Zeitschrift: Am häuslichen Herd : schweizerische illustrierte Monatsschrift
Herausgeber: Pestalozzigesellschaft Zürich
Band: 14 (1910-1911)
Heft: 10

Artikel: Künstliche Pflanzen
Autor: Gradenwitz, Alfred
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-665649

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

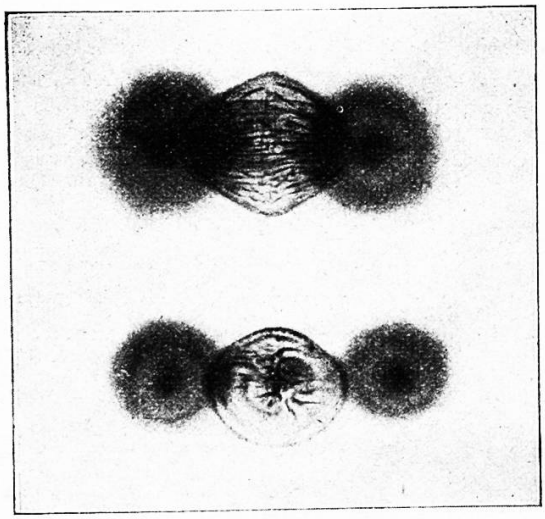
Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Künstliche Pflanzen.

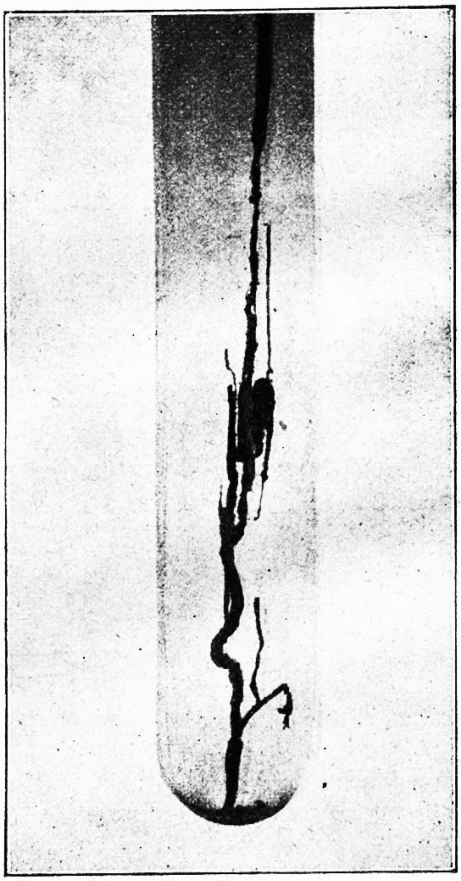
Von Dr. Alfred Gradenwitz.



Abbild. 1. Künstliche karyokinetische Figuren.

Wenn die Phantasie des Dichters in Goethes Faust den künstlichen Menschen Homunkulus aus der chemischen Retorte entstehen läßt, so befindet sie sich einigermaßen im Einklang mit den zurzeit noch recht unklaren, mystischen Vorstellungen der im Werden begriffenen Naturwissenschaft, der die Alchimie noch ihr Gepräge aufgedrückt hat. Ein scharfer Rückschlag gegen die etwas kindlichen Bestrebungen damaliger Forscher, die Grundkörper ineinander zu verwandeln und aus lebloser Materie Lebewesen zu erzeugen, durchzieht dann die Geschichte der Wissenschaft des 19. Jahrhunderts, die mit den Theorien früherer Zeiten vielleicht allzu gründlich aufräumt und so manche Lehre mit ihrem Bannstrahl belegt, die in den letzten Jahren wieder ernsthafter Erörterung für würdig befunden worden ist.

Es ist zweifellos, daß wir augenblicklich am Vorabend großer Umwälzungen unserer wissenschaftlichen Anschauungen stehen: die Erscheinungen der Radioaktivität haben den Glauben an die Unveränderlichkeit des Atoms und sogar das Prinzip der Erhaltung der Materie, wenigstens in der früher geläufigen Form, ins Wanken gebracht. Die bisher übliche Unterscheidung von drei streng geschiedenen Aggregatzuständen der Substanz hält ferner neueren Untersuchungen gegenüber nicht mehr stand: einerseits zeigen sich zwischen diesen einzelnen Zuständen allenthalben Übergänge, und anderseits gelangen wir zu der Vermutung, daß auch zwischen der Materie und dem nicht Stofflichen, (z. B. dem Lichtäther) zahllose Übergangsstufen bestehen. Schließlich finden wir Zwischenstufen zwischen dem Gebiet der leblosen Materie und dem Reich der Lebewesen und können hieraus mancherlei interessante Schlüsse auf das Wesen des Lebens ziehen.

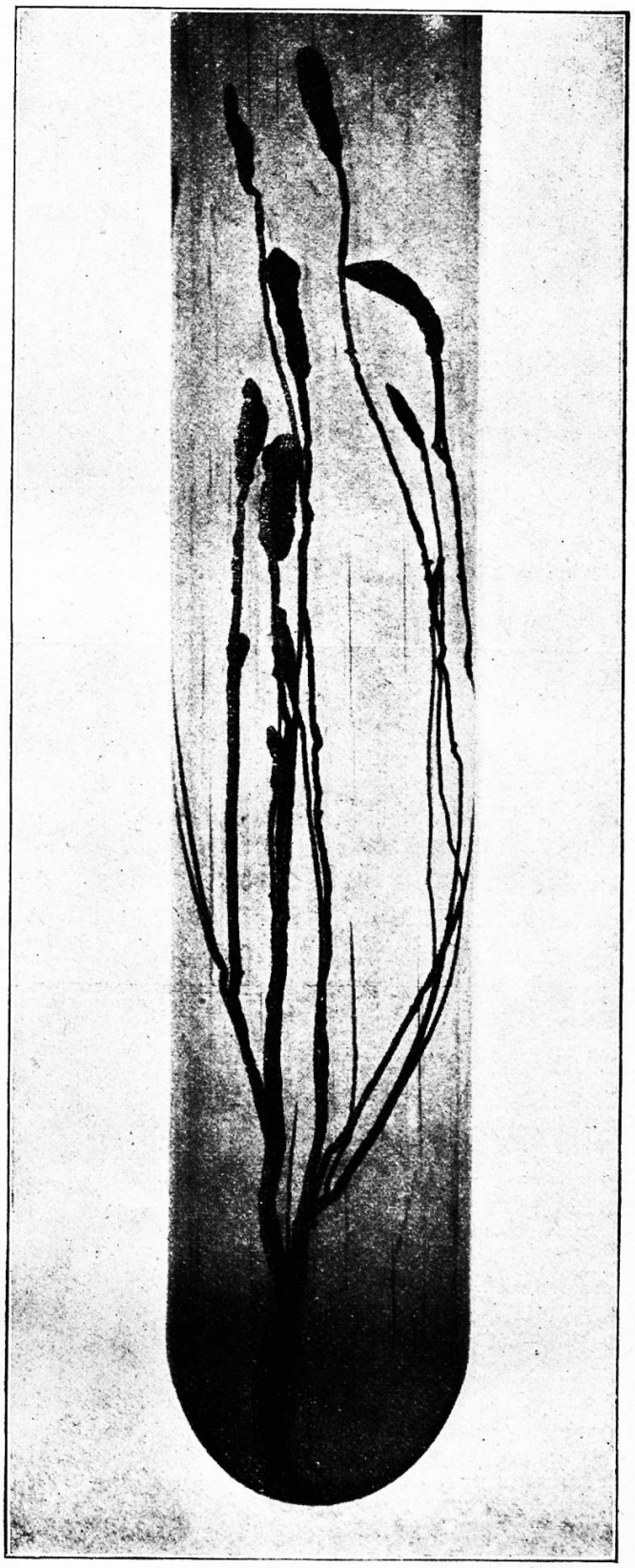


Abbild. 2.
Regeneration künstlicher Gebilde.

Wenn die neuesten Untersuchungen Lehmanns über scheinbar lebende, weiche

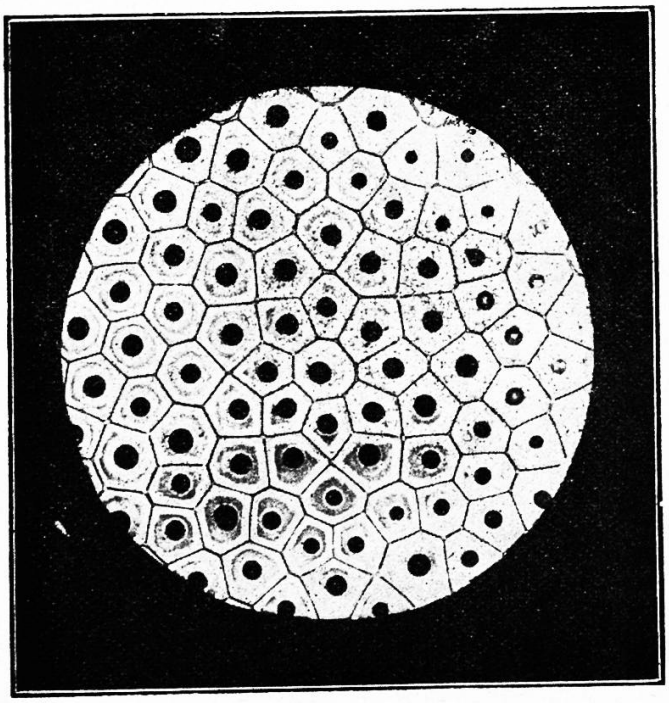
Kristalle den Beweis erbringen, daß gewisse der Mineralwelt angehörige Gebilde sich, wenigstens äußerlich, wie Lebewesen niedrigster Form (Bakterien usw.) verhalten, so hat Prof. Leduc in Nantes gezeigt, daß die Lebensfunktionen der tierischen und pflanzlichen Zelle, wie schon die vierzig Jahre alten Versuche des deutschen Physiologen M. Traube vermuten ließen, ausschließlich durch die physikalischen Gesetze der Diffusion (Osmose) und Kohäsion bedingt sind. Wenn es schon Traube gelungen war, auf Grund der fraglichen Naturerscheinungen künstliche Zellen zu erzeugen, die ihrem Äußeren nach den natürlichen durchaus glichen, so hat Leduc es durch geschickte Verwertung der Traubeschen Forschungen verstanden, mittels derartiger künstlicher Gebilde sämtliche Lebensäußerungen der natürlichen Zelle (Nahrungsaufnahme, Wachstum und Fortpflanzung) nachzuahmen.

Der Botaniker, dem die in Figur 3, 6, 9 wiedergegebenen Abbildungen vorgelegt würden, dürfte einigermaßen in Verlegenheit kommen, wenn man ihm die Aufgabe stellte, die fraglichen Gebilde in das ihm geläufige System von Klassen, Ordnungen und Familien einzureihen. Zweifel an ihrer Echtheit würden allerdings kaum in ihm auftauchen; ist doch ihr ganzer Habitus typisch für die Vertreter der Pflanzenwelt, speziell für gewisse Wasserpflanzen.



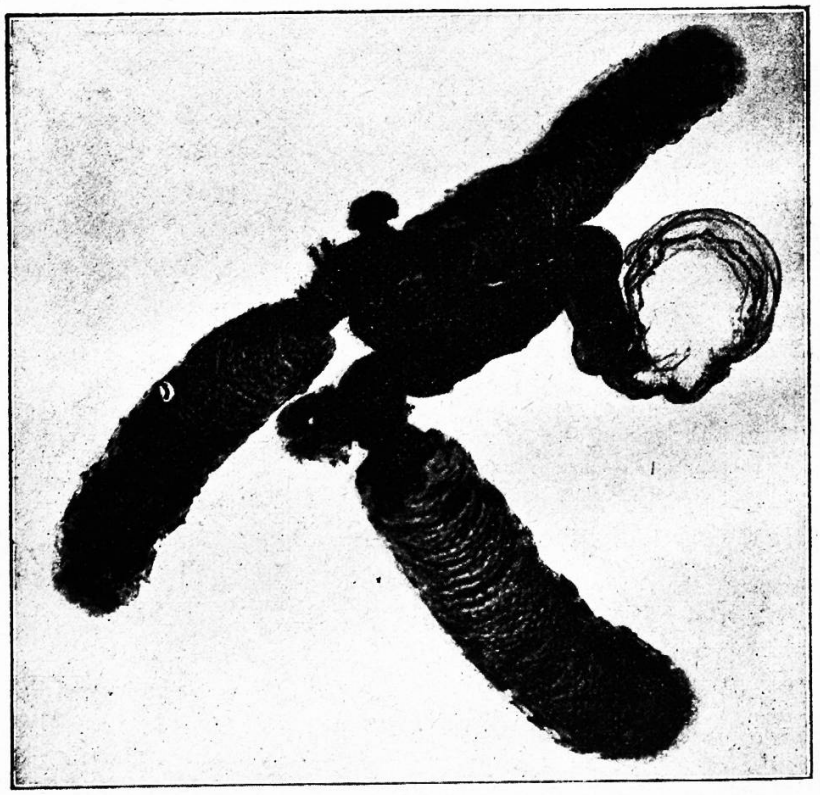
Abbild. 3.
Künstlicher Pflanzenwuchs im Probierglas.

Und doch handelt es sich nicht um wirkliche Pflanzen, ja überhaupt nicht um Lebewesen irgendwelcher Art, sondern um künstliche Gebilde, die ähnlich wie die eingangs erwähnten Phantasiegebilde dem Laboratorium



Abbild. 4. Wachstum einer künstlichen Zelle.

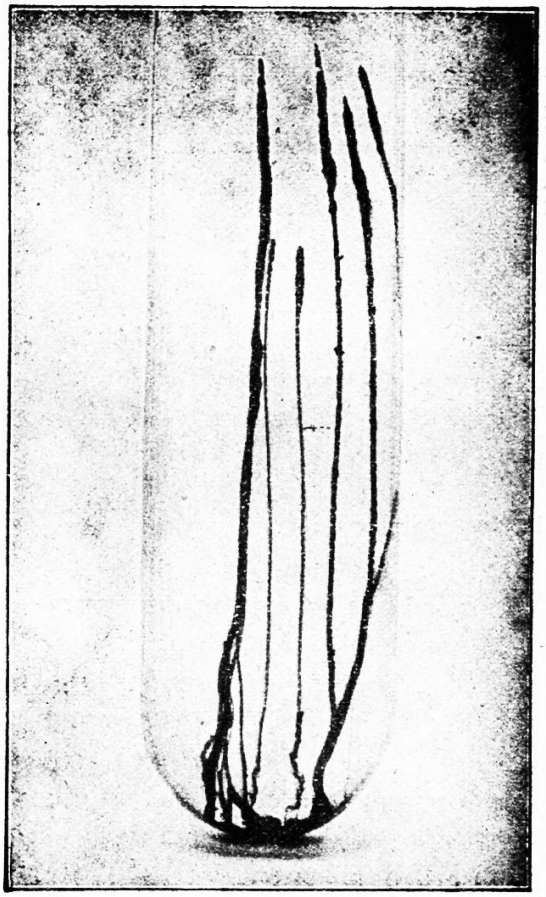
des Chemikers entstammen. Wenn schon ihr bloßer Anblick Interesse wachruft, um wie viel interessanter muß es nicht sein, ihrem Entstehen beizuwohnen, zu beobachten, wie aus einem künstlichen Samenkorn Keime hervorsprießen, die sich (mit im Belieben des Experimentators stehender Geschwindigkeit) zu Sprossen und Stengeln entwickeln und Blätter und knospenartige Gebilde, Ranken und Blüten treiben, um dann nach einiger Zeit gleich einer lebenden Pflanze abzusterben und in ein unscheinbares, formloses Gewebe zu zerfallen. Das ganze Werden und Vergehen einer Pflanze kann man auf diese Weise im Laufe weniger Stunden vorführen. Im folgenden wollen wir zunächst einige Angaben über die Beschaffenheit des künstlichen Samenkorns und des Milieus machen, in das dieses versenkt wird, wenn es keimen soll. Man nimmt ein Korn von 1 bis 2 Millimeter Durchmesser, bestehend aus etwa zwei Teilen Saccharose (Zucker) und einen Teil Kupfersulfat, und legt dieses in eine wässerige Lösung, enthaltend 2 bis 4 Prozent Kaliumferrozyanid, 1 bis 10 Prozent Chlornatrium oder anderes Salz und 1 bis 4 Prozent Gelatine. Je nach der Temperatur sprießt das in dieser Lösung befindliche künstliche Samenkorn dann in einigen Tagen oder einigen Stunden; ja sogar in wenigen Minuten schon läßt sich der Keimprozeß vor einer größeren Zuhörerschar demonstrieren. Das Korn umgibt sich dabei mit einem Häutchen aus Kupferferrozyanid, das für Wasser und gewisse Ionen durchlässig, für Zucker je-



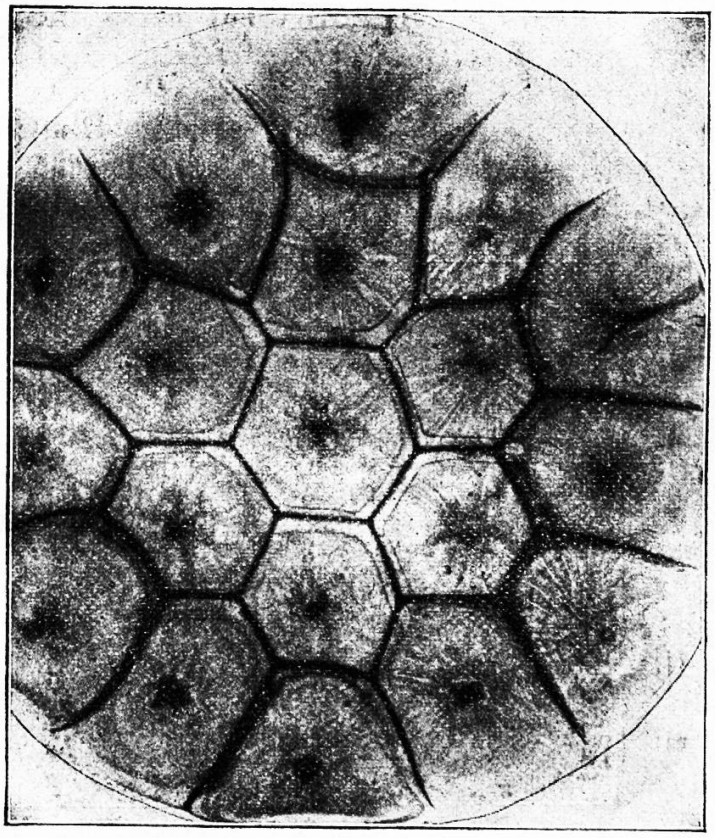
Abbild 5. Wachsen einer künstlichen Zelle.

doch undurchlässig ist. Durch diese teilweise Undurchlässigkeit wird im Innern des künstlichen Samenkorns der hohe (osmotische) Druck erzeugt, der die Absorption von Substanz aus dem umgebenden Medium und hiermit das Wachstum des ganzen Gebildes bedingt. Wenn man die Flüssigkeit auf eine Glasplatte aufgießt, so erfolgt das Wachstum in der Horizontalebene; bringt man sie hingegen in einen tiefen Behälter, so wächst das Gebilde gleichzeitig in wagerechter und senkrechter Richtung; es bilden sich dann wirkliche Stengel, die, sobald sie an die obere Fläche der Flüssigkeit gelangen, sich daselbst wie Wasserpflanzen zu flachen Blättern ausbreiten.

Ein einzelnes Samenkorn von einem Millimeter Durchmesser kann auf diese Weise 15 bis 20 Zentimeter senkrechte Stiele erzeugen, die manchmal eine Höhe von 25 bis 30 Zentimeter erreichen, entweder einfach sind oder sich verzweigen, häufig seitliche Blätter oder stengelförmige Gebilde tragen und an ihren Enden, je nach der Zusammensetzung der Kulturflüssigkeit, kugel-, pilz-, ähren- oder rankenförmige Ansätze tragen. Diese Versuche erbringen also den Beweis, daß die Funktionen, die bisher als charakteristisch für den Lebensprozeß galten, durch rein physikalische Kräfte bedingt und geregelt werden. Die fraglichen Gebilde erhalten nämlich ihre Nahrung offenbar durch Innenaufnahme wie Lebewesen, während Kristalle im Gegensatz zu ihnen bekanntlich durch Anlagerung von außen her genährt werden. Ferner besitzen sie eine



Abbild 6. Künstliches Pflanzengebilde im Probierglas.



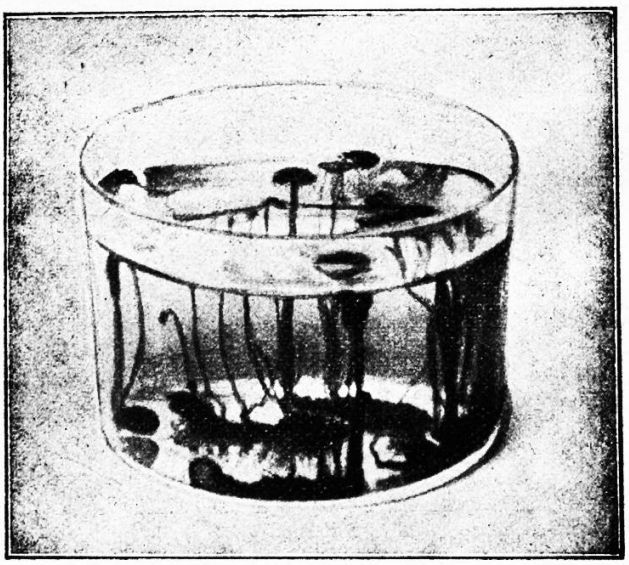
Abbild. 7. Kornartige Teilung der Flüssigkeit.

Abbild. 8. Künstliches Zellgewebe.

wirklich organische Gestaltung, da sie sämtliche für Pflanzen charakteristische Organe, wie Stiele, Blätter und Endgebilde, zeigen. Notwendigerweise sind sie schließlich, da die zu ihrem Aufbau verwandte Substanz, das **Kupfersulfat**, in Stiele bis zu 30 Zentimeter Höhe (bei einem Millimeter Durchmesser) aufsteigt, auch mit einem Zirkulationsapparat ausgestattet. Es handelt sich also fraglos um ein wirkliches Wachstum wie bei der Pflanze, da aus einem kleinen (künstlichen) Samenkorn ein kompliziertes Gebilde von mehrere hundertmal größerem Umfang entsteht..

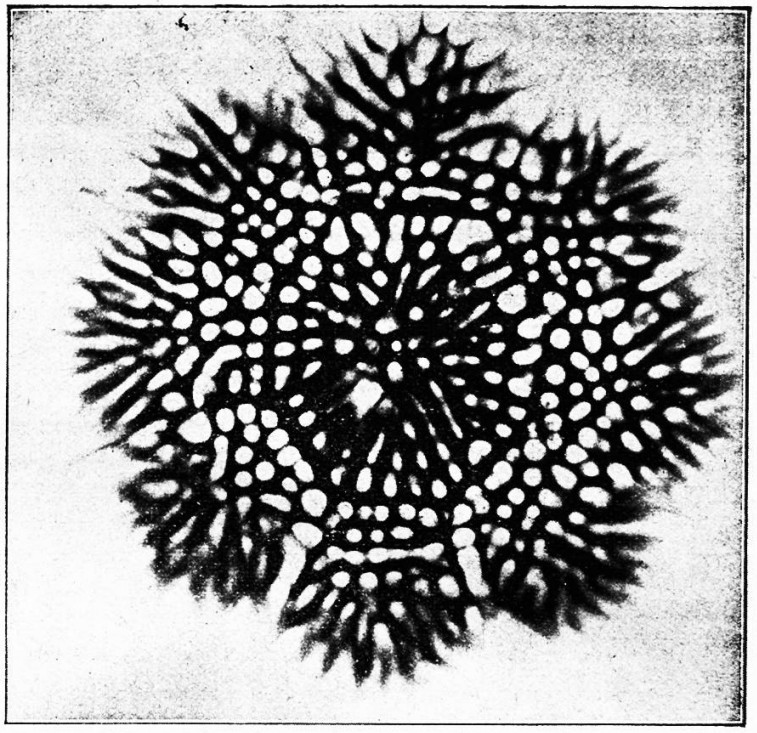
Von Interesse ist es ferner, daß die aus dem künstlichen Samenkorn entstehenden Wachstumprodukte auch für allerlei chemische und physikalische Reaktionen empfänglich sind, ganz wie dies von der Pflanze gilt. Ihre Entwicklung läßt sich durch zahlreiche Gifte aufhalten; Richtung und Wachstum werden durch Unterschiede des inneren Ausbreitungsdruckes (des sog. osmotischen Druckes) aus der Temperatur bestimmt. Die Übereinstimmung dieser künstlichen Gebilde mit wirklichen Lebewesen geht aber noch weiter: wie diese besitzen sie nämlich die Fähigkeit, eine ihnen zugefügte Verwundung wieder auszuheilen; denn wenn ein Stiel vor der Vollendung seines Wachstums zerbrochen wird, so setzen die Bruchstücke sich aneinander und heften sich zusammen, worauf der Vorgang des Wachstums von neuem beginnt. (Fig. 2.) Nur eine einzige Funktion der lebenden Pflanze ist bisher noch nicht auf künstlichem Wege hervorgerufen worden, sonst wäre der gesamte Lebensprozeß pflanzlicher Organismen, wenigstens in seiner äußeren Erscheinung, künstlich dargestellt: Die Fortpflanzung in einander ablösenden Generationen hat sich freilich noch nicht nachahmen lassen; doch dürfte sich dieses Problem in absehbarer Zeit gleichfalls verwirklichen lassen.

Um nun den inneren Mechanismus der Vorgänge, um die es sich bei dem Verhalten dieser künstlichen Pflanzen handelt, dem Verständnis näher zu rükken, dürfte ein kurzes Eingehen auf die grundlegenden Traubeschen Untersuchungen und auf Leducs frühere Versuche erfor-



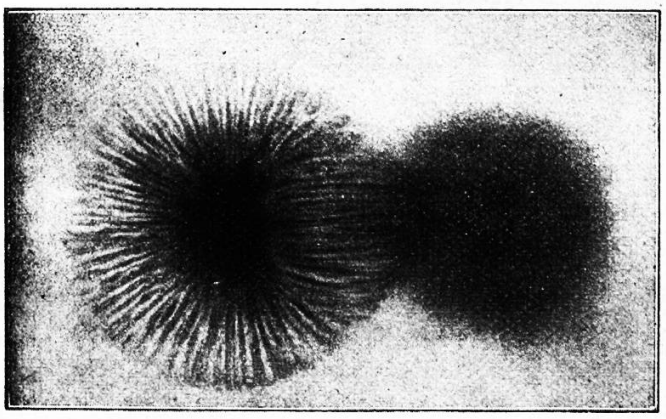
Abbild. 9. Künstliche Wasserpflanzen.

derlich sein. Als Traube vor mehr als 40 Jahren an die Erforschung des Lebens der Zelle ging, war man allgemein noch weit entfernt, in gewissen Lebensäußerungen pflanzlicher und tierischer Organismen das Wirken physikalischer Kräfte zu vermuten. Um so größeres Aufsehen mußten daher Traubes Versuche erregen, aus denen hervorging, daß die Bildung geschlossener, des Wachstums fähiger Bläschen, wie organische Zellen, ein rein physikalischer Vorgang ist, der unter gewissen Bedingungen und bei einer bestimmten Beschaffenheit der aufeinander einwirkenden Stoffe, stets auftritt. Die von ihm hergestellten künstlichen Zellen besaßen allerdings noch nicht die übrigen Eigenschaften organischer Zellen; sie stellten nur den einen der vielen Vorgänge dar, deren Zusammenwirken den Lebensprozeß ausmacht.



Abbild. 10. Flüssiges Zellgewebe.

Traube ließ sich bei seinen Untersuchungen von der Erwägung leiten, daß das Protoplasma, der schleimige Inhalt der organischen Zelle, ihr wesentlichster Bestandteil ist, aus dem alle übrigen Bestandteile, und im besonderen die Membran, durch Erhärtung gewisser Schichten entstehen. Das auf diese Weise gebildete geschlossene Bläschen besitzt nun die Eigenschaft zu wachsen, indem sich sein Inhalt infolge des inneren Lösungsdruckes vergrößert. Gleichzeitig nimmt aber die Membran in demselben Maße an Umfang zu; die Erhärtung des Zellinhaltes beschränkt sich demnach nur auf die äußerste Schicht, derart, daß sich bei dem Wachsen der Zelle die neu erhärteten Moleküle zwischen die bereits erhärteten Membranteilchen einlagern.



Abbild. 11. Diffusionsfeld zwischen ungleichen Magnetpolen.

Nun hatte bereits Graham gezeigt, daß unkristallisierbare Stoffe (Kolloide), wie z. B. Eiweiß, Zucker, Leim, Gummi, Gerbsäure usw., unfähig sind, durch Kolloide Membranen hindurch zu diffundieren. Da nun erfahrungsgemäß die von nicht kristallartigen Stoffen untereinander gebildeten Niederschläge fast stets wieder unkristallisierbar sind, so war vorauszusetzen,

daß ein Tropfen eines in Wasser gelösten Körpers A, in die wässerige Lösung eines Kolloids B gebracht, das mit A eine unlösliche Verbindung eingeht, sich sofort mit einem unlöslichen kolloidalen Überzug bekleiden würde, der seinen beiden Bestandteilen A und B jede weitere Einwirkung aufeinander verwehrte.

Daß wirklich auf diese Weise die Entstehung der Zellmembran zustande kommt, bewies Traube durch folgende grundlegenden Versuche:

Er tauchte ein Glasröhrchen, gefüllt mit der Lösung einer unkristallisierbaren Substanz (Leim) in eine Lösung eines anderen chemisch auf diese einwirkenden Kolloids (Gerbsäure); dann überzog sich unter gewissen Umständen die Öffnung des Röhrchens mit einer Membran aus gerbsaurem Leim. Ähnlich erhielt Traube auch Membranen einer kristallartigen Substanz, z. B. Ferrozyankupfer, durch Berührung von Lösungen aus Blutlaugensalz und essigsaurem Kupferoxyd. Durch Einbringen von Tropfen der einen Lösung in eine größere Menge der anderen konnte er dann die obenerwähnten geschlossenen Bläschen herstellen, die ihrem Aussehen und Wachstum nach natürlichen Zellen durchaus glichen.

Die Fähigkeit der organischen Zellen, von außen aufgenommene Stoffe in eine ihrem eigenen Inhalt gleichartige Substanz umzuwandeln, sich zu neuen Zellen zu zerteilen, oder in ihrem Inneren solche zu erzeugen, jede dieser Erscheinungen mußte dann, wie Traube richtig voraussah, den Gegenstand neuer physikalischer Untersuchungen bilden. Wenn auch seine eigenen Versuche von zahlreichen Forschern nachgemacht und besonders durch Pfeffer (der festgestellt hat, daß die hohe Druckkraft in Pfanzenzellen durch die osmotischen Wirkungen gelöster Inhaltstoffe bedingt ist) ergänzt worden sind, so war es doch bis in die jüngste Zeit nicht möglich gewesen, diese weiteren Lebensäußerungen organischer Zellen zu erforschen und künstlich nachzuahmen. Hier setzen nun die Versuche Leducs ein, durch die erwiesen wird, daß sämtliche genannten Lebensäußerungen der Zelle durch die Kräfte der Diffusion und Kohäsion (inneren Anziehung) beherrscht werden; die von ihm hergestellten künstlichen Zellen und Zellengebilde (Fig. 4 und 5) zeigen denn auch ein durchaus gleiches Verhalten wie Tier- und Pflanzenzellen.

Am einfachsten lassen sich die fraglichen Erscheinungen darstellen, wenn man den Sitz des inneren Ausbreitungsbestrebens, d. h. der Diffusion, als Kraftfeld auffaßt, das sich ganz wie die Faradayschen magnetischen und elektrischen Kraftfelder verhält. In einer Flüssigkeit stellt nun jede Stelle, an der die Konzentration größer ist, als in der Umgebung, ein Kraftzentrum für die Diffusion dar, und das gleiche gilt von Punkten geringerer Konzentration wie die Umgebung. Wenn ein Punkt erster Art ein „positiver Diffusionspol" genannt wird, so ist ein solcher geringerer Konzentration ein „negativer" Pol. Zwei Pole verschiedenen Vorzeichens ziehen sich nun ganz ebenso an, wie entgegengesetzte elektrische oder Magnetpole (Fig. 11) und allgemein gesprochen, sind ihre Bewegungserscheinungen die gleichen wie die dieser Pole.

Aus den Wechselwirkungen derartiger Diffusionspole erklären sich nun die physikalischen Erscheinungen des Organismus. Sie erzeugen nämlich Flüssigkeitsströme, die schwebende Körperchen mit sich fortzuziehen imstande sind. Durch ähnliche Polarwirkungen werden auch suspen-

dierte Körperchen in der Umgebung eines positiven Poles angehäuft und hierdurch die Erscheinung der Agglutination hervorgerufen. Auch bei der Entstehung von Zellgeweben treten, wie Leduc durch die Darstellung der in Figur 8 abgebildeten künstlichen Zellgewebe gezeigt hat, keinerlei andere Kräfte auf. Durch Einbringen einer 5 bis 10 prozentigen Lösung Kaliumferrozyanid in 5 bis 10-prozentige Gelatinelösungen kann man leicht das in Figur 8 dargestellte Gewebe erzielen: jede solche Zelle besitzt, gleich einer natürlichen, ihre sie umhüllende Membran, ihr Protoplasma und ihren Zellkern. Mit Chlornatriumlösungen erhält man sodann vollkommen flüssige Zellgewebe (Fig. 10) und durch geeignete Abänderung der Versuchsbedingungen kann man alle in der Natur auftretenden Zellformen künstlich herstellen. Auch die bei der Zellteilung auftretenden seltsamen, sogenannten karyokinetischen Figuren (Fig. 1). für die bisher noch keine geeignete Erklärung zu finden war, lassen sich auf diesem Wege leicht nachahmen.

Alle lebenden Wesen bestehen aus Lösungen von kristallinischen Körpern und Kolloiden; sobald deren Konzentration zunimmt, treten die Molekularkräfte der Kristallisation auf. Jedes Kristallisationszentrum umgibt sich hierbei mit einem Kraftfeld, das recht komplizierter Natur sein kann, und wenn neben der Kristallisationskraft noch andere Kräfte auftreten, wie z. B. Unterschiede des inneren Ausbreitungsdruckes, so erhält man Gebilde, die äußerlich gewissen niederen Lebewesen ähneln. Da die festen Gewebe der Lebewesen durch Erstarren aus den eben erwähnten Lösungen entstehen, so muß ihre Gestalt und Struktur notwendigerweise durch die Kristallisationskraft beeinflußt werden.

Wenn man in eine Lösung Tropfen derselben Lösung, aber anderer Konzentration in beliebiger Reihenfolge einbringt, so breiten sich diese Tropfen zunächst ringsum aus; bald aber tritt infolge der Einwirkung der inneren Anziehung oder Kohäsion eine kornartige Teilung der Flüssigkeit (Fig. 7) ein. Da nämlich diese Anziehungskraft zwischen den einzelnen Molekülen verschieden ist, so vereinigen sich die sich am stärksten anziehenden Moleküle zu kugelförmigen Kornbildungen, sobald diese Anziehungskraft die Ausbreitungskraft überwiegt; die anderen Moleküle füllen dabei die Räume zwischen den einzelnen Körnern aus. Auf diese Weise kann man die bisher so geheimnisvollen Erscheinungen der Teilung des keimenden Eies nicht nur erklären, sondern auf künstlichem Wege vollkommen nachahmen. Aus den Lehmannschen Untersuchungen über scheinbar lebende Kristalle ergibt es sich, daß gewisse Kristallformen ein den niederen Lebewesen ähnliches Verhalten zeigen, sich ebenso wie diese bewegen, wachsen und sich fortpflanzen. Die im obigen besprochenen Untersuchungen erbringen anderseits den Beweis, daß das Grundelement des tierischen und pflanzlichen Organismus, die Zelle, in seinen Lebensfunktionen lediglich von denselben physikalischen Gesetzen beherrscht wird wie die Gebilde des Mineralreiches. Von beiden Seiten ist auf diese Weise eine Brücke zwischen dem Gebiet der leblosen Materie und dem der Lebewesen hergestellt, und wo wir früher trennende Schranken angenommen haben, müssen wir jetzt eine Fülle gradweiser Übergänge und Zwischenstufen vermuten. (Uns wundert nur, daß der Verfasser das Wachstum der Eisblumen nicht zum Vergleiche herbeizog. D. Red.)