

Polyergus-Königin zusammengekrümmt und regungslos auf der Seite; nur ihre Tarsenspitzen zuckten noch. Sie war ohne Zweifel von den neu angekommenen *Polyergus*-Arbeiterinnen⁶⁷⁾ während der Nacht, als die Einwanderung der neuen Arbeiterinnen aus dem Fangglase erfolgte, angegriffen und umgebracht worden. Die *rufibarbis* umlagerten die Königin noch immer, beleckten sie und trugen sie bei Erhellung des Nestes fort. Am 9. Mai nahm ich die tote Königin heraus⁶⁸⁾. Am 27. Juni war ein Dutzend Larven bis zu 5 mm Länge aus den Eiern der Königin entwickelt; am 8. Juli waren Kokons vorhanden, die Arbeiterkokons zu sein schienen. Tatsächlich wurden aus denselben im August nur Arbeiterinnen, keine Männchen erzogen⁶⁹⁾.

(Fortsetzung folgt.)

Das Lecithin und seine biologische Bedeutung.

Von S. Prowazek.

(Aus dem Institut für Schiffs- und Tropenhygiene in Hamburg. Leiter: Prof. Nocht.)

Die biologische Bedeutung des Lecithins und der verwandten Substanzen, die sich durch eine fettartige Lösungsfähigkeit auszeichnen, wie Cholesterin, Protagon und Cerebrin wurden zuerst durch Overton (Vierteljahrsschr. der naturf. Ges. in Zürich, Bd. 44, 1899) erkannt, indem er den Beweis erbrachte, dass die Protoplasma-grenzschichte sich wie eine Haut aus den oben erwähnten Substanzen verhält — in sie dringen also alle Stoffe, die sich im fetten Öl lösen, ein. Stoffe wie Glyzerin, deren Löslichkeit im Wasser bedeutend größer ist als im Öl, dringen in die Protoplasten langsam ein, während wegen der hohen Fettlöslichkeit Dichlorhydrin fast sofort eintritt. Das konstante Verhältnis, in dem sich bei einer

67) Da die Amazonen nach meinen früheren Versuchen in Holland (Zusammengesetzte Nester, 1891, S. 87—88) auch nach einjähriger Trennung ihre Königin „wiedererkennen“ und nicht angreifen, so ist als sicher anzunehmen, dass die Königin in obigem Beobachtungsneste wirklich eine fremde Königin gewesen war.

68) Vom 8. Mai 1906 an wurden in diesen *Polyergus-rufibarbis*-Neste Versuche über die Aufnahme von *Atemeles paradoxus* angestellt, vom 10. Mai an auch mit *Lomechusa strumosa*. Beide Versuchsreihen ergaben positive Ergebnisse, die an anderer Stelle mitgeteilt werden sollen. Da die *rufibarbis* hier als Sklaven bei *Polyergus* lebten, nahmen sie auch die *Lomechusa* leicht auf und pflegten sie bis Anfang Juni (vgl. hierzu die Bemerkungen im 1. Teil dieser Arbeit S. 269). Sogar die *Polyergus*-Arbeiterinnen beteiligten sich manchmal — jedoch nur oberflächlich — an der Beleckung von *Lomechusa*. Die *Lomechusa*-Larven, die ich diesem Neste gab, wurden zwar anfangs von den *rufibarbis* adoptiert, bald aber gefressen. *Dinarda dentata* (von *F. sanguinea* kommend), wurde indifferent geduldet und gelangte sogar zur Fortpflanzung; die aus den Larven stammenden Exemplare glichen vollkommen den Eltern, obwohl sie hier nicht in einem *sanguinea*-Nest, sondern in einem *Polyergus-rufibarbis*-Nest aufgewachsen waren.

69) Dagegen hatte eine ergatoide Königin von *Polyergus*, die ich 1885—1886 in einem Beobachtungsneste in Exaten (Holland) hielt, nur Männchen erzeugt (die zusammengesetzten Nester 1891, S. 84).

bestimmten Temperatur der fragliche Stoff demnach auf seine beiden Lösungsmittel verteilt, bezeichnete Nernst als den Verteilungskoeffizienten. Overton (Jahrb. f. wiss. Bot. 1900) fand ferner, dass auch die sogen. vitalen Farbstoffe (Neutralrot, Methylenblau, Bismarckbraun u. s. w.) sich in den oben genannten fettartigen Stoffen, die er „Lipoide“ nannte, lösen und daher wohl auch die Plasmahaut zu durchdringen vermögen. Nach zahlreichen diesbezüglichen Untersuchungen färben sich in dem hier angedeuteten Sinne vital zunächst vakuoläre Einschlüsse und Granula, die Lipoidcharakter besitzen. Auch den sogen. Fermentgranula der Protozoen scheint eine lipoide Grundlage zuzukommen. Der basische Farbstoff löst sich nämlich in dem Granulalipoid in seiner Oxyform auf und färbt sie in der Nuance der sauren Lösungsart; denselben Farbenton nimmt auch das im Wasser gelöste Lecithin an.

In der Folgezeit erkannten Overton und Hans Mayer (Arch. f. exper. Path. u. Pharmak. 1899), dass zwischen den Lipoiden und der Löslichkeit von narkotisierenden Substanzen, die die Lebensfähigkeit der Zellen sistieren können, ein ähnliches Verhältnis besteht, wie das bezüglich der Vitalfarbstoffe ermittelte. Die narkotische Wirksamkeit der Stoffe ist der Löslichkeit in den Lipoidsubstanzen proportional. Durch diese Feststellungen wurde die Bedeutung der Lipoide für die Permeabilität der Zellmembranen, für die Aufnahme von Stoffen in die Zelle und für die Aufnahme von Arzneistoffen enthüllt. Gleichzeitig erkannte man bereits, dass weniger rein chemische als physikalisch-chemische Gesetze dabei eine Rolle spielen. Die Bedeutung der Lipoide ist aber auch auf dem Gebiete der Immunitätslehre nicht zu unterschätzen. Flexner und Nogushi (Journ. of exper. medicine, Bd. 6, 1902) wiesen nach, dass das Cobragift durch Lecithin aktiviert oder komplettiert wird und hierauf die roten Blutkörperchen löst. Sachs und Kyes (Berl. klin. Wochenschr. 1903) stellten dann quantitative Beziehungen zwischen Cobragift und Lecithin, das ein Bestandteil der Blutkörperstromata ist, fest und verglichen ihre Wirkung mit Amboceptor und Komplement im Sinne der Ehrlich'schen Seitenkettentheorie. Wichtig ist dann die Feststellung von Morgenroth (Berl. klin. Wochenschr. 1905), dass das Cobragift durch geringe Mengen Salzsäure in eine tautomere Form übergeführt wird, die das spezifische Antitoxin nicht bindet, sich aber mit dem Lecithin zu einem Lecithid vereinigt und leicht durch tierische Membranen dialysiert, als ob es krystalloid gelöst wäre. Die Toxin-Lecithinverbindungen zeichnen sich durch Hitzebeständigkeit, Alkohol-, Toluol- und Chloroformlöslichkeit aus. Dungern (Münch. med. Wochenschr. 1907) ermittelte ferner noch die Tatsache, dass im Cobragift zwei Hämolyse vorkommen und zwar ein immunkörperähnliches Lysin und eines, das die Lecithinhämolyse vermittelt. Durch den Nachweis

der Reversibilität der Toxin- und Lecithinverbindungen wurden die schwierigen Probleme der Toxichemie der organischen Chemie näher gerückt. Landsteiner und Jagič (Münch. med. Wochenschr. 1904) beobachteten ferner, dass ebenso wie Cobragift + Lecithin ein wirksames Hämolyisin bilden, es auch mit der Verbindung Kieselsäure + Lecithin der Fall ist, wobei sich zunächst die Kieselsäure an die Blutkörperchen anlagert und dann deren Lösung durch Lecithin ermöglicht. Das Lecithin hat neben Basenkapazität auch Säurebindungsvermögen und so ist die Affinität der Kieselsäure leicht verständlich; die Verbindung dürfte einen salzartigen Charakter besitzen. Es ist möglich, dass im Stoffwechsel manche Fermente die Rolle von Cobragift oder Kieselsäure übernehmen und ihre Wirkung erst durch das Lecithin komplettiert wird. Die Lecithine wären dann nicht nur Lösungsmittel der Zelle, sondern auch Aktivatoren der Fermente.

Landsteiner und Eisler (Centralbl. f. Bakt. 1905) erbrachten experimentell den Beweis, dass die Lipoiden der Blutkörperchen das Hämolyisin binden; sobald die Stromata entfettet werden, nimmt die absorbierende Wirkung der hämolytischen Stoffe ab. Dabei ist allerdings nicht ausgeschlossen, dass neben den fettähnlichen Stoffen, die eigentlich nur die Rolle eines Mittlers spielen, besondere Eiweißkörper der Membranen in spezifischer Weise in die Prozesse eingreifen. Für die Gegenwart von Lipoidbestandteilen in der Hüllschicht der Blutzellen haben Koepe (Pflüger's Archiv 1903), Albrecht (Sitzungsber. f. Morphol., München 1903) und Weidenreich physiologische und morphologische Beweise erbracht, nachdem bereits früher Herrmann und Wooldridge die Lehre von der Existenz der Lipoiden in den Blutkörperchen verfochten hatten. Pascucci (Hofmeister's Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol., Bd. 6, 1905) fand ferner, dass 30% des Gesamtvolumens der Blutzellen in Äther, Chloroform und Alkohol lösliche Stoffe darstellen und Cholesterine und Lecithine sind. Für diese Annahme konnte er auch sinnreiche experimentelle Beweise erbringen. Alle Stoffe, die Lecithin und Cholesterin ganz oder teilweise lösen, bewirken auch das Lackfarbenwerden des Blutes, also Alkohol, Äther, Benzol, Chloroform, Petroläther, Natronlauge, Solanin, Galle, taurocholsaures Natron, Cobragift und Tetanotoxin. Schließlich sei noch erwähnt, dass auch Lecithin im Innern der Zellen vorkommt. Reincke und Rodewald (Untersuchungen aus dem bot. Laboratorium der Universität Göttingen 1881 und 1883) fanden in Plasmodien von *Aethalum septicum* 0,20% Lecithin.

Für die Existenz von Lipoiden in den Protoplasamembranen können noch folgende Tatsachen geltend gemacht werden: Vom Rande der Blutkörperchen und zwar sowohl des Menschen als auch der meisten daraufhin untersuchten Tiere (Ratten, Meerschweinchen,

Hühner) lösen sich oft lange Fäden ab, die zunächst am Ende geknüpft erscheinen, später kugelförmige Anschwellungen erhalten und wohl durch Oberflächenspannungsänderungen schlängelnde und flatternde Bewegungen ausführen. In der Dunkelfeldbeleuchtung besitzen sie denselben Glanz wie die Membranen der Rotzellen. Sie gleichen vollkommen den Kugelfäden, die man bei der emulsionsartigen Lösung des Lecithins im Wasser erhält. Auch bei Trypanosomen und Spirochäten scheint eine lipoidartige Komponente ein Bestandteil des Periplast zu sein. Die Trypanosomen besitzen in der Dunkelfeldbeleuchtung annähernd denselben Glanz wie die Membranen der Rotzellen, die Spirochäten dagegen glänzen, wie zuerst Arning festgestellt hatte, im Gegensatz zu den Bakterien viel lebhafter. — Die Membranen der Trypanosomen lösen sich bis auf kaum sichtbare Schatten in der Galle auf; teilweise werden sie gelöst und ihrer Lipide beraubt durch Saponin, Petroläther und Chloroform. In 1—5% Kochsalzlösungen wird den Trypanosomenleibern zunächst Flüssigkeit entzogen, sie werden lichtbrechender, nach dem Absterben dringt wieder Flüssigkeit ins Innere der Trypanosomen, die Zellen werden gebläht und blassen ab. Von besonderer Wichtigkeit scheint auch die Beobachtung zu sein, dass zunächst die roten Blutzellen, später aber auch die Trypanosomen je nach ihrem Lebenszustand von dem Lecithin aufgelöst werden. Manchmal kann man direkt unter dem Mikroskop beobachten, wie sich kleine Lecithintröpfchen hüllenartig an dem Trypanosomenleib ansetzen und durch Oberflächenspannungsgesetze gleichsam das Protoplasma herausaugen, so dass schließlich der Randfaden der undulierenden Membran allein in lebhafter Bewegung begriffen ist, ein Beweis, dass die Bewegungen dieses Organoids von dem Protoplasma unabhängig sind. Dieses Gebilde ist länger als die Zelle selbst, da es aber vollständig in dieselbe eingepflanzt ist, verleiht es ihr die charakteristische gedrehte Form. Den Beweis für die Selbständigkeit der Bewegung des Organoids kann man noch auf eine andere Weise erbringen. Bringt man zu dem Blut Trypanosoma equinum nur Spuren von 0,3% iger Salzsäure, so kommt es zuweilen vor, dass die Trypanosomen, die fast eine Woche in dieser Lösung leben, sich zwar noch teilen, trotzdem kommt es dabei zu keiner typischen Durchschnürung des Zelleibes mehr; zumeist wird bloß der neue Randfaden der zweiten undulierenden Membran frei und führt ohne Protoplasma flatternde Bewegungen aus. Offenbar besteht der Teilungsvorgang aus zwei unabhängig voneinander bestehenden Phasen und zwar der Vermehrung der Organoiden und der Zelleibdurchschnürung. Diese wird durch die Spuren von Salzsäure zurückgehalten oder nimmt einen atypischen Verlauf. Wahrscheinlich werden in dem Periplast, wie wir noch später genauer sehen werden, die Lipide durch die Salzsäure niedergeschlagen

und verdichtet, wodurch die Teilung des Zelleibes erschwert wird.

Aus all den angeführten Beobachtungen scheint nun hervorzugehen, dass die Membranen der Protozoen- und vieler Metazoenzellen zwar nicht ganz aus Lipoiden bestehen, immerhin ihnen aber Lipoidsubstanzen in größeren Mengen gleichsam eingetragen sind; da nun sowohl die Rotzellen wie die Hämatozoen Lipotide in ihren Membranen besitzen, kann man sich auch vorstellen, dass auf gewissen Entwicklungsstadien die Lipoidkomponenten der Membranen der Hämatozoen in die der Rotzellen übergehen und die Parasiten sich ihnen anlegen. Etwas derartiges kann man bei den Lues-spirochäten, bei gewissen Entwicklungsstadien der Affenmalaria, bei einigen Piroplasmenformen und bei Trypanosomen beobachten. So sahen Uhlenhuth, Hübener und Woithe (Arb. aus d. Kais. Gesundheitshamt, 27. Bd., 1907) bei Atoxylbehandlung der Dourine, dass die Trypanosomen mit den Erythrozyten fest verknüpft waren. Vielleicht spielen die Lipotide bei der Einwanderung der Parasiten in die Zellen überhaupt eine wichtige Rolle.

II.

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Lecithins haben besonders Porges und Neubauer (Biochem. Zeitschr., 7. Bd., 1907) untersucht und kommen zu dem Resultat, dass nach dem Vorgange von Höber die Lecithinsuspension den hydrophilen Kolloiden zuzuzählen ist, wofür auch die Lecithinquellbarkeit und -benetzbarkeit spricht. Das Lecithin, das aus Glycerinphosphorsäure, Fettsäuren und Cholin besteht, löst sich in Äther, Alkohol, Benzol, Petroläther, Chloroform, Galle und 1%ige Kalilauge auf. In Saponinlösungen (5%) bildet es eine milchige, etwas trübe Lösung, in der bei mikroskopischen Beobachtungen kleine Tröpfchen suspendiert sind. Mit Osmiumsäure schwärzt es sich, aber nicht in der Nuance von Deckschwarz wie die eigentlichen Fette. In Wasser quillt das Lecithin zu einer kleisterartigen, gelblichen Masse auf. Unter dem Mikroskop bemerkt man zahllose Tröpfchen, solide oder ausgehöhlte Kügelchen (Cavula) und Fädchen, die sich schlängelnd bewegen, ganz wie die von Blutkörperchen sich loslösenden, beweglichen Fäden, die von ähnlichem Aussehen sind. Ähnliche Myelinformen treten in der absterbenden Nervenfasern auf. Schüttelt man Trypanosomen mit Lecithin in physiologischer Kochsalzlösung, so bilden sich oft um die Parasiten tropfenartige Hüllen, die diese durch ihre Bewegungen vielfach aussacken und in ihnen auf diese Weise gleichsam Röhren bauen, ein Beweis, dass die Substanzen ziemlich stark zähflüssig sind. In sulfocinsäurem Natron (Giemsa), das man durch Natronlauge neutralisiert hat, entstehen zunächst aus den wachsartigen Lecithinfragmenten helle Schlieren, die sich

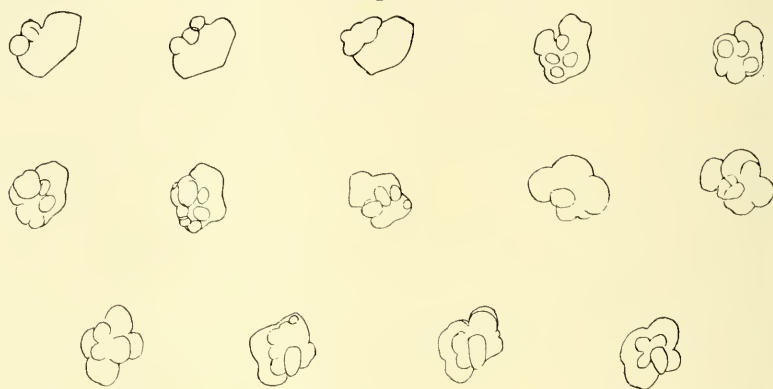
ganz eigenartig auflösen. Es bilden sich an der ganzen Oberfläche schaumartige, äußerst regelmäßige Alveolen, deren Zahl stetig zunimmt, so dass nach und nach die ganze Substanz verschäumt. Es kommen unter Umständen derart Schaum- und Netzstrukturen zustande, die ganz den Protoplasmastrukturen ähnlich sind, so dass man unwillkürlich zu der Ansicht verleitet wird, dass auch im Protoplasma am Aufbau der Strukturalveolen Lipoidsubstanzen beteiligt sind. Setzt man in dem Deckglaspräparat einer solchen Lösung eine Spur von verdünnter Schwefelsäure zu, so tauchen alsbald scharf umschriebene Vakuolen auf, die wie die Vakuolen der Protozoen wachsen und pulsieren. Besaß die Lösungssubstanz eben amphoteren Charakter und löst man durch Schütteln mit einem Glasstab bestimmte Mengen von Lecithin in ihr auf, so kann man rundliche Lipoidgebilde gewinnen, gleichsam Lecithinamöben, in denen man unter den oben geschilderten Bedingungen die Pulsation der Vakuolen gut verfolgen kann. Sie vollzieht sich in der Art, wie sie von Bütschli und Rhumbler zuerst ermittelt wurde: aus mehreren Bildungsvakuolen entsteht durch Zusammenfließen die eigentliche Vakuole, ihr Rand wird lichtbrechend, ihr Volumen nimmt zu und sie entleert schließlich langsam ihren Inhalt nach außen.

Durch Säuren, etwa durch verdünnte Salzsäure wird die wässrige Lecithinlösung getrübt und es bildet sich ein deutlich wahrnehmbarer Niederschlag; mikroskopisch kann man um die einzelnen Tröpfchen Niederschlagshäutchen nachweisen, die ziemlich derb sind. Durch einen Überschuss von 1%iger Kalilaugenlösung wird die Lösung wieder aufgeklärt. Analoge Bildungen kommen zuweilen bei Zusatz von 3%iger Kochsalzlösung zu einer wässrigen Lecithinemulsion zustande. Es bilden sich auf diese Weise künstliche „Lecithinzellen“, die ganz nach Analogie der bekannten Traube'schen Zellen im Innern das Lecithin wieder lösen, worauf die Spannung der Niederschlagsmembranen gelockert, submikroskopisch eingerissen wird, sich sodann wieder von neuem bildet u. s. f. Derartige künstliche Zellen wachsen wie die Traube'schen Zellen. Setzt man einer wässrigen Lecithinlösung 1—2%ige Kochsalzlösung hinzu, so bilden sich um einzelne Lecithinkörperchen teilweise kristallähnliche Niederschlagsflächen, die sich später beständig verändern, aus. Optisch konnte ich mich von der Kristallnatur dieser Gebilde nicht überzeugen. In Fig. 1 sind die Bewegungen einer derartigen „Lecithinamöbe“ mit dem Zeichenapparat nacheinander gezeichnet worden. Bei Zusatz von stärkeren Kochsalzlösungen (3—15%) hellt sich die Lecithinlösung auf und das Lecithin wird in Suspensionsform niedergeschlagen; der Niederschlag schwimmt bei stärkeren Konzentrationen wegen des geringeren spez. Gewichtes auf der Oberfläche. In 30% Kochsalzlösung entstehen

Lecithinkristalloide, deren Inhalt später tropfig ausfällt, während die äußeren ebenen Flächen eine Art von Kristallkavum darstellen.

Das Lecithin, das kaum einer tierischen (Nervenzellen, Sperma, Blut, Eiter, Eier, Milch) oder pflanzlichen Zelle fehlen dürfte¹⁾, spielt anscheinend im Stoffwechsel eine wichtige Rolle, indem es den Nukleinen des Kernes die Phosphorsäure zuführt, andererseits werden umgekehrt nach den Untersuchungen von Miescher über den hungernden Rheinlachs die Phosphate des Rumpfmuskels zur Bildung der Lecithine der Eier verwendet. Der Umstand, dass das Lecithin sich Farbstoffen (Hämotoxylin, Safranin, Azur-Eosin Cochenillealaun) gegenüber wie eine Kernsubstanz verhält, zwingt zu der Annahme, dass die Phosphorsäure im Lecithin als Meta-

Fig. 1.



phosphorsäure vorhanden ist, ebenso wie letztere von Giemsa auf Grund der färberischen Reaktionen (Fällbarkeit der Kernstoffe durch HPO_3 und Chromatinfärbung von künstlichen Albuminmetaphosphaten) als ein die Kernfärbung bedingender Bestandteil der Zellkernsubstanz nachgewiesen wurde.

Auf Grund dieser Beobachtungen darf man nicht alles, was sich in der Zelle mit Kernfarbstoffen färbt, gleich als Chromatin auffassen, es sei denn, dass der morphologische Beweis für die Genese des fraglichen Zelleinschlusses aus dem Kern tatsächlich erbracht wird. —

Wie bereits bemerkt wurde, ist das Lecithin hämolytisch; die Hämolyse des Lecithins ist bereits von Landsteiner für die Lecithinpräparate der Fabriken Merek, Grübler, Riedel und die Marke Agfa festgestellt worden. Es wird dabei offenbar die Lipoid-

1) Reinke (Arch. f. Entw.-Mech. 24, 1907) nimmt an, dass in den Zellen ein lipoidartiger Hemmungsstoff vorkommt, der die Mitose zurückhält und durch Äther entfernt wird. 1899 stellte ich Versuche mit in Ätherwasser regenerierenden Tritonlarven an, konnte mich aber von einer rascheren Regeneration nicht überzeugen. Die Versuche müssten noch wiederholt werden.

komponente der Membran des Blutkörperchens, die Koeppe bereits vermutet hatte, direkt in die verwandte Lecithinkomponente übergehen. Im Laufe der Zeit werden auch die Trypanosomen vom Lecithin gelöst. Ratten, die mit einer derartigen, 24 Stunden alten Lösung behandelt wurden, konnten aber in keiner Weise immunisiert werden, noch war man imstande, therapeutisch den Krankheitsverlauf irgendwie zu beeinflussen. Dasselbe gilt von der Hühnerspirochätose. Nach Bassenge (Deutsche med. Wochenschr. 1908) kommen dem Lecithin auch bakteriolytische Eigenschaften zu, und man kann sogar auf diese Weise ein¹ für manche Bakterien zur Immunisierung brauchbares Toxin gewinnen.

Die Entstehung der Schlafbewegungen bei Pflanzen.

Von W. Pfeffer.

Zwar ist der Standpunkt unserer Kenntnisse bis zum Jahre 1903 in meiner Physiologie¹⁾ zusammengefasst, doch dürfte es zweckmäßig sein, hier, speziell in bezug auf die Entstehung der Schlafbewegungen, die fundamentalen Punkte zu kennzeichnen, um an der Hand dieser darzutun, wie wenig berechtigt die Polemik ist, die Semon meiner Auffassung dieses Problems und speziell meiner neuesten Publikation²⁾ über diesen Gegenstand in dieser Zeitschrift (1908, Bd. XXVIII, p. 225) angedeihen ließ.

Zunächst sei hervorgehoben, dass in erster Linie festgestellt werden musste, ob die Schlafbewegungen durch den Wechsel der Außenbedingungen veranlasst werden, der sich täglich in rhythmischer Wiederholung abwickelt, oder ob sie auf einer erblich überkommenen, rhythmischen Bewegungstätigkeit beruhen, die sich auch bei voller Konstanz der Außenbedingungen abspielt und nötigenfalls durch den täglichen Wechsel der Beleuchtung u. s. w. zeitlich reguliert wird. Die Erfahrungen, dass diese tagesrhythmischen Bewegungen auch dann eine gewisse Zeit anhalten, wenn die Pflanze unter konstanten Außenbedingungen gehalten wird, machen es begreiflich, dass zunächst viele, ja wohl die Mehrzahl der Forscher der zuletzt erwähnten Auffassung zuneigte³⁾. Dieses Fortdauern der Bewegungen beruht indes, wie ich im Jahre

1) Pfeffer, Pflanzenphysiol., II. Aufl., Bd. II (1904), p. 476. Die für uns in Betracht kommenden prinzipiellen Punkte sind in gleichem Sinne in meiner Schrift, Die periodischen Bewegungen der Blattorgane 1875, dargelegt.

2) Pfeffer, Untersuch. ü. d. Entstehung d. Schlafbewegungen der Blattorgane 1907 (Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. 30). Diese und die beiden in der vorigen Anmerkung zitierten Publikationen werden fernerhin bei Zitaten durch die Angabe des Publikationsjahres gekennzeichnet.

3) Näheres findet man bei Pfeffer, l. c. 1875, p. 30, 163, sowie in Kürze auch in der in Anm. 2 zitierten Schrift p. 259.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Prowazek Stanislaus von

Artikel/Article: [Das Lecithin und seine biologische Bedeutung. 382-389](#)