hat es dem Verf. wahrscheinlich gemacht, dass beide Arten von einer Form mit angeschwollenem Narbenende, also einer der *V. trioclor* nahestehenden Form, abstammen. **H. Ludwig** (Greiz).

Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren.

Von Prof. **Veit Graber** in Czernowitz.

IV. Ueber die Empfindlichkeit der Tiere gegen den Salzgehalt des Aufenthaltsmediums.

In Zusammenhang mit meinen Studien über die Perzeption von chemischen Reizen, deren Träger die Luft ist, machte ich auch eine Reihe von Versuchen, welche sich auf solche erregende Stoffe beziehen, die dem Aufenthaltsmedium der Wassertiere beigemengt sind. Einer der allerwichtigsten natürlichen Wasser-Reizstoffe — so nenne ich kurz diese Kategorie von Agentien — ist unstreitig das Chlornatrium, und auf die Wirkung dieser Substanz beschränken sich auch zunächst die folgenden Mitteilungen.

Vor allem muss ich aber gegenüber früheren Bestrebungen das Ziel, das meine Experimente verfolgen, etwas genauer bezeichnen. Bei der hervorragenden theoretischen und praktischen Bedeutung, die den Schwankungen des Salzgehaltes des Meerwassers für das Gedeihen der darin lebenden Tiere zukommt, lässt sich leicht erwarten, dass man dem Einfluss des in Rede stehenden Hauptbestandteils auf das Leben der betreffenden Organismen von jeher ein achtsames Auge zugewendet hat. Nichtsdestoweniger sind die bisherigen einschlägigen Studien ziemlich einseitiger Natur. Sehen wir von den durch Darwin's Lehre angeregten der neuesten Zeit angehörigen hochinteressanten Untersuchungen über den umbildenden oder morphologischen Einfluss des Salzgehaltes im Aufenthalts- und Nährwasser ab, wie sie unter anderen von Schmankewitsch bei *Artemia salina* angestellt wurden, so handelte es sich bisher einzig und allein nur um die Frage, inwieweit Süßwassertiere im salzigen und umgekehrt Meerformen im süßen Wasser fortkommen können. In diesem Sinne experimentierten zunächst die vielverdienten Forscher Plateau und Semper[1]), von denen ersterer nachwies, dass z. B. die Wasserassel (*Asellus aquaticus*) bei allmählicher Gewöhnung schließlich in reinem Meerwasser leben und Eier legen kann, während letzterer ermittelte, dass der Frosch vermöge der zuerst von Claude Bernard nachgewiesenen osmotischen Salzaufnahme durch die Haut kaum mehr als 1% Salz zu ertragen vermag. Dieselbe Tendenz haben dann unter anderen die auch praktisch höchst wichtigen ausgedehnten Versuche von Beudant mit Meermollusken, der beispiels-

1) Vgl. dessen hochinteressantes Werk „Die natürlichen Existenzbedingungen der Tiere“ (internat. wiss. Bibliothek Bd. 39—40).

weise fand, dass die Sterblichkeit der in Süßwasser versetzten essbaren Miesmuschel im letztern nur um 3% höher als in ihrem natürlichen Elemente ist.

Eine andere naheliegende Frage, die aber, soviel mir bekannt ist, trotz ihrer fundamentalen Wichtigkeit noch nie einer exakten experimentellen Prüfung unterzogen wurde, ist die, bis zu welchem Grade Wassertiere Differenzen im Salzgehalt des Aufenthaltsmediums, sei es durch die Geschmacksorgane, sei es durch die Haut wahrzunehmen oder zu unterscheiden vermögen, beziehungsweise um wie viel der Salzgehalt eines gewissen mit Wasser erfüllten Aufenthaltsraumes gegenüber dem eines andern, aber direkt angrenzenden gesteigert resp. vermindert werden kann, um eine entschiedene anziehende oder abstoßende Bewegung der zwischen den zwei ungleichsalzigen Wahlmedien befindlichen Tiere hervorzurufen. Diese Frage nun, die, wie leicht zu erkennen, gleichfalls eine praktische Seite hat, ist es eben, welche ich in Arbeit nahm, und das Folgende wird lehren, dass wir in dieser Richtung noch viele interessante Aufschlüsse zu erwarten haben.

Leider war ich bei meinen Experimenten, die in erster Linie doch der Salzwassertiere halber unternommen wurden, nur auf unsere Süßwasserformen angewiesen; ich hoffe indess zuversichtlich, dass die von mir mit vielem Zeitverlust ausprobierte Methode und die gegebenen Winke künftigen Untersuchungen bei marinen Formen als Grundlage dienen können.

Zunächst nun ein paar Worte über die technische Ausführung meiner Experimente. Das Beobachtungsgefäß bestand aus einem 40 cm langen, 10 cm breiten und ebenso hohen Blechkästchen, das inwendig zuerst mit Miniumkitt und dann mit Eisenlack und Wasserglas überzogen wurde. Die Vorderwand bestand aus einer Glasscheibe, und in der Mitte war ein Fallschieber, um bei besonders flüchtigen Tieren wie z. B. Fischen die Menge der in beiden Abteilungen befindlichen Individuen bequem bestimmen zu können. Um, worauf es hier vor allem ankommt, an allen Stellen der beiden ungleichsalzigen Abteilungen oder Wahlräume kontinuierlich den Salzgehalt in gleicher Höhe oder, mit andern Worten, zwei verschiedensalzige nebeneinander befindliche Wassersäulen möglichst unvermischt zu erhalten, wurden folgende Einrichtungen getroffen. Fürs erste hatte der Boden des Gefäßes in der Mitte, also unter dem Fallschieber, eine flache Aushöhlung, die so tief war, dass die beiden Abteilungen durch Kautschukröhren zugeleiteten verschiedensalzigen Wässer[1]), ohne sich rechts oder links von dieser Rinne zu mischen, durch zahlreiche feine Oeffnungen abfließen konnten. Dieses Arrangement also zu Durchströmung beider Wahlabteilungen mit ungleichsalzigen Wässern und mit Verhinderung ihrer

1) Der Gebrauch des Plurals vereinfacht hier wesentlich die Darstellung.

Mischung empfiehlt sich aber selbstverständlich nur bei solchen Tieren, die wie z. B viele Amphibien oder Würmer auch im Flach- oder Seichtwasser bewegungsfähig bleiben. Aber auch bei den Experimenten mit den übrigen Tieren ließ ich das Wasser im Gefäß nur so hoch steigen (bis auf höchstens 40 mm), als es, ohne die Mobilität derselben zu beeinträchtigen, notwendig war. Um die oft ziemlich ausgiebige Mischung der beiden Wahlwässer durch die Eigenbewegung der Tiere möglichst auszugleichen, ließ ich ferner jedes der beiden Wässer nicht an einer Stelle in das Gefäß einfließen, sondern bediente mich eines den Wänden des Kästchens oben anliegenden U-förmig gebogenen und mit zahlreichen feinen Oeffnungen versehenen Berieselungsrohres. Bei dieser Art der Wasserzuführung (von oben) wird auch der Ansammlung der (spez. schwereren) Salzlösung auf dem Boden vorgebeugt. Im übrigen wurde durch geeignete Hähne der Zufluss der beiden Wässer in der Weise reguliert, dass jede der beiden Röhren binnen 30 Sekunden genau 1 Liter Flüssigkeit lieferte. Da die Vergleichswässer, was ich noch besonders betone, genau dieselbe Temperatur haben müssen, ist es angezeigt, dass man dieselben in genügender Quantität im Vorrat hält [1]). Wie bei den Riechversuchen gab ich die Tiere in die Mitte des Gefäßes und vertauschte nach jeder Beobachtung die Lage der beiden Vergleichswässer.

Ich teile nun kurz die erhaltenen Ergebnisse mit, und zwar zunächst beim *Triton*, den ich am eingehendsten prüfte. Nachstehende Ziffern geben die Zahl der Individuen an, die sich nach Verlauf einer gewissen Zeit in jeder der beiden Abteilungen vorfinden.

			Summe
Triton	reines Wasser:	14, 8, 9, 10, 8, 8, 10	**67**
	reines Wasser:	6, 16, 11, 10, 12, 12, 10	**81**

Diese erste Versuchsreihe wurde gemacht, um zu zeigen, dass bei gleicher Beschaffenheit des Wassers in beiden Wahlräumen i. D. kein nennenswerter Unterschied in der Frequenz derselben vorkommt.

		(je 200 Sek.) 1 % S.	
Triton	reines Wasser:	17, 10, 18, 19, 16, 18, 21	**119**
	1 % Salzwasser:	13, 10, 12, 11, 14, 12, 9	**81**

$$\frac{W}{S_1} = \frac{119}{81} = 1.4.$$

Da unter 7 Fällen das 1 % Salzwasser 6 mal weniger als das rein süße besucht war, darf man wohl mit großer Wahrscheinlichkeit

1) Am zweckmäßigsten stellt man sich ein großes Gefäß mit reinem Wasser und ein zweites mit einer stark konzentrierten Salzlösung auf einer hohen Staffelei auf. Darunter kommen dann einige größere graduierte Flaschen, die man von oben je nach den gewünschten Prozentverhältnissen mit Wasser- und Salzlösung füllt. Von letzteren leitet man die Flüssigkeit durch Heber in das Gefäß ab.

annehmen, dass der *Triton* auf eine so geringe Salzgehaltdifferenz reagiert und umsomehr, dass er dieselbe und wohl auch noch eine geringere wahrnimmt.

		je 200 Sek. 1.5 % S. je 30 Sek.									
Triton	reines Wasser:	12,	14,	17,	15,	15,	16,	16,	17,	18	**140**
	1.5 Salzwasser:	8,	6,	3,	5,	5,	4,	4,	3,	2	**40**

$$\frac{W}{S_{1\cdot5}} = \frac{140}{40} = 3.5.$$

Da die 1.5 % Salzlösung jedesmal und zwar im Mittel 3.5 mal weniger als das Süßwasser besucht war, unterliegt es keinem Zweifel, dass der *Triton* hochgradig salzscheu oder halophob ist. Aus dem Umstande, dass die ersten Fluchterscheinungen in der Regel schon nach wenigen Sekunden und nicht selten fast momentan eintreten, ergibt sich ferner zur Evidenz, dass man es hier mit einer an die Körperperipherie gebundenen Berührungs-Empfindung zu thun hat, denn während der angegebenen kurzen Zeit kann das Salz unmöglich tiefer in das Innere eindringen und dort eine Gefühlsaffektion hervorrufen.

Höchst lehrreich ist der folgende Versuch, bei dem jeder der Wahlräume wieder in zwei Unterabteilungen geteilt wurde.

Triton 18° R.

	reines Wasser		Mitte des Gefäßes	Salzwasser 1.5 %	
	2	1		1	2
je 30 Sek.	8	8		8	0
	10	6		4	0
	12	3		5	0

Da hier, wie man sieht, die Tiere schon vor der äußern Abteilung des Salzwassers, also im gemischten (sagen wir i. D. $^{1\cdot5}/_{2}$ %) Wasser umkehrten und dem Süßwasser zustrebten, so darf mit großer Zuversicht angenommen werden, dass beim *Triton* gegenüber dem süßen Wasser auch schon Salzbeimengungen unter 1 % ein heftiges Unlustgefühl erregen.

Um zu ermitteln, ob der *Triton* auf so geringe Salzgehaltdifferenzen auch dann noch reagiert, wenn der Salzgehalt beider Vergleichsflüssigkeiten bezw. der objektive Reiz beträchtlich, aber um gleich viel erhöht wird, ließ ich ihm zunächst die Wahl zwischen einer 4- und einer 5 % Lösung.

		nach je 40 Sek.			
Triton	4 % S.:	10,	12,	10,	11
	5 % S.:	10,	8,	10,	9.

Danach ist also bei einem 1 % Unterschied keine Reaktion nachweisbar, bezw. die Tiere sind gegenüber dem mehr gesalzten Wasser jedenfalls minder empfindlich, als wenn letzterem (bei sonst gleicher

Differenz) ganz süßes Wasser gegenübersteht. Anders ist es, wenn die Salzdifferenz noch um $^1/_2$ % größer genommen wird.

		nach je 40 Sek.
Triton	S. 4 %:	17, 17, 17, 16
	S. 5 $^1/_2$ %:	3, 3, 3, 4.

Hier ist die Salzscheu, wie man sieht, ebenso groß, wie beim Vergleich der $^1/_2$ % Lösung mit Süßwasser, und sie nimmt, wie weitere Versuche lehrten, noch zu, wenn die erwähnte Differenz abermals um $^1/_2$ % gesteigert wird.

Analoge Experimente über die Zu- und Abnahme der Unterschiedsempfindlichkeit bei verschiedener Durchschnittshöhe des Salzgehaltes würden voraussichtlich bei gewissen Meertieren interessante Ergebnisse liefern.

Weitere Versuche machte ich mit ganz jungen (3—4 cm langen) einem Teich entnommenen Weißfischen (*Aeburnus*).

		1 % nach je 30 Sekunden	
Fisch (15° R.)	r. Wasser	22, 20, 17, 20, 16, 23, 17, 17	**152**
	Salz-W. 1 %	8, 10, 13, 10, 14, 7, 13, 13	**88**

$$\frac{W}{S_1} = \frac{152}{88} = 1.7.$$

Da diese Fische schon auf 1 % Salzlösung stark reagieren, liegt ihre Empfindungsschwelle jedensfalls unter diesem Differenzniveau.

		2 % nach je 30 Sekunden	
Fisch	W.	24, 23, 20, 20, 20, 20, 20, 18	**165**
	S. 2 %	6, 7, 10, 10, 10, 10, 10, 12	**75**

$$\frac{W}{S_2} = \frac{165}{75} = 2.2.$$

Die Reaktionstärke nimmt auch hier mit der Reizgröße zu.

Ich machte nun wie bei *Triton* auch Versuche bei einem höhern Salzgehalt der Vergleichsmedien.

Fisch	S. 4 %:	10, 8, 10, 12
	S. 5 $^1/_2$ %:	10, 12, 10, 8.

Hier ergab sich keine Richtungsbewegung, und da eine solche auch bei der Gegenüberstellung S. 1 % — S. 4 % nicht zu stande kam und die Tiere größtenteils ihre normale Gleichgewichtsstellung verloren und flach auf der Seite lagen, so darf man wohl mit Recht schließen, dass dieselben schon durch die zuerst angewandte niedrige Vergleichs-Salzlösung derart heftig affiziert werden, dass sie entweder gegen den Einfluss einer weitern Salzgehaltzunahme völlig abgestumpft oder überhaupt reaktions- bezw. bewegungsunfähig sind[1]).

1) Wir selbst nehmen ja auch vielfach keine kleineren Reizunterschiede mehr wahr, wenn schon der zuerst applizierte Reiz eine große Intensität besitzt, und dies gilt insbesondere auch für Geschmacksempfindungen.

Höchst überraschend mit Rücksicht auf den *Triton* und den Weißfisch war das Verhalten der Frosch-Kaulquappen. Diese zeigten nämlich nicht nur gegenüber einer 1.5 % Salzlösung keinerlei Reaktion (127 Süß- und 123 Salzwasserbesucher), sondern sie schwammen, wie aus nachstehender Zahlenparallele zu ersehen, anscheinend ganz gleichgiltig aus dem Süßwasser auch in eine 8 bis 12 % Salzlösung.

		je 30 Sekunden
Kaulquappe Frosch	Süßwasser:	23, 28, 30, 24, 23
	8 % Salze:	23, 22, 20, 26, 27!

Dagegen flohen die Larven von *Bombinator*, wenn auch nicht sehr energisch, wenigstens ein 8 % Salzwasser. Ebenso unempfindlich erwies sich unter den wirbellosen Tieren u. a. der Rückenschwimmer (*Notonecta*), der gleichfalls in einer 6- und 10 % Salzlösung seine Evolutionen fortsetzte. Von anderen Wasserinsekten reagierten dagegen Larven von *Libellula depressa* schon auf eine 2 % Lösung, indem das gegenüberstehende Süßwasser meist doppelt so stark besucht war.

Erwähnenswert sind noch die Experimente mit dem Rossblutegel (*Aulastoma*).

Aulastoma	Süßwasser:	20, 21, 22, 20, 19
	Salzwasser 2 %:	10, 9, 8, 10, 11.

Dieser ist nämlich, wie man sieht, ziemlich salzscheu, jedoch bei weitem nicht in dem Grade, wie etwa der Wassermolch.

Ganz besonders ließ ich mir aber grade betreffs der in Rede stehenden chemischen Reize die Erforschung der Frage angelegen sein, an welchen Stellen die Aufnahme oder der Angriff derselben erfolgt, d. h. ob sie nur auf die Geschmacks- und andere Mundorgane wirken, oder ob zugleich auch die Haut davon affiziert wird. — Als Objekt für diese Versuche erwies sich vor allem wieder der *Triton* sehr günstig, und zwar deshalb, weil sich bei ihm die Geschmacksorgane verhältnismäßig leicht ausschalten lassen. Zu dem Zwecke band ich zunächst durch eine um den Kopf gelegte Schlinge den Unterkiefer fest und umgab dann den ganzen (früher gut abgetrockneten) Kopf mit einer successive aufgetragenen dicken Lage von Maskenlack. Bei dieser Zubereitung kann weder durch den Mund noch auch durch die Nasenöffnungen eine Spur der Versuchsflüssigkeiten eindringen, und letztere können also nur auf die Haut allein wirken. Die Versuche müssen aber bald nach der vollendeten Adjustierung der Tiere gemacht werden, da die Kappen namentlich vorn an den Lippen meist bald abgestoßen werden. Erwähnen muss ich nur noch, dass man diesen Tieren, um ihre Wahl zu treffen, etwas mehr Zeit wie den normalen gönnen muss, da sie infolge der jedenfalls schmerzhaften Einpackung des Kopfes etwas minder bewegungslustig und wohl auch weniger aufmerksam auf die relativ schwächeren Reizungen des übrigen Körpers sind.

In der Meinung, dass auf die Haut unserer Tiere nur eine stärkere Salzlösung Eindruck machen würde, versuchte ich es zunächst mit einer 3 % Solution;

		nach je 4 Minuten.
Triton (Haut)	Süßwasser:	9, 8, 7, 9 . . **33**
	3 % Salzw.:	1, 2, 3, 1 . . **7**.

Danach ist kein Zweifel, dass eine 3 % Salzlösung der Haut des *Triton* eine sehr schmerzliche Empfindung hervorruft.

		nach je 4 Minuten
Triton (Haut)	Süßwasser:	8, 8, 7, 6, 8 . . **37**
	2 % Salzw.:	2, 2, 3, 4, 2 . . **13**.

Wie man sieht, bringt auch eine 2 % Lösung fast denselben Effekt hervor.

Zuletzt versuchte ich noch mit einer 1 % Lösung, die ich außerdem nur je 1 Minute einwirken ließ. Das Resultat war im ganzen dasselbe wie bei den normalen Tieren.

Aufgrund dieser Thatsachen darf man somit behaupten, dass die Wirkung des Salzes auf die Haut, soweit sie sich in Richtungsbewegungen äußert, nicht von jener zu unterscheiden ist, die sie im Munde hervorbringt. Welche Qualität aber diese so überaus intensiven Hautempfindungen haben, darüber lässt sich wohl kaum ein sicheres Urteil geben.

Ich selbst bescheide mich vorläufig damit, selbst den exakten Beweis erbracht zu haben, dass nicht nur bei den niederen, sondern auch bei gewissen höheren Tieren die Haut eine Perzeptionsfläche für viele jener Reize ist, die wir nur ganz lokal d. i. mit den spezifischen Sinnesorganen aufnehmen.

Uebersicht über die Forschungen auf dem Gebiete der Paläontologie der Haustiere.

7. Die hundeartigen Tiere (Caniden) des Tertiärs.

(Fortsetzung.)

Ueber *Gulo diaphorus*, den Kaup in der Tertiärschicht von Eppelsheim in Rheinhessen fand und benannte, sagt Pictet (a. a. O. S. 195): dass er vielleicht auch nur eine Art von *Amphicyon* sei, in keinem Falle aber habe jenes Fossil die Merkmale vom Vielfraß (*Gulo*).

Zu seiner Mittelform *Subursus* stellt Blainville (a. a. O. S. 96) unter der Ueberschrift „*Sivalours*“ auch den *Ursus sivalensis* von Cautley und Falconer. Diese Forscher haben den siwalischen Bären beschrieben in den „Asiatic Researches“, t. XIX, 1836, p. 193 die mir nicht zugänglich sind; eine kurze Notiz über denselben aber entnehme ich Falconer's Palaeont. Memoirs and Notes, 1868, vol. I, p. 321, wo die rechte Hälfte eines Unterkiefers und ein fast vollständiger, Taf. 26 abgebildeter Schädel beschrieben ist. Die haupt-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1885-1886

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Graber Veit (=Vitus)

Artikel/Article: Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Tieren. Empfindlichkeit der Tiere gegen Salzgehalt 483-489