Natur hinaus nach unserer Stellung und Bedeutung im Weltganzen, so wird er des Infusoriums gedenken, dessen Horizont begrenzt ist durch den Tropfen Wasser, der es birgt.“ Die Stellung des Forschers hingegen kennzeichnet Eimer mit den trefflichen Worten: „Unsere Pflicht ist Arbeit, unser Recht freie Forschung — unsere Genugthuung Feststellen eines Körnchens Wahrheit zum Wohle der Menschen — unsere Hoffnung Erkenntnis.“ Mit diesen Worten ist aber auch das ganze Streben des großdenkenden Mannes gekennzeichnet, des Forschers, den selbst sein eigenes Leiden aufs neue zu der Behandlung ungelöster wissenschaftlicher Fragen anregte, des Lehrers, dessen letzter schriftlicher Gruß seinen Schülern galt, des Menschen, der auch auf dem Sterbebette nicht Zeit hatte, müde zu sein. M. v. L.

Die Energidenlehre von Sachs.

Von **A. Hansen.**

Durch das gesonderte nochmalige Erscheinen von Sachs' „Physiologischen Notizen“, welche er in seinen letzten Lebensjahren in der Flora veröffentlichte, ist die Aufmerksamkeit noch einmal auf diese viel Anregendes bietenden Aeußerungen des hervorragenden Forschers gelenkt worden. Die Energidenlehre, welche in zweien der genannten Abhandlungen vorgetragen ist, wurde in jüngster Zeit sowohl von botanischer als zootomischer Seite ins Auge gefasst[1]) in der Hoffnung, nach dieser oder jener Seite damit einen Ausblick zu gewinnen. Bei der Bedeutung, welche der Autor offenbar seinen Erörterungen beilegt, ist es wohl angezeigt die Dinge auf ihren Wert zu prüfen.

Es könnte zunächst so aussehen, als ob es sich in der „Energide“ bloß um eine neue Nomenklatur des Zelleninhaltes handle, um sich klarer als bisher ausdrücken zu können. Zwei Definitionen werden gegeben: 1. Energide ist jeder von einem Zellkern beherrschte Protoplasmakörper, 2. Zelle ist die von einer oder mehreren Energiden bewohnte Zellstoffkammer. Man kann es vorerst allerdings diesen Erläuterungen nicht ansehen, dass es sich um die Gewinnung neuer Gesichtspunkte und nicht bloß um neue Benennungen handeln soll. Bei näherem Zusehen ergiebt sich aber sogleich, dass die Energide nicht dasselbe ist, wie die Zelle im heutigen Sinne, sie ist vielmehr eine Hypothese über die Zelle. Diese Hypothese lässt sich im Sinne von Sachs am besten so erläutern, dass man sagt: Die Einkernigkeit des Zellkörpers ist ein fundamentales Gesetz. Es giebt nur einkernige Zellkörper (Energiden) und die mehr- oder vielkernigen Zellen sind als Vereinigung von Energiden aufzufassen.

Es erscheint mir nicht ohne Interesse mitzuteilen, dass schon

---

1) Goebel, Organographie der Pflanzen. Jena 1898. Kölliker, Die Energiden von Sachs im Lichte der Gewebelehre der Tiere. Würzburg 1897. Hansen, Zur Geschichte und Kritik des Zellenbegriffs. Giessen 1897.

Hanstein diese Energidenlehre erörtert, ohne jedoch ein Prinzip daraus zu machen. In seiner Schrift über das Protoplasma[1]) heißt es:

„Wenn sich nun Zellen, die erst getrennt lebten, bald mehr, bald weniger vollkommen zu Zellenleibern höherer Ordnung vereinigen können, die dann ebenso, bald mehr, bald weniger scharf personifizierte Individualitäten vorstellen, so wird leicht einzusehen sein, wie auch die Teilung einer älteren Einzelzelle in deren zwei oder mehrere neue nicht immer gleich vollkommen durchgeführt zu werden braucht. Solcher kaum oder unvollkommen getrennter Zellenleiber können dann mehrere, selbst sehr viele in einer mütterlichen Zellhaut nebeneinander wohnen bleiben. Von diesen bis zur Vielkernigkeit einer einzigen großen, noch scheinbar wohl individualisierten Zelle kann es alle Uebergangsstufen geben. Denken wir uns, dass von den vielen Kernen, die z. B. über die Fläche des Primordialschlauches vieler Schlauch-Conferven (*Vaucheria* und Verwandter) regelmäßig verteilt sind, ein jeder sein Gebiet des Zellenleibes mit Haut und Inhalt für sich beherrscht oder doch irgendwie beeinflusst, so ist dies der erste Schritt zur Umwandlung des Individuums zur Genossenschaft. So kann sich denn Jeder leicht denken, wie Schritt für Schritt die Vervollkommnung der Individualität einerseits, andererseits der Verwischung derselben bis zum Erkennen fortschreitet.“

Bis auf das Wort Energide ist der Gedankengang Hanstein's ganz genau derselbe, wie derjenige von Sachs. Sachs legt nur auf die ganze Ansicht ein größeres Gewicht, indem er glaubt, durch die Einführung des Begriffes der Energide „eine solche Klarheit über die fundamentalen Fragen der Biologie“ erlangen zu können, wie sie bisher nicht bestand. Insofern kommt auch nicht viel darauf an, ob Sachs Darlegungen durch Hanstein angeregt sind oder nicht, was sich nicht erkennen lässt.

Das letztere liegt schon an der Form der Abhandlung, die mehr den Charakter eines Vortrags als einer Untersuchung trägt, wodurch ältere und neue Gedanken verbunden und vermischt werden. Das ist aber auch der Punkt, durch den es beim bloßen Durchlesen der Schrift schwer wird zu erkennen, ob ein bedeutender, neuer Standpunkt in der Energidenlehre gewonnen ist. Mir scheint es daher besonders wichtig, festzustellen, was wirklich neu ist und was nur dem neuen Begriffe von bekannten Thatsachen angepasst ist. Man kommt sonst leicht dazu, zu meinen, dass aus dem Energidenbegriffe Thatsachen folgern, die ihm nur zugeschrieben werden, was auch der Autor nicht vermeidet.

Das Hervorheben des Zelleninhaltes gegenüber der Membran, als des Lebendigen, durch die Worte „Energide“ und „Zelle“ ist an sich

1) Hanstein, Das Protoplasma. Heidelberg 1887, p. 213 u. 214.

nichts Neues. Von den älteren Untersuchungen ganz abgesehen, hat namentlich Strasburger bei allen seinen Beobachtungen über die Zellgestaltung dasselbe, was Sachs Energide nennt, als das Lebendige und Wirkende der Zelle in unzweideutiger Weise bezeichnet[1]). Besonders in der unten genannten Schrift p. 13 ist so ziemlich wörtlich alles schon gesagt, was Sachs als erste Eigenschaft seiner Energide aufführt. Die Untersuchungen Pfeffer's haben sich auf das eingehendste damit befasst, die Ansicht über den Kraftträger der Zelle experimentell immer mehr zu begründen und man kann wohl diese Vorstellung als so sicher und allgemein angenommen bezeichnen, dass es Wunder nimmt, diesen Punkt in einer Abhandlung nochmals mit solcher Eindringlichkeit hervorgehoben zu sehen.

Neu ist im Grunde nur das Wort Energide und deren scharfe Definition als Protoplasmakörper mit einem Zellkern. Günstig für die Energidenlehre erscheint es ja auf den ersten Blick, dass thatsächlich die meisten Zellen einkernig sind, also die Form der Energide besitzen. Es ist das aber leicht verständlich, weil wohl aus der einkernigen Zelle die Vorstellung von der Energide abgeleitet wurde.

Aber da die Energidenlehre diese Thatsache als Notwendigkeit hinstellt, ohne einen Einblick in diese Notwendigkeit durch einen Beweis, durch eine Begründung zu verschaffen, so erscheint sie endlich doch nur als ein dogmatischer Satz und zwar vorerst als ein bloß morphologisches Dogma. Das tritt besonders hervor bei der Uebertragung der Energidenlehre auf die mehrkernigen Zellen, wo die Beobachtung nicht mehr die Ansicht bestätigt. In den vielkernigen Zellen sammelt sich nicht mehr eine begrenzte Protoplasmamasse um einen Kern. Die Energidenlehre erscheint hier in ihrem wahren Lichte, d. h. als Hypothese.

Man kann nun aber durchaus nicht sagen, dass aus der Energidendefinition ein größeres Verständnis der gewöhnlichen Zelle folge, man kann noch viel weniger sagen, dass die vielkernigen Zellen, z. B. der Siphoneen, in Gestalt oder Lebenserscheinungen durch die Energidenlehre verständlicher würden. Bei den Siphoneen möchte man im Gegenteil nun erst fragen, warum bringen es denn diese Pflanzen nicht zu wirklicher Zellfächerung, da sie es doch bis zur Energidenteilung gebracht haben. Ich glaube nicht, dass es hier mit logischen Folgerungen allein gethan ist. Trotz aller Logik des Sachs'schen Gedankenganges kann real die Vielkernigkeit der Siphoneen einen ganz andern Grund haben. Vor allen Dingen müssten für die Begründung der Energidenlehre, von Beobachtungen ganz abgesehen, phylogenetische Betrachtungen gefordert werden, die vielleicht mit logischen Ableitungen gar nicht übereinstimmen.

1) Vergl. unter anderem, Strasburger, Das Protoplasma und die Reizbarkeit. Jena 1891 p. 13 und an andern Orten.

Ob man berechtigt ist, was Goebel p. 18 seiner Organographie ausspricht, den vielkernigen Zellen eine höhere Organisationsstufe zuzuschreiben, bloß weil sie bei der Fortpflanzung zum Teil, z. B. bei *Botrydium*, einkernigen Zellen zeitlich voraus sind, bedarf wohl noch weitgehender Ueberlegung. Eher möchte man ihnen wohl wegen ihrer merkwürdigen Gestaltungsfähigkeit den höheren Rang überlassen. Aber die bloße Zeitlichkeit scheint mir doch dafür nicht maßgebend zu sein. Zeitlich ist ein Schimmelpilz mit seinen Conidien einer Samenpflanze weit voraus, was ihn aber aus seiner niederen Position nicht emporheben kann. Auch die Ansicht, dass eine vielkernige Zelle sich dauernd in einem Zustande befindet, den andere Pflanzen erst bei der Fortpflanzung zeigen, kann mich nicht von der höheren Stellung überzeugen. Vielleicht ist das auch nur Schein, da das angeführte Moment bloß äußerlich ist. Außerdem sind diese Ansichten eigentlich keine Stützen der Energidenlehre. Die größere Vollkommenheit der vielkernigen Zellen beweist nicht, dass sie Energiden enthalten.

Zunächst scheint mir die Untersuchung nötig, ob die Energidenlehre sonst noch neue Gesichtspunkte eröffnet. Die Darstellung in der Abhandlung spannt die Erwartung des Lesers eigentlich dauernd, aus dem Energidenbegriff Erklärungen für die Eigenschaften und Leistungen der Zelle entspringen zu sehen. Ich lese aber aus den meisten Sätzen nur Bekanntes heraus. Es heißt z. B. „Unter den mannichfachen Leistungen der Energide ist ohne Zweifel die merkwürdigste die Fähigkeit, bestimmte Gestalten anzunehmen, oder das in ihr verarbeitete, passive Material in bestimmte Formen zu gestalten, sodass man, bis tiefere Einsicht vielleicht besseres lehrt, von einer Gestaltungsenergie der Energiden reden darf“.

Die Entwicklung und Gestaltung der Zelle ist eine bekannte biologische Thatsache, die aber meiner Ansicht nach auch bei der Annahme des Energidenbegriffes ebenso rätselhaft und unerklärt bleibt, wie sie noch ist. Wenn der Energide Gestaltungsenergie zugeschrieben wird, so ist das nur ein inhaltsarmes Wort, ebenso wie das später gebrauchte Automorphose. Dazu kommt, dass auch diese unbestimmte Eigenschaft der Energiden kein neuer Gedanke ist. Es ist allgemein anerkannt, dass die Organisationen der Pflanzen nicht bloß durch den Ablauf chemischer Prozesse erklärt werden können und dass das kernhaltige Protoplasma (weiter ist eben die Energide doch nichts) das regulatorische Agens ist, die Vorgänge in bestimmte, den Lebenszielen dienende Bahnen zu lenken. Dadurch, dass man die biologischen Vorgänge mit der Energide, d. h. einem einkernigen Protoplasmakörper, kausal verknüpft, was mit der Zelle schon längst geschehen ist, sind diese Vorgänge nicht weiter erklärt als bisher. Und doch sollte man das erwarten nach dem auf p. 133 von Sachs Abhandlung stehenden Satze „eine solche Klarheit über die

fundamentalsten Fragen der Biologie, wie sie durch eine scharfe Sonderung des Begriffes Energide und Zelle zu erreichen ist" etc. Ich sehe keine einzige Frage der Biologie durch die Energide aufgehellt und finde, dass im großen ganzen nur die bekannten Eigenschaften und Leistungen der Zelle einfach der „Energide" zugeschrieben werden, woraus gar nichts neues folgt. Man könnte vielleicht als der Lehre eigentümlich bezeichnen eine etwas schärfere Gegenüberstellung von protoplasmatischem Zellenleib und Produkten der Zelle, wie Stärkekörnern, Aleuron u. s. w. aber auch das ist doch nur Formulierung und kein neuer Gedanke. Man braucht nur Strasburger's Protoplasma und Reizbarkeit p. 13 nachzulesen, wo alles Hierhergehörige schon mit größter Klarheit ausgesprochen ist.

Ein Mangel an Vorsicht scheint mir darin zu liegen, dass in der Darstellung der Energidenlehre durch zahlreiche Folgerungen immer mehr verwischt wird, dass die Energide keine Thatsache, sondern zunächst nur eine Hypothese ist. Fürs erste ist es nur eine aus der Form gewöhnlicher Zellen abstrahierte Idee, dass ein Zellkern eine bestimmte, begrenzte Protoplasmamasse beherrsche. Durch die Beobachtungen an vielkernigen Zellen wird diese Idee aber nicht bestätigt. Ehe das nicht geschehen, erscheint die Frage, warum jeder Zellkern nur im stande sei, eine sehr kleine Quantität Plasma um sich zu sammeln, verfrüht, da man durch diese Frage verleitet wird, die Existenz der Energiden für bewiesen zu halten.

Für die Beurteilung der Energidenlehre erscheint es in allererster Linie von Wichtigkeit nach Beobachtungen zu suchen, die dafür sprechen. Aber Bemühungen in dieser Richtung erweisen sich als vergeblich. In den vielkernigen Zellen zeigen die Zellkerne keine so regelmäßige Verteilung, dass man annehmen könnte, zu jedem Zellkern gehöre ein bestimmter Teil des Protoplasmas. Es kommt hinzu, wie schon von andern Seiten eingewandt ist, dass das Protoplasma durch die Strömung seinen Ort wechselt, sodass schon in einkernigen Zellen der Zellkern viel weniger als der herrschende Bestandteil erscheint, als Sachs annimmt. Noch weniger bleiben in vielkernigen Zellen Kerne mit bestimmter Protoplasmamasse vereinigt. Anhänger der Energidenlehre, wie Goebel, müssen sich entschließen zu neuen Hypothesen zu greifen. Goebel meint l. c. p. 18, die von einem Zellkern beherrschte Protoplasmamasse brauche nicht immer dieselbe zu sein. Darin liegt aber doch ein gewisser Widerspruch, denn was bedeutet das Wort „beherrschen" und die von Sachs gegebene Erklärung durch Flächenanziehung der Zellkerne, wenn diese Anziehung gar nicht zur Geltung kommt. Goebel begründet seine Ansicht mit dem Satze „Ross und Reiter bilden in einem Kavallerieregiment eine „Einheit", auch wenn die Pferde gewechselt werden!"

Der Satz ist vollkommen richtig, aber es wird sich niemand verleiten lassen, dasselbe bei den Zellen und Zellkernen deshalb für bewiesen zu halten. Trotz des anschaulichen Bildes kann doch nicht geleugnet werden, dass Reiter und Zellen gar nichts mit einander gemein haben.

Die Auffassung, dass man den Protoplasmakörper vielkerniger Zellen nicht als Einheit, sondern als aus Energiden zusammengesetzt denken solle, hat für logisches und morphologisches Denken manches Bestechende. Allein, wenn man versucht, sich in die realen Verhältnisse hineinzudenken, dann entstehen mit der Energidenlehre eine Menge unbeweisbarer Forderungen. In den vielkernigen Zellen entstehen die Kerne erst allmählich durch Teilung. Die neuen Zellkerne müssten, um selbst zu Energiden zu werden, die ihnen zukommenden Protoplasmateile den übrigen entreißen. Es würde eine fortwährende Aenderung der Energidengröße und der Energidenkräfte stattfinden müssen, die nicht wahrscheinlich ist, weil sie gar nicht zu der Vorstellung der Energide als einer Grundeinheit passt. Die Energiden wären ganz veränderliche Einheiten. Ist bei den vielkernigen Pflanzen z. B. bei Siphoneen die Vorstellung einer zusammengesetzten Protoplasmamasse noch durchführbar, wenn auch unbewiesen, so ist bei den mehrkernigen Tieren, den Infusorien, den Radiolarien und anderen die Sache bedeutend schwieriger ohne Zwang denkbar. Hier drängt schon die Lage der Kerne viel weniger dazu eine Zusammensetzung aus Energiden als vielmehr einen einheitlichen, wenn auch vielkernigen Organismus anzunehmen. Ich sehe nirgends durch die Annahme der Energidenlehre eine größere Klarheit biologischer Verhältnisse eintreten, sondern eher das Gegenteil.

Dem unbefangenen Beobachter erscheint die Sache so, dass ganz gegen Sachs Ansicht, so lange zahlreiche Zellkerne in einer Zelle vorhanden sind, eine Beherrschung bestimmter Protoplasmaportionen und damit die Bildung von Energiden nicht eintritt. Energidenbildung durch Anziehung des Protoplasmas durch die Kerne tritt erst ein, wie das am besten durch Strasburger's Untersuchungen über die Endospermbildung oder durch die Sporenbildung in Ascis erläutert wird, wenn Zellbildung d. h. Membranbildung eintritt. „Energiden" entstehen erst, wenn „Zellen" sich bilden und das erscheint mir ganz selbstverständlich, denn aus der einkernigen Zelle hat Sachs die Energide wahrscheinlich abgeleitet. In vielkernigen Zellen kommt es zu keiner Membranbildung, es zwingt aber auch nichts dazu das Bestehen von Energiden trotzdem bloß anzunehmen.

Eines der wichtigsten Probleme der Biologie ist die Fortpflanzung. Wenn also die Energidenlehre neue Klarheit bringen kann, so wäre gerade hier der Ort sich zu bethätigen. Stras-

burger[1]) hat beobachtet, dass im Pollenkorn eine vegetative und eine generative Zelle von ganz verschiedener Größe um je einen Zellkern entsteht. Die Zellkerne sind gleich groß, die beherrschte Protoplasmamasse sehr verschieden. Erst nach der Entstehung der neuen Zellen tritt Größenverschiedenheit der Kerne ein.

Ferner: In den Pollenschläuchen gekeimter Pollenkörner werden die Zellkerne durch die Plasmaströmung fortgeführt. Eine Beherrschung des Protoplasmas findet nicht statt. (l. c. p. 14.) Um den generativen Zellkern ist keine Ansammlung von Plasma zu beobachten (l. c. Tafel II Fig. 63b, 81, 82). Auch gelangen nur die Zellkerne in die Samenknospe, nicht das Protoplasma. Energiden wirken also bei den wichtigsten biologischen Vorgängen nicht mit. Die Auflösung des vegetativen Zellkernes bei *Lathyrus montana* zeigt, dass der Zellkern keine Plasmamasse beherrscht, sondern sich unter Umständen unabhängig verhält, wobei die Energidennatur ganz verschwindet (l. c. p. 19).

Bei der Befruchtung der Cupressineen teilt sich der Zellkern mehrfach im Pollenschlauch und es treten Zellkerne auf, die nicht mehr von individualisierten Plasmamassen umgeben sind (l. c. p. 53).

Strasburger[1]) weist noch an mehreren Stellen nach, dass bei der Befruchtung das Plasma die Spermakerne nur forttransportiere und nicht mit ihnen vereinigt bleibe (l. c. p. 81, 84).

Alle diese Beobachtungen stimmen nicht oder nur äußerst gezwungen zur Energidenhypothese.

Als einzige Stütze für die Energidenlehre bleibt also nur die Thatsache, aus der sie abgeleitet werden konnte, das überwiegende Vorkommen einkerniger Zellen. Damit ist aber wenig gewonnen. Die Energidenlehre wäre dann nur der Ausdruck für eine Thatsache. Will sie mehr sein, so müsste sie die Notwendigkeit begründen, warum die Zellen meistens einkernig sind. Dazu ist sie aber nicht im stande. Es geht aus keiner der von Sachs gegebenen Erörterungen hervor, warum der Kraftträger der Zelle gerade die Form der Energide haben müsse, um seine merkwürdigen Lebensregungen zu zeigen. Man sucht vergeblich nach der Bestätigung des auf p. 138 geäußerten Wunsches: „Es war mein Wunsch, in dieser Abhandlung einige der allgemeinsten Eigenschaften der Energiden zur Sprache zu bringen, weil auf diese Weise eine sichere Grundlage für das Verständnis aller Lebenserscheinungen, speziell auch der Gestaltungsvorgänge gewonnen wird.“ Dieser Satz verspricht ungemein viel. Aber man muss ihm entgegenhalten: die allgemeinste Eigenschaft der Energiden ist ihre Form d. h. die Form des einkernigen Protoplasmakörpers und aus dieser Form lässt sich nicht eine einzige Lebenserscheinung erklären, geschweige denn besser als bisher. Was die Gestaltungsvorgänge an-

1) Strasburger, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Phanerogamen. Jena 1884, p. 2 u. 8.

betrifft, so sehe ich nicht ein, wie die Energide erklären soll, dass bei den Phaeosporeen einmal uniloculäre Sporangien mit Energiden, andererseits pluriloculäre Gametangien mit Zellen entstehen.

Bezüglich der Eigenschaften der Energiden, welche namentlich bei den Gestaltungsvorgängen eine ganz maßgebende Rolle spielen, ist eine Eigenschaft ganz übergangen, die Polarität. Durch Vöchting's ausgezeichnete, in ihren Resultaten ganz neue und überraschende Untersuchungen über Transplantation [1]) sind wir zum erstenmal in den Stand gesetzt worden, einzusehen, dass die Polarität der Zellen kein naturphilosophischer Begriff, sondern etwas Reales ist. Bei den von Sachs angegebenen Eigenschaften der Zellkerne der Energide ist eine Polarität schwer zu begreifen. Ebenso ist es mit der ganzen Pflanze. Der polare Gegensatz der Organe einer *Bryopsis* oder *Caulerpa* wäre überraschend, wenn die Pflanze bloß eine Kolonie selbständiger Energiden wäre, die die Zellhaut nur als gemeinsame Wohnung benutzten.

Auf die energetischen Betrachtungen ausführlicher einzugehen, welche p. 137 der Energidenlehre angehängt sind, ist eigentlich nicht der Zweck dieser Zeilen, aber ein paar Bemerkungen darüber werden durch die eigenartige Darstellung doch gefordert.

Ein merkwürdiger Satz an diesem Ort ist der, dass die Teilung von Zellen bei der Fortpflanzung in Sporen, Schwärmsporen etc. den Eindruck mache, „als ob dieselbe Stoffmasse an Energie, an Arbeitskraft gewinne, wenn sie in zahlreiche Portionen oder Energiden zerfällt".

Man sollte auf diesen Gedanken heute eigentlich nicht mehr kommen, denn er widerspräche dem Gesetz von der Erhaltung der Energie. Sachs widerlegt diesen Satz auch, wie ihn jeder widerlegen muss, indem er annimmt, dass durch die Ernährung des Sporangiums Energie angesammelt werde. Aber am Schlusse kann man doch nur herauslesen, als ob Sachs eine Vermehrung der Energie bei der Teilung annimmt, was ganz undenkbar ist. Es heißt am Ende von p. 137: „die an sich trägen, nicht energischen Reservestoffe dienen zur Ernährung, Vermehrung des mit Energie begabten Nucleins und Protoplasmas und indem diese Ernährung fortschreitet, teilen sich die Energiden und es ist nun leicht zu begreifen, dass die zahlreichen kleinen Energiden mehr physiologische Arbeitskraft besitzen als die ursprüngliche große: das Ei resp. die Spore".

Wie dieser Satz eigentlich gemeint ist, ist nicht klar; er kann jedenfalls zu großen Missverständnissen führen. Was die „nicht energischen Reservestoffe" anbetrifft, so ist dieser Ausdruck doch wohl sehr unzutreffend.

In den Reservestoffen ist die Energie in einer ruhenden Form, als chemische Energie, vorhanden, die der strahlenden Energie des Sonnenlichtes entstammt und in andere Formen wieder übergehen kann. Sie

1) Vöchting, Ueber Transplantation am Pflanzenkörper. Tübingen, 1892.

also nicht energisch zu nennen, führt zu Missverständnissen. Aber auch die Angabe, dass die kleinen Energiden mehr Arbeitskraft besitzen als die Zelle, aus der sie entstanden sind, ist in dieser Form sehr zweideutig.

Dass eine Zelle, die sich in Schwärmsporen teilt, vorher durch Ernährung ihre Energie vermehrt hat, ist klar. Im Momente der Teilung aber wird der Energievorrat auf die Teilprodukte verteilt und die entstehenden kleinen Energiden können unmöglich mehr Energie besitzen als die große Zelle. Bei der Teilung der Sporen geht die potentielle Energie zum Teil in kinetische Energie über, aber der Gesamtvorrat kann sich nicht vermehren. Ebensowenig wie bei einer platzenden Bombe die Energie der tausend Splitter sich vermehrt. Vermehrt wird nur die Anzahl der Energiden, nicht die Menge der Energie. Natürlich kann aus jeder Energide eine neue Pflanze hervorgehen, die durch ihre Ernährung neue Energie von außen aufnimmt, aber das geschieht erst nach der Teilung, durch ganz neue, mit dieser gar nicht zusammenhängende Vorgänge.

Schon in dem ersten Aufsatz über Energiden p. 3 der Physiologischen Notizen (Sonderabdruck) steht der Satz: „Wenn sich die Energide in zwei teilt, so verdoppelt sich die Lebensenergie, nachdem sich die Energide vorher durch Ernährung verstärkt hat.“

Die Energide mag sich noch so sehr „verstärken“, wenn sie sich teilt, kann sich unmöglich der Energievorrat verdoppeln, das wäre gegen das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Man kann freilich manchmal in Zweifel geraten, ob Sachs darauf Gewicht legt. p. 127 erklärt er in einer Anmerkung: „Mit der bisherigen Atomistik und Mechanik sind nun einmal die Grundprobleme des Lebens nicht zu lösen“. Auch wird der Energide (p. 3 der Notizen) als Haupteigenschaft „innere Thatkraft oder wenn man will, Lebenskraft“ zugeschrieben.

Man mag über den Wert der heutigen Atomistik und Mechanik für zukünftige Erkenntnis denken wie man will und ihre ewige Dauer getrost bezweifeln, das wird man aber wohl nicht bestreiten können, dass sie uns heute noch als fester und zuverlässiger Wanderstab dienen, den man nicht fortwirft, um sich an unklare Begriffe, „innere Thatkraft, Lebenskraft, Lebensenergie, physiologische Energie“ zu halten. Die etwas souveräne Geringschätzung der Chemie und Physik, die in verschiedenen Stellen der „Notizen“ deutlich hervortritt, birgt doch auch ihre großen Gefahren in sich. Man muss auch wohl überlegen, wie neu die Versuche die Gesetze der Mechanik auf Physiologie anzuwenden sind. In neuester Zeit hat erst Pfeffer diesen Versuch in zusammenhängender Form unternommen, was wohl die meisten als ein ganz hervorragendes Verdienst ansehen. Wenn die Sache nun nicht gleich an allen Ecken geht, die Mechanik und Chemie dafür verantwortlich zu machen und von ganz besonderen Kräften und

Beziehungen zu träumen, das erscheint mir verfrüht. Wie weit wären wohl die Physiker gekommen, wenn sie bei der rätselhaften Elektrizität hätten von ihren Prinzipien absehen wollen, weil die Phänomene einen ganz eigenartigen Charakter zeigten[1]).

Es ist nicht unmöglich, dass Sachs da, wo er von der Vermehrung der Lebensenergie durch Teilung spricht, damit gar nicht die mechanische Energie meint, sondern unter seinem undefinierbaren Ausdruck das Vermögen vorstellt, neue Energie erst aufzusammeln. Dies Vermögen wird freilich durch die Teilung verdoppelt. Das Vermögen ist aber keine Energieform und von Verdoppelung der Energie zu reden also unrichtig. Wenn man energetische Betrachtungen in die Physiologie einführen will, dann ist es eine Forderung, auch mit der Sprache der Energetik zu reden und nicht mit einer selbstgeschaffenen, die unverständlich ist.

Sachs spricht vorzugsweise von physiologischer Energie. Da es nur potentielle und kinetische Energie in verschiedenen bekannten Formen[2]) giebt, so weiß man nicht, was der Autor mit seinem Ausdruck meint.

Es scheint, wie schon gesagt, aus der Darstellung hervorzugehen, dass als „physiologische Energie“ vielmehr die biologischen Wirkungen energetischer Vorgänge angesehen werden, was natürlich eine Verwechslung wäre. Klar ist die Sache keinesfalls.

Auch p. 7 des ersten Aufsatzes heißt es: „Mit dem Wachstum vermehrt sich die Zahl der Energiden und weiß man, dass die Energide eine Kraftgröße repräsentiert, so leuchtet es sofort ein, dass mit der Zahl der Energiden auch die Energie, die Arbeitskraft in der wachsenden Pflanze sich vermehrt“.

Bei der Teilung einer Zelle in zwei oder viele, teilen sich die Zellen nicht bloß räumlich, sondern auch in den in der Substanz der Energiden liegenden Energievorrat, von einer Vermehrung der Energie durch die Vermehrung der Anzahl kann gar keine Rede sein. Sachs verwechselt auch hier die Fähigkeit, sich zu Accumulatoren zu entwickeln, mit der Energie selbst. Die ganze Darstellung kann nur zu falschen Vorstellungen über den Energiewechsel führen.

Die Teilung ist ein Auslösungsvorgang, bei dem die Energie, die sich vorher vorwiegend als osmotischer Druck äußert, ihrem Bestreben folgt, aus einer höheren Intensität in eine niedere überzugehen. Dabei findet eine Umformung der Energie statt, welche als Bewegung zu Tage tritt, die Quantitätsfunktion der veränderten Energieform ändert aber dabei nicht ihren Betrag.

---

1) Die von Sachs versuchte Abweisung der Atomistik ist auch nur ein sehr blasser Abdruck von Schopenhauer's ernster Kritik der Frage.

2) Unter diesen natürlich Wärme, Elektrizität etc.

Wenn man nun absieht von der Gewinnung positiver neuer Einsichten in Lebensvorgänge durch die Energidenlehre und versucht, sie nur als Mittel zur Uebersicht der Erscheinungen zu benutzen, so gelangt man auch hier zu keinem befriedigenden Resultat. Man muss bei Annahme der Energidenlehre dazu geführt werden, die Myxomyceten als „Energidengesellschaft", als Kolonie (nach Goebel) anzusehen. In einer Kolonie müssen meiner Ansicht nach die Individuen oder Elemente noch als solche erkennbar sein. Einen Wassertropfen, der durch Zusammenfließen zahlreicher kleiner Tropfen entsteht, würde ich nicht Kolonie nennen. Bei der Entstehung eines Plasmodiums ist aber die Vereinigung der Amöben eine so innige, dass die einzelne Amöbe verschwindet. Bisher wurde auch allgemein vorausgesetzt, dass die Vereinigung, die Zopf als Fusion bezeichnet, unter vollständigem Aufgeben der Individualität der Amöben stattfindet. Die Beobachtung widerlegt diese Ansicht auch nicht.

Bei der Annahme der Energidenlehre, zerfallen nach Goebel die Pflanzen in monergide und polyergide Pflanzen. Die letzteren werden dann wieder in celluläre und nichtcelluläre geteilt. Der Ausdruck nichtcellulär vereinigt sich aber nur schlecht mit der Ansicht über Energiden und Zellen. Nichtcellulär nannte Sachs bekanntlich die Siphoneen, aber in seiner Energidenabhandlung bezeichnet er als „Zelle" die von einer oder mehreren Energiden bewohnte Zellhaut. Demnach wären die Siphoneen zugleich Zellen und nichtcellulär, was offenbar die Klarheit nicht fördert.

Eine *Caulerpa* wäre gleichzeitig eine Zelle und eine Kolonie und wenn man diese letztere Ansicht für begründet hält, so müsste das auf dem Gebiete der Systematik eine vollständige Umwälzung herbeiführen, die aber noch eine Menge von Fragen mit sich brächte.

Wie soll man z. B. eine *Cladophora* nach der Energidenlehre ansehen. Wir haben hier einen Faden, der aus „Zellen" besteht. Jede Zelle ist aber, da sie zahlreiche Kerne enthält, eine Kolonie von Energiden, *Cladophora* wäre also eine Kolonie von Kolonien, man könnte sie nach der Methode der vergleichenden Morphologie als eine Kolonie einfacher kleiner Siphoneen bezeichnen. Man müsste aber dann auch die systematischen Konsequenzen auf sich nehmen, wobei, wie mir scheint, aber nur wunderliche Dinge zu Tage kommen würden.

Es erscheint mir sehr zweifelhaft, dass durch Einführung des Energidenbegriffes, in irgend einem Gebiete der Botanik eine größere Klarheit entstehen kann. Viel eher sieht es aus, als ob man mit der Energide in eine fortwährende Kollision mit Thatsachen geraten wird und wenn diese vermieden werden soll, einer vorurteilsfreien Anschauung den größten Zwang anthun muss. Wie leicht die Energidenlehre zu Missverständnissen führen kann, geht daraus hervor, dass v. Kölliker, gewiss ein klarer und scharfer Denker, sich doch der

Unsicherheit, die in der Energidenlehre steckt, nicht entziehen kann und p. 11 seiner oben zitierten, sehr interessanten Abhandlung von „vielkernigen Energiden der Pflanzen“ spricht, die es nach Sachs natürlich nicht giebt.

In der Energidenlehre wird noch einmal der Versuch gemacht, etwas, was sich bloß durch Beobachtung feststellen lässt, a priori zu behaupten, um dann allerlei daraus abzuleiten. Es ist kein Wunder, wenn daraus Widersprüche entstehen, denn die Absicht durch einen a priori aufgestellten Begriff zu entscheiden, wie die Natur es machen solle, um uns besser begreiflich zu sein, ist ein Zwang, gegen den die Thatsachen in der Regel bald Front machen. [101]

Beiträge zur Kenntnis der sog. Rückenorgane der Crustaceenembryonen.

Von Prof. Dr. **J. Nusbaum** und cand. **Witold Schreiber** in Lemberg.

In einer im Jahre 1892 der Akad. d. Wiss. in Krakau vorgelegten Abhandlung über die Entwicklung der Isopoden[1]) hat einer von uns u. A. die Ansicht ausgesprochen, dass in den sog. Rückenorganen der Crustaceenembryonen zwei Gruppen von Gebilden zu unterscheiden sind. Erstens finden wir hier unpaarige Gebilde, die als „Teile des zur Begrenzung und zum Schließen des Rückens dienenden Blastoderms“ zu betrachten sind. Die unpaarigen, als Einstülpungen des Blastoderms auf der Rückenseite der Crustaceenembryonen erscheinenden Gebilden sind völlig denjenigen homolog, die auch bei den Insektenembryonen erscheinen und (wie z. B. beim *Hydrophilus*) als auf dem Rücken zusammengezogene Embryonalhüllen anzusehen sind (Involutionsprozess). Dass zwischen dem Rückenorgane der Crustaceen und einem Teile der Embryonalhüllen der Insekten in dieser Hinsicht eine Homologie besteht, das hat schon einer von uns auch vorher an einer anderen Stelle zu zeigen versucht[2]). Zweitens finden sich aber bekanntlich bei vielen Crustaceen paarige Rückenorgane, denen manche Naturforscher einen ganz anderen morphologischen Wert zugeschrieben haben. Wir werden diese Organe als dorso-laterale im Gegensatz zu den unpaarigen, dorsalen bezeichnen. Claus[3]) sah bekanntlich in den lappenförmigen dorso-lateralen Organen der Embryonen von Asellus Rudimente der Schalenduplikaturen der Thoracostraken. Zu diesem Vergleiche führten ihn besonders die beim Apseudes bestehen-

1) J. Nusbaum, Materyały do embryogenii i histogenii równonogów (*Isopoda*). Mit VI Tafeln v. Abbildungen. Krakau, 1893.

2) J. Nusbaum, L'Embryologie de Mysis Chameleo. Archives de Zool. expér. et générale. Vol. V, 2. Série, 1887.

3) C. Claus, Ueber die morph. Bedeutung der lappenförmigen Anhänge am Embryo d. Wasserassel. Anzeiger d. Akad. Wiss. Wien. Mat. nat. Classe, 1887.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Hansen Adolf [Adolph]

Artikel/Article: Die Energidenlehre von Sachs. 725-736