

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und **Dr. E. Selenka**

Professoren in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Vierundzwanzig Nummern bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XX. Band.

1. Februar 1900.

Nr. 3.

Inhalt: **Laloy**, Der Scheintod und die Wiederbelebung als Anpassung an die Kälte oder an die Trockenheit. — **Fischer**, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. — **Davenport**, Statistical Methods, with especial reference to biological variation. — **Fuhrmann**, Beitrag zur Biologie des Neuenburger Sees. — *Naturae Novitates.*

Der Scheintod und die Wiederbelebung als Anpassung an die Kälte oder an die Trockenheit.

Von **Dr. L. Laloy**,

Universitäts-Bibliothekar in Paris.

Die Erscheinung der Wiederbelebung (*Reviviscentia*) wurde zuerst von *Leeuwenhoeck* an Rädertieren beobachtet. Bekanntlich können diese Tiere vollständig austrocknen, entweder auf natürlichem Wege, infolge ihrer Lebensbedingungen, oder künstlich, wenn man sie erhitzt. Sie verlieren dann jede Bewegung und schrumpfen zu einem Klümpehen zusammen, welches jeden Anschein des Lebens verloren hat. Nachdem sie eine mehr oder weniger lange Zeit in diesem Zustand zugebracht haben, kommen sie wieder zu sich, wenn sie ins Wasser gesetzt oder mit einigen Tropfen Wasser angefeuchtet werden. Analoge Erscheinungen werden bei gewissen Nematoden (*Anguillula*, *Gordius*), bei den Tardigraden und bei zahlreichen Protozoen beobachtet.

Es ist hier wohl nicht der Platz auf die zahlreichen Untersuchungen zurückzukommen, welche gemacht wurden, um diese wunderbare Erscheinung zu studieren. Ich verweise auf den Bericht *P. Broca's* an die *Société de Biologie* (*Mémoires*, Bd. II, 3. Serie, 1860, S. 1) und an das Werk *J. Gavarret's*: *Les phénomènes physiques de la vie*, Paris 1869, S. 307. Ich möchte nur einige wichtige Thatsachen hervorheben. Tiere derselben Art weisen oft im Grad ihrer Fähigkeit, sich wieder zu beleben, große Unterschiede auf: diejenigen, welche gewöhnlich in einem feuchten Medium leben, widerstehen dem Aus-

trocknen schlechter als diejenigen, welche in einem trockenen Medium leben. Die Tiere, welche nach allmählichem Austrocknen und Befeuchten wieder zu sich kommen, sterben, wenn sie abermals plötzlich ausgetrocknet werden. Andererseits, wenn man bei niederer Temperatur ausgetrocknete Tiere erhitzt, so verlieren sie, falls die Temperatur nicht zu hoch ist und ihre Gewebe nicht chemisch verändert, nicht die Fähigkeit, sich beim Anfeuchten wieder zu beleben.

Die genannten Tierarten können übrigens auch dem Gefrieren Widerstand leisten, und — unerwarteter Weise — besitzen auch viel höhere Wesen dieselbe Fähigkeit. In Russland und im nördlichen Amerika werden Fische im gefrorenen Zustand auf weite Strecken transportiert. Obwohl sie steif wie Holz sind, werden sie wieder lebendig, wenn man sie in gewöhnliches Wasser taucht. Dasselbe wird auch von Batrachiern (Kröten und Fröschen) berichtet: Findet das Erkälten und das Wiedererwärmen allmählich statt, so kommen diese Tiere wieder zu sich, sobald die Temperatur höher wird; sie seien auch so stark gefroren gewesen, dass ihre Glieder leicht abgebrochen werden konnten.

Wenn wir nun zum Pflanzenreich übergehen, so finden wir zahlreiche Fälle, wo das Leben trotz des scheinbaren Todes wieder erweckt werden kann. Gewisse jahrelang im Herbarium aufbewahrte Pflanzen konnten, nach verschiedenen Angaben, durch Befeuchten wieder belebt werden.

Von dem Samen aus den ägyptischen Gräbern, der angeblich zum Keimen gebracht wurde, wollen wir absehen, denn die Thatsache ist nicht sicher festgestellt und hat übrigens keine Wichtigkeit für unseren Zweck. Dagegen sind viele niedere Kryptogamen, z. B. Moose, Tange (in hohem Grade *Tremella Nostoc*) und Flechten ganz gut fähig, nach lange anhaltender Dürre, weiter zu wachsen. Dieses zeitweilige Aufhören der Lebensthätigkeit geschieht übrigens bei diesen Pflanzen wie bei den meisten untersuchten Tieren unter ganz normalen Lebensverhältnissen, nämlich beim Austrocknen bezw. Zufrieren der Teiche und Pfützen oder bei sonstigem Wassermangel, indem z. B. die Moose oder Flechten bei andauernder Hitze zusammenschrumpfen.

Das Gesagte genügt, um zu zeigen, dass die Wiederauflebung nach scheinbar vollständigem Tod in der Natur viel häufiger auftritt, als man es im ersten Augenblick glauben könnte. Wir haben es da mit einer sehr verbreiteten Erscheinung zu thun; nichtsdestoweniger müssen wir einige Fälle ausschließen, wo die Wiederbelebung nur eine scheinbare ist. Von den Protisten trocknen einige wirklich aus, um bei eintretender Feuchtigkeit wieder aufzuleben. Andere aber kapseln sich ein und bilden Sporen, die sich sehr lange erhalten können. Wenn die Verhältnisse günstiger werden, so keimen diese Sporen, aber die Individuen, die jetzt zum Leben kommen, sind nicht diejenigen,

welche getrocknet wurden, sondern deren Nachkommen. Man hat behauptet, dass dasselbe für die Rotiferen und Tardigraden gälte; es ist aber jetzt festgestellt, dass diese Tiere fähig sind, ihr individuelles Leben von neuem anzufangen nach mehr oder weniger langem Scheintod.

Im Pflanzenreich treffen wir saftige Organe, wie Tuberkel, Zwiebeln, Rhizome, oder sehr wasserhaltige Gewächse, wie die Crassulaceen und Cacteen, welche eine langwierige Dürre vertragen können ohne abzustorben. Die Erscheinungen gehören aber doch nicht in den Kreis unserer Betrachtungen: wie wir sehen werden, findet da eine ganz andere Adaptation statt als bei den eigentlichen Reviviscierenden. Man könnte auch geneigt sein, eine weitere Erscheinung als Wiederbelebung zu betrachten. nämlich diejenige, welche wir bei der Jerichorose (*Anastatica hierochontica*) beobachten. Bei dieser und ähnlichen Pflanzen findet eine Anpassung statt in Bezug auf die Ausstreuung der Früchte, während der Trockenheit. Die losgelösten und zu einem Ball zusammengewundenen Aeste der Jerichorose sind noch fähig unter dem Einfluss der Feuchtigkeit einige Bewegungen auszuführen. Doch ist die Pflanze wirklich tod und es handelt sich hier nur um eine hygroskopische Erscheinung, welche mit unserer Angelegenheit nichts zu thun hat.

Nach Ausschluss dieser und ähnlicher Fälle bleibt uns eine ganze Reihe anderer Wesen übrig, bei welchen wirkliche Wiederbelebung nach vollständigem Austrocknen bzw. Gefrieren stattfindet. Wenn wir nun nach den Bedingungen dieser Erscheinung und nach ihrer Nützlichkeit für die Tiere und Pflanzen suchen, welche sie aufweisen, so müssen wir zuerst daran erinnern, dass die physikalischen und chemischen Phänomene, welche das Leben bilden, niemals in ihrer Gesamtheit vollständig ununterbrochen sind. Bei allen Lebewesen trifft man im Lauf eines Tages wenigstens eine Periode relativer Ruhe, welche man als Schlaf bezeichnet. Bei den Pflanzen hört dann, unter andern, die Assimilation mittels Chlorphyll auf, und bei den Tieren erfahren viele Funktionen einen Stillstand. In jedem Fall ist im Schlaf die Ruhe nur eine sehr relative: eine Reihe von Leistungen des Organismus, z. B. die Atmung, sind immer noch im Gang.

Wenn wir diese Phasen relativer nächtlicher Ruhe nicht in Betracht ziehen, so giebt der Vegetationswechsel nach den Jahreszeiten Anlass zu interessanten Betrachtungen. Wir sehen zuerst, dass in den Tropenländern das Leben der Pflanzen ein ununterbrochenes ist; besonders in den gut bewässerten Tiefebenen sind die Wärme- und Feuchtigkeitsbedingungen immer ungefähr dieselben, und der Einfluss der Jahreszeiten macht sich nicht geltend: die Bäume verlieren nur ganz allmählich ihr Laub, so dass sich in der Gesamtheit des Waldes der Blattwechsel gar nicht bemerkbar macht. Im Gegenteil erleidet die Vegetation

in den kälteren Gegenden während der Wintermonate einen Stillstand. Bei den perennierenden Pflanzen ist dieser Stillstand nur ein vorübergehender: im Frühling wachsen neue Blätter und Blüten, die verschiedenen organischen Funktionen beginnen ihren Kreislauf von Neuem; mit einem Worte das individuelle Wesen revivisciert. Während im Winter die meisten unserer Bäume nur als laublose Skelette dastehen, haben andere Pflanzen fast alle ihre Organe eingebüßt und bestehen nur mehr als unterirdische Tuberkel, Zwiebeln, Rhizome u. s. w. Die jährlichen Gewächse endlich sind dann ganz abgestorben und existieren nur noch in Form von Samen, aus denen im nächsten Frühling eine neue Generation sich bilden soll. Wir finden also im Pflanzenreich eine Reihe von Anpassungen um die kalte Jahreszeit zu überstehen und bei günstigeren Wärmebedingungen entweder das individuelle Leben fortzusetzen oder in der Nachkommenschaft fortzuleben.

Im Tierreich treffen wir auch eine Anzahl von Variationen des Ganges des normalen Lebens und des Grades seiner Kontinuität. Wenn die meisten Säugetiere das ganze Jahr hindurch thätig sind, entweder weil sie in warmen Gegenden leben oder weil sie durch einen dicken Pelz oder Fettablagerungen gegen die Kälte geschützt sind, so machen doch einige, die sogenannten Winterschläfer, davon eine Ausnahme. Viele Reptilien, Batrachier und Fische halten auch einen Winterschlaf. Die meisten Invertebraten hören auf im Winter thätig sein. Aber das beste Beispiel liefern uns die Insekten, unter denen man, wie im Pflanzenreich, jährliche Arten findet: die einen sind nur im Winter durch ihre Eier vertreten, die andern sind perennierende, indem sie entweder als Larven oder als ausgewachsene Formen mittels eines mehr oder wenigen tiefen Schlummers überwintern. —

Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, dass die Erscheinung der Winterruhe in den zwei organischen Reichen sehr verbreitet ist. Man findet übrigens alle möglichen Abstufungen zwischen dem Wesen, welches das ganze Jahr hindurch aktiv lebt, und demjenigen, welches im Winter in einen Zustand fällt, der dem Tode vollkommen gleicht. Nun lässt sich der Fall der Fische und Batrachier, welche nach vollständigem Gefrieren wieder belebt werden können, ganz ungedrungen an die vorigen reihen. Es ist nur eine besondere Anpassung an die Kälte, analog derjenigen der winterschlafenden Säugetiere. Der Unterschied besteht nur darin, dass letztere, besonders durch Fettanhäufung gewissermaßen gegen die weitgehende Erniedrigung ihrer Körpertemperatur geschützt sind, während bei den Fischen und Fröschen die Anpassung eine viel tiefere ist. Man muss nämlich annehmen, dass ihr Protoplasma selbst gewisse Eigentümlichkeiten besitzt, die es ihm erlauben, sehr niedrige Temperaturen zu vertragen, ohne seine wesentliche Beschaffenheit und chemische Struktur einzubüßen. Die Natur dieser Eigentümlichkeiten zu erforschen, bleibt der

Zukunft vorbehalten. Doch kann man, wie wir weiter unten sehen werden, darüber einige Hypothesen anstellen.

Wenn wir jetzt den Fall der Rädertiere, Tardigraden und niederen Kryptogamen erörtern, welche der Austrocknung großen Widerstand leisten, so finden wir auch hier bloß eine Anpassung an gewisse Lebensbedingungen, nämlich an den wechselnden Feuchtigkeitsgrad der Luft. Die Moose auf den Dächern sind, mit den sie bewohnenden Rotiferen und Tardigraden, bald dem Regen bald einer brennenden Sonne ausgesetzt; das Gleiche gilt von den Flechten; andere Moose, sowie Tange und Nematoden leben in Wasserpflützen, welche im Sommer vollständig austrocknen. Somit war es für alle diese Wesen unbedingt notwendig, etwas in ihrem Bau zu besitzen, das sie fähig macht, trotz dieser großen Schwankungen des Feuchtigkeitsgrades fortzuleben.

Wie in der Anpassung an die Kälte, finden wir auch in derjenigen an die Trockenheit eine zweifache Tendenz. Bei den zuletzt genannten Wesen besteht die Anpassung darin, dass der Organismus, trotzdem er seinen Wassergehalt während der Trockenzeit vollständig eingebüßt hat, im Stande ist, sobald die Verhältnisse günstiger werden, wieder Wasser aufzunehmen und fortzuwachsen. Dagegen sind die höheren Lebewesen gegen Wasserverlust durch verschiedene Einrichtungen geschützt; die an das Leben in trockenen Gebieten adaptierten Pflanzen, die sogenannten Xerophyten, haben meist eine dicke Cuticula, welche die zu starke Transpiration verhütet, sie speichern während der feuchten Jahreszeit Wasser in ihren Geweben auf; manche schränken ihre Ausdunstungsfläche ein, indem ihre Form geometrisch wird. Die Cactoiden bilden das vollkommenste Beispiel dieses Pflanzentypus.

Bei den höheren Tieren finden auch verschiedenartige Anpassungen an Wassermangel statt, z. B. bei den Kameelen Aufspeicherung großer Wassermengen im Magen. Aber der interessanteste Fall ist derjenige der Lurchfische (*Dipneusta*). Während der trocknen Jahreszeit vergraben sich diese Tiere in den eintrocknenden Schlamm und atmen dann Luft durch Lungen, während sie im Winter in den Flüssen leben und Wasser durch Kiemen atmen. Man findet im Pflanzenreich etwas ähnliches bei den Gewächsen, welche eine wasserbewohnende und eine landbewohnende Form besitzen, wie *Polygonum amphibium*, verschiedene *Ranunculus*-Arten u. s. w. Beiläufig sei bemerkt, dass es ähnliche Erscheinungen gewesen sind, welche im Laufe der Zeit, in den beiden organischen Reichen die Anpassung an das Landleben hervorbrachten; während die bei Wassermangel austrocknenden Formen inadaptativ waren und keine Aussicht auf vollkommnere Nachkommenschaft hatten.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so sehen wir, dass die Anpassung an die Kälte und die Anpassung an die Trockenheit die beiden großen Ursachen des Scheintodes der

Revivisierenden sind. Ich habe gezeigt, dass diese beim ersten Blick so sonderbare Erscheinung nicht einzeln in der Natur dasteht, sondern dass sie sich durch Uebergangsstufen an den partiellen Stillstand der Lebensthätigkeiten bei den Winterschlaf haltenden Pflanzen und Tieren heranreicht. Aber wenn die Revivisierenden durch die Verlangsamung und den Stillstand aller ihrer Funktionen den Winterschläfern ähneln, so weisen sie doch in anderer Hinsicht wieder große Unterschiede auf. Sowie die Xerophyten gegen die Austrocknung, so sind auch die winterschlafenden Pflanzen und Tiere gegen die Kälte geschützt, welche ihre Gewebe zersetzen würde. Dagegen besitzen die Revivisierenden keinerlei Schutzvorrichtungen gegen die Trockenheit bzw. Temperaturabnahme: die einen, wie die Fische und Batrachier, gefrieren vollständig, die andern, wie die Rädertiere, Tardigraden, Nematoden, Moose, Nostoe, trocknen aus und schrumpfen zusammen.

Es wäre jetzt zu erörtern, wie das Leben in so modifizierten Organismen fortbestehen kann. Diese Frage ist mit den heutigen Mitteln der Wissenschaft nicht zu beantworten. Aber man kann für die revivisierenden Tiere und Pflanzen dieselbe Hypothese aufstellen, wie für die Eier, Samen, Sporen und überhaupt für alle Wesen, deren Lebensthätigkeiten unscheinbar geworden sind. Man kann sich nämlich vorstellen, dass, da das Leben wesentlich aus Molekularbewegungen des Protoplasmas besteht, bei allen Lebe-Wesen diese Bewegungen sehr verlangsamt, sowie der Stoffwechsel sehr vermindert sein müssen, ohne doch ganz aufgehört zu haben, was das endgiltige Aufhören des Lebens zur Folge hätte.

Wie können aber Molekularbewegungen und Stoffwechsel, wenn auch in sehr geringem Maße — in solchen Geweben fortbestehen, die den größten Teil ihres Wassers entweder durch Gefrieren oder durch Austrocknen verloren haben? Das steht, wie wir schon vorher angedeutet haben, mit einer bestimmten Eigentümlichkeit ihres Protoplasmas in Zusammenhang. Man findet im Eiweiß Wasser in zwei verschiedenen Zuständen: erstens freies Wasser, welches nur in den Zwischenräumen des Stoffes vorhanden ist, und zweitens chemisch gebundenes Wasser, welches ein unentbehrlicher Bestandteil der Albuminoidstoffe ist. Das erstere kann durch Austrocknen oder Gefrieren verschwinden, ohne dass der Stoff seine wesentlichen Eigenschaften verliert, während dagegen eine Abnahme des chemisch gebundenen Wassers den Tod des Gewebes herbeiführen muss. Vielleicht besteht nun der Unterschied der Revivisierenden und der andern Organismen darin, dass bei den erstern das Verbindungswasser zäher am Protoplasma haftet, so dass es auch bei einem hohen Grad von Kälte oder von Trockenheit nicht entfernt werden kann; somit behält der Organismus der Revivisierenden seine wesentlichsten Eigenschaften und die Fähigkeit wieder aktiv aufzuleben. Bei den nicht revivisierenden Organismen

wäre dagegen die Verbindung des Wassers mit dem Protoplasma eine lockere, so dass sie schon durch einen relativ geringen Grad von Trockenheit oder Kälte gelöst und der Tod des Organismus herbeigeführt würde. [9]

Alfred Fischer, Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas.

Jena. Gustav Fischer. 1899.

In dem relativ kurzen Zeitraum der Entwicklung unserer modernen mikroskopischen Technik sind schon wiederholt Stimmen laut geworden, die davor warnen, alles was uns unsere fixierten, gefärbten, geschnittenen Präparate zeigen ohne Weiteres als Struktureigentümlichkeiten auch des lebenden Gewebes, der lebenden Zelle, anzusehen. Diesen Warnungen suchte man gelegentlich dadurch größeren Nachdruck zu geben, dass man Beobachtungen anstellte über die Wirkung von Fixierungsmitteln auf Eiweißlösungen. Derartige Versuche, die sich in sehr engen Grenzen bewegten, hatten keinen durchschlagenden Erfolg. Größeres Aufsehen erregten zuerst zwei kurze Mitteilungen von A. Fischer, die 1894 u. 1895 im Anatom. Anz. erschienen. Die damals nur in Bruchstücken mitgeteilten Beobachtungen und Ansichten hat Fischer auf breiter empirischer Grundlage zu begründen und systematisch durchzuführen versucht in seinem vor kurzem erschienenen Buch über Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Dieses Buch erweckte hervorragendes Interesse in den Kreisen aller derer, die mikroskopisch arbeiten. Wenn auch vielleicht gegen manche Ausführungen und Erklärungsversuche Einwände und Zurückweisungen hervortreten werden, so kam es doch keinem Zweifel unterliegen, dass dieses Buch eine große Anzahl äußerst wertvoller Beobachtungen, zusammengefasst durch anregende, fruchtbringende Gedanken enthält. Es wird wohl berufen sein auf dem Gebiet der Zellenlehre manche gründliche, klärende Diskussion herbeizuführen.

Wie viele und welche von den Struktureigentümlichkeiten, die wir an unseren fixierten und gefärbten mikroskopischen Präparaten beobachten, sind natürliche Bildungen, d. h. finden sich auch in der lebenden Zelle? — Diese Frage zu beantworten, das ist der Grundgedanke des Fischer'schen Buches. Dasselbe gliedert sich in 3 Hauptabschnitte. Deren erster behandelt die Fixierung, der zweite die Färbung; im Dritten wird erörtert, welche Resultate die vorstehenden Untersuchungen für unsere Anschauungen vom Bau des Protoplasmas ergeben.

1. Die Fixierung

hat den Zweck, die Strukturen der lebenden Zelle derart in einen unlöslichen Zustand zu überführen, dass sie all die eingreifenden Prozeduren der Entwässerung und Durchtränkung mit Paraffin, des Schneidens und Färbens ungeschädigt überstehen, so dass sie mit voller Naturtreue in unseren Präparaten hervortreten. Ja sogar wir erwarten in unseren Präparaten durch Färbung und Abänderung der Brechungsverhältnisse Strukturen wahrnehmen zu können, die unserem Auge bei Untersuchung der lebenden Zelle nicht zugänglich sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Laloy L.

Artikel/Article: [Der Scheintod und die Wiederbelebung- als Anpassung an die Kälte oder an die Trockenheit. 65-71](#)