© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Der Abonnementspreis für 24 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einsenden zu wollen.

Bd. XXX. 15. April 1910. № 8.

Inhalt: Babák, Über die Oberflächenentwickelung bei Organismen und ihre Anpassungsfähigkeit (Schluss). — Khainsky, Physiologische Untersuchungen über *Paramaecium caudatum*. — Mereschkowsky, Theorie der zwei Plasmaarten als Grundlage der Symbiogenesis, einer neuen Lehre von der Entstehung der Organismen.

Über die Oberflächenentwickelung bei Organismen und ihre Anpassungsfähigkeit.

Von Prof. Dr. Edward Babák (Prag).

(Schluss.)

III.

Die sämtlichen Fälle, welche wir bisher übersehen haben, zeugen insgesamt davon, dass einerseits einzelne Organe desselben Körpers durch ihre Oberflächenentwickelung einander vollständig angepasst sind, andererseits dass ein jeder Organismus seinen Lebensbedingungen gemäß charakteristisch entwickelte äußere Reaktionsoberflächen besitzt.

Dieses Angepasstsein, oder diese „Angepasstheit“ führt uns zur historischen Betrachtung: wir fragen nach dem Anpassungsgeschehen, wodurch dieses Angepasstsein entstanden ist. Dieses abgelaufene Anpassungsgeschehen lässt sich abschätzen, wenn wir zur empirischen Messung der Anpassungsfähigkeit der heutigen Organismen schreiten.

Auf diesem Gebiete sind aber bisher nur ganz spärliche Untersuchungen gemacht worden, da es sich eben um ein Grenzgebiet handelt, wo die Morphologie und die Physiologie zusammenfließen; seit langer Zeit werden diese gesondert gepflegt, erst in den letzten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Jahren erscheinen immer zahlreichere Forscher, welche physiologisch und morphologisch geschult die Bearbeitung der Unzahl der harrenden Probleme unternehmen.

Was die Anpassungsfähigkeit der Verdauungsröhre betrifft[19]), werden ältere Angaben angeführt, welche z. B. über die Unterschiede der Darmlängen bei verschiedenartig ernährten Tieren berichten, besonders bei den wilden und bei den gezähmten oder Haustieren. So ist nach Daubenton der Darmkanal der Hauskatzen weiter und um ein Dritteil länger als bei wilden Katzen derselben Größe, was eine Folge von ihrer weniger strengen karnivoren Kost sein soll. Nach Gurlt beträgt die Länge des Darmkanals beim Wolf 4, beim Haushund 5—6 Körperlängen. Ebenfalls das Wildschwein und andere wilde Tiere sollen verhältnismäßig kurze Verdauungsröhren besitzen (Cuvier, Landois). Nach Taranetzky wird bei den Kindern der niedersten Volksschichten in Russland ganz auffallend große Darmlänge angetroffen. Lucksch[20]) hat durch seine Messungen an Leichen der ländlichen Bewohner von Bukowina, welche fast ausschließlich von Pflanzennahrung leben, sichergestellt, dass bei ihnen merklich längere Verdauungsröhren vorkommen als bei den Einwanderern. Rudkoff[21]) hat den Einfluss der Nahrung auf die Verdauungsröhre bei Hunden studiert, indem er 16 Jungen (von zwei Hündinnen derselben Rasse) in vier Gruppen einteilte und mit Fleisch, Milch, gemischter Nahrung und reiner Pflanzenkost fütterte; die Vegetarianer (mit Brot, Reis, Erdäpfeln und Hafermehl ernährten) sind nicht lange am Leben geblieben, die fleisch- und milchfressenden Tiere haben das beste Gedeihen gezeigt: die fleischfressenden besaßen die kürzeste Darmlänge, nach ihnen die milchfressenden, wogegen die Vegetarianer die längste Verdauungsröhre aufwiesen; sowohl Dünn- als auch Dickdarm (aber nicht Blinddarm) wurden durch die Nahrungsweise verändert; die Milchfresser zeichneten sich auch durch sehr dünne Magenwände aus.

Gegen Rudkoff's Versuche lässt sich allerdings einwenden, dass er Fleischfresser zur Erforschung der Wirkungsweise der Nahrung verwendet hat, was unzutreffend ist, ähnlich wie es bei den Pflanzenfressern der Fall wäre. Von der (1882) russisch verfassten Abhandlung Rudkoff's bekam ich erst dieses Jahr Nachricht, während ich seit dem Jahre 1902 große Reihen von experimentellen Untersuchungen über die Variabilität der Verdauungsröhre bei den

---

19) Babák, E.: Experiment. Untersuch. üb. die Variabilität der Verdauungsröhre. Arch. f. Entwickelungsmech. XXI, 1906, S. 611.

20) Luksch: Zur Ätiologie der Darmverschlingung. Verh. d. deutsch. pathol. Gesellsch. 1905.

21) Rudkoff, M.: Einfluss der Nahrung auf die Größe und Form des Verdauungsapparates u. s. w. 1882. Petersburg (russisch).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

omnivoren Froschlarven angestellt habe. Die Omnivoren bieten die höchste Wahrscheinlichkeit für die normale Ernährung mit der verschiedenartigsten Nahrung dar; wenn man sie sogar ausschließlich mit Pflanzennahrung oder nur mit Fleischnahrung füttert, so ändert man eigentlich nur die quantitativen Verhältnisse der üblichen gemischten Nahrung.

Die Fütterung der Larven von *Rana fusca* (und andere Anuren) mit frischem zerriebenem Froschfleisch einerseits, mit reingewaschenen Pflanzenteilen von *Stellaria media* andererseits geschah bald, nachdem die Tiere angefangen haben, Nahrung aufzunehmen, und wurde durch Wochen, manchmal bis vor die Metamorphose fortgesetzt. Wenn man die Froschfleischlarven als Kontrolltiere zum Ausgangspunkt der Vergleichung heranzieht, so betrug die Verlängerung der Darmlänge bei den Pflanzenfressern in den „verschiedenen Versuchsreihen 25—91 %; das Verhältnis der Darmlänge zur Körperlänge belief sich bei den Fleischfressern auf 4,4—6,43, bei den Pflanzenfressern auf 8,06—8,67. Sehr bemerkenswert ist eine von den Versuchsreihen, wo die Froschlarven einerseits mit frischem Froschfleisch, andererseits mit faulendem Froschfleisch, worauf üppige Pilzflora gedieh, sich ernährt haben: bei den ersten war die relative Darmlänge 6,9, bei den zweiten (gleichsam mit gemischter Nahrung ernährten) 8,4. — Ähnliche Ergebnisse hat dann auch Yung publiziert, welcher sich unabhängig von mir mit Fleisch- und Pflanzenfütterung der Froschlarven beschäftigt hatte[22]).

Der teleologische Zusammenhang zwischen der Entwickelung der Darmoberfläche und der Fütterungsart scheint hier ganz klar vorzuliegen; doch es handelte sich mir darum, ihn durch eingehende kausale Analyse zu beweisen. Es genügt ja nicht die bloße oberflächliche Konstatierung, dass die Pflanzenkost größere Darmoberflächenentwickelung hervorruft, „weil“ sie weniger ausgiebig und schwerer verdaulich ist, sondern es müsste gezeigt werden, dass es gerade die wichtigsten Nahrungsbestandteile der Pflanzenkost sind, die das auffällige Längenwachstum der Darmröhre bewirken, um mit Berechtigung schließen zu können, dass hier eine typische teleologische Reaktion vorkommt: ein Anpassungsgeschehen an die Bedürfnisse des Organismus.

Vom kausalen Standpunkte aus stellt die Pflanzenkost eine durchaus andere Reizgruppe vor als die Fleischkost, indem sie durchaus verschiedenartige mechanische und chemische Beeinflussung der Darmoberfläche ausübt. Ich habe zuerst die mechanische Wirkungsweise analysiert.

---

22) Yung, E.: De l'influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin etc. Compt. rend. Ac. 1904, Congr. internat. de zoolog. Revue 1904.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Um den gegebenen Körper ausreichend zu ernähren, muss die Pflanzennahrung in weit größerer Menge in der Zeiteinheit aufgenommen werden, als die Fleischnahrung; durch die weit voluminösere Pflanzennahrung entsteht ein größerer Seitendruck auf die Darmwände. Dann stellt die grüne Pflanzenkost, nachdem sie durch die Hornzähnchen der Tiere zu kleinen Bröckeln bearbeitet wurde, einen starken Reibungsreiz dar. Demgemäß wurden Versuchsanordnungen in zweierlei Richtung angestellt: es wurden die Froschlarven mit Froschfleischfasern, welche aber auf ein vielfaches Volumen von chemisch reinen, unverdaulichen Zellulosefasern verteilt waren, ernährt, wovon sie große Mengen aufzunehmen genötigt waren, um die erforderliche Dosis der nährenden Froschfleischfasern, welche durch die Masse der Zellulose gleichsam verdünnt waren, zu erhalten. Andere Tierabteilungen wurden mit Froschfleisch ernährt, welches aber mit etwa zwei- oder dreifachem Volumen von Glaspulver gründlich zerrieben wurde. Die Nahrungsstoffe waren in diesen beiden Versuchsreihen die gleichen wie bei den Kontrolltieren (welche fein zerriebenes reines Froschfleisch erhielten), doch in der ersten Versuchsanordnung wurde durch die Menge der Zellulose eine mächtige Druckwirkung, in der zweiten durch das Glaspulver hauptsächlich nur eine starke Reibungswirkung auf die Darmfläche ausgeübt. Die Verlängerung der Darmlänge, welche durch diese monatlange Fütterung entstand, betrug bei den Zellulosetieren 5 %, bei den Glaspulvertieren 3—11 % (aber bei der Pflanzenkost über 43 %). Demnach besteht der Mechanismus der Darmverlängerung bei der Pflanzenkost kaum in den Druck- und Reibungsreizen derselben.

Vielmehr müssen wir bei der Pflanzennahrung ihre chemische Wirkungsweise in Betracht ziehen. Davon zeugen schon die Versuche, wo das Froschfleisch mit ganz kleinen Keratinmengen zerrieben wurde; es ist bekannt, dass die Hornspäne mächtige peristaltikfördernde Einwirkung auf die Darmwände der Säugetiere ausüben, chemisch aber ist Keratin sehr stabil, so dass es durch die Verdauungssäfte der Wirbeltiere unberührt bleiben soll: durch geringe Keratinzugabe zum Froschfleisch wollte ich also ursprünglich nur die mechanische Reibungswirkung erzielen. Doch diese kleine Keratinzugabe führte zu einer auffälligen Darmverlängerung um 14—36 % (gegenüber den mit reinem Fleisch ernährten Tieren). Da uns aber die früheren Versuche (mit Zellulose und Glaspulver) über unbedeutende diesbezügliche Wirkung der mechanischen Reize belehrt haben, so können wir die darmverlängernde Einwirkung des Keratins nur als irgendwie chemisch bedingt ansehen, wofür die weiteren Experimente zeugen, nebst anderen Beobachtungen an den Keratintieren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Von den chemischen Bestandteilen der Fleischnahrung[23]) und der aus grünen Pflanzenteilen bestehenden vegetabilischen Kost, denen man eine gestaltende Wirkungsweise zuschreiben könnte, sind erstens Proteinstoffe zu nennen, welche quantitativ und qualitativ ganz verschieden in der beiderlei Nahrung enthalten sind (und vielleicht gewisse organische Stickstoffverbindungen in den Pflanzen, wie z. B. *Asparagin*, wogegen die Unterschiede der übrigen organischen Bestandteile in beiderlei Kost in den Hintergrund treten, da z. B. die Zellulose der Pflanzenteile unverdaulich ist, die Kohlehydrate und Fette aber in Fleisch und in den grünen Blättern nur in kleinen Mengen vorkommen); an zweiter Stelle kann man dann an die Unterschiede in dem Gehalte an anorganischen Salzen denken, besonders an den hohen Kalziumgehalt der grünen Pflanzenteile.

Durch hohe Zugabe von Kalziumsalzen (sowie anderen in grünen Pflanzenteilen vorkommenden Salzen) zur Fleischnahrung kann man wirklich eine Verlängerung der Darmröhre bis um 18 % bewirken, ebenso kann man bei der Verabreichung von *Asparagin* eine merkliche Verlängerung des Darmkanals erzielen. Aber bei weitem ausgiebiger ist die darmverlängernde Einwirkung der Pflanzenproteine: durch reichliche Fütterung mit künstlich hergestellter Pflanzenproteinsubstanz kann man die Darmröhre bis um 26 % verlängern. Die große Bedeutung der Proteine für die Ausgestaltung der Verdauungsröhre ist durch die weitere große Versuchsreihe dargetan worden, welche in Fütterung mit verschiedener Muskelsubstanz bestand: während die mit Wirbeltierfleisch — Frosch-, Fisch-, Pferdefleisch — ernährten Tiere fast genau gleich große Verdauungsröhren besaßen, kam bei Muschelfleischfütterung eine auffällige Verkürzung des Darmkanals um 11 %, bei der Krebsfleischfütterung eine auffällige Verlängerung desselben um 14 % (und bei Pflanzenproteinfütterung um 25 %) zustande. Nun unterscheiden sich aber diese verschiedenen Muskeln voneinander hauptsächlich durch ihre Proteine, wie wenigstens durch die neueren Forschungen über die Antikörperbildung nach der parenteralen Einführung von Muskelserum verschiedener Tiere bewiesen wurde.

Es ist bemerkenswert, dass die sonst chemisch inaktiven Proteinstoffe eine so hochgradige Einwirkung auf das Wachstum der Verdauungsröhre besitzen. Aus den neueren Versuchen über die Beziehung der Verdauungssäftesekretion zur Nahrung wissen wir, dass die pflanzliche und die tierische Nahrung sowohl die Quantität als auch die Qualität dieser Sekretion

23) Babák, E.: Experiment. Untersuch. üb. d. Einfluss d. Nahrung auf die Länge des Darmkanals. Centralbl. f. Physiol. XVIII, 1905. — Über die morphogenetische Reaktion des Darmkanals auf Muskelproteine verschiedener Tierklassen. Hofm. Beitr. z. chem. Physiol. VII, 1905, S. 323.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bestimmen, so dass durch die Fleisch- und Pflanzenkost verschiedene sekretorische Tätigkeit des Darm- und Darmdrüsenepithels hervorgerufen wird (Pawlow). Die bei der Verdauung der verschiedenen Proteine entstehenden Spaltungsprodukte werden sich voneinander unterscheiden (wie es auch durch künstliche chemische Spaltung sichergestellt wird) und demgemäß wird auch ihre Einwirkung auf die Epithelwand verschieden sein; ebenfalls ihre Absorption wird verschiedenartige Ansprüche an die Darmwand machen, und endlich wird auch die synthetische Tätigkeit der Darmwand, die Assimilation, durch welche aus den Spaltungsprodukten der fremden Proteinstoffe arteigene Blutproteine des sich ernährenden Tieres aufgebaut werden, verschiedenartig ablaufen. Praktisch sprechen wir von der verschiedenartigen „Verdaulichkeit“ und „Ausnutzbarkeit“ der Nahrung, und aus den Versuchen an Säugetieren und Menschen ist es bekannt, dass die Pflanzennahrung hier weit hinter der Fleischnahrung steht, sowie dass die pflanzlichen Proteine hinter den tierischen stehen.

Durch die Fleisch- und Pflanzenkost werden also nicht nur ganz verschiedene chemische Reizgruppen in die Verdauungsröhre aufgenommen, sondern es werden auch die Hauptfunktionen derselben — Sekretion, Absorption, Assimilation — ganz verschieden in Anspruch genommen, wodurch auch die Wachstums- und Gestaltungsprozesse derselben ungleich beeinflusst werden.

Als das Ergebnis dieser komplizierten kausalen Vorgänge erscheint dann, dass sich die Oberfläche der Verdauungsröhre der Bearbeitung verschiedener Nahrung anpasst; bei der Pflanzennahrung entwickelt der Organismus eine verhältnismäßig größere Darmoberfläche, weil er sie zur Bewältigung dieser unausgiebigen, schwer verdaulichen und schlecht ausnutzbaren Kost braucht: die Darmröhre wird unter gleichzeitiger Verengerung stark verlängert, wodurch ihre Fläche absolut (und relativ zu den mit Fleisch gefütterten Tieren) anwächst; werden die Bedürfnisse der Ernährung reichlich und leicht gedeckt, wie es in unseren Versuchen besonders bei dem Muschelfleische der Fall ist, so genügt dem Organismus eine ganz kleine Darmoberfläche, es entwickelt sich ein kurzer und relativ breiter Darmkanal. Durch Ausmessungen der Verdauungsröhre kann man folgende Zahlen erhalten: nimmt man die mit Froschfleisch ernährten Tiere als Ausgangspunkt, wo auf 100 Einheiten des Darminhaltes 447 Oberflächeneinheiten kommen, so beträgt dieser Koeffizient bei den pflanzenfressenden Larven 543 (oder der auf 1 mm der Darmlänge auffallende Inhalt wird von 0,61 mm^3 auf 0,41 mm^3, d. h. um 32 % verkleinert). Demgegenüber wird bei der Muschelfleischfütterung die Darmoberfläche merklich verkleinert, woraus man schließen darf, dass die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Proteine der Muscheln relativ leicht verdaulich und gut ausnutzbar sind. —

Bei der Besprechung dieser und anderer Ergebnisse meiner Versuchsanordnungen habe ich (1906) bezüglich der Darmoberflächenadaptation der Säugetiere die Möglichkeit hervorgehoben, dass hier, wo schon normalerweise die Darmoberfläche durch Darmzotten bedeutend vergrößert ist, bei Einwirkung der Nahrung vorzugsweise die Zottenbildung beeinflusst wird, wogegen die Darmröhre in toto keine auffälligen Differenzen in der Längsentwickelung aufzuweisen braucht. Neuerdings ist eine experimentelle Untersuchung von Revilliod[24]) über den Einfluss der Nahrung auf das Wachstum und die Struktur der Verdauungsröhre der Ratten erschienen, welche beiderlei Einwirkungen sicherstellt, sowohl auf die totale Längsentwickelung als auch auf die Zottenbildung. Aber die eingehende Betrachtung dieser an omnivoren Säugetieren gewonnenen Ergebnisse sind bei weitem nicht so klar wie die meinigen an Froschlarven, ohne Zweifel wegen der weit komplizierteren Bedingungen. Die Milchernährung ist mit sichtlicher Reduktion des Dünn- sowie Dickdarms verbunden, was in Übereinstimmung ist mit der leichten Verdaulichkeit und großer Ausgiebigkeit dieser Nahrung; doch die fleischfressenden Tiere haben ganz auffällig lange Verdauungsröhren (eigentlich hauptsächlich den Dünndarm, während der Dickdarm reduziert war) entwickelt, was Revilliod darauf zurückführt, dass einerseits das Pferdefleisch in solchen Mengen aufgenommen wurde, dass es im Durchschnitte eine tägliche Verarbeitung von 5 g Proteinstoffe gegenüber 2 g bei der Pflanzenkost erforderte, andererseits dass das Pferdefleisch vielleicht spezifisch einwirkt (indem es schwer verdauliche Proteine enthält, ähnlich wie es aus meinen Versuchen an Kaulquappen bei den Krebsproteinen der Fall sein wird im Gegensatze zu den Muschelproteinen, und nebstdem oft toxisch ist, wie Pflüger u. a. angeben). Wirklich haben auch die reines Pferdefleisch fressenden Ratten eine Reihe von Störungen des Allgemeinbefindens gezeigt. Demgegenüber gediehen die Vegetarianer sehr gut; die Verlängerung des Darmkanals war bei ihnen, was den Dünndarm betrifft, kleiner als bei den Fleischfressern, aber auffällig in der Dickdarmabteilung.

Die Darmzotten der mit Milch ernährten Tiere sind denjenigen der Neugeborenen und der säugenden Jungen ähnlich, bei den pflanzenfressenden werden sie oft in mancher Richtung hin verschiedenartig ausgebildet, aber hauptsächlich bei den fleischfressenden sowohl in ihrer Form als auch in ihrer Dichtigkeit und Lokalisation auffallend beeinflusst. Genauere Angaben über die relative

---

24) Revilliod, P.: Influence du régime alimentaire sur la croissance et la structure du tube digestif. Revue suisse de zool. T. 16, 1908, S. 241.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Darmoberflächenentwickelung kommen in der Revilliod'schen Arbeit nicht vor. Aber ohne Zweifel ist damit ein weiterer wichtiger Schritt zur Bearbeitung des Problems der Anpassungsfähigkeit des Verdauungskanals gemacht worden. —

Ein ganz anderer Weg als der durch die bisher geschilderten experimentellen Untersuchungen befolgte ist aber noch offen: man hat die verschiedenen Nahrungsstoffe in verschiedener Konzentration auf die angeborene Verdauungsröhre wirken lassen, wodurch einerseits durch direkte oder indirekte Reizwirkung des Darminhaltes dieselbe beeinflusst wurde, anderseits aber die Bedürfnisse des Körpers entweder leicht, ohne anstrengende Verdauungsarbeit, oder erst bei intensiver Verdauungstätigkeit (d. h. Sekretion, Absorption und Assimilation) gedeckt wurden. Nun könnte man eben von dem Nahrungsbedürfnisse des gegebenen Organismus ausgehen, so, dass man die Darmoberfläche durch ausgiebigere Darmresektion verkleinern könnte: es müsste nun durch die übriggebliebene Verdauungsoberfläche der ungeschmälerte, bedeutende Nahrungsbedarf des Organismus gedeckt werden, was zu ihrer erhöhten Verdauungstätigkeit führen und geeignete morphogenetische Vorgänge (Darmzottenentwickelung, Regeneration u. s. w.) bedingen würde; diese Untersuchungen würden einen hohen praktischen Wert besitzen, da die Darmresektionen unter ganz übliche chirurgische Eingriffe gehören. Bei den poikilothermen Tieren könnte man aber auch bei gleichbleibender Nahrungsweise und ohne Operationseingriffe das Nahrungsbedürfnis durch hohe Temperaturen verstärken, durch niedrige herabsetzen, bei den homoiothermen Vögeln und Säugetieren durch niedrige Temperaturen in die Höhe treiben, woraus sich ohne Zweifel nach gewisser Zeit merkliche allgemeine und spezielle Anpassungen der Verdauungsröhre erzielen ließen. Einige von diesbezüglichen Versuchsanordnungen habe ich schon unternommen, ohne bisher über ihre Ergebnisse berichten zu können. —

Durch die unzweideutigen Resultate der Forschungen über die Anpassungsfähigkeit der verdauenden Oberfläche aufgemuntert, habe ich mich den atmenden Oberflächen zugewendet[25]).

Als geeignetes Objekt habe ich mir wiederum die Larven von Amphibien erwählt, als ungemein plastische Organismen. Durch die Herabsetzung des partialen Sauerstoffdruckes auf das zum Leben nötige Minimum lässt sich die sauerstoffabsorbierende Tätigkeit der Atmungsorgane — der äußeren und inneren Kiemen und der Lungen — hochgradig steigern; durch geeignete Vorrichtungen wurde Tag und Nacht dafür gesorgt, dass sich die Tiere immer die unbedingt notwendige Menge des Sauerstoffs, wenn auch erst durch angestrengte

25) Babák, E.: Über die funktionelle Anpassung der äußeren Kiemen beim Sauerstoffmangel. Centralbl. f. Physiol. XXI, 1907.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tätigkeit, versorgen konnten, während die Kohlensäure fortwährend aus dem äußeren Medium entfernt wurde. Das erste auffällige Ergebnis wurde bei den sonst vergänglichen äußeren Kiemen der Anurenlarven erzielt, nachher bei den äußeren Kiemen der Salamandriden; die Versuche an „inneren" Kiemen der Anurenlarven sowie an Lungen sind noch im Gange.

Von den äußeren Kiemen der Froschlarven habe ich schon oben einiges angeführt, was ihre Beziehung zum relativen Sauerstoffbedürfnis der verschiedenen Arten betrifft. Diese vergänglichen Atmungsorgane werden besonders bei den Kaulquappen von *Rana fusca* mächtig entwickelt, doch sie werden während der zweiten Woche rückgebildet, indem die Gaswechselfunktion dann weit ausgiebiger durch die an Kiemenbogen ventral sprossenden Kiemenplättchen verrichtet wird. Es ist uns gelungen, einerseits das Wachstum dieser äußeren Kiemen im niedrigen Sauerstoffpartialdruck zu beschleunigen, andererseits aber ihr Verschwinden um einige Tage aufzuhalten; dagegen in reiner Sauerstoffatmosphäre wird ihre Entwickelung verspätet, ja es kommt überhaupt keine solche Ausbildung derselben zustande, wie in den gewöhnlichen Verhältnissen (z. B. in der Natur), und bald werden diese verkümmerten „Sauerstoffkiemen" rückgebildet. Wenn man die äußeren Kiemen wegschneidet, regenerieren sie üppig im Sauerstoffmangel, während im durchgelüfteten Wasser nur geringe Regenerationserscheinungen vorkommen (es ist ausdrücklich zu betonen, dass der Sauerstoffmangel ganz spezifisch fördernd nur auf die Regeneration der Kiemen, also der atmenden Organe, einwirkt, denn die Kontrollversuche über die Sauerstoffbedingungen der Regeneration des Schwanzflosssaumes oder des Schwanzes der Froschlarven haben nichts ähnliches ergeben). Bei denjenigen Froscharten, welche in den natürlichen Verhältnissen kaum merkliche äußere Kiemen entwickeln (z. B. *Rana arvalis*, *Rana esculenta*, *Bufo* u. a.), konnte durch Sauerstoffmangel ganz auffälliges Wachstum derselben erzielt werden. Bei genauen Nachforschungen ließ sich zeigen, dass nicht nur die Länge der Kiemenfäden, sondern auch ihre Anzahl und Form sowie innere Struktur bedeutend durch den Sauerstoffgehalt des äußeren Mediums geändert werden.

Bei den Salamandralarven, welche monatelang im großen Sauerstoffmangel einerseits, in reiner Sauerstoffatmosphäre andererseits gezüchtet wurden, werden die äußeren Kiemen allmählich sehr verschieden ausgebildet. Die Sauerstofflarven besitzen nur ganz kurze, wie verstümmelt aussehende Anfangsteile der Kiemen mit ganz kleinen, wenigen, runden, borstenartigen Kiemenfäden; die Sauerstoffmangellarven entwickeln mehrfach längere Kiemen, mit vielen, langen, abgeplatteten, haarförmigen Kiemenfäden. Die innere Struktur dieser Respirationsorgane ist merkwürdig abweichend von denjenigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aus Sauerstoffmedium. Das Epithel ist nur durch eine einzige Lage ganz flacher Zellen gebildet, während es im Sauerstoffüberschuss aus zwei Schichten dicker Zellen besteht; die Kapillaren sind in den Sauerstoffmangelkiemen weit zahlreicher und auch weiter, was von schneller Durchblutung zeugt, und sie liegen gewöhnlich so oberflächlich, dass man sie in das umgebende Wasser ganz nackt hinauszuragen glaubt, so dünn sind die schüppchenartigen Epithelienzellen (dieses Bild erinnert uns lebendig an die Epithelialwand der Lungenalveolen beim Menschen; andererseits kann man an die neuerdings von Calugareanu beschriebene morphologische Adaptation der Darmwand von *Misgurnus fossilis* — s. oben — denken, wo die respiratorisch funktionierenden Kapillaren sich zwischen den Epithelzellen fast auf die Darmoberfläche hervordrängen); ich möchte auf Grund dieser Strukturverhältnisse die Kapillarendothelien als eigentliche „atmende", d. h. Sauerstoff ins Blut und Kohlensäure in das äußere Medium sezernierende Elemente ansprechen. Im Vergleiche zu dieser großartigen Oberflächenentwickelung, welche durch die eigentlich mit mehr Recht als Kiemenplättchen zu bezeichnenden Kiemenfäden und ihr Gefäßsystem zustande kommt, sehen die borstenartigen Kiemen der Sauerstofflarven als überhaupt keine respiratorischen Organe aus, in Anbetracht ihrer kompakten, wenig durchbluteten, mit dicken Epithelschichten versehenen Struktur. Außer den angeführten Unterschieden bestehen aber noch auffallende zytologische Verschiedenheiten, was die Beschaffenheit der Kerne, ihre Färbbarkeit u. s. w. betrifft.

Damit sind wir zur Frage über die experimentelle Beeinflussbarkeit der inneren Oberflächen des Organismus übergegangen, und gleichzeitig haben wir in den eben geschilderten Verhältnissen einen unzweideutigen positiven Beweis davon erbracht.

Der Organismus entwickelt sich je nach den Bedürfnissen seine Gefäße: in den als intensiv tätige Atmungsorgane im Sauerstoffmangel sich gestaltenden äußeren Kiemen stellen vielleicht die Gefäße nebst den Epithelien Organe dar, welche sich im Dienste des ganzen Körpers aktiv entwickeln bis zu dem Maße, dass sie den Gaswechsel genügend versorgen.

Die auffälligen Unterschiede in der Färbbarkeit und den osmotischen Eigenschaften der Erythrocytenkerne der im Sauerstoffüberschuss und Sauerstoffmangel gezüchteten Salamanderlarven weisen ebenfalls auf die Möglichkeit der strukturellen Beeinflussung dieser Elemente. Die bisherigen Versuche, welche wir behufs experimenteller Beherrschung der Erythrocytengröße unternommen haben, sind noch nicht geeignet, um etwas Sicheres darüber auszusagen; die Durchmusterung der bisherigen Untersuchungen über den Einfluss des Höhenklimas auf die Erythrocyten

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

führt ebenfalls zu keinen unzweideutigen Ergebnissen, indem hier und da von Mikrocytose gesprochen wird, sonst aber selbst die Erythrocytenvermehrung u. s. w. angezweifelt werden. —

Durch diese gedrängt abgefasste Übersicht einer Fülle von vergleichend morphologischen und physiologischen Tatsachen sowie der Anfänge einer experimentellen Untersuchung der Entwickelungsbedingungen der äußeren und inneren Oberflächen des Organismus ist wohl über jeden Zweifel dargetan, dass in dieser Hinsicht ein hochgradiges Anpassungsvermögen des Organismus an die jeweiligen Bedürfnisse besteht im Sinne der Autoteleologie (Pauly) der lebenden Wesen, sowie dass durch diese Fähigkeit die Entstehung der im ganzen konstanten Eigenschaften der heutigen Tiere, welche ihr Angepasstsein zu den gegebenen Lebensbedingungen kundgeben, sich dem Verständnis nahe bringen lässt.

Physiologische Untersuchungen über Paramaecium caudatum.

Von A. Khainsky[1]).

Die physiologischen Prozesse, die in ihrem Wesen physikalisch-chemische Wechselwirkungen der Zellenstoffe sind, werden von entsprechenden morphologischen Veränderungen im Bau der einzelnen Teile des Zellkörpers begleitet. Alle Eigentümlichkeiten einer solchen Metamorphose sind durch diejenigen Veränderungen bedingt, welchen die Struktur des Zellprotoplasmas unterworfen ist. Von diesem physikalisch-chemischen Standpunkt aus ist die Struktur des Protoplasmas als polymorph und inkonstant zu bezeichnen. Der ganze Entwickelungsgang und Charakter der in der Struktur des Protoplasmas sich vollziehenden Veränderungen ist unmittelbar von der Richtung abhängig, in der sich die physiologischen Prozesse der Zelle bewegen. Die Struktur des Zellplasma (y) kann ausgedrückt werden als Funktion seiner physiologischen Tätigkeit (x), d. h.:

$$y = f(x) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1.)$$

In dieser Gleichung (1) bedeutet x die ganze Summe der physikalisch-chemischen, resp. physiologischen Prozesse der Zelle, die durch äußere Existenzbedingungen normiert werden. Die Nahrung in quantitativer und qualitativer Hinsicht (a, d), die Temperatur (t^0), der Gaswechsel (o), das Licht (l), die Bewegung (v), der Druck (p) und andere physikalisch-chemische Faktoren bestimmen den Verlauf der physiologischen Prozesse der Zelle und beeinflussen die Struktur

---

1) Arbeiten aus dem zootomischen Laboratorium der Universität zu Warschau, unter der Redaktion von Prof. P. Mitrofanow. Bd. XXXV, 101 S. mit 111 Abb. 1906.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Babák Edward

Artikel/Article: Über die Oberflächenentwickelung bei Organismen und ihre Anpassungsfähigkeit. 257-267