

Article

Materie, Energie und Äther

Zenghelis, Konstantin D.

in: Periodical issue - 7 |

Naturwissenschaftliche Rundschau - 22 |

Periodical

4 page(s) ([81] - 84)

Nutzungsbedingungen

DigiZeitschriften e.V. gewährt ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht kommerziellen Gebrauch bestimmt. Das Copyright bleibt bei den Herausgebern oder sonstigen Rechteinhabern. Als Nutzer sind Sie nicht dazu berechtigt, eine Lizenz zu übertragen, zu transferieren oder an Dritte weiter zu geben.

Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen:

Sie müssen auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten; und Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgend einer Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen; es sei denn, es liegt Ihnen eine schriftliche Genehmigung von DigiZeitschriften e.V. und vom Herausgeber oder sonstigen Rechteinhaber vor.

Mit dem Gebrauch von DigiZeitschriften e.V. und der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

DigiZeitschriften e.V. grants the non-exclusive, non-transferable, personal and restricted right of using this document. This document is intended for the personal, non-commercial use. The copyright belongs to the publisher or to other copyright holders. You do not have the right to transfer a licence or to give it to a third party.

Use does not represent a transfer of the copyright of this document, and the following restrictions apply:

You must abide by all notices of copyright or other legal protection for all copies taken from this document; and You may not change this document in any way, nor may you duplicate, exhibit, display, distribute or use this document for public or commercial reasons unless you have the written permission of DigiZeitschriften e.V. and the publisher or other copyright holders.

By using DigiZeitschriften e.V. and this document you agree to the conditions of use.

Kontakt / Contact

DigiZeitschriften e.V.

Papendiek 14

37073 Goettingen

Email: info@digizeitschriften.de

Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

14. Februar 1907.

Nr. 7.

Materie, Energie und Äther.

Von Professor Dr. Konstantin D. Zenghelis (Athen).
(Antrittsvorlesung bei Übernahme der Professur für allgemeine
und physikalische Chemie an der Universität zu Athen.)

(Originalmitteilung.)

(Schluß.)

Welches ist nun die Quelle dieses verschwenderisch verbreiteten unerschöpflichen Schatzes?

Es kann sich nur um drei mögliche Erklärungen handeln. Die erste ist die, daß die Entwicklung einer so kolossalen Quantität von Energie der Absorption derselben aus anderen bekannten Energiearten, die im Weltall zerstreut sind, zuzuschreiben ist, wie es sich z. B. mit der strahlenden Energie des Lichtes verhält.

Diese Erklärung wird aber durch die zu diesem Zweck angestellten Versuche, welche alle ein negatives Resultat hatten, ausgeschlossen.

Die zweite mögliche Erklärung ist die, daß diese Energie nicht durch Absorption einer bekannten Gestaltung der Energie, sondern einer unbekannteren entsteht, deren Existenz im Weltall der Wissenschaft entgangen ist.

Außer daß sich diese Erklärung auf keine Tatsache stützt, führt sie auch neue Dämonen in die Wissenschaft ein, nämlich die Annahme einer unbekannteren Art von Energie, welche überall verbreitet ist und alle Körper ungehindert durchdringt, nur die aktiven nicht.

Es bleibt nun noch die dritte Erklärung, daß nämlich diese Strahlungen das Produkt eines explosionsartigen Zerfalls der Atome sind, welche Theorie neuerdings von Rutherford sehr klar zusammengefaßt wurde. Eine solche Erklärung aber widerspricht dem Gesetz der Unzerstörbarkeit der Materie.

Im eigentlichen Sinne handelt es sich hier jedoch nicht um Zerstörung der Materie.

Wir wissen, daß diese Strahlenarten alle in Elektrizität oder Wärme oder mittelbar in Licht oder chemische Energie endigen. Also handelt es sich wirklich um eine Umwandlung der Materie in Energie. Die Materie zeigt sich dabei als eine Form der Energie.

Wir sahen wirklich, daß nach der hypothetischen Entfernung der Energie von der Materie von der letzteren nichts zurückbleibt; nicht einmal die Masse, welche man als ein elektromagnetisches Phänomen betrachtet.

Eine solche Annahme bezüglich der Materie, als einer Art der Energie, könnte nur durch eine Messung

des Quantums der schwindenden Materie und der zur Erscheinung kommenden Energie bestimmt, sowie durch Auffindung einer stabilen Beziehung zwischen beiden bewiesen werden; das Zweite ist jedenfalls möglich, das Erste aber vorläufig nicht wegen des unendlich kleinen Quantums Materie, welche bei der Erscheinung der verschiedenen Strahlungen dissoziiert wird. Nach den Berechnungen Thomsons z. B. würde bei der Dissoziation eines Millionstel Gramm eine Energie $= 1.02 \times 10^{13}$ Erg entwickelt werden.

Im Einklang mit einer solchen Ansicht muß auch die Bedeutung des Ausdruckes materiell und materielle Natur erklärt werden, welchem der lange Gebrauch des Terminus Materie in dem herrschenden Sinne als Träger der Energie ein unklares Bild gibt, das Verwirrung herbeiführen könnte, während der Ausdruck in gewissen Fällen wirklich nichts anderes bezeichnet als die Eigenschaft der Masse.

Sagen wir z. B., daß das Radium materielle Strahlen ausstrahlt, so verstehen wir darunter nichts anderes, als daß es Strahlen entsendet, welche die Eigenschaften der Masse im heutigen Sinne haben, nämlich Elektronen, aus deren Wirkung auf den Äther diese Eigenschaft sich ergibt.

So wird nun auch das Gesetz der Erhaltung der Materie aufrecht erhalten, indem die Materie als eine besondere Art der Energie angesehen wird, welche zwar sehr schwer, aber in ganz ausnahmsweisen Fällen eine andere Form der Energie annehmen kann.

Ein anderes Gesetz jedoch vernichten die Strahlungen des Radiums, ein Gesetz, durch dessen Zerstörung sie das tiefste Innerste der Chemie verletzen, es ist das Gesetz der Erhaltung des Elements. Diesem Gesetz steht das durch Ramsay entdeckte Faktum der Verwandlung des Radiums in Helium entgegen.

Wenn die Experimente Ramsays das Idol der Erhaltung des Elements niederwerfen, zu dessen Aufstellung die Chemie durch die Ärmlichkeit der ihr zur vollständigen Prüfung zu Gebote stehenden Mittel gezwungen war, so dürfen wir nicht glauben, daß durch den Fall dieses Idols nun auch das Fundament der Chemie erschüttert sei; wir wissen im Gegenteil, daß viele das Unsichere dieses Gesetzes häufig beargwöhnten. Das Unvermögen der Chemie, ein Element in ein anderes umzuwandeln, schrieb man ihren zur Konzentrierung des dazu erforderlichen Quantums von Energie ungenügenden Mitteln zu. Lockyer entdeckte vor langer Zeit, daß es auf den

Himmelskörpern, deren Temperatur eine sehr hohe ist, viel weniger Elemente von dauernd geringer Dichte gibt als auf der Erde. Je höher die Temperatur eines Himmelskörpers, um so weniger dichte Elemente trifft man.

Es ist keineswegs unwahrscheinlich, daß auch wir wiederholen könnten, was in jenen unendlichen Schmelztiegeln des Himmels, den Sternen, geschieht, wenn wir nur für unsere chemischen Schmelztiegel dieselbe äußerst hohe Temperatur anwenden könnten.

Das Unvermögen der Verwandlung ist der Unzulänglichkeit unserer Mittel zuzuschreiben, und Ostwald nennt deswegen die Elemente Körper, welche unter allen bekannten Bedingungen nur hylotrope Phasen bilden können.

Die Materie wird nach ihren Eigenschaften charakterisiert, welche von der in ihr eingestieteten Energie abhängen. Eine Veränderung im Quantum der Energie ruft auch eine Änderung dieser charakteristischen Eigenschaften der Materie, folglich der Materie selbst, hervor.

So verwandelt die Hinzufügung eines ein wenig größeren Quantums von Energie zum roten Phosphor denselben in gelben, ein Element, welches von dem ersteren bezüglich der Eigenschaften sehr verschieden ist.

Das Tragen einer sehr großen Ladung von Energie durch die Bestandteile eines leicht löslichen Salzes gibt denselben die Gestalt von Ionen, welche keineswegs an die Elemente erinnern, aus denen sie entstehen.

Wenn die Verteilung der Energie auf verschiedene Weise geschieht, so sehen wir bei diesen chemischen Verbindungen von Elementen die Eigenschaften der ursprünglichen Elemente kaum und nicht nur das allein, bisweilen nehmen diese Verbindungen die Eigenschaften von Elementen an, welche von jedem einzelnen der ursprünglichen Elemente ganz verschieden sind, wie z. B. das Cyan, das wir unter die Halogene rechnen würden, wenn wir es nicht hätten zerlegen können, oder das Ammonium usw.

Warum also sollte uns die Möglichkeit der Umwandlung des Radiums in Helium unter einem bedeutenden Verlust von Energie befremden, da die Energie, welche wir von den geringsten Spuren desselben erhalten konnten, wie wir sahen, eine riesige ist.

Die dauernde Wärmeausstrahlung des Radiums während nur eines Jahres z. B. ist hundertmal größer als die bei der Synthese des gleichen Quantums Wasser. Wir können uns jetzt vorstellen, welche kolossale Energie das Radium im Verlaufe der Jahre und Jahrhunderte ausstrahlt. Eine gleiche Quantität Energie könnte auch nicht nur annähernd durch die bekannten Mittel angehäuft oder von einer so geringen Quantität Materie gewonnen werden. Die sehr große Quantität berechtigt sehr wohl die geschehene Umwandlung des Radiums in das einfachere Element, das Helium. Also auch nach diesem Faktum bleibt das Gesetz der Erhaltung des Elements in Gültigkeit, aber unter einer Beschränkung, welche auch, wie oben gesagt,

Andere schon früher argwöhnten. Diese Beschränkung besteht in der Ausnahme derjenigen Fälle, in denen auf positive oder negative Weise die Anwendung ungeheurer Quantitäten von Energie auf eine sehr geringe Quantität Materie ermöglicht wird. Diese Quantitäten müssen ganz ungewöhnlich, auch nicht vergleichbar mit denjenigen sein, die wir durch Anwendung der stärksten Maschinen einwirken lassen können.

Das sind die Folgerungen, zu denen uns das Studium der aktiven Körper führte.

Dieselben riefen nichtsdestoweniger neben der Aufklärung der obigen Probleme auch neue sehr wichtige Zweifel hervor. Diese bedürfen einer sofortigen und genügenden Antwort, damit so auch die oben ausgesprochenen Hypothesen über die Natur dieser Strahlungen Gültigkeit erlangen.

Die bedeutendsten derselben sind folgende:

Die von dem Radium ausgestrahlte Energie ist sehr groß und dauernd, und es wurde im Verlaufe der Zeit keine fühlbare Verringerung derselben bemerkt. Da wir aber angenommen haben, daß während der Strahlung eine dauernde Dissoziation der Materie stattfindet, so folgt daraus, daß die im Weltall vorhandene Quantität des Radiums dauernd vermindert wird.

Diese Verminderung ist unendlich klein, insofern, wie wir sahen, die Dissoziation einer unendlich kleinen Quantität Materie zur Entwicklung sehr großer Quantitäten Energie genügt.

Viele versuchten sogar durch Berechnungen die Lebensdauer des Radiums zu bestimmen. So setzte Curie dieselbe auf etwa 1 Million, Thomson auf 50000, Rutherford auf 1200 und Crookes auf nur 100 Jahre an.

Der kolossale Abstand dieser verschiedenen Zahlen bekundet klar, daß die Basis der Berechnungen keine sichere ist.

Obwohl von den verschiedenen Forschern verschiedene Grundlagen für die Berechnung angenommen wurden, so gehen doch alle von der Voraussetzung aus, daß die gesamte Quantität des Radiums unmittelbar und in festem Zustande ausstrahlt, in dem es diese intraatomistischen Verwandlungen besteht.

Wie lange wir auch die längste der wahrscheinlichen Fristen für das Leben des Radiums als richtig annehmen mögen, dieser Zeitraum wird immer den geologischen Jahrhunderten gegenüber, die seit dem Erscheinen der Erde vergingen, sehr gering sein.

Hier stellt sich die Frage ein, warum das Radium bis heute nicht erschöpft ist.

Darauf antworten Viele, daß das Radium ein nachgeborenes Element ist, entstanden und entstehend aus einem anderen, das allmählich in Radium verwandelt wird, und zwar aus dem Uran, dem es begleitenden Metall.

Obwohl diese Hypothese heute viele Anhänger hat, so kann sie doch wegen ihrer Natur sicherlich nur schwer die experimentale Prüfung bestehen. Aber außer der oben erwähnten Schwierigkeit finden wir noch eine andere. Daß nämlich, wie man annimmt,

diese Strahlung, während sie infolge einer explosionsartigen Dissoziation unter reichlicher Entwicklung von Energie entsteht, nicht mit dauernd wachsender oder wenigstens veränderlicher Schnelligkeit fortschreitet, sondern konstant bleibt.

Diese Fragen haben auch uns lange beschäftigt; vor sehr kurzer Zeit erst veröffentlichten wir eine diesbezügliche Studie¹⁾, durch welche wir eine eigene, auf eine Reihe von Experimenten gestützte Erklärung vorschlugen.

Wir zeigten an mehr als 200 Elementen und Verbindungen nach fünfjährigen Experimenten, daß aus allen festen Körpern auch bei gewöhnlicher Temperatur Dämpfe in ungeheuer geringer Quantität entweichen.

Aber diese Dämpfe zeigten die chemische Wirkung nicht genau, welche sie nach der bisherigen Kenntnis hätten zeigen müssen. Ihre Wirkung war zuweilen eine solche, daß wir zur Annahme gezwungen wurden, sie erlitten in dem äußerst verdünnten Zustande, in welchem sie sich befanden, eine ziemliche oder auch sehr vorgeschrittene Dissoziation.

So verband sich z. B. ein von Dämpfen der Metalloxyde angegriffenes Silberblatt einfach mit dem Metall und nicht mit dem Sauerstoff, was beweist, daß die Dämpfe sich zum Teil mit dem Sauerstoff und dem Metall dissoziiert hatten.

Die vorliegenden Strahlungen wurden, als man sie zuerst bemerkte, während der Entladung der Elektrizität durch äußerst verdünnte Gase erzeugt, wobei einige Atome der letzteren sich augenscheinlich weiter zerlegen.

Dieses Faktum führt uns zu der Hypothese, daß auch die aktiven Körper nicht im festen Zustande Strahlen entsenden, sondern daß auch sie aus der äußerst geringen Quantität der Dämpfe entstehen, welche sie auströmen, und welche sich nach obigen Auseinandersetzungen in Dissoziation befinden.

Nach unseren eigenen Beobachtungen besitzt das Radiumchlorid in hohem Grade die Eigenschaft, in festem Zustande bei gewöhnlicher Temperatur Dämpfe auszusenden, und in viel höherem Grade als das ihm verwandte Salz, das Baryumchlorid.

Wenn wir diese Hypothese acceptieren, können wir die zwei oben gestellten Fragen genügend beantworten, warum nämlich das Radium und die übrigen aktiven Körper noch nicht erschöpft sind und warum ihre Ausstrahlung konstant bleibt.

Da die Strahlungen aus den in Dissoziation in äußerst verdünntem Zustande befindlichen Dämpfen der Körper entstehen und nicht aus den festen, so strahlen nur diejenigen Teile, welche sich an der Oberfläche befinden.

Folglich werden die in der kompakten Masse der Erdrinde in Spuren vertretenen aktiven Körper erst mit allen übrigen Körpern von der Erde verschwinden, welche ebenfalls fortwährend Dämpfe ausströmen.

¹⁾ Siehe Zeitschrift für physikal. Chemie 1904, Bd. 50, S. 219; 1906, Bd. 57, S. 90. Über die Verdampfung fester Körper bei gewöhnlicher Temperatur.

Viele von ihnen sogar in viel größerem Maßstabe, wie der Schwefel und andere.

Vergeblich bemühen sich daher die Gelehrten, welche die Katasterbücher der Natur zur Auffindung des Lebensalters des Radiums durchstöbern, und die Furcht vor einer Erschöpfung desselben ist unbegründet, da auch das Radium wenigstens ebenso ewig ist wie die übrigen Elemente.

Was die Stabilität der Strahlung anbelangt, so ist auch sie eine natürliche Folge dieser Hypothese.

Die Quantität der Dämpfe, die sich in jedem Augenblick aus einem Körper entwickelt, d. i. die Spannung der Dämpfe ist konstant, wenn der Druck und die Temperatur konstant sind. Letztere aber rufen, da sie in unserem Falle kaum die geringste Änderung erleiden, nur eine sehr geringe Umwandlung hervor.

Viele von Anderen gemachte und zu der Tätigkeit der aktiven Körper in Beziehung stehende Beobachtungen treten unserer Hypothese helfend zur Seite.

So beobachtete Gustav le Bon, daß Radiumsalz, das auf der großen Fläche eines mit einer Lösung von Radium enthaltenden Salzes bestreuten Filtrierpapiere verteilt und verdampft war, viel stärker strahlt als dasselbe Salz, wenn es auf einer in festem Zustande befindlichen Unterlage lag.

Das bedeutet nichts anderes, als daß nur das an der Oberfläche befindliche Radium strahlt, da doch sicherlich dieses nur eine Verdampfung besteht.

Wir führen ferner das Resultat an, zu dem in diesem Jahre der gründliche Forscher solcher Strahlungen, Rutherford, gelangte. Dieser nimmt an, daß in den aktiven Körpern auch Umwandlungen geschehen, welche nicht von der Entsendung solcher aktiven Strahlen begleitet sind; daß wahrscheinlich alle Körper solchen Veränderungen unterworfen sind, die keine aktiven Strahlen hervorrufen, nämlich solche, welche nicht auf die Mittel reagieren, durch welche wir das Vorhandensein der schon bekannten Strahlen nachweisen.

Campbell andererseits kam durch eine Reihe von Experimenten im verflossenen Jahre zu dem Resultat, daß alle Metalle und wahrscheinlich auch ihre Salze aktiv sind.

Da auch aus allen Metallen und ihren Salzen, wie wir bewiesen haben, in geringer Quantität Dämpfe entweichen, so sind wir um so mehr überzeugt, daß die beobachteten Strahlungen Endprodukte der allmählichen Dissoziation der Dämpfe sind, welche aus den verschiedenen Körpern entweichen.

Es unterscheiden sich folglich das Radium und die übrige Reihe der verwandten Körper nur in gewissem Grade von den übrigen Körpern bezüglich der Aktivität, insofern der Koeffizient der Dissoziation des Dampfes in positive und negative Elektronen viel größer ist als bei den anderen Körpern.

Alle Körper strahlen also. Die Materie zerstreut fortwährend ihre letzten Ausdünstungen ins Unendliche. Wenn wir diese mit den Augen wahrnehmen könnten, so würde das Aussehen der Erde ein anderes sein. Ein wunderbarer Glanz würde alle Körper

umgeben, derselbe würde gleichzeitig auch das letzte Aufleuchten der Materie sein, bevor sie wieder in der allen gemeinsamen Mutter, der Energie, aufginge.

L. Diels: Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich. 130 Seiten, 30 Textfiguren. (Berlin 1906, Bornträger.)

Während man früher die Blütenbildung an ein gewisses, im einzelnen Falle spezifisches Alter geknüpft sah, ist man sich heute der Abhängigkeit der Blütenreife von bestimmten Bedingungen bewußt. Zunächst hatte Klebs bei niederen Kryptogamen die Wandelbarkeit des Verhältnisses von Wachstum und Fortpflanzung erwiesen, zugleich aber auch in gewissen Fällen die äußeren Faktoren zu bestimmen gewußt, in deren quantitativ verschiedener Einwirkung der Grund für den Wechsel von vegetativem Zustand und Fruktifikationserscheinungen liegt (vgl. Rdsch. 1898, XIII, 508). Später erkannte man immer deutlicher, daß auch bei den Phanerogamen sichtlich Beziehungen zwischen Blütenreife und äußeren Bedingungen vorliegen (Einfluß von Licht, Temperatur und Feuchtigkeit). So bezeugen mancherlei Beispiele, daß die Blütenreife durch Trockenheit oder Störung der vegetativ förderlichen Ernährung begünstigt wird. Eine Pflanze kann demnach auch schon in sehr frühem Entwicklungsstadium blühen, wenn, wie sich Klebs ausdrückte, „nach Überschreitung des Nahrungsminimums das für den Prozeß notwendige Verhältnis von Stoffsynthese und Stoffverbrauch durch bestimmte äußere Bedingungen herbeigeführt wird“. (Vgl. Rdsch. 1901, XVI, 357; 1904, XIX, 451, 612.)

Es existiert eine größere Zahl gelegentlicher Beobachtungen über „verfrühtes“ Blühen in der Literatur, deren am besten beschriebene Fälle nun Herr Diels zunächst zusammengestellt hat. Um einen herauszugreifen: Exemplare des Mahagonibaums *Swietenia Mahagoni* Jacq. (beschrieben als var. *praecociflora* Hemsley) blühten als Keimpflänzchen von etwa 20 cm Höhe schon, als sie unter Wassermangel zu leiden hatten. In vielen anderen Fällen hat man zwar keine Kenntnis vom Alter der (in der freien Natur beobachteten) blühenden Pflanzen, darf aber unbedenklich aus der relativ geringen Größe der Pflanze auf Verfrühung des Blühens schließen. Auch hierfür teilt der Verf. eine Anzahl Beispiele aus der floristischen Literatur mit, fügt aber aus außereuropäischen Gebieten noch eigene Erfahrungen an. Die in Australien herrschende Gattung *Eucalyptus* bietet z. B. öfter am gleichen Standort das Vorkommen blühender Exemplare der gleichen Art sowohl in der normalen Baumform, wie in der Form von Sträuchern. Von *Eucalyptus occidentalis* fand der Verf. in Westaustralien blühende Bäume von 20 m Höhe und (auf etwas festerem Boden) dicht daneben Sträucher von etwa Meterhöhe. In die gleiche Kategorie von Vorkommnissen gehört es aber auch, wenn *Ricinus communis* in ihrer tropischen Heimat als Baum von mehreren Metern Höhe auftritt, während sie bei uns als einjährige Pflanze im Verlauf des kurzen Sommers blüht.

Besonders deutlich tritt aber die Unabhängigkeit der generativen Reife und des vegetativen Wachstums in den Fällen hervor, wo eine morphologische Differenz zwischen Jugend- und Folgeformen besteht. Bekanntlich sind, mehr oder weniger deutlich, die Phasen der vegetativen Entwicklung einer Pflanze an der Verschiedenheit der sich stufenweise folgenden Organe zu erkennen. Ist sie gering, so nennt Goebel die Entwicklung homoblastisch, im Gegensatz zur heteroblastischen, ohne daß beide indes scharf zu trennen wären. Die Heteroblastie wird nun, wie der Verf. nachweist, in ihrer Ausdehnung bedeutend unterschätzt. An reichem Material stellt er solches Vorkommen von vegetativen Gestaltungen, die einem bestimmten Alter entsprechen („Helikomorphien“¹⁾), zusammen und erörtert ihre Beziehungen zur Blütenreife bei den heteroblastischen Formen. Denn an denen tritt es am augenfälligsten zutage, wenn die Blütenreife nicht an eine Wachstumsphase, hier also an eine vollzählige Reihe vorübergegangener Helikomorphien gebunden ist. Auf alle Belege, die der Verf. bietet, kann hier nicht eingegangen werden, nur einzelnes werde herausgegriffen.

1. Gruppe: Heteroblastien mit gehemmtten Primärblättern. Eine 1904 von Lindman aufgestellte Wasserfarngattung *Regnellidium* stellte sich als eine fertile Jugendform der Gattung *Marsilia* heraus. *Marsilia* besitzt im erwachsenen Zustande vierteilige Blattspreiten, *Regnellidium* dagegen ist durch zweiteilige charakterisiert, außerdem durch nie am Rande anastomosierende, vielmehr stets freie Nerven. Schon Lindman sah, daß *Regnellidium* wenigstens in den Blattformen mit den jungen (submersen) *Marsilien* übereinstimmte, und erklärte seine fruktifizierende Pflanze für einen „Prototypus“ der *Marsilia*. An Keimpflanzen von *Marsilia* zeigt nun Herr Diels nicht nur das Vorkommen der ein- bis vierteiligen Blätter, sondern auch das von freien Nerven am Blattrande. Endlich aber fand er auch selbst eine neue kleine *Marsilia* (*M. paradoxa* in Westaustralien), die neben ihren Früchten Laub aller Stadien zugleich trägt. Sie ist in ihren Standorten (Rand einer Schlammputze im Gebiete neunmonatiger Trockenzeit) eine Erscheinung, die sich von *Regnellidium* nur durch geringere Stabilität der Kombination der zweiteiligen Blattphase mit der Blütenreife unterscheidet. — Wie sich hier die niederen Helikomorphien als Hemmungsbildungen der höheren und Blütenreife und Laubskala in wandelbarem Verhältnis erweisen, so schreiten ähnlich bei den *Alismataceen*, die in ihrer vielseitigen Blattgestaltung so große Elastizität der Lebenseinrichtung besitzen, vegetative Hungerformen zur Blüte. — In der vielgestaltigen Familie der *Proteaceen* zeigt die Gattung *Hakea* Sect. *Conogonoides* zwei parallele Artenreihen, die *Petiolares*

¹⁾ „Helikomorphie nenne ich eine Form, die sich in einer bestimmten Phase der vegetativen Entwicklung — d. h. bei einem bestimmten (relativen) Alter (*ήλικία*) — einstellt.“ (Diels, S. 22.) Diesem Begriff sind also Jugendform und Folgeform untergeordnet.