Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

X. Band.

15. Dezember 1890.

Nr. 22.

Inhalt: **Kochs**, Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden? — **v. Bemmelen**, Die Erbllichkeit erworbener Eigenschaften (Schluss). — **Werner**, Untersuchungen über die Zeichnung der Schlangen. — **Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften:** Naturhist.-Med. Verein zu Heidelberg. — **Bechhold's** Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin.

Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden?

Von **Dr. W. Kochs**, Privatdozent.

Berichte über Fälle von wirklichem Scheintode mit nachfolgendem Erwachen bei Menschen und höheren Tieren finden sich in der Geschichte aller Zeiten. Wie weit diese Berichte jedoch wahr sind, oder vielmehr, ob sie wahr sein können, ist bis heute noch nicht sicher entschieden.

Durch eine eingehende Erörterung einiger wichtigen Angaben bedeutender Autoren, sowie eigene Versuche mit Tieren und Pflanzen, glaube ich etwas zur Klärung dieser für die Biologie fundamentalen Frage beizutragen.

Ein wahrer Scheintod lebender Wesen soll durch langsame Abkühlung auf 0° oder darunter, sowie auch durch langsames Austrocknen der Leibessubstanz herbeigeführt werden können. Im gefrorenen oder trockenen Zustande sollen dann die Körper, wie ein chemisches Präparat unbegrenzt lange Zeit aufbewahrt werden können. Durch langsame Wärme oder Feuchtigkeitszufuhr soll es dann jederzeit möglich sein, das Wesen neu zu beleben. Neben diesen beiden Methoden, die Lebensvorgänge allmählich zum Stillstande zu bringen, wird noch von einer dritten berichtet, welche durch Einwirkung auf das Nervensystem bei Menschen und einigen Tierarten einen tief hypnotischen Zustand herbeizuführen sucht. Es soll den sogenannten indischen Fakiren gelingen, diesen Zustand so zu ver-

tiefen, dass der betreffende, wenigstens für oberflächliche Untersuchung, keinerlei Lebensäußerungen zeigt und in warmer Erde eingegraben Monate lang in diesem Zustande verharret. Schließlich wird er dann durch zum Teil mystische Manipulationen zum Leben erwéckt.

Für unsere heutigen Anschauungen über das Wesen der Lebensvorgänge hat der Scheintod durch langsame Abkühlung die größte Wahrscheinlichkeit für sich. Der Glaube an eine Lebenskraft, welche die an sich tote Materie belebe, ist durch die Arbeiten Lavoisier's und seiner Nachfolger über die Verbrennung in der Wissenschaft unhaltbar geworden. Chemische potentielle Energie hat sich als die Kraftquelle alles Lebendigen ergeben, und jetzt bestreben wir uns die Erscheinungen des Lebens durch chemische und physikalische Gesetzmäßigkeiten zu erklären. Aus sehr einfach zusammengesetzten Verbindungen werden in den Zellen der Pflanzen durch die Einwirkung des Sonnenlichtes hoch zusammengesetzte Körper gebildet, zumeist unter Abspaltung von Sauerstoff, also durch Reduktionssynthese. Diese pflanzlichen Stoffe sind es, welche den tierischen Lebensprozess unterhalten, indem sie im tierischen Körper einer langsamen Verbrennung anheimfallen und Oxydationssynthesen vollführen. Die Verbrennung in den Zellen des Tierkörpers verläuft, von einigen Besonderheiten abgesehen, wie eine Verbrennung im chemischen Sinne. Es ist daher gerechtfertigt anzunehmen, dass Ursachen, welche Verbrennungen sonst verlangsamen oder aufhören machen auch das Leben zum Stillstand bringen können so, dass es später bei geeigneten Bedingungen wieder beginnen kann.

In neuester Zeit hat Pflüger in seiner Rede „Die allgemeinen Lebenserscheinungen“ diese Ansicht durch Gründe und Beispiele aus der Litteratur erläutert. Er sagt¹⁾: „Eine große Zahl von Thatsachen beweist, dass alle Lebensprozesse in den Organen der Tiere und Pflanzen durch Abkühlung an Energie abnehmen und bei hinreichend niedriger Temperatur zum Stillstande kommen, ohne dass bei sorgfältig ausgeführtem Versuche die Wiedererweckung aus dem Scheintode ausgeschlossen ist. Das gilt selbst dann, wenn ein Tier zu einem festen Eisklumpen gefroren ist. In diesem Zustande erleidet der Körper keine Veränderung, fault nicht und könnte wie ein chemisches Präparat beliebig lange aufbewahrt werden, die Ueberführung dieses absoluten Scheintodes in das Leben geschieht durch allmähliche Erwärmung, welche den Brand des Lebens wieder entzündet“. — S. 28 heißt es dann weiter: „Die Thatsache, dass die Kontinuität des Lebens unterbrochen werden kann, ohne, dass die Möglichkeit der Wiederanknüpfung des Lebensfaden ausgeschlossen, erscheint so wichtig, dass jede auf anderem Wege erlangte Bestätigung willkommen sein muss“.

1) C. F. W. Pflüger, Die allgemeinen Lebenserscheinungen. Bonn 1889. Seite 24.

Schon vor mehreren Jahren hatte ich öfter im Winter Frösche, Kröten und Wasserschnecken mit Wasser und ohne Wasser dem Froste ausgesetzt, aber nie war ein hartgefrorenes Tier beim Auftauen wieder lebendig geworden. In der Absicht, diese Versuche weiter fortzusetzen, und unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln vielleicht ebenso glücklich zu sein als die Autoren, welche über gelungene Versuche dieser Art berichten, habe ich zunächst diese Angaben so weit möglich in den Originalen nachgelesen und gefunden, dass dieselben mehrfache Widersprüche enthalten.

Spallanzani¹⁾ äußert sich wie folgt: „Ayant ouvert plusieurs fois des salamandres, des grénouilles, des crapauds, des lézards amoncelés par le froid et très semblables à des cadavres, j'ai trouvé que, quoique leur sang ne circulât plus dans leur membres il circuloit cependant dans les plus grands vaisseaux mais avec beaucoup de lenteur. Si le froid en croissant a pénétré les solides et s'il a coagulé le sang, alors il est certain que les animaux périssent. Mais tout ceci a déjà été observé par d'autres physiiciens sur plusieurs insectes. Dans les animaux mêmes à demi étouffés dans l'eau j'ai toujours trouvé un reste de mouvement dans le sang et dans le coeur, et il n'est pas douteux que ce mouvement ne continue dans les abeilles et les mouches. D'ailleurs quand tous ces animaux restent plus longtemps dans l'eau ce mouvement quel qu'il soit s'y perd tout à fait et il ne reste plus d'espérance de les faire revivre“.

Diese Worte des vorzüglichen Beobachters und scharfsinnigen Experimentators in physiologischen Fragen entsprechen, wie ich unten auseinander setzen werde, ganz der Wirklichkeit. In gleichem Sinne und offenbar auf Grund guter Beobachtungen berichtet Gavarret²⁾: „Il résulte de ses nombreuses expériences sur des marmottes, des hérissons, des lous, des muscardins et des chauves-souris que le froid trop vif produit sur eux une excitation capable d'interrompre, au moins momentanément leur engourdissement. Lorsque le thermomètre s'abaisse au dessous de $+ 3^{\circ}$ ou $+ 2^{\circ}$, ces animaux, quoique endormis, donnent des signes de malaise, leur respiration s'accélère, leur température s'élève, ils se réveillent, font effort pour resister au froid extérieur; il courent à droite et à gauche, cherchent un lieu plus chaud et mieux abrité; s'ils le trouvent, ils retombent dans leur état d'hibernation. Si au contraire . . . ils tombent épuisés; et alors commence pour eux un nouvel état qui aboutit nécessairement à la mort s'il est trop longtemps prolongé, c'est la lethargie par le froid. Pour amener ces accidents mortels, il suffit que l'atmosphère soit à zéro et même 2° ou 3° au dessus“.

1) Opuscules de Physique animale et végétale par M. l'Abbé Spallanzani traduits par Jean Sennelier, tome II, S. 224.

2) J. Gavarret, Physique médicale de la chaleur produite par les êtres vivants. Paris 1855. S. 479.

Bei Gavarret finden sich noch zahlreiche Angaben, aus denen übereinstimmend hervorgeht, dass winterschlafende oder durch niedere Temperatur halb erstarrte Tiere durch größere Kälte in kurzer Zeit geweckt werden und bald sterben, wenn sie keinen wärmeren Ort finden können. Spinnen, welche in Mauerritzen überwintern, werden durch große Kälte geweckt und sterben dann gerade wie winterschlafende Säugetiere, welche bereits durch Temperaturen um 0° geweckt werden. Künstliches Abkühlen eines „hérisson“ auf -12° weckte das Tier sofort. Eine Stunde währte der Kampf, dann verlangsamte sich die Atmung und nach einer Lethargie von 20 Minuten trat der Tod ein. Bei den Winterschläfern kommt es überhaupt nicht zu einem Scheintode, da die Zirkulation stets fortbesteht, wie Gavarret auf Grund zahlreicher Beobachtungen Mangili's erklärt. „La circulation se ralentit chez les animaux en hibernation, mais elle continue¹⁾. Ich werde später zeigen, dass auch Amphibien und andere Tiere, welche durch geringe Kälte eine Verlangsamung und Verringerung der Lebensvorgänge erfahren haben, durch größere Kälte stets vor dem Tode geweckt werden und heftige Bewegungen machen, um zu fliehen oder die Eigenwärme zu steigern. Demnach müssen wir die Angaben von Saissy, Chatin u. a., welche sich bei Gavarret auch finden²⁾ und von Pflüger mit folgenden Worten zitiert werden, in Zweifel ziehen. „Aus den Versuchen von Saissy, Chatin u. a. ergibt sich, dass sogar bei den warmblütigen Säugetieren, besonders wenn sie Winterschläfer sind und durch hinreichend niedere Temperatur (0° oder unter 0°) der Winterschlaf vollkommen, d. h. Lethargie eingetreten ist, alle Funktionen aufgehoben sind. Der Herzschlag und die Zirkulation des Blutes wie die Atembewegungen haben aufgehört. Es findet kein Sauerstoffverbrauch, keine Kohlensäurebildung statt. Reize sind unfähig das Tier zu erwecken“³⁾. Meines Wissens existiert keine zweifellose Beobachtung über die Wiederbelebung eines wirklich völlig lethargischen Säugetieres. Nur folgende Angabe bedarf meines Erachtens einer näheren Untersuchung.

Otto Fabricius⁴⁾ sagt nämlich inbetreff der Erhaltung der Fische in den Bächen Grönlands im Winter, dass dieselben Monate lang völlig einfrieren. „*Salmo rivalis, salmo elongatus fuscus, ventre rubente capito obtuso. Hibernare in limo sine motu et in tali statu indurari dicitur. Certum est, quod ipse primo vere, glacie rivulorum nuper in aquam resoluta talem viderim ex parte tantum reviviscentem cuius intestina adhuc dura, coalita et impenetrabilia alicui cibo. Neque cerno, quomodo alias in terra tam frigida et aquis tam parvis conservari posset*“. Wenn die Fische in den kleinen Gewässern Grön-

1) op. cit. S. 483.

2) op. cit. S. 496.

3) Pflüger op. cit. S. 25.

4) Otto Fabricius, *Fama Groenlandica*. 1780. S. 177.

lands sich nicht vor dem Winter ins Meer begeben, werden sie wohl einfrieren müssen, und es ist sehr zu bedauern, dass über diese Verhältnisse keine genaueren Angaben vorliegen. Das Resultat meiner hierauf bezüglichen Versuche ist, dass völlig hart gefrorene Fische nicht mehr lebendig werden. Der Satz *neque cerno quomodo alias etc.* macht es mir wahrscheinlich, dass Fabricius die völlig hart gefrorenen Fische nicht selbst wirklich gesehen hat, sondern ihre Existenz aus den Verhältnissen sicher vermutet. Trotz meiner negativen Versuche wage ich es jedoch nicht, die Angabe des Fabricius absolut für unrichtig zu erklären. Vielleicht kann ein recht fetter Fisch vom Eise völlig umschlossen tief unter der der großen Kälte ausgesetzten Oberfläche des Eises eine Zeit lang aushalten, ohne im Inneren hart zu frieren, nur ist nicht zu begreifen, wie er so lange ohne Sauerstoffzufuhr eine, wenn auch geringe Verbrennung unterhält. Nach den in letzter Zeit durch die Zeitungen mitgetheilten bezüglichen Angaben Nansens scheint es mir sicher zu sein, dass die Fische sich in die Nähe der Quellen zurückziehen. Nansen fand unter dicken Gletschern fließendes Wasser.

Wenn nun auch meines Erachtens die Möglichkeit des völligen Hartfrierens von Tieren und nachheriger Wiederbelebung durchaus nicht erwiesen ist, so steht es doch fest, dass lebendige Materie oder Materie, welche durch besondere Verhältnisse sich zum lebenden Wesen entwickeln kann, auch bei längerer Abkühlung auf sehr niedrige Temperaturen die Lebensfähigkeit beibehält. Inbetreff des kontraktiven Protoplasmas sagt Engelmann: „Es scheint, dass das kontraktile Protoplasma die Temperatur des Minimum d. h. wo keine Bewegung mehr sichtbar ist, ja noch viel tiefere unbegrenzte Zeit ertragen kann. Eine untere Temperaturgrenze bei der unvermeidlich der Tod erfolgte, ist nicht nachgewiesen u. s. w.“¹⁾ Was die Tiefe der Temperatur anlangt, so ist es eigentlich selbstverständlich, dass, wenn einmal ein lebendes Gebilde durch Kälte völlig krystallinisch geworden ist und beim Auftauen wieder lebendig wird, eine weitere Abkühlung der krystallisierten Masse nichts mehr zerstören kann, da bei weiterer Abkühlung die Zusammenziehung des Eises eine relativ geringe ist und gleichmäßig und langsam in der festen Masse stattfindet. Spezielle Versuche mit Bakterien und Sporen haben dann auch gezeigt, dass mehrere derselben durch die tiefsten für uns erreichbaren Temperaturen nicht getötet werden. A. Frisch²⁾ gibt an, dass für Bakterien bei 0° vielleicht schon etwas höher allgemeine Kältestarre entsteht. Beweglichkeit, Vermehrung und Fermentwirkung hört auf. Bei Erwärmung stellt sich alles wieder her. Frisch hat ferner die in faulenden Gewebsaufgüssen vegetierenden Kokken und Bakterien, sowie

1) Engelmann, Hermann's Handbuch, I, 4, S. 359.

2) A. Frisch, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, LXXV, 1877, S. 257.

Bacillus subtilis Cohn Temperaturen von $-87,5^{\circ}$ ausgesetzt und gefunden, dass hierdurch weder ihre sofortige Virulenz auf der Hornhaut von Kaninchen noch ihre Fortpflanzungsfähigkeit nach dem Auftauen irgend beeinträchtigt wurde. Schuhmacher¹⁾ fand Hefezellen nach Abkühlung auf -113° noch lebensfähig, ebenso die beigemengten Bakterien. Noch stärkere Abkühlungen hat R. Pictet²⁾ hervorgebracht. Einer Kälte von -130° , mit Schwefelkohlenstoffthermometer gemessen, während 20 Stunden widerstanden Milzbrandsporen und *Bacillus ulna* Cohn, während *Torula cerevisiae* äußerlich unverändert keine Gärung mehr hervorbringen konnte. Auch Abkühlungen genannter Objekte auf -70° während 108 Stunden konnte die Lebenskraft nicht schwächen. Bekannt ist, dass viele Raupenester mit Eiern in den Spitzen der Bäume trockene Kälte von -25° bis -30° sicher ohne Schaden ertragen. Mäßige Kälte und Nässe zerstört sie jedoch bald.

Alle diese Objekte, welche hohe Kältegrade ertragen können haben kaum einen Stoffwechsel und sind jedenfalls auch sehr wasserarm. Meiner Ansicht nach kann man Eier und Sporen, so lange sie ruhen, nicht für lebend erklären, sie sind vielmehr so organisiert, dass unter besonderen Verhältnissen — durch Wasser, Wärme, Licht, Luft — aus ihrer Organisation sich ein Leben mit Stoffwechsel entwickelt. Den Beginn des Lebens bei lebensfähiger Materie müssen wir von dem Augenblicke an datieren, wo die erste Kohlensäure frei wird, oder Sauerstoff aufgenommen wird, oder ein Teil des Objektes in anderer Form abgeschieden wird, oder fremde Stoffe assimiliert werden. Nur bei den einfachsten Wesen, d. h. solchen mit wenig differenzierter Lebenssubstanz, scheinen die Lebensvorgänge einer völligen Unterbrechung fähig zu sein so, dass ein wirklicher Scheintod entsteht.

Mit unseren heutigen Anschauungen vom Wesen der Materie scheint es mir unvereinbar zu sein, dass ein Gemenge kompliziert zusammengesetzter Substanzen, welche sich wohl zumeist im labilen Gleichgewicht befinden bei wechselnder Temperatur unverändert bleibe. Die chemische Zusammensetzung muss sich durch Umlagerungen allmählich so weit ändern, dass die Grundbedingung einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, aus der das Leben entstehen kann, nicht mehr zutrifft. Eine unbegrenzte Aufbewahrung völlig scheinototer Objekte scheint mir demnach unmöglich.

Folgende Versuche machen es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass bei Milzbrandsporen sich die Lebensfähigkeit unter geeigneten Bedingungen so lange erhalten wird, dass ein Menschenleben nicht ausreichen dürfte, ihren Tod zu konstatieren.

1) Schuhmacher, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Alkoholhefe. Inaug.-Diss. Wien 1874. S. 26.

2) R. Pictet und E. Jung, Comptes rendus, Bd. 98, 1884, S. 747.

Herr Geheimrat Binz war so gütig, mir für diese Untersuchung die Mittel seines Institutes zur Verfügung zu stellen und meine Arbeiten freundlichst zu unterstützen, wofür ich mir erlaube an dieser Stelle zu danken.

Am 15. Dezember 1889 habe ich in zwei *lege artis* mit wenig sterilisiertem Agar - Agar Nährboden versehenen Röhren Milzbrand geimpft. Unter allen Vorsichtsmaßregeln wurden dann die Röhren zwischen dem Wattepfropfen und dem Nährboden vor der Glasbläserlampe verengt, ausgezogen und zugeschmolzen. Bis zum 8. Jan. 1890 hatte sich bei der Temperatur des geheizten Laboratoriums nur eine schwache Milzbrandkultur entwickelt. Kontrollversuche zeigten, dass der Grund hierfür in dem Zusehmelzen der Röhren lag. Für ein schnelles, starkes Anwachsen der Milzbrandkulturen ist der freie Zutritt der Luft durch den Wattepropf sehr wesentlich. Wenige Tage im Brütöfen genügten jedoch, um die Kulturen in den zugeschmolzenen Röhren stark zu entwickeln. Am 15. Januar schmolz ich die Röhren an meine Quecksilberluftpumpe an und nach 20 Stunden war, selbstverständlich ohne Erwärmen, das größtmögliche Vakuum erreicht. Die Röhren waren so trocken, wie sie eben ohne Erwärmen bei 20° durch Phosphorsäureanhydrid werden. Die Nährsubstanz und die Kulturen waren zu einem papierdünnen etwas trüben durchsichtigen Häutchen eingetrocknet, welches im unteren Teile der Röhre quer ausgespannt war. Um ganz sicher zu sein, dass die Feuchtigkeit thunlichst entfernt war, ließ ich die Röhren noch 48 Stunden an der Pumpe und schmolz dieselben dann erst ab. In gleicher Weise behandelte ich zur selben Zeit 2 Röhren, in welche ich nach Sterilisation einige Seidenfäden eingefüllt hatte, an denen vor 4 Jahren Milzbrand war angetrocknet worden. Während dieser langen Zeit hatten die Fäden in einer zugedeckten Glasdose in einem ganz trockenen Schranke des Laboratoriums gestanden. Bis zum 25. Juli 1890 bewahrte ich die zugeschmolzenen, trockenen und luftleeren Röhren im Laboratorium auf und öffnete dann je eine derselben. Einer weißen Maus impfte ich eine kleine Quantität der eingetrockneten Milzbrandkultur, einer anderen einige Seidenfäden unter die Rückenhaut. Nach 18 Stunden waren die Tiere schwer erkrankt, nach 20 Stunden war die mit Agar geimpfte Maus tot, während die mit Seidenfäden geimpfte erst nach 30 Stunden tot gefunden wurde. Die Sektion und mikroskopische Untersuchung des Blutes ergab bei beiden Tieren Milzbrandinfektion des ganzen Körpers. Hiernach ist wohl anzunehmen, dass Milzbrandsporen sich in luftleeren und trockenen Röhren sehr lange lebensfähig erhalten. Wenn ein sechsmonatlicher Aufenthalt in einem solchen Rohre die Lebensfähigkeit nicht aufhebt, dann werden nur die in längerer Zeit in der Substanz der Sporen stattfindenden chemischen Umlagerungen die Lebensfähigkeit vernichten. Allerdings sind die Röhren nicht absolut trocken und leer gewesen, weil um dieses zu erzielen ein Erhitzen derselben auf 200°—300° durchaus notwendig ist.

Jedoch dürften die nur spektralanalytisch nachweisbaren Spuren Wasserdampf wohl nicht mehr das Leben der Sporen erhalten können. Es wäre noch denkbar, dass die Milzbrandsporen überhaupt kein Wasser enthielten, sondern ihre feste Leibessubstanz von bei gewöhnlicher Temperatur auch im Vakuum nicht flüchtigen Oelen durchtränkt wäre. Ihre Widerstandsfähigkeit im Vakuum wäre dadurch erklärt, aber chemische Umlagerungen werden dann mit der Zeit eher noch stattfinden, als wenn sie im Vakuum getrocknet durch und durch feste Körper darstellen. Lebensvorgänge sind bisheran nur in wässrigen Lösungen bekannt, und jugendliche Individuen, bei denen sich die energischsten Lebens- und Wachstumsvorgänge abspielen, enthalten am meisten Wasser.

Versuche über das Einfrieren lebender Tiere.

Obwohl ich in früheren Jahren wie oben bereits erwähnt mehrfach Frösche, Kröten, Tritonen, Wasserkäfer und Wasserschnecken unter verschiedenen Bedingungen hart frieren ließ und niemals eines der Tiere beim Auftauen wieder lebendig werden sah, habe ich die Versuche von Neuem angestellt und den Vorgang des Einfrierens vom Anfang bis zu Ende genau beobachtet. Früher hatte ich bei starkem Froste Abends die Tiere in Gefäßen mit Wasser ins Freie gestellt und fand am nächsten Morgen Wasser und Tiere in einen soliden gut durchsichtigen Eisblock verwandelt. Beim Auftauen erwiesen sich die Tiere stets als tot, auch hatten mehrfache Versuche, die Muskeln durch elektrische Reize zur Kontraktion zu bringen, niemals Erfolg. Im Januar 1890 ließ ich aus dem Schlamm eines Teiches in der Nähe von Eendenich, welcher oberflächlich zugefroren war, dicht am Ufer zahlreiche Frösche und Wasserkäfer (*Dytiscus marginalis*) herausholen und in das ebenfalls mit einer leichten Eisdecke versehene Aquarium des Pharmakologischen Institutes bringen. Die Tiere bewegten sich träge, waren aber keineswegs starr und reagierten auf leichte Reize, wenn auch schwächer, wie sie es sonst zu thun pflegen. Die Temperatur des Wassers resp. des Schlammes am Boden des Aquariums schwankte zwischen $+ 2^{\circ}$ bis $+ 3^{\circ}$. Der Schlamm des Teiches, in welchem die Tiere gefangen wurden, wird infolge der Quellen auch beim stärksten Froste niemals völlig hart und es ist für mich zweifellos, dass die Wassertiere hier sich zum Ueberwintern stets Oerter aussuchen, wo sie nicht einfrieren. Die folgenden Versuche wurden also mit Tieren angestellt, welche in der Natur langsam sich an niedere Temperatur gewöhnt hatten. In Bechergläser von etwa 400 cem Inhalt setzte ich Vormittags je ein Tier (*Rana fusca*, *R. viridis* und *Dyt. marginalis*) und füllte dieselben mit Wasser aus dem Aquarium. Bei einer Lufttemperatur von $- 4^{\circ}$ stellte ich die Gläser ins Freie auf eine hölzerne Unterlage. Nach 2 Stunden hatten die Gläser eine feste Eisdecke und schwammen die Tiere unter derselben. Die Bewegungen besonders der Käfer waren

entschieden lebhafter als im Aquarium. Bis zum Abend bildete sich auf dem Boden und an den Seiten der Gläser ebenfalls einige Zentimeter dickes klares Eis. Ziemlich genau in der Mitte des Glases resp. Eisblockes war noch ein eiförmiger Wasserraum, in dem die Tiere sich lebhaft bewegten. Die Wände dieses Wasserraumes, der längere Zeit sich nicht merklich verkleinerte, waren glattes klares Eis und in den oberen Partien sammelte sich allmählich Gas, etwa 1 ccm. Ich bohrte nun den Wasserraum mit einem Drillbohrer an und ließ ein dünnes Thermometer hinein, welches zu meiner Verwunderung $+ 2^{\circ}$ zeigte. Nach 5 Stunden war der Wasserraum erheblich kleiner geworden. Das Thermometer zeigte $+ 1^{\circ}$ und nach 8 Stunden waren die Tiere völlig vom Eise umschlossen. Genau war dieser Zeitpunkt nur für die Käfer festzustellen, da den Fröschen die Spitzen der Extremitäten schon früher festgefroren waren. Während dieser Zeit zeigte ein ins Eis eingebohrtes Thermometer $- 2^{\circ}$ und die Luft hatte schließlich $- 5^{\circ}$. Diese Versuche habe ich mehrfach wiederholt auch mit kleinen Fischen, welche ebenfalls aus dem erwähnten Teiche stammten. In der Hauptsache verliefen dieselben immer gleich. Die Fischeben waren zuerst vom Eise völlig umschlossen und bewegten sich nur sehr wenig. Die Frösche suchten sich so lange wie möglich zu bewegen und die Käfer schwammen geradezu energisch bis sie vom Eise fixiert wurden. Offenbar suchen die Tiere ihre Wärmeproduktion zu steigern und kämpfen gegen die Kälte, bis ihre brennbare Körpersubstanz zu Ende geht, resp. der Sauerstoffmangel die Verbrennung verhindert, erst dann frieren sie fest. Die Abkühlung auf 0° resp. unter 0° weckt daher auch diese Tiere, statt sie einzuschläfern, wie es bei $+ 4^{\circ}$ bis $+ 1^{\circ}$ der Fall ist. Sind die Tiere einmal vom Eise rings umschlossen, so ist die Erwärmung des kleinen Wasserraumes für sie relativ leicht, da Eis ein sehr schlechter Wärmeleiter ist und also die äußere Kälte nur sehr langsam zur Geltung kommen kann. Dieses Verhalten der Tiere schließt meiner Ansicht nach die Möglichkeit, durch Temperaturen unter 0° das Leben zum Stillstand zu bringen, völlig aus. Weitere Versuche dieser Art habe ich vor Kurzem angestellt unter Anwendung einer Kältemischung von künstlichen Eis und Salz, welche 6 Stunden lang $- 10^{\circ}$, in den unteren Partien bis $- 15^{\circ}$ hatte. Die verwendeten Tiere hatten noch gar nicht durch Kälte oder Hunger gelitten und waren in ihren Bechergläsern in 2 Stunden völlig eingefroren. Das Eis war aber milchig und wenig durchsichtig. In der ersten Zeit konnte ich jedoch deutlich sehen, dass die schnelle Abkühlung die Tiere geradezu lähmte nach kurzem Erregungsstadium. Sie froren am Boden der Gläser fest, während über ihnen noch, von dünner Eisdecke bedeckt, Wasser war. Alle Tiere (Frösche und Käfer) waren nach 6stündigem Verweilen im Eise bei $- 6^{\circ}$ tot. Die zahlreichen Versuche, welche ich im Winter 1889/90 bei Frostwetter, wie oben

beschrieben, anstellte, ergaben, dass die Käfer am widerstandsfähigsten gegen die Kälte waren. Mehrfach sah ich Käfer, welche 5–6 Stunden vom Eise völlig umschlossen waren, allerdings nur bei Temperaturen von höchstens -3° , wieder zum Leben kommen. Beim Durchsägen derartiger Präparate fand sich aber, dass das Innere des Leibes dann nicht hartgefroren war. Wenn aber die Tiere völlig hartgefroren waren, so, dass das in ihnen enthaltene Wasser zu Eis geworden war, sah ich nie eines wieder lebendig werden. Wenn die Eisklumpen, in denen sich noch lebensfähige Käfer befanden bei 0° bis zum folgenden Tage aufbewahrt wurden, waren die eingeschlossenen Tiere ebenfalls stets tot. Jedoch ist es unschädlich einen Käfer, der bei -4° in einem Eisblock eben eingefroren ist, mit diesem einer Kältemischung von -15° selbst 1 Stunde auszusetzen, offenbar deshalb, weil die Kälte durch das Eis schlecht durchdringt und der Käfer noch so viel Wärme produziert, dass er nicht ganz starr wird. Ich habe ferner Frösche und Käfer ohne Wasser in Gläsern einer Lufttemperatur von -4° und -6° ausgesetzt. Während die Tiere sich unmittelbar vorher im Schlamm des Aquariums bei $+1^{\circ}$ bis $+2^{\circ}$ sehr träge verhielten und auch bei $+0^{\circ}$ Lufttemperatur ruhig zusammengekauert sitzen blieben, gerieten sie bei -4° sofort in große Erregung, sprangen immer fort in die Höhe, die Käfer machten Versuche fortzufliegen, bis nach 1 Stunde auch die stärksten Exemplare hinsanken, um dann schnell ganz hartzufrieren. Nie sah ich ein so behandeltes Tier in der Wärme wieder lebendig werden. Meine Absicht obige Versuche auch mit größeren Fischen, speziell Aalen, anzustellen, waren bisher nicht ausführbar. Alle Fischer jedoch, welche ich befragte, erklärten, dass eingefrorene Fische nie mehr zum Leben kämen. Einige glaubten, die Tiere erstickten und wiesen darauf hin, dass nicht mal unter dem Eise ohne Luftlöcher sich Fische hielten. Offenbar scheint das Atmungsbedürfnis der Fische bei niedriger Temperatur nicht sehr zu sinken, jedenfalls aber ist es ausgeschlossen, Fische längere Zeit ohne Sauerstoffzufuhr auch bei niedriger Temperatur am Leben zu erhalten. Die Versuche, welche ich mit kleinen etwa 15 cm langen Fischen anstellte ergaben, dass Fische gegen Einfrieren sehr empfindlich sind.

Versuche über die Erhaltung der Keimfähigkeit von Pflanzensamen.

Aus den Angaben in der Litteratur lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, ob in trockenen Pflanzensamen das Leben so still steht, dass es auch nach sehr langer Zeit durch Wärme und Feuchtigkeit wieder seine schöpferische Thätigkeit beginnen kann. Pflüger sagt in seiner oben zitierten Rede: „Dass trockene Pflanzen keimen und getrocknete Pflanzen unter günstigen Bedingungen Jahre lang aufbewahrt werden können und bei Befeuchtung mit Wasser wieder

aufleben, ist bekannt genug und von den verschiedensten zuverlässigen Forschern bestätigt. Samen von *Heliotropium*, *Medicago*, *Centaurea* aus römischen Gräbern sollen länger als 1000 Jahre keimfähig geblieben sein¹⁾. Gewiss ist es bedenklich, derartige positive Angaben, auf welche sich Pflüger bezieht, aus theoretischen Gründen, oder weil es uns nicht möglich ist, die Experimente nachzumachen, in Zweifel zu ziehen.

Ich habe diesen Angaben zunächst einige andere mir sehr sicher erscheinende, welche ich Herrn Professor Körnicke verdanke, entgegenzustellen. „Weizen und sechszeilige Gerste aus den ägyptischen Mumien von Lepsius mitgebracht“. Münter wies in der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin am 18. Mai 1847 nach, dass diese ihre Keimkraft völlig eingebüßt hatten²⁾. Ferner äußert sich L. Wittmack (Kustos des landwirtschaftlichen Museums in Berlin) in seiner Schrift „Gras und Kleesamen“³⁾. Die Versuche, welche ich mit Mumienweizen anstellte, der in einem Sarkophage aus der griechischen Epoche im alten Memphis gefunden war, und den das landwirtschaftliche Museum vom Kommissar der ägyptischen Regierung auf der Pariser Ausstellung 1867 Dr. Figar Bey, also sicher echt, erhalten hatte, misslangen trotz aller Vorsicht unter den mannigfachsten Modifikationen vollständig. Die ursprünglich schon braunen Samen, von mumienartigen Geruch, zergingen zuletzt wie Lehm in Wasser. Aehnlich verhielt es sich mit den Samen der Mumiengerste“. Körnicke selbst hat, wie er mir mitteilt, 1880 Keimversuche mit Gersten angestellt, die er selbst 1868 nach einem schönen Sommer, ausgezeichnet ausgebildet, geerntet hatte und die sehr gut aufbewahrt worden waren. Von den 3 zum Versuche genommenen Sorten keimte nichts mehr.

Die Samenhändler, welche ich in Bonn und Köln eingehend über den fraglichen Punkt befragte, erklärten übereinstimmend, dass länger wie 10 Jahre kein Samenkorn keimfähig bliebe. Für die übliche Aufbewahrungsweise ist dieses zweifellos richtig. Pflüger betont aber auch, dass nur unter günstigen Bedingungen, wie sie etwa in den Mumiengräbern vorkommen, eine mehrtausendjährige Erhaltung der Keimkraft stattfindet. Soweit meine Nachforschungen gehen, scheinen Samen, welche tief in die Erde geraten sind, wahrscheinlich länger wie 10 Jahre keimfähig zu bleiben. Exakte Angaben hierüber habe ich zwar nicht erhalten können, aber ich halte dieses für wahrscheinlich unter Berücksichtigung des Ergebnisses meiner weiter unten folgenden Versuche. Hier sei noch bemerkt, dass auch unter den älteren Physiologen manche die fraglichen Thatsachen bezweifelten resp. direkt leugneten wie z. B. aus einer Stelle bei Rudolphi her-

1) Pflüger op. cit. S. 29.

2) Berliner Archiv 116. Regensburger Flora 30 (1847) S. 478.

3) L. Wittmack, Gras und Kleesamen. Berlin 1873. S. 15.

vorgeht¹⁾: „Man behauptete ehemals, dass man getrocknete noch so alte Moose in Wasser gleich wieder lebendig mache, allein aufweichen und lebendig machen ist zweierlei, man weicht sie aber nur auf und trocknet man sie nicht bald wieder, so verfaulen sie, statt fortzuwachsen“.

Eine tausendjährige oder unbegrenzte Aufbewahrbarkeit von Pflanzensamen ohne Verlust der Keimfähigkeit ist nur denkbar, wenn die Körner bei der Reife schließlich wirklich scheintot werden d. h. die letzte Spur der Lebensvorgänge aufhört. Ob solche scheintote Samenkörner existieren oder herstellbar sind, habe ich mich bestrebt durch Versuche festzustellen. In Glasröhren mit zwei kugeligen Erweiterungen brachte ich in die obere Kugel einige hundert Maiskörner, in eine andere Bohnen, in eine dritte Gerste und in die unteren Kugeln völlig klare konzentrierte Aetzbarytlösung. An beiden Enden wurden dann die Röhren zugeschmolzen und bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Sehr bald entzogen die lufttrockenen Samen der Aetz-barytlösung eine merkliche Wassermenge so, dass sich durchsichtige Aetzbarytkrystalle abschieden. Gleichzeitig trübte sich die Oberfläche durch kohlen-sauren Baryt, welcher allmählich zu Boden sank und in einigen Monaten war die ganze Barytlösung trübe. Kein Samenkorn war gekeimt oder merklich gequollen. Da nun Samenkörner sich für gewöhnlich nie in ganz trockener Luft befinden, so werden sie immer Kohlensäure produzieren, sind also nicht scheintot und konsumieren sich in gemessener Zeit. Ich habe demnach versucht durch möglichst vollständiges Trocknen der Samen sowie ihres Aufbewahrungsraumes die Kohlensäureausscheidung zu unterbrechen. Wenn diese, von inneren Vorgängen, die sich der Untersuchung bislang entziehen, abgesehen, scheintoten Samen noch keimfähig sind, resp. geraume Zeit bleiben, dann dürfte es möglich sein, auf diese Weise Pflanzensamen etwa so lange wie Milzbrandsporen keimfähig aufzubewahren.

Eine Sammlung derjenigen Samen, welche nach den Litteraturangaben die höchste Aufbewahrungsfähigkeit besitzen, verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Geheimrat Strasburger. Es sind: *Zea Mais*, *Phaseolus*, *Lupinus albus*, *Pirnus*, *Heliotropium europaeum*, *Lathyrus sativus*, *Vicia sativa*, *Chamomilla*, *Triticum vulgare*, *Ervum lens*, *Lavatera trimestris*, *Centaureum cyaneum*. Durch einige Vorversuche, Proben dieser Samen in den üblichen Exsiccatoren über Phosphorsäureanhydrid das Wasser zu entziehen, zeigte sich, dass selbst nach einem Monat und trotzdem ich die Maiskörner, Erbsen, Linsen und Bohnen angeschnitten hatte, nur relativ geringe Wassermengen entzogen waren und die Keimfähigkeit nicht gelitten hatte. Ich habe dann Samen von *Zea Mais*, *Phaseolus* und *Triticum vulgare*, je etwa 50 Körner in Glasröhren gefüllt und dieselben an meine Quecksilber-luftpumpe in der üblichen Weise angeschmolzen. Im Trockenapparate befand sich eine mehr wie ausreichende Menge Phosphorsäureanhydrid.

1) Rudolphi, Grundriss der Physiologie 1 S. 285.

Das Leerpumpen ging sehr gut und schnell von Statten, weil die Samen bei fortschreitender Verdünnung viel Wasser abgaben. Als keine Luft mehr entleert wurde, ließ ich die Pumpe 24 Stunden bei Stubentemperatur stehen. Nach dieser Zeit war ein Teil des Phosphorsäureanhydrid geschmolzen, und hatten die Samen nur eine Spur Gas noch abgegeben. 8 Tage lang versuchte ich täglich, ob noch völlige Leere vorhanden war. Die Pumpe erwies sich stets als ganz dicht und glaube ich, dass nach dieser Zeit die Samen alles auf diese Weise entziehbares Wasser verloren hatten. Ich öffnete dann die Röhren und breitete einen Teil der Körner zwischen feuchtem Fließpapier aus. Obwohl das Aufquellen etwas unregelmäßig stattfand, die Schalen runzelig wurden und sich zum Teil ablösten, keimten in 4 Tagen sämtliche Samen von *Zea Mais* und *Phaseolus* und nur 2 Körner von *Triticum vulgare* schimmelten.

Den eben beschriebenen Versuch wiederholte ich zunächst mit Samen, welche durch ihr kleines Volumen leichter ganz trocken mussten, nämlich den sehr gut und schnell keimenden Samen des sogenannten „gelben runden Wiener Sommerrettig“ und einer kleinen braunen Bohnenart (hundert für eine genannt), welche ich außerdem passend anschnitt. Selbst eine dreiwöchentliche Behandlung an der Quecksilberpumpe vermochte die Körner nicht so weit auszutrocknen, dass sie ihre Keimkraft verloren. Drei Tage zwischen feuchtem Fließpapier bei 20° C genügten, um alle Körner zum keimen zu bringen. Ich habe dann Bohnen- und Rettigsamen in ein Glasrohr gefüllt, welches mit einer längeren mit Phosphorsäureanhydrid gefüllten Röhre in unmittelbarer Verbindung stand durch eine $\frac{1}{2}$ cm weite nur 3 cm lange Röhre und das Ganze 8 Tage an der Quecksilberpumpe evakuiert. Da man bei an einer Quecksilberpumpe angeschmolzenen Röhren, um später das Abschmelzen zu ermöglichen eine kapillarausgezogene Stelle haben muss, so bewegt sich ohne Erwärmen die Feuchtigkeit nur schwer zum Trockenraume hin, wie man sich leicht überzeugen kann, und ich war deshalb genötigt, obige Anordnung zu treffen. Nachdem ich das Samenrohr mit dem Phosphorsäureanhydridrohr von der Pumpe abgetrennt hatte, sah ich, wie jedenfalls 2 Monate lang dies Phosphorsäureanhydrid immer weiter zerfloss. Nach dieser Zeit schienen die Samen kein Wasser mehr zu verlieren oder aber, was ich eher glaube, ihre Hygroskopizität ist ebenso groß wie die des Phosphorsäureanhydrids. Auch die so behandelten Samen hatten ihre Keimkraft völlig behalten. Ohne Erwärmen ist es mir auf die angegebene Weise nicht gelungen, Samen völlig wasserfrei zu machen, oder ihre Keimfähigkeit zu vernichten.

Um nun festzustellen, ob so mit allen Hilfsmitteln getrocknete Samen noch Kohlensäure ausatmen, habe ich dieselben in eine Glasröhre eingeschmolzen und dieselbe mit einem Geißler'schen Rohr verbunden, wie sie zur spektroskopischen Untersuchung der Gase be-

nützt werden. Nachdem der Apparat während mehrerer Tage durch zeitweises Pumpen an der Quecksilberluftpumpe thunlichst luftleer geworden war, schmolz ich denselben ab. Herr Dr. Bettendorf war so freundlich den Gasinhalt spektroskopisch zu untersuchen. Die genaue Messung und Bestimmung der einzelnen Linien, welche das Geißler'sche Rohr zeigte, ergab auch nach Monaten nur die Anwesenheit von Sauerstoff und Wasserstoff, ohne eine Spur einer Linie, die auf Stickstoff oder Kohlenstoff hätte bezogen werden können. Da auch dieser Versuch mehrfach mit durchaus gleichem Resultate wiederholt wurde, glaube ich mich zu der Annahme berechtigt, dass die so behandelten Samen bis auf etwaige innere Umlagerungen scheinot waren. Und dennoch keimten sie.

Aus den beschriebenen Versuchen scheint mir hervorzugehen, dass lebende Wesen, Tiere oder Pflanzen, nicht in wirklichen Scheintot verfallen können. Sporen und Samenkörner können aber in einen Zustand gebracht werden, wo unsere feinsten Hilfsmittel keinen Stoffwechsel nachweisen können, und in diesem Zustande scheinen dieselben sehr lange die Fähigkeit, durch geeignete Bedingungen lebendig zu werden, zu behalten. In welcher Weise die Fische und andere Wassertiere in den kältesten Teilen der Erde überwintern, habe ich nicht sicher bis jetzt ermitteln können. Ein wirkliches Hartfrieren muss ich aber für unwahrscheinlich erklären. Ich hoffe hierüber jedoch Nachrichten zu sammeln, ebenso wie über die Leistungen der indischen Fakire, wengleich es sich bei diesen Versuchen wohl zweifellos nicht um absoluten Scheintot handeln kann.

Die Eizelle schließt demnach alle Rätsel der Schöpfung und des Lebens in sich ein und es scheint, dass das Leben in ihr lange Zeit schlummern kann; ist es aber einmal erwacht, hat sich ein Wesen gebildet, dann kann das Leben erst wieder in einer von diesem Wesen gebildeten Eizelle zum zeitweiligen Stillstand kommen.

Ob dieser Stillstand ein absoluter ist, mit der Ruhe eines Krystalles vergleichbar, und unbegrenzte Zeit der Zustand der Lebensfähigkeit erhalten bleiben kann, wird sich wohl der sicheren Entscheidung noch lange Zeit entziehen.

J. F. van Bemmelen, Die Erbllichkeit erworbener Eigenschaften.

(De erfelijkheid van verworven eigenschappen). Groß 8°. XIV u. 280 S. s'Gravenhage 1890.

(Schluss.)

Der Referent möchte an dieser Stelle darauf hinweisen, dass der Stand der *Axolotl*-Frage ein anderer ist, als der Verfasser voraussetzt. Schon im Jahre 1878 hat ein mexikanischer Naturforscher, José M. Velasco, Untersuchungen über eine von ihm entdeckte neue *Axolotl*-Art veröffentlicht, welche sodann durch Weismann in einem

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1890-1891

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Kochs W.

Artikel/Article: [Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig völlig unterbrochen werden? 673-686](#)