

Humboldt hatte Recht: Zitteraale schnellen aus dem Wasser, um Landtiere bei Bedrohung zu attackieren

Zum 250. Geburtstag des Naturwissenschaftlers und Forschungsreisenden Alexander von Humboldt (1769 – 1859)

BERNHARD SCHMALL

Universität Salzburg, FB Biowissenschaften, Hellbrunner Str. 34, A-5020 Salzburg
E-Mail: bernhardchristian.schmall@stud.sbg.ac.at

Einleitung

Der deutsche Naturforscher und Universalgelehrte Alexander von Humboldt publizierte 1807 einen Artikel mit dem Titel »Jagd und Kampf der electricischen Aale mit Pferden« (Humboldt, 1807). Darin schildert er, wie er sich während seiner fünfjährigen amerikanischen Forschungsreise (1799 – 1804) mit den zur Ordnung der Neuwelt-Messerfische (*Gymnotiformes*) zählenden, wegen ihrer elektrischen Stromstöße bekannten Zitteraale (*Electrophorus electricus*) beschäftigte. Nach einigen Mühen war es ihm gelungen, Eingeborene zu finden, die ihm lebende Tiere mit Pferden fangen wollten. Humboldts Augenzeugenbericht über den Fang und den Kampf der Zitteraale mit den Pferden ist derart bizarr, dass er lange angezweifelt wurde. Erst vor wenigen Jahren gelang es, Humboldts Beobachtungen durch Experimente am Zitteraal zu bestätigen.

Im Folgenden sollen Leben und Werk dieser außergewöhnlichen Forscherpersönlichkeit beleuchtet und dessen Beobachtungen über den Zitteraal erörtert werden.

BIOGRAPHIE – Kindheit und Jugend

Alexander von Humboldt wurde am 14. September 1769 als zweiter Sohn des preußischen Majors a. D. und Kammerherrn Alexander Georg von Humboldt und seiner Ehefrau Marie-Elisabeth von Hollwede, geb. Colomb, in Berlin geboren. Um Alexander und seinem um zwei Jahre älteren Bruder Wilhelm eine universelle Ausbildung bieten zu können, wurden die Brüder auf dem Familiengut Schloss Tegel bei Berlin und in der Berliner Stadtwohnung der Familie von namhaften Hauslehrern unterrichtet, u. a. in neuen und alten Sprachen, in Mathematik und Geschichte, später ergänzt durch Privatvorlesungen in Philosophie, Rechts- und Staatswissenschaften. Schon früh zeigte Alexander großes Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern.



Alexander von Humboldt als junger Forscher.
Gemälde von F. G. Weitsch, 1806

Studium und erste Reisen

Von 1787 bis 1792 studierte Humboldt an verschiedenen Universitäten und Akademien, zunächst ein Semester Staatswirtschaftslehre (Kameralistik) in Frankfurt/Oder, ehe er an die Universität Göttingen wechselte, dem damaligen Zentrum aufklärerischer Wissenschaft in Deutschland, um ein Studium der Naturwissenschaften aufzunehmen. 1790/91 studierte er an der Handelsakademie von Johann Georg Büsch in Hamburg, 1791/92 schließlich an der sächsischen Bergakademie Freiberg. Während seiner Studienzeit unternahm Humboldt erste Studienreisen und knüpfte enge Kontakte zu namhaften Wissenschaftlern, u. a. zum Anatom und Zoologen Johann Georg Blumenbach. Bedeutsam wurde seine Bekanntschaft mit dem Naturforscher und Weltumsegler Georg Forster (Begleiter von James Cook auf dessen zweiten Weltreise), mit dem er 1790 eine längere Reise unternahm, die über Köln und Brüssel nach Amsterdam führte. Von dort reisten sie nach England und kehrten über Paris zurück. In Paris zeigte sich Humboldt von den Idealen der französischen Revolution – diese war ein Jahr zuvor ausgebrochen – beeindruckt.

Im Staatsdienst

Nach Beendigung seiner Studien 1792 machte Humboldt eine rasche Karriere im preußischen Staatsdienst (Bergdepartement). Bereits nach wenigen Monaten wurde er vom Assessor zum Oberbergmeister befördert und nach Franken versetzt, wo man ihm die Leitung des jüngst an Preußen gefallenen Bergbaureviere von Ansbach-Bayreuth übertrug. Humboldt gelang es innerhalb kürzester Zeit, die Erträge der ihm unterstellten Bergwerke um ein Vielfaches zu steigern. Auch machte er sich um die Errichtung einer aus eigenen Mitteln finanzierten Bergbauschule verdient. Humboldt nützte diese Zeit ebenso für intensive Forschungstätigkeiten. Doch weder großzügig gewährte Beurlaubungen zu Studienreisen, die Beförderung zum Oberbergrat und weitere Angebote vermochten ihn im Staatsdienst zu halten – er wollte ein unabhängiger, freier Forscher sein. Dieser Traum erfüllte sich schließlich 1796, als seine Mutter starb (sein Vater war schon in seiner Jugendzeit verstorben) und ihm ein beträchtliches Vermögen hinterließ.

Amerikanische Forschungsreise

Nach zweijähriger, intensiver Vorbereitungszeit brach Humboldt 1799 – ausgerüstet mit den modernsten Messgeräten seiner Zeit – gemeinsam mit dem Arzt und Botaniker Aimé Bonpland zu seiner großen, fünfjährigen amerikanischen Forschungsreise auf. Von Cumaná im heutigen Venezuela aus führte die erste Expedition zum oberen Orinoco, wo durch Flussbefahrungen dessen Verbindung mit dem Rio Negro erforscht wurde. Dabei konnte die Gabelteilung des Orinoco nachgewiesen werden, d. h. der Fluss teilt sich in zwei Arme, wobei der Hauptarm als Orinoco weiterführt, während der Nebenarm – als Casiquiare bezeichnet – zum Rio Negro und damit zum Gewässersystem des Amazonas entwässert.

Nach einem Zwischenaufenthalt in Kuba brachen Humboldt und Bonpland 1801 zur zweiten Expedition in das heutige Kolumbien und nach Peru auf, wo sie nach Bogota, Quito und Lima gelangten. Im Rahmen dieser Forschungsreise führte Humboldt u. a. eine genauere Berechnung des Längengrades der Hauptstadt Lima durch, befasste sich mit dem Vogeldünger Guano und trieb im heutigen Ecuador vulkanologische Forschung. Im Zuge dieser Tätigkeit unternahm er einen Besteigungsversuch des 6.300 m hohen erloschenen Vulkans Chimborazo, der damals für den höchsten Berg der Erde gehalten wurde. Er musste zwar auf etwa 5.600 m umkehren, stellte dabei aber für viele Jahre einen für (europäische) Bergsteiger neuen Höhenrekord auf. Vor der peruanischen Küste nahm er Messungen jener kalten Meeresströmung vor, die heute als Humboldt-Strom bekannt ist.

1803 folgte die letzte Expedition, die Humboldt und Bonpland ein Jahr lang quer durch Mexiko führte. Abgeschlossen wurde die Reise mit einem Besuch in den USA, wo er drei Wochen lang Gast bei Präsident Thomas Jefferson war, der als großer Bewunderer Humboldts galt. Zwar teilten beide ein liberales politisches Weltbild, nahmen aber in der Sklavenfrage – Humboldt war ein entschiedener Gegner der Sklaverei – unterschiedliche Haltungen ein. Am 3. August 1804 betraten Humboldt und Bonpland in Bordeaux wieder europäischen Boden. Die von Humboldt gänzlich aus eigenen Mitteln finanzierte Forschungsreise hatte ein Drittel seines Vermögens verschlungen.

Zurück in Europa

Nach seiner Rückkehr wurde ihm in Paris, dem damaligen Zentrum der Wissenschaften, ein triumphaler Empfang bereitet. Hier wollte er auch die Ergebnisse seiner Forschungsreise publizieren, da man ihm zur Klärung fachspezifischer Fragen jegliche Unterstützung zugesagt hatte und in Paris auch die bestmögliche verlegerische Qualität zu erwarten war. Vorerst folgte er allerdings dem werbenden Druck des preußischen Königshauses und kehrte 1805 nach Berlin zurück, wo man ihn zum ordentlichen Mitglied der Preußischen Akademie der Wissenschaften ernannt hatte. König Friedrich Wilhelm III. stattete ihn mit einer Pension aus und ernannte ihn zum königlichen Kammerherrn.

1807 reiste Humboldt im Gefolge des Prinzen Wilhelm, des Bruders Friedrich Wilhelms III., in diplomatischer Mission nach Paris. Dort blieb er – mit Billigung des Königs – mit kurzen Unterbrechungen bis 1827, um sich vorrangig der Veröffentlichung seines rund dreißigbändigen amerikanischen Reisewerkes zu widmen. Humboldt bediente sich dabei eines umfangreichen Wissenschafts-Netzwerkes. Er ließ das Wissen von Gelehrten aus den unterschiedlichsten Wissenschafts-Disziplinen in sein Werk einfließen. Mit den bildlichen Darstellungen waren zahlreiche Spezialisten betraut. Humboldt steckte sein gesamtes Vermögen in die Veröffentlichung seines Reisewerkes.

1827, als sich die Vorarbeiten seiner Gesamtpublikation dem Ende neigten, beorderte ihn der König nach Berlin zurück, wo er an der Universität Vorlesungen über »Physikalische Erdbeschreibung« – seine berühmten »Kosmos-Vorlesungen« – hielt. In der Sing-Akademie zu Berlin hielt er öffentliche Vorträge zum selben Thema. Dank seiner rhetorischen Brillanz und seiner einfachen Sprache zogen Humboldts Vorträge Tausende von Besuchern an, sowohl Männer als auch Frauen. Zu seiner Zuhörerschaft zählten die unterschiedlichsten gesellschaftlichen Schichten. Selbst der König besuchte seine Vorträge.

Russische Forschungsreise

1829 konnte Humboldt zu seiner lang ersehnten Asien-Expedition aufbrechen. Auf Einladung des Zaren sollte er den Bergbau im Ural besichtigen und geologische Untersuchungen vornehmen. Mit seinen beiden Begleitern, dem Mediziner, Botaniker und Zoologen Christian Gottfried Ehrenberg und dem Chemiker und Mineralogen Gustav Rose ging die Reise von St. Petersburg über Moskau und Kasan nach Jekaterinburg, von wo aus die Bergwerke im mittleren Ural untersucht wurden. Anschließend brach man weiter nach Osten ins innere Sibirien auf und erreichte den Altai und die chinesische Grenze. Die Rückreise erfolgte über den südlichen Ural, mit einem Abstecher zum Kaspischen Meer, ehe über Moskau wiederum St. Petersburg erreicht wurde. Die Ergebnisse der Expedition beschränkten sich auf Bergbau, Geologie, Geophysik und Klimatologie, soziale und wirtschaftspolitische Themen wurden nicht behandelt. Da die Reise – im Gegensatz zu Humboldts aus eigenen Mitteln finanzierten Amerikaexpedition – vom Zaren finanziert und überwacht worden war, hatte er sich vorweg vertraglich verpflichten müssen, in schriftlichen Zeugnissen auf jegliche Kritik am russischen Gesellschafts- und Wirtschaftssystem zu verzichten.

Alter und Tod

Der gefeierte Vorzeige-Wissenschaftler Humboldt stand in der Gunst seiner Könige und war deren gern gesehener Gast und Begleiter. Mehrmals wurde der wortgewandte Gelehrte zu diplomatischen Missionen nach Paris entsandt. 1842 wurde er erster Kanzler der von Friedrich Wilhelm IV. neu gestifteten Friedensklasse des Ordens Pour le mérite. Humboldt, der dieses Amt bis zu seinem Tod behielt, hatte an der Ausarbeitung der Statuten und an der Auswahl der ersten ernannten Ritter maßgeblichen Anteil. Humboldts politischer Einfluss war jedoch gering; wegen seiner liberalen Haltung wurde er angefeindet, seine politische Einstellung vom König belächelt. 1857 bewirkte der entschiedene Gegner der Sklaverei zumindest eine Gesetzesnovelle, wonach jeder Sklave beim Betreten preußischen Bodens frei war. Daneben widmete er sich im Alter vielen weiteren Themen, u. a. der Förderung von Nachwuchs-Wissenschaftlern. Er stand auch in regem wissenschaftlichen Austausch mit den namhaftesten Gelehrten des In- und Auslandes, beispielsweise mit dem Evolutionsforscher Charles Darwin. Bereits nach seiner Amerika-Expedition hatte Humboldt begonnen, ein weltumspannendes Wissenschafts-Netzwerk aufzubauen. Dank seiner offenen Art fiel es ihm leicht, freundschaftliche Kontakte zu Wissenschaftlern in aller Welt zu knüpfen und Wissen auszutauschen. Zu seinem Bekanntenkreis zählten auch berühmte Dichter, z. B. Friedrich Schiller oder Johann Wolfgang von Goethe.

An eigenen Schriften, denen er sich im Alter widmete, ist insbesondere seine Arbeit am »Kosmos« hervorzuheben, einer monumentalen physischen Weltbeschreibung. Humboldts ambitionierter Plan war es, das gesamte Wissen über die Natur künstlerisch und wissenschaftlich in gebündelter Form darzustellen. Die Ausarbeitung sollte ihn die letzten 25 Jahre seines Lebens beschäftigen, musste aber letztendlich unvollendet bleiben.

Alexander von Humboldt starb am 6. Mai 1859 als berühmter, aber – nachdem er fast sein gesamtes Vermögen in seine Forschungsvorhaben investiert hatte – verarmter Mann in seiner Wohnung in Berlin. Er wurde im Familiengrab im Park von Schloss Tegel bei Berlin beigesetzt.

HUMBOLDT UND DER ZITTERAAL – Der Kampf mit Pferden

Humboldt gelangte während seiner amerikanischen Forschungsreise in die im heutigen Venezuela liegende Stadt Calabozo, von wo aus er die wegen ihrer elektrischen Stromstöße bekannten und gefürchteten Zitteraale (*Electrophorus electricus*) erforschen wollte. Bereits vor seiner Reise hatte er sich mit Elektrizität befasst und eine Studie mit dem Titel »Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser« publiziert. In schmerzhaften und nicht ungefährlichen Selbstversuchen hatte er sich am Rücken Wunden zugefügt und mit galvanischen Zellen (Vorläufer der heutigen Batterie) in Berührung gebracht.

Zunächst waren Humboldts Versuche, lebende Zitteraale zu erhalten, vergeblich, da die Eingeborenen vor den Stromschlägen der Tiere panische Angst hatten. Schließlich fand er Indianer, die eine kuriose Methode zum Fang der Zitteraale entwickelt hatten. Humboldt war erstaunt, als er erfuhr, dass die Eingeborenen Zitteraale mit Pferden fangen wollten. Er beschreibt dies in einem detaillierten Augenzeugenbericht (Humboldt, 1807), der hier auszugsweise wiedergegeben wird: *»Wir gerieten nicht wenig in Verwunderung, als wir hörten, man wolle in die benachbarten Savannas gehen, und dort einige dreißig halb wilde Pferde zusammen treiben, um sich ihrer bei diesem Fischfange zu bedienen.«*

Nachdem die Indianer 30 Pferde und Maulesel eingefangen hatten, begab man sich zu einem Sumpf. Die Tiere wurden in den Sumpf getrieben und sofort von den Zitteraalen attackiert: *»Die Indianer, jeder mit einem sehr langen Rohre und mit einer kleinen Harpune bewaffnet, stellten sich um den Sumpf, und einige kletterten auf die Aeste der Bäume,*

die über dem Wasser lagen. Durch ihr Geschrei und durch ihre langen Stangen trieben sie die Pferde, wo sie sich dem Ufer näherten, zurück. Die durch den Lärm der Pferde geschreckten Zitteraale verteidigten sich mit wiederholten Entladungsschlägen ihrer elektrischen Batterieen, und eine Zeit lang schien es, als würden sie den Sieg über die Pferde und Maulesel davon tragen. Mehrere von diesen durch die Menge und Stärke der elektrischen Schläge betäubt, verschwanden unter dem Wasser; einige derselben, die sich wieder aufrichteten, erreichten ungeachtet der Wachsamkeit der Indianer das Ufer, und streckten sich hier, durch ihre Anstrengung erschöpft, und durch die starken elektrischen Schläge an allen Gliedern gelähmt, der Länge nach auf die Erde.«

Humboldt vermittelt ein schauriges Bild des Kampfes: »Die Gruppen der Indianer, welche den Sumpf umringten, die Pferde mit zu Berge stehender Mähne, Schrecken und Schmerz im Auge, welche dem Ungewitter, das sie überfällt, entfliehen wollen; die gelblichen und schlüpfrigen Aale, welche großen Wasserschlangen ähnlich an der Oberfläche schwimmen, und ihre Feinde verfolgen: alles das gab ein höchst mahlerisches Ganzes.«

Zwei Pferde kamen dabei zu Tode: »In weniger als fünf Minuten waren zwei Pferde ertrunken. Die Aale [...] schlüpften den Pferden und Mauleseln unter den Bauch, und gaben dann Entladungen ihrer ganzen elctrischen Organe.«

Nach 15 Minuten erlahmte allmählich die Kraft der Zitteraale: »Als der Kampf eine Viertelstunde gedauert hatte, schienen die Pferde und Maulesel minder in Schrecken zu seyn; die Mähnen standen ihnen nicht mehr zu Berge, ihr Auge drückte nicht mehr hohen Schmerz und Schrecken aus, und es fielen keine Pferde mehr um. Auch schwammen die Aale mit dem halben Leibe außer dem Wasser, flohen vor den Pferden, statt sie anzugreifen, und näherten sich dem Ufer.«

Nun konnten die Zitteraale gefahrlos gefangen werden: »Die Zitteraale, welche nach dem Ufer fliehen, werden sehr leicht gefangen, mit kleinen an einem Strick befestigten Harpunen, die man ihnen in den Leib wirft.«

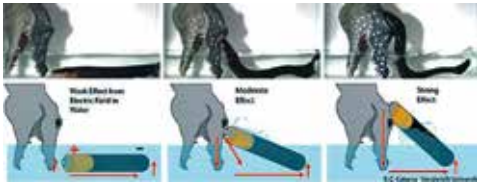
Die harpunierten Tiere wollte jedoch kein Indianer in die Hand nehmen, um sie in eine Hälterung überführen zu können. Das musste Humboldt selbst erledigen, wobei er bei der Berührung der Zitteraale heftigen Stromstößen ausgesetzt war.

Humboldts Beobachtungen nach über 200 Jahren wissenschaftlich bestätigt

Seit Humboldts Zeiten wurde kein vergleichbares Verhalten von Zitteraalen beobachtet und lange Zeit wurde sein Augenzeugenbericht angezweifelt oder gar als unglaubwürdig eingestuft. Erst 2016 gelang es Kenneth Catania von der Vanderbilt University in Nashville (USA), Humboldts Beobachtungen zu bestätigen. Als er Zitteraale im Aquarium mit einem Kescher fangen wollte, attackierten die Tiere den Kescher, wanden sich am Griff empor und teilten fortwährend Stromstöße aus.



*Kampf der Zitteraale mit den Pferden.
Schomburgk Robert (1843): The Naturalist
Library, Ichthyology, Volume V, Part II, the
Fishes of Guiana*



Catanias Experiment mit einer Alligator-Attrappe demonstriert den Effekt der Stromschläge. Die LED-Lampen auf dem Alligatorkopf veranschaulichen die Auswirkungen des Angriffs.

Graphik:

© Kenneth Catania, Vanderbilt University

Catania stellte darauf hin genauere Versuche an. Nicht leitende Gegenstände wurden von den Zitteraalen ignoriert. Der Kescher, den er verwendet hatte, besaß jedoch einen Metallrand und war somit leitfähig. Das Attackieren von leitenden Gegenständen ergibt Sinn, da Lebewesen – sowohl Angreifer als auch Beute des Zitteraals – ebenfalls Strom leiten, sobald sich ihre Körper wenigstens zum Teil unter Wasser befinden. Catania stellte weiters fest, dass Spannung und Stromstärke zunahm, je weiter die Tiere ihren Körper aus dem Wasser an leitenden Gegenständen emporschnellten.

Für dieses Phänomen gibt es eine logische Erklärung: Wenn die Zitteraale ihre Stromschläge nur unter Wasser austeilen, dann wird die elektrische Energie unter Wasser verteilt. Schnellen die Tiere ihren Körper hingegen aus dem Wasser empor, dann leiten sie den Strom von ihrem Kinn (Pluspol) direkt in ihr Angriffsziel. Der elektrische Strom fließt dann durch den Körper des Opfers hindurch und schließlich wieder im Wasser in den Schwanz des Zitteraales (Minuspol), somit ist der Stromkreis geschlossen. Catania führt weiters aus: *»Dies ermöglicht es den Zitteraalen, Stromschläge mit maximaler Stärke an angreifende Landtiere auszuteilen, die in ihr Territorium eindringen und deren Körper zum Teil unter Wasser ist. Außerdem können sie so größere Teile des Körpers elektrisieren.«* Videoaufnahmen von Catanias spannenden Experimenten sind auf Youtube verfügbar (link siehe Literaturangaben).

Warum aber attackieren Zitteraale deutlich größere Angreifer anstatt vor ihnen zu fliehen? Catania beobachtete, dass die Tiere dieses Verhalten vor allem dann zeigten, wenn der Wasserstand im Aquarium niedrig war. Er schließt daraus, dass es sich um eine Reaktion der Zitteraale handelt, wenn sie sich bedrängt fühlen. In ihrem natürlichen Lebensraum bleiben während der Trockenzeiten häufig kleine, seichte Tümpel zurück, die die Bewegungsmöglichkeit der Tiere einschränken. In dieser Situation sind sie anfälliger für Angriffe durch Landräuber und attackieren diese, wenn sie sich bedroht fühlen. Catania hält es für plausibel, dass Humboldt genau dieses Verhalten vor über 200 Jahren beobachtet hat.

LITERATUR

Quellen zur Biographie

Humboldt, Alexander von, Indexeintrag: Deutsche Biographie, <https://www.deutsche-biographie.de/pnd118554700.html>

Edition Humboldt digital: <https://edition-humboldt.de/>

Wikipedia-Artikel über Alexander von Humboldt: https://de.wikipedia.org/wiki/Alexander_von_Humboldt

Quellen zum Zitteraal

<https://science.orf.at/stories/2778755/>

Catania, K. C., 2016. Leaping eels electrify threats, supporting Humboldt's account of a battle with horses. PNAS 113 (25): 6979-6984.

Humboldt, A.v., 1807. Jagd und Kampf der elektrischen Aale mit Pferden. Gilberts Annalen der Physik 25: 34-43.

Youtube-Video über Catanias Experimente

Electric eels make leaping attacks: <https://www.youtube.com/watch?v=AXIACBFLd8U>

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Schmall Bernhard

Artikel/Article: [Humboldt hatte Recht: Zitteraale schnellen aus dem Wasser, um Landtiere bei Bedrohung zu attackieren Zum 250. Geburtstag des Naturwissenschaftlers und Forschungsreisenden Alexander von Humboldt \(1769 – 1859\) 135-140](#)