

sischem Buch aus dem Jahre 1906. Wie mancher Neurophysiologe hat nicht seit Jahren vergeblich versucht, sich ein Exemplar dieses Werkes zu beschaffen, und wie mancher auf anderem Gebiet arbeitende Forscher wird wohl bei dieser Gelegenheit einen Blick in dieses Buch getan und darin wertvolle Gedanken und Überlegungen gefunden haben. Der ausgesprochen allgemeinphysiologische Charakter gibt dem Werk sein besonderes Gepräge. Nie wird es veralten, sondern immer zeitgemäß erscheinen. Das mag sich dem Leser nicht nur darin zeigen, daß gewisse Abschnitte geradezu modern anmuten, sondern es kommt auch dann zum Ausdruck, wenn er unwillkürlich nach Literaturhinweisen sucht, die im Verzeichnis noch nicht enthalten sein können!

Welches der zehn Kapitel man auch immer herausgreift, das tiefe Verständnis für das Wesentliche im nervösen Vorgang und die hohe Auffassung von der Bedeutung des Nervensystems imponieren in gleicher Weise und finden erneute Bestätigung in der besonders anregenden und lesenswerten Einleitung, die der Autor zu dieser Neuausgabe geschrieben hat. Ärzten, Physiologen und Psychologen sei dieses Buch zur Lektüre und zum Studium wärmstens empfohlen. Sie alle werden SAMSON WRIGHT für die Herausgabe dieses Neudruckes dankbar sein, mit welchem SHERRINGTON nicht nur seinem eigenen Lebenswerk, sondern der gesamten Neurophysiologie unserer Zeit ein unsterbliches Denkmal gesetzt hat.

OSCAR A. M. WYSS

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

EXPERIENTIA MAIORUM

Spallanzani und die Fledermäuse

(Zu seinem 150. Todestag)

Am 12. Februar 1949 jährte sich zum 150. Male der Todestag eines der bedeutendsten Pioniere der experimentellen Biologie: LAZZARO SPALLANZANI (1729–1799). Seine vielseitigen Verdienste, insbesondere auf dem Gebiet der Tierphysiologie, sind oft genug gebührend hervorgehoben worden¹. Wir wollen uns hier auf ein spezielles Problem beschränken, womit er sich in seinen letzten Lebensjahren intensiv beschäftigt hat: die Hindernismeldung der Fledermäuse. Seine diesbezüglichen Befunde sind nur zum Teil veröffentlicht worden, noch dazu in schwer zugänglicher Form. Es handelt sich um einen Briefwechsel mit dem Physiker VASSALLI² und um zerstreute Hinweise in einem Buch, das von seinem Freund, dem Genfer Bibliothekar und Naturforscher SENEBIER, aus nachgelassenen Aufzeichnungen zusammengestellt wurde³. So ist zwar SPALLANZANI'S Entdeckung allgemein bekanntgeworden, daß geblendete Fledermäuse Hindernisse und sogar ausgespannte Drähte im Fluge ebenso geschickt meiden wie sehende; man wußte aber weder wie er zu dieser Entdeckung gekommen war noch welche Lösung des damit aufgeworfenen sinnesphysiologischen Problems er sich letzten Endes erarbeitet hatte⁴. Nachdem es mir während des Krieges gelungen war, dieses Problem selbst befriedigend zu lösen⁵, reizte es mich, in SPALLANZANI'S Versuchsprotokollen nachzuforschen, zu welchen Ergebnissen er wohl gekommen sein mochte. Während eines 10tägigen Aufenthalts an der Biblioteca Municipale in Reggio nell'Emilia (Norditalien) im September 1946 ließ sich dieser Plan verwirklichen. Die wichtigsten Manuskripte wurden an Ort und Stelle gelesen, von den übrigen wurden Photokopien hergestellt. Im Mai 1947



Abb. 1. LAZZARO SPALLANZANI.

wurden in Reggio noch einige ergänzende Studien vorgenommen. Über das Ergebnis soll im folgenden kurz berichtet werden; eine ausführliche Darstellung erfolgt an anderer Stelle¹.

Der Weg, auf dem SPALLANZANI zu seiner Entdeckung gelangte, ergibt sich klar aus einer *Memoria*, die er am 28. September 1793 an SENEBIER sandte². Zahme Schleiereulen (*Strix flammea*), die nachts beim spär-

¹ Zuletzt von E. TORTONESE in: *Endeavour* 7, 92 (1948).

² *Lettere sopra il sospetto di un nuovo senso nei pipistrelli* (Torino 1794) (darin auch Briefe von ROSSI und SENEBIER). Der Titel stammt von VASSALLI. – Aufgenommen in *Le opere di Lazzaro Spallanzani*, 3, 757, Milano (1934).

³ *Rapports de l'air avec les êtres organisés*, Mémoire XIII. (Genf 1807). – Aufgenommen in *Le opere di L. S.*, 2, 323 (Milano 1933).

⁴ Vgl. R. GALAMBOS, *Isis* 34, 132 (1942).

⁵ Vgl. *Exper.* 2, 438 (1946).

¹ Dem Direktor der Bibliothek, Dr. B. FAVA, bin ich für mannigfache Hilfe zu Dank verpflichtet; dem «Groninger Universitätsfonds» und dem Unterrichtsministerium für finanzielle Unterstützung; Frau P. DIJKGRAAF-EXNER für die Herstellung der Photokopien und Hilfe bei ihrer Auswertung.

² Teilweise veröffentlicht im *J. de Physique* 318 (1794/I).

Jurine 1. Dec^{re} 1794.

Piano che servir potrebbe pei Capitoli sui Pipistrelli

Al quinto Capitolo incontrerai per dritto la mia scoperta dei pot^{eri} auscu-
ri, un tutto la candel, di legiera q^{ue}, per avvertirmi del fenomeno.
Il sesto Capitolo abbraccerà i tentativi ingegnosi in altri animali auscu-
ri e sopra altri sensi del pipistrello, e pi^u concluderai, esser l'adito che
non capo del^{le} auscu.
Il settimo d'ottavo Capitolo potra^{nno} raccontar la conformazione^{re} altrui,
e la riflessione da farsi alla c^{on}tra pure altrui^{re}.

Abb. 2. Specimen der Handschrift SPALLANZANIS. Plan vom 1. Dezember 1794 für die Abfassung der Fledermausarbeit («Piano che servir potrebbe pei Capitoli sui Pipistrelli»); Inhalt des 5. bis 8. (= letzten) Kapitels.

lichen Licht einer Kerze in seinem Zimmer umherflogen, stießen prompt an die Wände und fielen zu Boden, wenn er die Kerze auslöschte. Einige zum Vergleich herangezogene Fledermäuse dagegen flogen auch im Dunklen ungestört herum. SPALLANZANI dachte zur Erklärung des Gegensatzes zunächst an eine besondere Lichtempfindlichkeit der Fledermäuse. Um alle etwaigen Lichteinflüsse auszuschalten, hüllte er bei einigen Tieren den Kopf in ein Säckchen aus dunklem lichtundurchlässigen Material, das am Halse befestigt wurde. Die so behandelten Tiere benahmen sich «wie blind», sogar im vollen Tageslicht. SPALLANZANI war befriedigt und schloß: Was für den Menschen dunkel scheint, braucht es für die Fledermaus noch nicht zu sein. Ein paar Tage später aber kam ihm – «er wußte selbst nicht wie» – der Gedanke, das schwarze Käppchen durch ein anderes, aus dünnem, durchsichtigen Stoff zu ersetzen. Entgegen seiner Erwartung verhielten sich die Fledermäuse in den meisten Fällen auch jetzt wie blind, trotz des hellen Tageslichtes, bei dem die Gegenstände durch den Stoff hindurch ja gut sichtbar sein mußten. SPALLANZANI sah sich nun veranlaßt, die Tiere in anderer Weise zu blenden, nämlich durch Verkleben oder Entfernen der Augen, und gelangte so schließlich, 64 Jahre alt, zu seiner berühmten Entdeckung (Abb. 1).

Die im August 1793 begonnenen Versuche wurden so lange fortgesetzt, als Versuchstiere zur Verfügung standen. Zu Weihnachten war aber die Frage, welches Sinnesorgan den geblendeten Fledermäusen das Gesicht ersetzt, noch gänzlich ungelöst. Keiner der bekannten Sinne schien nach SPALLANZANI daran beteiligt, wie aus den *Lettere* hervorgeht¹. Sobald er jedoch im Mai 1794 wieder Fledermäuse erhielt, warf er sich mit neuem Eifer auf die Lösung des Problems. Inzwischen hatte CHARLES JURINE in Genf SPALLANZANIS Versuche nachgeprüft und war dabei zu dem Schluß gekommen, die Hindernismeidung sei eine Funktion des Gehörs. JURINE verlas seine diesbezügliche Denkschrift vor der Société d'Histoire naturelle in Genf am 20. Februar 1794, und schon am 21. berichtete SENEBIER SPALLANZANI darüber in einem ausführlichen Brief². SENEBIER teilte JURINES Auffassung übrigens nicht; er stellte die

Veröffentlichung absichtlich zurück, hielt JURINE für oberflächlich («... soit dit entre nous, mais je sais qu'il va vite en idées et en observations») und bezweifelte – nicht ohne Grund – die Beweiskraft seiner Versuche. Auch SPALLANZANI betrachtete die Frage keineswegs als gelöst, doch nahm er sich vor, in Zukunft das Gehör besonders zu beachten.

Tatsächlich gelangte SPALLANZANI nach Wiederaufnahme der Versuche schon bald (Juni 1794) zu einer Bestätigung der Auffassung JURINES. Nach gründlichem Verschluss beider Ohren mit Kerzenwachs oder Schusterpech – SPALLANZANIS anfängliche Mißerfolge beruhten auf dem Gebrauch des ungeeigneten Materials Vogel- leim – benahmen sich die Fledermäuse aller untersuchten Arten (darunter *Vespertilio murinus* und die beiden Hufeisennasen) ganz «wie blind»: sie stießen an die Wände, zeigten Flugscheu usw. Sofort nach Entfernung des Verschlusses war das Verhalten wieder normal. Bei einseitigem Ohrverschluss war die Störung weniger ausgeprägt. Mit großer Sorgfalt überzeugte sich SPALLANZANI, daß wirklich die Taubheit bzw. der Luftabschluß und nicht etwa der Schmerz am Ohre das abweichende Verhalten verursachte.

Beim Durchlesen von SPALLANZANIS Aufzeichnungen erlebte ich manche Überraschung. So zeigte es sich, daß er den eleganten Versuch, mit dem GRIFFIN und GALAMBOS 1941 die Bedeutung des Gehörs für die Hindernismeidung bewiesen haben¹, schon anderthalb Jahrhunderte vor ihnen durchgeführt hat – mit dem gleichen Ergebnis! Er stellte aus dünnstem Messingblech zwei konische Röhrchen her, die in die Gehöröffnungen einer Fledermaus gesteckt und mit Pech und Vogelleim derart befestigt wurden, daß die Luft nur durch das Röhrchen Zutritt zum Ohrinnern hatte. Die offenen Röhrchen störten beim Fluge gar nicht; sobald sie aber mit Pech verschlossen wurden, stießen die Fledermäuse an Hindernisse an.

Interessant sind auch folgende Versuche, die sich zum Teil mit meinen eigenen decken, und deren Ergebnis auf Grund unserer heutigen Kenntnisse ohne weiteres verständlich ist. Der gesamte Kopf einer Fledermaus wurde mit einer Düte aus Papier umgeben. Die Hindernismeidung im Fluge war dann stark gestört. Nun schnitt SPALLANZANI die Spitze der Düte ab: darauf milderte sich die Störung, und sie wurde noch geringer, nachdem

¹ Die *Lettere* erschienen zu Beginn des Jahres 1794.

² SPALLANZANI erhielt JURINES Denkschrift (*Mémoire sur les Chauve-Souris*) im Original erst im September 1795; im Mai 1798 schickte er sie an JURINE zurück, worauf im *J. de Physique* 3, 145 (1798) ein Auszug davon erschien (besorgt von J. PESCHIER).

¹ D. R. GRIFFIN und R. GALAMBOS, *J. exper. Zool.* 86, 431 (1941).

er die Ohren aus dem Papier hervorgezogen hatte. An einer anderen Stelle beschreibt er, daß Bekleben der Ober- oder Unterseite des Kopfes einer Fledermaus mit Papierstreifen keine Änderung im Verhalten hervorrief; wenn aber ein Streifen quer vor dem Maul befestigt wurde, zeigte sich das Tier stark behindert. Auch gibt schon SPALLANZANI an, daß Fledermäuse nicht nur im Fluge, sondern desgleichen auch beim Kriechen imstande sind, Hindernisse wahrzunehmen, und daß sie diese Fähigkeit nach Verschuß der Ohren verlieren.

Viel Kopfzerbrechen machte SPALLANZANI die Frage nach der Bedeutung des Gesichtssinnes im Leben der Fledermäuse. Lange Zeit neigte er zu der Annahme, daß die Augen, wenn auch nicht im hellen Tageslicht, so doch im nächtlichen Dunkel von Bedeutung wären, insbesondere bei der Wahrnehmung der kleinen Beuteobjekte (fliegende Insekten). Von den zahlreichen Versuchen, die ihn dazu führten, diese Annahme fallen zu lassen, sei nur folgender erwähnt. Im Campanile des Doms von Pavia ließ SPALLANZANI so viele Fledermäuse fangen, als man mit einem Schläge nur habhaft werden konnte. Sämtliche 52 Tiere (alles *murini*) wurden durch Entfernung der Augen geblendet und wieder freigelassen. Am frühen Morgen des 4. Tages wurde erneut ein Fang gemacht; unter den 48 Exemplaren befanden sich 3 geblendete. Es zeigte sich, daß der Magen sowohl der sehenden als der blinden Tiere gleichermaßen mit Insektenresten angefüllt war. Daraus ging hervor, daß auch der Insektenfang im nächtlichen Dunkel nicht mit dem Auge, sondern mit dem Gehör erfolgt. Voll Entdeckerfreude schließt SPALLANZANI mit den Worten: «...La scoperta è bellissima».

Seine Meinung, daß neben dem Gehör auch der Geruch (l'odorato) bei Hinderniswahrnehmung und Beutefang eine Rolle spielt, beruhte auf der Verhaltensstörung nach Verschuß der Nasenöffnungen. Sie war, wenigstens bei den Hufeisennasen, meist ausgeprägt und glich den Folgen der Ohrverstopfung. Hätte SPALLANZANI zu allem anderen auch noch die Tatsache entdeckt, daß Fledermäuse einen speziellen Orientierungsschall (Ratterlaut) aussenden, dann hätte er der Erscheinung gewiß eine andere Deutung gegeben. Denn gerade bei den Hufeisennasen wird ja der Ratterlaut vorwiegend oder ganz durch die Nasenöffnungen ausgesendet, so daß deren Verstopfung naturgemäß störend wirken muß. – SPALLANZANI stellte sich vor, es sei der Schall (suono) der Flügel oder des Körpers der Fledermaus, der von den Gegenständen reflektiert wird und auf das Gehör einwirkt – ohne daß es ganz klar wäre, was er damit genau gemeint hat.

Nach dem Sommer 1794 hat SPALLANZANI in den folgenden Jahren noch zahlreiche Fledermausversuche angestellt, doch handelten diese über andere Fragen (Atmung und Körpertemperatur). Die Ergebnisse über die Hindernismeidung sollten zusammengefaßt als letzter Teil einer besonderen Arbeit über die Fledermäuse herausgegeben werden (Abb. 2). Leider ist es aber nie soweit gekommen. Die vorliegende Arbeit – sie ent-

hält nur einen Teil des umfangreichen Materials – möge dazu beitragen, SPALLANZANI auch auf diesem Gebiet die ihm gebührende Anerkennung zu sichern.

S. DIJKGRAAF

Symposium sur «Les bacilles tuberculeux»

(21–22–23 avril 1949) à Lausanne

Programme

Prof. JENSEN, Professeur à la faculté de médecine de Copenhague, président de l'Union internationale contre la tuberculose: *Les types humain et bovin du bacille tuberculeux*.

Dr. WELLS, Sir William Dunn School of Pathology, Oxford: *Le type murin du bacille tuberculeux*;

Dr. PENSO, Institut supérieur de la santé, Rome: *Les bacilles paratuberculeux*;

Prof. HAUDUROY, Lausanne: *L'acido-alcool-resistance des bacilles tuberculeux et paratuberculeux*;

Dr. CHAIN, Institut supérieur de la santé, Rome: *Chimie des bacilles tuberculeux*;

Sir HOWARD FLOREY, Sir William Dunn School of Pathology, Oxford: *Les antibiotiques actifs contre les bacilles tuberculeux*;

Prof. TREFOUEL, directeur de l'Institut Pasteur, Paris: *Les agents chimiothérapeutiques actifs contre les bacilles tuberculeux*.

Pour les inscriptions et pour tous renseignements complémentaires s'adresser au Prof. HAUDUROY, organisateur du cours, Institut d'hygiène et de bactériologie, 19, avenue César Roux, Lausanne, Suisse.

Corrigendum

Exper. V, fasc. 1, p. 46, Zeile 4 von unten: Statt *dehydrierten* muß es heißen *dihydrierten*.

CONSTRUCTIONS

UNESCO

L'Unesco disposera, en 1949, pour réaliser son programme, d'un budget de 7780000 dollars dont 679505 dollars ont été attribués aux sciences exactes et naturelles:

Postes de coopération scientifique 221856 dollars; centre mondial de liaison scientifique 146111 dollars; coopération avec les Nations Unies, les Institutions spécialisées et les organisations non gouvernementales (subventions aux associations scientifiques, institut de l'Hyléa amazonienne, etc.) 242374 dollars; vulgarisation scientifique 14476 dollars.