar und daher als Grundlage für eine dauerhafte Weltmodellierung kaum geeignet. Dieser Wankelmütigkeit im ontologischen Design steht mit der *Impulse Response* (IR) etwas gegenüber, das durchaus eine gewisse Verallgemeinerung erlaubt und damit als ein belastbareres Modell für eine alternative Welterfassung gilt. Ein ebenfalls diesem Forschungsanliegen befasster Text unter Beteiligung von Lutz Wiegrobe bringt diese Gegenüberstellung und damit die Eigenheit der Impulsantwort auf den Punkt: »Thus, the IR is a physical object property, whereas the echo as it is perceived by a bat also depends on the structure of the emitted sound.«²²

IV. Von Fledermäusen und Delfinen, von Menschen und Mehlwürmern

Damit bleibt aber weiterhin unklar, ob sich die Fledermäuse nach Maßgabe des Echos oder nach Maßgabe der *Impulse Response* orientieren, ob sie also im Modus eines situativen Reagierens oder in dem eines halberlei stabilen Weltbildes unterwegs sind. Diese Frage ist nicht ganz einfach und kann durch die hier beschriebenen Experimente zunächst nicht geklärt werden – jedenfalls nicht beim aktuellen Stand der Untersuchungen. Allerdings, so die Autor*innen der oben zitierten Studie, lassen sich andere Untersuchungsszenarien ausmachen, die sich genau diesem Aspekt verschrieben haben. Diese Anordnungen handeln von einer erzwungenen Unterscheidung zwischen genau zwei Alternativen. Es sind vor allem Untersuchungen mit Delfinen, mit denen diese Frage Kontur und damit die Möglichkeit ihrer Beantwortung erhält. »This principle problem of a two-alternative, forced choice discrimination experiment is especially apparent in experiments on object discrimination with echolocating dolphins.«²³

21 Grunwald, Jan-Eric/Schörnich, Sven/Wiegrobe, Lutz (2004): »Classification of natural textures in echolocation«, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(15), S. 5670–5674, hier S. 5670.

22 Ebd.

23 Weißenbacher/Wiegrobe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 833.

Es kommt in der Einlösung des offensichtlich parallel gehaltenen Fragedesigns zu mehreren Vertauschungen, von denen die Ersetzung von Fledermäusen durch Delfine und realen durch virtuelle Objekte nur die offensichtlichsten sind. Schon der an die zitierte Stelle unmittelbar anschließende Satz nimmt noch eine weitere Stellvertretung vor, indem er Menschen und technisches Equipment an die Stelle der Delfine setzt: »In some of these experiments, the dolphins were replaced by divers equipped with an ultrasonic loudspeaker and two microphones (Fish, Johnson, & Ljungblad, 1976).«²⁴ Die Begründung, warum man diese weiteren Substitutionen vornimmt und es nicht bei der Echolokation der Delfine belässt, sondern auf die Aussagekraft von instrumentierten Tauchern im Umgang mit in welcher Weise noch zu beschreibenden *virtualisierten* Objekten setzt, wird zunächst mit pragmatischen Argumenten im Forschungsgeschäft begründet: »In general, animal experiments are very time consuming and expensive, and sonar target acoustic parameters are interrelated in ways that make interpretation of experimental results difficult.«²⁵

Jene Studie, auf die in der Arbeit über die Echolokation der Delfine verwiesen wird, ist im Jahr 1976 unter dem Titel *Sonar target discrimination by instrumented human divers* erschienen. Ihr Ziel war es, die Echolokation der Delfine auf den Menschen zu übertragen und beide auf ihre jeweilige Leistungsfähigkeit hin zu untersuchen. Bei der angeführten Instrumentierung gelangt eine ungewöhnlich anmutende Tauchmaske zum Einsatz, die, ähnlich wie in den Anordnungen Spallanzanis, den wahrnehmenden Organismus blenden und das Sehen verhindern, zugleich aber die Aussendung von akustischen Impulsen und die Registrierung von deren Rücklauf ermöglichen sollte (siehe Abb. 3):

»FIG. 2. Front view of diver wearing helmet face plate and rebreathing gear. The multielement center transducer was used for projecting the porpoiselike pulses and the two outer transducers, mounted 11.5 cm apart, center to center, for receiving the echoes.«²⁶

24 Ebd.

25 Fish, J. F./Johnson, C. S./Ljungblad, D. K. (1976): »Sonar target discrimination by instrumented human divers«, in: Journal of the Acoustical Society of America 59, S. 602–606, hier S. 602.

26 Ebd., S. 603.

Abbildung 3: Echos geometrischer Formen

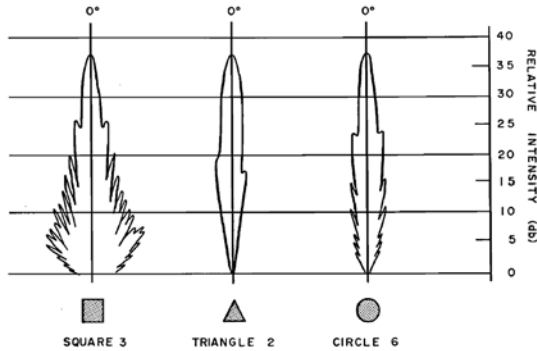
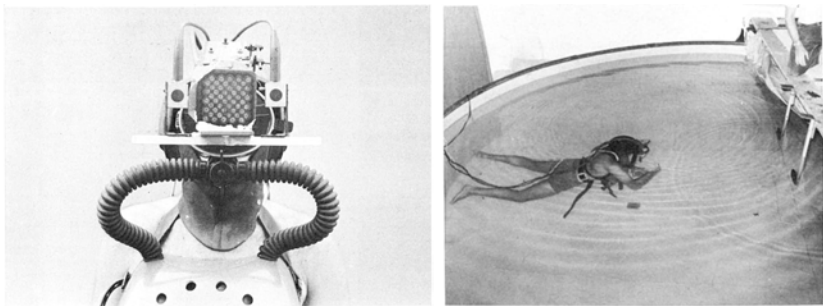


FIG. 7. Polar plots of echo radiation patterns from square, triangular, and circular targets having the same reflectivity for incident sound at 75 kHz (Barta and Evans, 1970).

Als Schauplatz der Experimente diente ein Bassin, in dem einem Taucher in del-
finähnlicher Haltung das Echo sowohl eines Zielobjektes als auch das Echo eines
davon abweichenden Objekts zugespielt wurde. Als Ziel- und Abweichungsobjekte
fanden Platten Verwendung, die einen Durchmesser von circa 30 Zentimeter auf-
weisen. Variiert wurde dabei ihre Gestalt (in der Regel gelangen unterschiedliche
geometrische Muster wie Kreis, Dreieck und Viereck zum Einsatz) sowie ihre mate-
riale Umsetzung (in den meisten Fällen werden Metalle wie Aluminium, Kupfer und
Messing verwendet und deren Dicke verändert) (siehe Abb. 4a und 4b).

Abbildung 4a-4b: Tauchmaske und Schwimmbassin für instrumentierte Taucher



Grundlage der »two alternative, forced-choice discrimination task« waren al-
so Paare bestehend aus dem »target object« und seinem in welchem Detail auch
immer veränderten Anderen. Tauchern wie Tieren wurden diese Paare in vielfach
wiederholten Testläufen immer wieder im Modus der Echolotaktion präsentiert. An-
hand der Reaktion der Taucher auf diese Paare sollte geklärt werden, ob sie die ein-
zelnen Elemente zu unterscheiden vermögen. Die tierlichen Signale mussten da-

zu dem menschlichen Hören angepasst und entsprechend frequenzmoduliert werden. Der Ablauf des Experiments bestand also darin, die Ausgangssignale der Tiere, Klickgeräusche mit einer Frequenz von 60 kHz (»Porpoiselike broad-band clicks, with energy centered about 60 kHz«) auszusenden, ihre durch die Objekte verursachte Brechung zu registrieren, diese zu bearbeiten und anschließend als ein dem menschlichen Wahrnehmungsbereich angepasstes Echo an die Taucher weiterzuleiten. Auf Grund der derartig aufbereiteten und binaural empfangenen Reize sollten diese dann signalisieren, ob sie in der Lage waren, aufgrund des sich bei ihnen einstellenden Raumbilds Unterschiede zwischen den Objekten wahrzunehmen. Wichtig dabei war, dass die Signalmuster, die den Tauchern im Becken zugespielt wurden, auf eine Weise transformiert waren, die im Text mit dem Verb »to stretch« beschrieben ist (eine Beschreibung, die man aus heuristischen Gründen einmal probeweise mit dem Verb virtualisieren gleichsetzen könnte). »To do this, we electronically digitized the echo signals and played them to the listeners at a reduced clock rate; i.e., we stretched them in time.«²⁷

Und nach dieser eingeschobenen Episode nun noch einmal raus aus dem Wasser und zurück zu den Fledermausexperimenten und zur dort angekündigten Klassifizierung der virtuellen Objekte. Die Autor*innen Petra Weißenbacher und Lutz Wiegrebe kommentieren die knapp 30 Jahre alten Versuche im Tauchbecken wie folgt: »With this equipment, the divers could discriminate objects equally as well as the dolphins. The divers learned to listen to small changes in the echoes associated with the two objects presented.«²⁸ Was sich auf der Ebene der rekonstruierbaren und halberlei gut nacherzählbaren Effekte beschreiben, vergleichen und natürlich auch in seinem Erkenntnisanspruch kritisieren lässt, ist das, was die Forscher*innen anlässlich der in Aussicht gestellten Taxonomie virtueller Objekte scheinbar am wenigsten interessiert: Ihr Interesse zielt nur bedingt auf die Frage der gelingenden Unterscheidung, der nachgewiesenen Unter- oder Überlegenheit von Mensch und Tier, sondern (immer noch) auf die nach der internen Repräsentation.

Diese Verschiebung von einem erwartbaren Narrativ der bilanzierbaren Leistungsfähigkeit ist auch dem Exkurs *Sonar target discrimination by instrumented human divers* inhärent. Auffallend ist, dass sich innerhalb nur eines einzigen Absatzes in der kurzen Abhandlung die Tonlage ändert: An die Stelle der detailreichen Schilderung der arrangierten Versuchsanordnungen tritt eine bloße Vermutung, erfolgt im Schreibgestus der Wechsel in ein Register dessen, was sich nicht bestätigen und nur im Modus des Unwahrscheinlichen beschreiben lässt – kurz gehaltene Mutmaßungen über das Weltbild der technisch instrumentierten Taucher. Einschränkung und Ernüchterung treten an die Stelle technischer Emphase. »However, it is highly unlikely that the divers developed an internal representation of the acoustic image

27 Ebd. S. 602.

28 Ebd. S. 602–606.

of the objects themselves through echolocation.«²⁹ Erneut und parallel zur Frage nach dem oder nach einem Weltbild der Fledermaus ist somit die ursprüngliche Ausgangsfrage nach der internen Aufarbeitung weiterhin im Raum. Die Frage der internen Repräsentation der Umwelt und ihre Abhängigkeit vom dabei zugrunde gelegten Datenmodell bleibt weiterhin ungelöst.

V. Vom höheren Realitätsgehalt der Phantome

Um dem auf die Spur zu kommen und um auf diesem Wege die titelgebende Frage nach dem Status und der Taxonomie der virtuellen Objekte zu klären, müssen die Fledermäuse in die Lage versetzt werden, die für das Diskriminierungsgeschäft nötige Entscheidung nun ihrerseits »in a two-alternative, forced choice paradigm« vornehmen zu können. Das ist der Moment, in dem die virtuellen Objekte, oder sollte man vielleicht einschränkend von virtualisierten Objekten reden, zum Einsatz gelangen. Sie sollen die Wirkweise des *Impulse Response* erklären. »The current experiment recruits exclusively virtual objects. These virtual objects are defined in terms of their IRs. Recently, it has been shown that the IR of a real object, convoluted with the bat's emitted sound, is a valid substitute for the echo that the bat perceives from the real object.«³⁰ Die hier verwendeten virtuellen Objekte sind also Effekte mathematischer Operationen. In ihrer Dissertation beschreibt Weißenbacher die Generierung und Verwendung virtueller Objekte wie folgt (siehe dazu auch Abb. 5):

»Durch Verrechnung der IA eines Objektes mit einem vom echoortenden Tier ausgesandten Laut, wird dem Laut die Objektinformation aufgeprägt. Diese Verrechnung kann man digital durch Multiplikation im Frequenzbereich oder durch Faltung im Zeitbereich nachvollziehen, und somit das Echo eines virtuellen, d.h. nicht existenten Objektes generieren. Durch Rückspielung des verrechneten Lautes als Objekt echo besteht die Möglichkeit, echoortenden Versuchstieren virtuelle Objekte zu präsentieren.«³¹

29 Ebd.

30 Weißenbacher/Wiegrebe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 833.

31 Weißenbacher, Petra (2003): Objekterkennung durch Echoortung und der Einfluß zeitlicher Integrationsmechanismen bei der Fledermaus *Megaderma lyra*, Fakultät für Biologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, S. 11.

Abbildung 5: Darstellung einer Impulsantwort

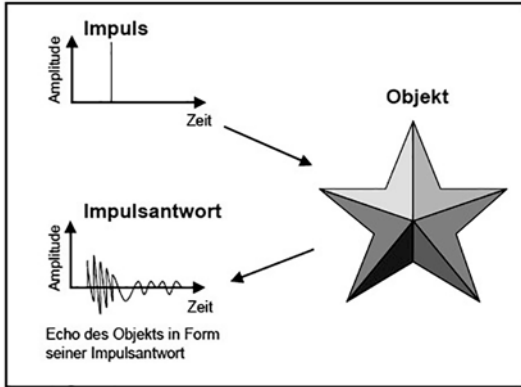


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der Entstehung einer Impulsantwort (IA). Bei Beschallung eines Objektes mit einem Impuls entsteht durch Reflexion an dessen Oberfläche eine charakteristische IA. Die IA beschreibt die Reflexionseigenschaften des Objektes im Zeitbereich.

Als Schauplatz für Trainingsläufe unter exklusiver Verwendung der virtuellen Objekte sowie der Mehlwürmer, die den Futteranreiz bieten, dient ein schwach erleuchteter Raum mit den Maßen 2,55m, 1,60m und 2,00m.

»The setup consisted of a starting perch on one side of the chamber and one loudspeaker placed in the middle of the chamber. In front of the perch, at a distance of 0.12 m from the bats' head, a 0.25-in. (0.64-cm) microphone (Model 4135; Brüel and Kjaer, Naerum, Denmark) was installed. The distance from the loudspeaker to the bat's head was 1.70 m. A feeding dish was installed on either side of the loudspeaker.«³²

Den Tieren werden in diesem Setting unterschiedlich gestaltete IR vorgespielt. Gearbeitet wird dabei mit jeweils fünf hohen und tiefen IRs, und das Diskriminierungsverhalten wird durch Futtergaben belohnt (siehe Abb. 6).

»The bats were trained to respond to the IRs in a two-alternative, forcedchoice paradigm. When one of the five low IRs was presented, the bats were rewarded for flying toward the left feeding dish; when one of the five high IRs was presented, the bats were rewarded for flying toward the right feeding dish.«³³

32 Weißenbacher/Wiegrobe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 834.

33 Ebd.

Abbildung 6: Unterschiedliche Impulsantworten

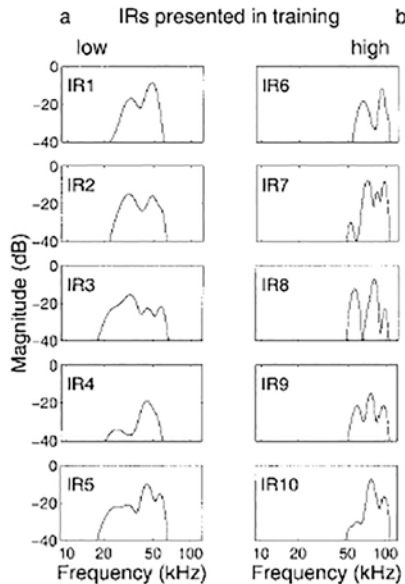


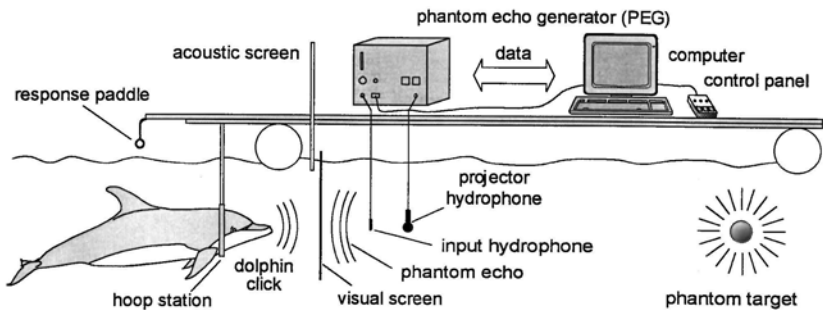
Figure 1. Magnitude spectra of the low (a) and high (b) impulse responses (IRs) used to train the bats. The bandpass center frequency (CF) for the low IRs (IR1–5) was 41 kHz; the bandpass CF for the high IRs (IR6–10) was 82 kHz. In response to a low IR, the bats were trained to fly toward the left feeding dish; in response to a high IR, the bats were trained to fly toward the right feeding dish. Note that the five IRs in each column share the same bandpass region but have individually different transmission characteristics within these frequencies.

Das Ergebnis dieser aufwendigen Anordnungen ist uneigentlich und beantwortet die Frage nach dem Weltbild der Fledermäuse selbst mit einer Frage: Sind die Tiere zu einer weltkonstituierenden Performanz wirklich in der Lage? Mit der Unterscheidung zwischen dem jeweiligen Echo und der physikalischen Totalität der *Impulse Response*, also dem, was als virtuelles Objekt gefasst wird, steht die Frage nach dem Weltbild der Fledermäuse zur Disposition: Prozessiert die Fledermaus ihre Welt lediglich in der Echtzeit des jeweiligen Flugbetriebs oder verfügt sie darüber hinaus über eine interne und die Momenthaftigkeit des Navigationsbetriebs übersteigende Repräsentation dieser Welt, die sie mit den durch die Echolokation jeweils erzeugten Daten in ein Verhältnis setzt und abgleichen kann? Es geht mit der Entscheidung für Echo und IR auf eine intrikate Weise um die Gediegenheit der tier-

lichen Welt – eine Unterscheidung, die sich in einem für die Virtualitätsgeschichte maßgeblichen Adverb *just* verdichtet. »The current experiments investigate whether bats *just* perceive changes in echo composition or whether bats perceive the IR itself through a detailed comparison of the emitted sound with the echo.«³⁴

An dieser Stelle ihrer Argumentation verschränken Weißenbacher und Wiegreb die IR mit der Virtualisierung der Objekte. Anders gesagt: Im Modus seiner virtuellen Objekthaftigkeit wird dem *Impulse Response* gegenüber dem Echo ein Vorteil zugestanden. In einer sehr kleinteilig angelegten und unterschiedliche Teilaspekte bemühenden Logik der Ersetzungen sollen sie und nicht das Echo den Status der virtuellen Objekte bestimmen und ausmachen – und, so der kontraintuitive Ansatz, für einen notwendigen Realismus im Experimentalbetrieb sorgen, der durch das Echo, also die weniger vermittelte Größe, nicht gewährleistet würde. Als Resultat dieses neuen und das Ungenügen der Echos kompensierenden Verfahrens, das sich selbst als *A new echo simulation method* ausweist, entstehen künstliche oder Phantom-Echos, die den Tieren vorgespielt werden und die als virtuelle oder virtualisierte Objekte eigener Dignität den Experimentalbetrieb erleichtern sollen. Sie gelten als valides Substitut und sind damit den nicht virtualisierten Varianten überlegen. Ihre epistemologische Gediegenheit steht außer Frage (siehe dazu Abb. 7).

Abbildung 7: Anordnung mit Phantom Echos



Dieses Resultat ist beeindruckend, bereitet es doch einer ungewohnten Lesart des Phantomhaften, des Künstlichen oder des Virtuellen den Boden. Ausgerechnet das Phantom wird – wie in den späteren Arbeiten die virtuellen Objekte – entgegen allen üblichen Verwendungsweisen dem Konto eines angestrebten Realismus im Forschungsdesign zugeschlagen. »It could be shown that the acquired impulse responses represent the reflection characteristics independent from the incident

34 Ebd., S. 833 (Herv. SR). Vgl. zur Gediegenheit Rieger, Stefan (2023): »Virtuelles Testen«, in: Zeitschrift für Medienwissenschaft (zfm) 29, S. 51–59.

signal, so for any signals realistic phantom echoes can be produced.«³⁵ Dem Ungenügen des Echos für eine interne Repräsentation, für ein tierliches Weltbild, wird die virtuelle Objekthaftigkeit im Modus des IR als forschungspragmatisch bessere Alternative gegenübergestellt. Damit wird es im Text aus dem Jahr 2003 und im Rückgriff auf die angeführten Untersuchungen an Delfinen und instrumentierten Tauchern möglich, den ausschließlichen Einsatz virtueller Objekte zu rechtfertigen. Im epistemologischen Ringtausch der Objekte (real object, echo, IR und virtual object) haben die virtuellen Objekte die Nase vorn und verzeichnen forschungsstrategisch einen Wettbewerbsvorteil in Sachen realistischer Experimentalumgebungsgestaltung. Sie sind – trotz oder gerade wegen ihrer unterschiedlichen ontologischen Ausprägung – epistemische Dinge in einem intrikaten Diskriminierungsgeschäft, mit denen sich aus einer Reihe von Gründen besonders gut arbeiten lässt, erlauben sie doch eine systematische Anpassung an bestimmte Ausgangsbedingungen.³⁶

»Virtual objects were used in this experiment because their acoustical properties can be manipulated in a systematic manner and a large variety of objects can be presented without extensive and experimentally critical mechanical effort.«³⁷

Das Phantom schiebt sich – entgegen den Erwartungen einer rein technisch ausgerichteten Erzählung von virtueller Realität – an die Stelle des Virtuellen, nimmt dessen Systemplatz ein. Was so entsteht, sind künstliche Echos, sind virtualisierte Gebilde, sind Phantome zweiter Ordnung. Im Changieren der Terminologie zwischen künstlichen, virtuellen oder phantomhaften Echos sind auf den Textoberflächen der Wissenschaftsprosa Verschiebungen in der Semantik zu beobachten, die für einen genauen Nachvollzug der Experimente vermutlich randständig sind, nicht jedoch für eine Historiographie des Virtuellen und seiner Semantiken.³⁸ Dabei unterscheiden sich die virtuellen Objekte der Fledermausforscher*innen von den verwendeten Objekten im Schwimmbecken – und zwar unterscheiden sie sich im Grad ihrer Vermitteltheit, wenn man so will, im Grad ihrer Virtualisierung. Die Objekte im Schwimmbecken waren vermittelt, indem von realen Objekten Echobilder er-

-
- 35 Aubauer, Roland/Au, Whitlow W. L. (1998): »Phantom echo generation: A new technique for investigating dolphin echolocation«, in: *Journal of the Acoustical Society of America* 104, S. 1165–1170, hier S. 1169.
- 36 Vgl. dazu Rheinberger, Hans-Jörg (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen: Wallstein sowie Rheinberger, Hans-Jörg (2021): *Spalt und Fuge. Eine Phänomenologie des Experiments*, Berlin: Suhrkamp.
- 37 Weißenbacher/Wiegrebe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 833.
- 38 Vgl. dazu Weber, Julia (2024): *Dynameis. Bausteine zu einer Geschichte der Virtualität*, Berlin, Boston: De Gruyter.

zeugt und die Frequenzspektren dem menschlichen Wahrnehmungsbereich angepasst waren. Diese wurden den Tauchern vorgespielt und dann deren Diskriminierungsfähigkeit untersucht. Bei den Experimenten mit den Fledermäusen kam noch ein weiterer Schritt hinzu: Die Objekte waren auf eine Weise aufgearbeitet, die dem Unterschied zwischen Echo und IR geschuldet war. Das geschah auf dem Weg mathematischer Operationen, die das einmalige Echogeschehen und seine singuläre Erscheinung mit der *Impulse Response* abglichen, also eine Art ideales und von der jeweiligen Wahrnehmungssituation mit all den damit einhergehenden Unschärfen verallgemeinerbares Konzept heranzogen. Damit wurde dem Befund Rechnung getragen, dass die Tiere zwar sicher navigieren, allerdings in einer Welt, die für sie ohne Weltbild ist. Aus den genannten Gründen wird kein im Echtzeitbetrieb prozessiertes Echo einem anderen gleichen, oder anders gesagt: »Thus, a bat will rarely receive the same echo of an individual object twice.«³⁹ Wieder ist damit die Frage nach der Bildgebung im Raum – genauer: die Frage danach, ob die Fledermäuse diesen Vorgang, der als komplexe Rechenleistung beschrieben wird, selbst vorzunehmen in der Lage sind: »Do bats actually perform this reconstruction?«⁴⁰ Dem Begriff der Virtualität (und natürlich auch den Fledermäusen) wird dabei einiges aufgebürdet – nicht zuletzt die Absicherung einer Eigentlichkeit, die der Virtualität im Zuge einer bestimmten Begriffs- und Konzeptgeschichte immer wieder abgespenstig gemacht wurde und deren vermeintliches Fehlen gerade als Grundlage ihrer Profilierung diente. Für diese Wirrungen hält die Fledermausforschung eine weitere Wendung parat, die eine unscheinbare Pointe im Geschäft der Virtualitätsforschung verbucht:

»Using video-recordings, we first show that the bats evaded a small real object (ultrasonic loudspeaker) despite the familiar flight situation. Secondly, we studied the sonar coding of object size by adding a larger virtual object. The virtual object echo was generated by real-time convolution of the bats' calls with the acoustic impulse response of a large spherical disc and played from the loudspeaker. Contrary to the real object, the virtual object did not elicit evasive flight, despite the spectro-temporal similarity of real and virtual object echoes.«⁴¹

Zu diese Episode, zu dieser nachgerade unerhörten Begebenheit in einem Text, der sich der Gegenüberstellung von realen und virtuellen Objekten verpflichtet, gäbe es viel zu sagen. Beschrieben wird ein Setting, in dem die realen, die material vorliegenden Requisiten zur Erzeugung von virtuellen Objekten, in diesem Fall ein kleiner

39 Grunwald/Schörnich/Wiegrobe: »Classification of natural textures in echolocation«, S. 5670.

40 Weißenbacher/Wiegrobe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 833.

41 Goerlitz/Genzel/Wiegrobe: »Bats' avoidance of real and virtual objects: Implications for the sonar coding of object size«, S. 61.

Ultraschall-Lautsprecher, als reale Hindernisse behandelt werden – also analog zu den gespannten Seilen und Drähten, mit denen man seit Spallanzani und über einen langen Zeitraum hindurch dem Fledermaussinn auf die Schliche kommen wollte. In dieser konkreten Anordnung wird beschrieben, dass die Tiere die Unterscheidung zwischen dem Virtuellen und dem Realen nicht vorzunehmen wüssten: Den zum experimentellen Setting zugehörigen Ultraschalllautsprecher weichen sie aus, ein entsprechend aufgearbeitetes *virtual echo object* ignorieren sie.⁴²

VI. Strecken

Was dem Moment des *stretching* als Umsetzung einer entsprechender Virtualisierungsbewegung eigen ist, eröffnet den Bezug zu einer Wahrnehmungsgeschichte der Alterität, bei der erneut Tiere eine Rolle spielen. Diese Geschichte ist deswegen von Belang, weil sie ein Virtualitätsverständnis sichtbar macht, das sich nicht auf Digitaltechnik reduzieren lässt: Ob die Alteritäten möglicher Welten errechnet oder erzählt, kalkuliert oder vermutet, imaginiert oder immersiv erfahren werden, ist dafür zweitrangig. Die fragliche Episode, die genau das untermauert, spielt in einer Zeit, in der es weder den Kinematographen noch den Computer als Instrumente der Zeitmanipulation gab. Und gleichwohl kann diese Episode von Vorgängen handeln, die dem Strecken und dem Dehnen (*to stretch*) als Vorgang einer Datenmanipulation entsprechen. Ausgangspunkt ist ein Text des Biologen, Entomologen, Arztes und Naturforschers Karl Ernst von Baer mit dem Titel *Die Abhängigkeit unseres Weltbilds von der Länge des Moments* aus dem Jahre 1864. Von Baer (1792–1876), spielt für die Modellierung von Wahrnehmungsweisen ein Argument ein, das auf eigenwillige Weise das unterschiedliche Zeitauflosungsverhalten von Tieren und unter der Hand die Bildtechnik einer späteren Kinematographie in Position bringt. Rund hundert Jahre später, im Jahr 1962, erfolgt eine Neuveröffentlichung dieser Abhandlung in den *Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*, einer Publikationsreihe, die u. a. von Max Bense herausgegeben wird. In einem Beiheft, das die Abhandlung von Baers enthält, würdigt ein Vorwort, für das Helmar Frank (1933–2013) als Schriftleiter verantwortlich zeichnet, sowohl die Begründung des Moments (sowie einer entsprechenden Momentpsychologie) als auch die gedankliche Vorwegnahme der Optikmedien und ihrer Möglichkeiten der Zeitmanipulation. Diese führt direkt zur

42 Verwiesen wird dazu auf die Größe und Beschaffenheit der Objekte, die ein Erkennen verhindern. Vgl. dazu Weißenbacher/Wiegrebe: »Classification of Virtual Objects in the Echolocating Bat, *Megaderma lyra*«, S. 838.

frühen Systemtheorie, genauer noch zur theoretischen Biologie Jakob von Uexkülls und zu seinem Hamburger Institut für Umweltlehre.⁴³

Die dort erprobte Allianz zwischen Medientechnik und biologischem Wissen ist symptomatisch: Dem Ganzen liegt das Konstrukt eines Tempos zugrunde, das sich im Gedankenexperiment manipulieren und im Realexperiment nachstellen lässt. Tiere werden zu natürlichen Agenten der Manipulation von Zeit, des Dehnens und des Raffens: Relativ zur menschlichen Wahrnehmung langsam veranlagte Tiere wie die sprichwörtlich lahme Schnecke oder schnelle Tiere wie der siamesische Kampffisch *Betta splendens* Regan werden in ein epistemisches Feld geführt: Das, was man ihnen als natürliche Verkörperung unterstellt, soll im Experiment nachgewiesen werden. Zugänglich wird so eine Bildverarbeitung, die im Modus von *slow-motion* und Zeitraffer die Welt der Bilder *stretcht* (und die – wie an Untersuchungen an Kampffischen gezeigt – deren Auffassung von Gegenständen, also deren Dingkonstanz zu variieren oder gänzlich außer Kraft zu setzen vermag).⁴⁴ Am Ende der hinreichend weit betriebenen Skalierungen, die unter den vorkinematographischen Bedingungen bei von Baer erzählt und die später mittels optischer Medien umsetzbar werden, würde sich gar die Vertrautheit der physikalischen Welt auflösen: »Dächten wir uns gar das geistige Tempo vertausendfacht oder vermillionenfacht, so würden die Eindrucksqualitäten sich zersetzen, und eine Welt ganz neuer Erscheinungen täte sich auf: der Ton wäre nicht Ton, die Farbe nicht Farbe mehr.«⁴⁵ Die Frage, wie es wäre, die Welt nach Maßgabe anderer Entitäten wahrzunehmen (*What is it like to be a Bat?*), wird von einzelnen Tieren gelöst und in einem Gedankenexperiment nachgestellt, das die Grenzen des menschlichen Weltbilds sprengt.

43 Baer, Karl Ernst von (1962): »Die Abhängigkeit unseres Weltbilds von der Länge unseres Moments«, in: Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft 3 (Beiheft), S. 251–275. Vgl. zu den Details Rieger, Stefan (2019): »Zeitseeing. Zur biologischen Modellierung von Temporalität«, in: Claudia Blümle/Claudia Mareis/Christof Windgätter (Hg.), Visuelle Zeitgestaltung, Berlin, Boston: De Gruyter, S. 23–32.

44 Vgl. dazu Beniuc, Mihai (1933): »Bedeutungswechsel der Dinge in der Umwelt des Kampffisches *Betta splendens* Regan«, in: Zeitschrift für vergleichende Physiologie 18, S. 437–458 und Ternus, Josef (1925): Experimentelle Untersuchungen über phänomenale Identität, Dissertation Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin, Berlin: Springer.

45 Klages, Ludwig (1925): Einführendes Vorwort zu Melchior Palágyi, Wahrnehmungslehre, Leipzig: Johann Ambrosius Barth, S. XI.