© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Biologisches Centralblatt.

Unter Mitwirkung von

Dr. K. Goebel und Dr. R. Hertwig

Professor der Botanik Professor der Zoologie

in München,

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Der Abonnementspreis für 24 Hefte beträgt 20 Mark jährlich.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

Die Herren Mitarbeiter werden ersucht, alle Beiträge aus dem Gesamtgebiete der Botanik an Herrn Prof. Dr. Goebel, München, Luisenstr. 27, Beiträge aus dem Gebiete der Zoologie, vgl. Anatomie und Entwickelungsgeschichte an Herrn Prof. Dr. R. Hertwig, München, alte Akademie, alle übrigen an Herrn Prof. Dr. Rosenthal, Erlangen, Physiolog. Institut einsenden zu wollen.

Bd. XXX. 15. März 1910. № 6.

Inhalt: **Semon**, Der Reizbegriff (Schluss). — **Moroff**, Bemerkungen über vegetative und reproduktive Erscheinungen bei *Thalassicolla*. — **Meijere**, Über getrennte Vererbung der Geschlechter. — **Lebedeff**, Einige Beobachtungen über *Trypanosoma rotatorium*.

Der Reizbegriff.

Von Richard Semon.

(Schluss.)

Es ist klar, dass, da sich somit schließlich jede „Einzelerregung" über die gesamte reizbare Substanz des Organismus oder doch über den größten Teil derselben[4]) ausbreitet, bei der großen Zahl solcher jederzeit vorhandenen „Einzelbewegungen" eine vollständige Trennung derselben innerhalb ihrer natürlichen Grenzen ein Ding der Unmöglichkeit ist. Die ganz scharfe Abgrenzung einer Einzelerregung aus dem Ganzen der jeweiligen erregungsenergetischen Situation tut vielmehr den tatsächlichen Befunden stets bis zu einem gewissen Grade Gewalt an. Dieser Gewaltakt ist, wie schon oben hervorgehoben, wenn man analytisch vorgehen, induktiv forschen will, nicht zu umgehen. Er ist aber nur dann zulässig, wenn man sich seiner stets bewusst bleibt und nicht die willkürlich gezogenen Begrenzungen für absolut gegebene hält, wenn man nie das Kunstprodukt für eine elementare Einheit ansieht[5]).

4) Über diese hier auf Grund der „spezifischen Energie" zu machende Einschränkung vgl. Mneme, 2. Aufl. S. 165, Anm.

5) Die Nichtbeachtung der starken Dosis von Willkür, die in der Annahme einer absolut scharfen Abgrenzbarkeit der Einzelerregung von dem Gewoge ihrer gleichzeitigen Genossinnen liegt, hat zu folgenschweren Irrtümern in zwei biologischen Fundamentalfragen geführt. Erstens zu der Behauptung, die Übertragung von somatogenen Veränderungen auf das „Keimplasma" durch organische Reizleitung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Standpunkt, auf den wir nunmehr gelangt sind, ist der folgende: Wir unterscheiden auf der einen Seite eine elementarenergetische Situation mit den Komponenten a, b, c, d, e — u. s. w. und auf der anderen Seite eine erregungsenergetische Situation mit den Komponenten α, β, γ, δ, ε u. s. w., und beobachten, dass diese letztere Situation in großem Umfange in einem Abhängigkeitsverhältnis von der ersteren steht. Um tiefer in das Wesen dieses Verhältnisses zu dringen, müssen wir die engeren Abhängigkeiten der einzelnen Komponenten untersuchen, wobei wir stets im Auge behalten, dass die scharfe Trennung der einzelnen Komponenten bis zu einem gewissen Grade als ein Willkürakt anzusehen ist. In dieser Weise vorgehend, konstatieren wir eine spezielle Abhängigkeit der erregungsenergetischen Komponente α von der elementarenergetischen a, der erregungsenergetischen β von der elementarenergetischen b, u. s. w.

Die Art dieser Abhängigkeit können wir nur dahin charakterisieren, dass das Auftreten von a die Bedingung ist für das Auftreten von α, das Auftreten von b die Bedingung für das Auftreten von β. Es knüpft sich aber an diese Aussage die weitere Frage, ob es von Fall zu Fall die einzige Bedingung ist. Hierauf muss ohne Einschränkung mit nein geantwortet werden.

Damit nämlich das Auftreten der elementarenergetischen Bedingung a dasjenige der erregungsenergetischen α nach sich ziehen soll, das von b dasjenige von β u. s. w., müssen stets noch eine Anzahl anderer Bedingungen erfüllt sein, Bedingungen, die ebenfalls Komponenten der elementarenergetischen Situation sind und die wir mit r, s, t, u bezeichnen können. Soll z. B. die elektrische Reizung a eines Nerven zu einer Erregung α führen, die sich durch eine Bewegung oder sonstwie manifestiert, so bedarf es dazu noch einer gewissen Temperaturkomponente (nennen wir sie r) der elementarenergetischen Situation, die als Bedingung betrachtet, in einem Grenzwert der Temperatur besteht; außerhalb dieses Grenzwertes, an dem wir ein Minimum, Optimum und Maximum

---

sei „unvorstellbar". Ich möchte das Gegenteil behaupten: meiner Meinung nach ist das gänzliche Unberührtbleiben der organischen Substanz der Keimzellen von den in der übrigen reizbaren Substanz des Organismus ablaufenden Erregungen eine physiologisch nicht begründbare und nicht vorstellbare Annahme. (Ich komme hierauf in einem demnächst erscheinenden Referat über den Stand der Frage nach der Vererbung erworbener Eigenschaften ausführlicher zurück.) Zweitens hat der mangelnde Einblick in den notwendigen Zusammenhang aller im Organismus gleichzeitig ablaufender Erregungen zu einer schiefen Auffassung des Wesens der Assoziation geführt. Der von mir unternommene Versuch, alle Assoziationsphänomene auf eine einfache, von mir in den beiden mnemischen Hauptsätzen ausgedrückte Grundgesetzlichkeit zurückzuführen, hat sein tiefstes Fundament in der Erkenntnis des primären Zusammenhanges aller gleichzeitigen Erregungen des Organismus (vgl. Mnemische Empfindungen S. 27—32, 145—158 u. s. w.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unterscheiden können, zieht a nicht α nach sich. Eine ähnliche Aufstellung lässt sich, besonders für pflanzliche Organismen, in bezug auf eine Komponente der elementarenergetischen Situation machen, die einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt ausdrücken mag. Bezeichnen wir als Komponente t die Anwesenheit einer gewissen Menge von Sauerstoff, so ist bei der Mehrzahl der Organismen (allen Aerobionten) die Anwesenheit dieser Komponente notwendig, damit dem Auftreten von a das von α, dem von b das von β folge. Es gibt aber bekanntlich auch Organismen (Anaerobionten), wo umgekehrt a nur dann α, b nur dann β nach sich zieht, wenn die Komponente t = o ist, d. h. wenn sich keine irgendwie nennenswerten Spuren von freiem Sauerstoff nachweisen lassen.

Die eben gekennzeichneten Komponenten der elementarenergetischen Situation stellen allerdings ebenfalls Bedingungen vor, deren Vorhandensein für das Auftreten der Erregungen α, β, γ u. s. w. unumgänglich notwendig sind. Sie unterscheiden sich aber von den elementarenergetischen Komponenten a, b, c, d u. s. w. dadurch, dass jede von ihnen für das Auftreten aller Erregungen $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ u. s. w. notwendige Vorbedingung ist, ohne dass sie zu den einzelnen Erregungen die speziellen Beziehungen besäßen wie a zu α, b zu β, c zu γ u. s. w. Ihr Verschwinden zieht nicht das Verschwinden einer einzelnen Erregung, sondern das zahlreicher und verschiedenartiger Erregungen nach sich; es bewirkt eine vollkommene Umwälzung der erregungsenergetischen Situation. Man hat deshalb das Recht und ist verpflichtet, diese Bedingungen als Grundbedingungen oder allgemeine Bedingungen von den speziellen Bedingungen, wie sie durch a, b, c, d u. s. w. dargestellt werden, zu unterscheiden und zu trennen, deren Auftreten das Auftreten einer speziellen Erregung bedingt.

Letzteres spezielle Abhängigkeitsverhältnis einer Komponente der erregungsenergetischen Situation von einer Komponente der elementarenergetischen Situation besteht darin, dass das Auftreten, die Dauer bezw. das Verschwinden der elementarenergetischen Komponente das Auftreten, die Dauer bezw. das Verschwinden der erregungsenergetischen Komponente nach sich zieht.

Die erstere Komponente bezeichnen wir dann als Reiz, die letztere als Erregung. Ein solches Abhängigkeitsverhältnis pflegen wir im Sprachgebrauch als das Verhältnis von Ursache und Wirkung zu bezeichnen. Nun hängt aber in allen Fällen, in denen wir die Kausalzusammenhänge verfolgen, „das als Wirkung Bezeichnete von einer Mehrheit von Bedingungen ab, so dass von einem schlichten Hervorbringen und Bewirken von seiten eines einzigen Etwas keine Rede sein kann“ [6]). Dies gilt auch, wie unsere obigen

6) Vgl. W. Schuppe, Grundriss der Erkenntnistheorie und Logik, Berlin 1894, S. 61.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ausführungen gezeigt haben, in besonders augenfälliger Weise für die Beziehung zwischen dem einzelnen Reiz und dem, was man als seine „Wirkung“ bezeichnet, der Einzelerregung. Wir haben, wenn wir diese Beziehung als die von Ursache und Wirkung bezeichnen, daher immer ausdrücklich oder stillschweigend den Zusatz zu machen: bei Erfüllung der allgemeinen Bedingungen. Reiz nennen wir somit diejenige aus der elementarenergetischen Situation resultierende Bedingung, deren Auftreten, Dauer bezw. Verschwinden bei Erfüllung der allgemeinen Bedingungen das Auftreten, die Dauer bezw. das Verschwinden einer Einzelkomponente der erregungsenergetischen Situation, einer Einzelerregung, im Gefolge hat, oder wie wir dies zu bezeichnen pflegen, „bewirkt“.

Die Formulierung des Abhängigkeitsverhältnisses von Reiz und Erregung, wie sie in dem obigen Satze geboten ist, rückt durchaus den zeitlichen Zusammenhang in den Vordergrund, sie beschreibt die zeitliche Abhängigkeit der Erregungskomponente von der elementarenergetischen Bedingung durch die Tatsache, dass unmittelbar nach dem Auftreten des Reizes (vgl. Mneme, 2. Aufl. S. 18) die entsprechende Erregung auftritt, dass sie andauert, solange jener andauert und dass sie unmittelbar nach dem Verschwinden des Reizes zwar nicht immer gleich spurlos verschwindet, aber doch sofort rapide abfällt und dass nach einem kurzen Zeitraum sich auch nicht mehr Spuren von ihr nachweisen lassen.

Dieser zeitliche Zusammenhang zwischen Reiz und Erregung ist dasjenige, was uns als gesicherte eindeutige Beobachtungstatsache vorliegt und hierauf hat sich meiner Ansicht nach die nähere analytische Beschreibung der Reizwirkung in erster Linie zu stützen. Ich habe eben bereits erwähnt, dass unmittelbar nach dem Verschwinden des Reizes zwar kein völliges Verschwinden, aber ein rapider Niveauabfall der Erregung stattfindet. Nur während des Vorhandenseins des Reizes, unmittelbar nach ihm auftretend und unmittelbar nach seinem Verschwinden rapid abfallend besteht also die Erregung in ihrer vollen Ausbildung. Ich bezeichne diese Phase, in der man die Hauptphase der Reizwirkung zu erblicken hat, als die synchrone, und die durch sie bedingte Erregung als synchrone Erregung.

Nach dem Verschwinden des Reizes erfolgt der rapide Abfall der Erregung, aber es dauert wohl in allen Fällen Sekunden, zuweilen (vielleicht sogar immer?) Minuten, bis die letzten auf irgendwelche Weise nachweisbaren Spuren der betreffenden Erregungen völlig abgeklungen sind, und in dieser Hinsicht derselbe Zustand der erregungsenergetischen Situation eingetreten ist, der vor Auftreten des Reizes bestanden hat. Ich bezeichne diese abklingende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Phase der Erregung vom Verschwinden des Reizes und dem entsprechenden rapiden Niveauabfall der Erregung an bis zu deren gänzlichem Ausklingen als die akoluthe Phase der Erregung. Auch diese Phase kann als das Produkt der Reizwirkung aufgefasst werden; allerdings mehr als das mittelbare Produkt, denn das unmittelbare ist die synchrone Erregung, und deren Hinterlassenschaft ist die akoluthe Erregung. Wenn wir diese letztere als mittelbares Produkt des Reizes auffassen, können wir von einer akoluthen Reizwirkung, einer „Nachwirkung" des Reizes sprechen.

Das Studium der akoluthen Erregungen ist bisher nur in äußerst sporadischer Weise betrieben worden. Auf dem Gebiet der durch Sinnesempfindungen manifestierten Erregungen haben bis jetzt nur die optischen akoluthen Empfindungen und die „Nachbilder" eine intensive Bearbeitung erfahren. In viel geringerem Maße ist dies bei den akustischen akoluthen Empfindungen der Fall gewesen, und, was die übrigen Sinnesgebiete anlangt, so bleibt für sie in dieser Beziehung noch fast alles zu tun übrig (vgl. das 6. Kapitel der „mnemischen Empfindungen").

Auf dem Gebiet der zentrifugalen, speziell der motorischen Erregungen sind besonders die akoluthen Erregungserscheinungen, die sich bei elektrischer Reizung der Muskeln und Nerven bemerklich machen, genauer studiert worden (Öffnungszuckung, Öffnungskontraktion, Öffnungstetanus, Öffnungserregung, Öffnungshemmung); nebenbei sei auch an den Reflextonus großhirnloser Frösche erinnert, doch handelt es sich dabei offenbar um verwickelte, schwer zu deutende Verhältnisse.

Auch auf pflanzenphysiologischem Gebiet sind verschiedene Fälle von „Nachwirkungen" zur Beobachtung gelangt. Leider hat man aber auf diesem Gebiet fast durchweg nicht die akoluthe Reizwirkung von der gleich zu besprechenden engraphischen, die akoluthe Erregung von der mnemischen in ausreichender Weise unterschieden, und meines Wissens haben nur Francis Darwin und D. F. M. Pertz[7]) auf den fundamentalen Unterschied zwischen diesen beiden Begriffen und auf die Unzulässigkeit, den Terminus „after effect", Nachwirkung, unterschiedslos auf beide anzuwenden, mit der nötigen Schärfe hingewiesen.

Die akoluthe Erregung ist dadurch charakterisiert, dass sie die unmittelbare Fortsetzung der synchronen Erregung ist, der sie sich unter rapidem Niveauabfall anschließt. In manchen Fällen, vielleicht immer, besitzt sie einen oszillierenden Charakter; doch scheinen die Tiefpunkte der Oszillationen immer nur Abschwächungen, nicht Nullpunkte der betreffenden akoluthen Erregungen darzustellen.

---

7) Fr. Darwin an D. F. M. Pertz, On the artificial Production of Rhythm in Plants. Annals of Botany, Vol. XVII, 1903, S. 104.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Einige Sekunden, höchstens Minuten nach Aufhören des Reizes ist endlich die akoluthe Erregung vollständig „ausgeklungen“ und von ihr als solcher, d. h. als sich in irgendeiner Weise manifestierende Erregung ist durchaus nichts mehr nachweisbar. Die erregungsenergetische Situation befindet sich alsdann in bezug auf die nunmehr abgelaufene besondere Erregung in demselben Zustand, in dem sie sich vor Auftreten des betreffenden Reizes befunden hat.

Wie wir schon oben gesehen haben, entspricht dieser „Indifferenzzustand“ nicht einem Zustand absoluter, sondern nur relativer Erregungslosigkeit, und in diesem Sinne ist alles dasjenige zu verstehen, was ich in der Mneme über diesen Indifferenzzustand gesagt habe. Ich habe dort die beiden durch ein Zeitintervall getrennten Indifferenzzustände, von denen der eine vor Auftreten des Reizes liegt, der andere vom Verschwinden der letzten Andeutung der akoluthen Erregung an zu rechnen ist, als primären und sekundären Indifferenzzustand unterschieden. Eine Hauptaufgabe der „Mneme“, in zweiter Linie auch der „mnemischen Empfindungen“, hat darin bestanden, den Nachweis zu führen, dass die reizbare Substanz des Organismus, obwohl scheinbar im sekundären Indifferenzzustand gegen den primären unverändert, doch eine bleibende, während des sekundären Indifferenzzustandes allerdings latente Veränderung erlitten hat. Diese Veränderung, von deren sonstigen Wesen man nur aussagen kann, dass sie als Veränderung der reizbaren Substanz eine materielle Veränderung sein muss, habe ich als Engramm bezeichnet und die mittelbare Reizwirkung, die durch die Mittelglieder der synchronen und akoluthen Erregung das Engramm schafft, als engraphische Reizwirkung.

Wir können mithin folgende unmittelbare und mittelbare Resultate der Einwirkung eines Reizes auf die reizbare organische Substanz unterscheiden: Erstens als unmittelbarste Wirkung die Hervorrufung einer synchronen Erregung; zweitens die an diese anschließende akoluthe Erregung und endlich die Veränderung, die als zunächst latente Spur dieser Erregungen in der reizbaren Substanz zurückbleibt, das Engramm.

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, näher auf die engraphische Reizwirkung oder die Engrammlehre überhaupt einzugehen. Uns interessiert an dieser Stelle nicht das Engramm als solches, sondern nur als Vorbedingung einer besonderen Art von Erregung, der mnemischen Erregung. Diese, die in ihrem Sein in den meisten wesentlichen Eigenschaften mit der Originalerregung übereinstimmt, unterscheidet sich von dieser letzteren fundamental durch die Art und Weise ihrer Hervorrufung. Ich will diesen Unterschied hier in folgenden zwei Leitsätzen ausdrücken.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Jede Originalerregung ist in ihrem Auftreten, ihrer Dauer und in ihrem Verschwinden von Auftreten, Dauer und Verschwinden einer elementarenergetischen Bedingung, die wir als Reiz bezeichnen, abhängig.

2. Für die mnemische Erregung besteht eine solche Abhängigkeit von einer elementarenergetischen Bedingung nicht; die beiden notwendigen Voraussetzungen für das Auftreten einer mnemischen Erregung sind:

a) Das Vorhandensein eines entsprechenden Engramms, dessen Beschaffenheit das für die Dauer der mnemischen Erregung in erster Linie Bestimmende ist.

b) Das Auftreten eines ekphorischen Einflusses. Diese Ekphorie erfolgt nach einem Gesetz, das ich in den mnemischen Empfindungen (S. 173, 371) als zweiten mnemischen Hauptsatz folgendermaßen formuliert habe: „Ekphorisch auf ein Engramm (bezw. einen simultanen Engrammkomplex) wirkt die partielle Wiederkehr derjenigen energetischen Situation, die vormals engraphisch gewirkt hat. In engerer Fassung: Ekphorisch auf einen simultanen Engrammkomplex wirkt die partielle Wiederkehr des Erregungskomplexes, der seinerzeit den Engrammkomplex hinterlassen hat, und zwar eine Wiederkehr, sei es in Gestalt von Originalerregungen, sei es von mnemischen Erregungen.“

Da, wie unser Satz sagt, zur Ekphorie die Wiederkehr in Gestalt von mnemischen Erregungen genügt, und eine solche auf dem sukzessiven Wege des mnemischen Ablaufs, d. h. auf Grund der Erwirkung einer mnemischen Erregung durch eine andere erfolgen kann, so ist es klar, dass es zur Ekphorie einer mnemischen Erregung nicht notwendig des Auftretens einer elementarenergetischen Bedingung, also eines eigentlichen „Reizes“ bedarf. Ein solcher kann dabei allerdings eine Rolle spielen, indem er eine Originalerregung auslöst und diese hinwiederum eine mnemische Erregung nach sich zieht. Der Reiz ist aber auch in diesem Falle nur der mittelbare Anstoß, und die Dauer der mnemischen Erregung ist auch in diesem Falle von seiner Dauer unabhängig.

Noch größer ist natürlich diese Unabhängigkeit einer mnemischen Erregung von elementarenergetischen Faktoren, wenn die Ekphorie durch eine Kette sukzessiv verknüpfter mnemischer Erregungen erfolgt. So kann man mit absoluter Sicherheit voraussagen, dass, wenn man einem Kenner Schiller'scher Balladen die Reizworte zuruft: „Fahre innerlich fort von den Worten: ‚Zum Kampf der Wagen und Gesänge‘“, unweigerlich in 6—7 Minuten die mnemische Sukzession eintreten wird: „Die Szene wird zum Tribunal“. Ganz ähnliche Beispiele ließen sich auf solchen Gebieten anführen, auf denen sich die mnemischen Erregungen durch motorische oder plastische Reaktionen manifestieren. Man wird zugeben,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass in allen diesen Fällen der durch Originalreiz (die elementarenergetische Bedingung) bewirkte Anstoß ein höchst indirekter ist, der oft nur durch ungeheuer lange und komplizierte Ketten von mnemischen Erregungen mit dem viel später erfolgenden Endeffekt zusammenhängt, den man ins Auge gefasst hat, und der in der Auslösung einer bestimmten mnemischen Erregung besteht. Es ist deshalb durchaus zweckmäßig, als ekphorisches Moment immer in erster Linie das Auftreten (partielle Wiederkehr) einer Erregung entweder in Gestalt einer Originalerregung oder in Gestalt einer mnemischen Erregung zu bezeichnen, und den eigentlichen Reizbegriff für die elementarenergetische Bedingung zu reservieren, die eine Originalerregung auslöst und durch ihr Auftreten, ihre Dauer und ihr Verschwinden für das Auftreten, die Dauer und das Verschwinden dieser letzteren bestimmend ist.

Es bleibt uns jetzt noch übrig, zu untersuchen, ob sich, ohne die Allgemeingültigkeit der Definition anzutasten, etwas Genaueres über die Natur jener Bedingung der elementarenergetischen Situation aussagen lässt, die wir als Reiz bezeichnen.

Eine derartige Bedingung nun könnte in folgenden Formen auftreten: sie könnte entweder in dem Vorhandensein oder in der Abwesenheit eines bestimmten energetischen Faktors bestehen, und im ersteren Falle könnte dieser Faktor entweder ein aktuell-energetischer oder ein potentiell-energetischer sein.

Vielleicht möchte man auf den ersten Blick geneigt sein, nur in dem Vorhandensein eines aktuell-energetischen Faktors einen wirklichen Reiz zu erblicken, und ich selbst bekenne mich schuldig, in einem unbedachten Augenblick meine Feder nicht von einem solchen Lapsus zurückgehalten zu haben[8]).

Ein solcher Standpunkt lässt sich aber in keiner Weise aufrecht erhalten. Nicht nur das Vorhandensein von potentiell-energetischen Faktoren, sondern auch die Abwesenheit irgendeines bestimmten energetischen Faktors kann sich als Reiz darstellen. In einem ganz einfachen, über keine potentielle Energie verfügenden Systeme, wie es die Physiker, soweit als möglich, zur Untersuchung ihrer elementaren Gesetzmäßigkeiten herzustellen und zu verwenden pflegen, liegen die Dinge ja anders. Nicht aber in komplizierteren anorganischen oder gar in den unsäglich komplizierten und ungemessene Schätze von potentieller Energie besitzenden Systemen, die uns in den lebenden Organismen oder in Teilen derselben vorliegen. Es wäre nicht schwer, ein anorganisches System zu konstruieren, in welchem bei Nichtvorhandensein gewisser Energien bestimmte Vorgänge vor sich gehen, die beim Vorhandensein der-

8) R. Semon, Kritik und Antikritik der Mneme. Arch. f. Rassen- u. Gesellschaftsbiologie, 4. Jahrg. 1907, S. 210.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selben zum Stillstand kommen[9]). Auch in einem solchen anorganischen System stellt dann jenes Nichtvorhandensein eines bestimmten energetischen Faktors die auslösende Bedingung für das Eintreten und die Andauer eines besonderen energetischen Vorgangs dar und kann bis auf den einen Unterschied mit dem Reiz verglichen werden, dass eben jener ausgelöste Vorgang kein erregungs-, sondern ein elementarenergetischer ist.

Beispiele, wie das in der Anmerkung skizzierte, weisen uns bereits darauf hin, wie die Abwesenheit eines bestimmten energetischen Faktors als auslösende Bedingung für den Eintritt eines, sei es elementarenergetischen oder erregungsenergetischen Vorgangs zu verstehen ist. Natürlich kann eine solche „Abwesenheit" nur indirekt, d. h. insofern wirken, als bei der Anwesenheit desselben Faktors andere Vorgänge ausgeschlossen oder gehemmt sind, Vorgänge, die in der kausalen Kette als die noch unmittelbarer auslösenden Bedingungen zu bezeichnen wären.

So kann man nach den Auseinandersetzungen Hering's unmöglich daran zweifeln, dass die Abwesenheit des Lichts auf die je nach Umständen davon betroffenen Bezirke der Netzhaut genau so als Reiz wirkt wie die Einwirkung von Licht auf benachbarte andere Bezirke. Wir haben uns das so vorzustellen, dass nur bei Abwesenheit des Lichts in den betreffenden Netzhautstellen gewisse Prozesse vor sich gehen, die zu Erregungen führen, welche sich uns als Schwarzempfindung manifestieren. Wir haben also hier folgende kausal zusammenhängende Kette von Vorgängen vor uns: Abwesenheit des Lichts — gewisse (unbekannte) chemische Prozesse — Erregung, die sich durch Schwarzempfindung manifestiert. Sollen wir nun das vollständig bekannte erste Glied (Abwesenheit des Lichts) oder das erschlossene und seiner näheren Beschaffenheit nach noch unbekannte oder hypothetische zweite Glied als eigentlichen Reiz bezeichnen? Man hat hier vollkommen freie Wahl, wie dies bei allen kausalen Zusammenhängen der Fall ist, die sich ja ausnahmslos bei genauerer Analyse als unvergleichlich verwickelter und vielseitiger bedingt darstellen, als sie dem naiven Beschauer auf den ersten Blick erscheinen. Wollte man nicht in der Abwesenheit des Lichts, sondern in jenen unbekannten chemischen Prozessen den eigentlichen Reiz erblicken, so dürfte man auch die Anwesenheit bezw. Wirkung des Lichts nicht als Reiz ansprechen; denn auch in diesem Falle wirkt das Licht nicht direkt, sondern durch die Mittelglieder von chemischen Umsetzungen im Apparat der Netzhaut hindurch erregend.

---

9) Es wäre z. B. ganz leicht, ein Uhrwerk zu konstruieren, das stillsteht, solange bestimmte elektromagnetische Einflüsse auf gewisse Teile seines Gebietes einwirken, das aber sofort seinen Gang beginnt und fortsetzt, sobald und solange die Wirkung dieser energetischen Einflüsse nicht vorhanden ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ebensowenig dürften wir dann einen Druck als Reiz bezeichnen, denn ein solcher ist ebenfalls nicht das vorletzte Glied der Kette. Er wirkt nur indirekt dadurch, dass er die Gestalt des Nervenendorgans ändert, dass in dem so veränderten Gebilde der Modus der Stoffwechselprozesse verändert ist und dass aus dieser Veränderung der Erregungsvorgang resultiert. Es wäre nun aber höchst unzweckmäßig, auf eine solche, an sich vollkommen berechtigte, aber in ihren näheren Details bisher noch nicht schärfer präzisierbare Analyse hin jene erschlossenen Zwischenglieder als die eigentlichen Reize zu bezeichnen und die der näheren Untersuchung zugänglichen Vorderglieder wie: Anwesenheit von Licht oder Druck, teilweise oder vollständige Abwesenheit von Licht u. s. w. nicht als die eigentlichen Reize anzuerkennen. Logische oder auch nur sprachliche Hindernisse gibt es für eine solche Anerkennung nicht, wenn man nur den Reiz nicht als eine Komponente der energetischen Situation, sondern als eine aus der energetischen Situation resultierende Bedingung definiert, wie wir es oben getan haben.

Dort habe ich gesagt, eine solche Bedingung könne in der Abwesenheit eines bestimmten energetischen Faktors bestehen, und solche Fälle haben wir eben besprochen; ich fügte aber hinzu, sie könne auch in einem potentiell-energetischen Faktor bestehen. Einen solchen Fall haben wir bereits gestreift, wenn wir von einem Druck als auslösendem Reiz gesprochen haben, und auf diesen Fall wollen wir hier noch kurz eingehen, weil er recht belehrend ist.

Man lege auf die flach ausgebreitete und auf dem Tisch ruhende Hand ein Gewicht, beispielsweise von 500 g, das in ein wollenes Tuch eingeschlagen ist, um zu verhindern, dass es etwa auch als thermischer Reiz wirke. Solange das Gewicht auf der Hand liegt, übt es eine Einwirkung aus, die sich uns durch die Empfindung eines bestimmten Drucks manifestiert. Wenn wir die Hand mit dem Gewicht ruhig in ihrer Lage lassen, unsere Gedanken mit anderen Dingen beschäftigen, z. B. lesen, so empfinden wir, wenn wir nach einer halben Stunde unsere Aufmerksamkeit wieder entsprechend einstellen, immer noch den Druck; vielleicht nicht so lebhaft wie im Anfang, weil eine gewisse Adaptation eingetreten ist, aber doch so unverkennbar, dass an dem Vorhandensein der Empfindung bezw. der durch sie manifestierten Erregung, mithin an der dauernden Reizwirkung des Gewichts nicht der mindeste Zweifel herrschen kann. Es ist nun klar, dass es sich bei dieser Versuchsanordnung um ein in dieser Hinsicht in vollkommener Gleichgewichtslage befindliches System handelt, bei dem der Druck, nachdem er einmal die Gewebe des Organs, auf dem das Gewicht ruht, bis zu einem gewissen Grade zusammengedrückt hat, nicht mehr als kinetisch-, sondern nur noch als potentiell-energetischer Faktor anzusehen ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das für unsere Betrachtung Wesentliche des Zustandes besteht dann darin, dass die Nervenendorgane des betreffenden Teils durch den Druck eine gewisse Veränderung ihrer Form, also im Vergleich zum druckfreien Zustand eine gewisse Deformierung erfahren haben, und dass mit dieser Formveränderung eine Veränderung der Lebensprozesse in jenen Teilen verbunden ist, die wir als Erregung bezeichnen und die sich uns in diesem Falle introspektiv als Empfindung manifestiert.

Dieser Fall bietet, abgesehen von den besonderen Eigentümlichkeiten, die die erregungsenergetischen Vorgänge von den elementarenergetischen unterscheiden, einige Analogien zu folgendem rein elementarenergetischen Vorgang. Lehne ich ein schweres Brett so gegen eine Zimmerwand, an der sich der Knopf einer elektrischen Klingel befindet, dass durch den Druck des Bretts der Knopf hinreichend tief nach innen gedrückt wird, so ertönt die Klingel, solange das Brett diese Stellung hat, und solange der Vorrat von chemischer Energie, durch den die Batterie den zum Klingeln notwendigen Elektromagnetismus entwickelt, nicht erschöpft ist. Unter solchen Umständen ertönt die Klingel vielleicht tagelang, und ihre Tätigkeit wird durch den Druck des Bretts ausgelöst, obwohl, nachdem einmal der Knopf nach innen gedrückt ist, der Druck als solcher sich nur noch als potentielle und nicht mehr als kinetische Energie darstellt. In beiden Fällen, sowohl beim fortgesetzten Druck des Gewichts auf unsere Haut als auch beim fortgesetzten Druck des Bretts auf den Klingelknopf, findet nicht etwa ein Umsatz der auslösenden (potentiellen) Energie des Drucks in die ausgelöste kinetische Energie, sei es der Erregung, sei es der Bewegung des Glockenhammers statt, sondern letztere kinetischen Energien sind in beiden Fällen Umsatzprodukte anderer in den Systemen vorhandener potentieller Energien, nicht der auslösenden potentiellen Energien der Drücke. Besonders schön ersichtlich ist dies am Beispiel der Klingel. Die potentielle Energie des Drucks dient in diesem Fall dazu, einen elastischen Widerstand zu überwinden und dadurch einen Kontakt herzustellen, der zur Schließung einer Kette und dadurch zur Erfüllung einer Bedingung für Entwickelung von elektrischer Energie aus dem Vorrat von chemischer Energie führt.

Noch auf einen bemerkenswerten Punkt möchte ich aufmerksam machen. Trotzdem sich, wie wir sahen, die potentielle Energie des Drucks nicht in die kinetische der betreffenden Erregung umsetzt, belehrt uns doch die Empfindungsmanifestation jener Erregung, dass mit der Zunahme des Drucks auch eine ganz bestimmte Intensitätssteigerung der Empfindung stattfindet, worin sich natürlich auch eine Verstärkung der Erregung manifestiert.

Es ist nicht schwer, die Grundlinien dieser Beziehungen fest-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zustellen: Je stärker der Druck, um so größer die Deformation der Nervenendorgane, um so bedeutender die Veränderung der Stoffwechselprozesse in ihnen und mithin der Grad der Erregung, um so intensiver die Empfindungsmanifestation dieser letzteren. Solche Beziehungen lassen sich zwischen den Größenverhältnissen aller als Reiz wirkenden elementarenergetischen Bedingungen und der von ihnen ausgelösten Erregungen bezw. den Empfindungsmanifestationen dieser letzteren nachweisen. Unter dem Namen des „Weber'schen Gesetzes" hat bekanntlich G. Th. Fechner versucht, der Beziehung zwischen Größe des Reizes und Intensität der durch ihn ausgelösten Empfindung einen zahlenmäßigen Ausdruck zu verleihen. Dieses Weber'sche Gesetz Fechner's wird sehr verschiedenartig beurteilt; meiner Ansicht nach ist es nicht schwer, den Nachweis zu führen, dass ein zahlenmäßiger Ausdruck der Beziehung zwischen Größe des Reizes und Intensität der Empfindung einen fundamentalen Widerspruch in sich enthält, der darauf beruht, dass Empfindungsintensitäten sich überhaupt nicht zahlenmäßig ausdrücken lassen. So kann man z. B. zwar sagen, eine Empfindung sei intensiver als eine andere, nie aber, sie sei noch einmal so intensiv als jene. Jede Überwindung dieses Hindernisses, wie sie vielfach versucht worden ist, beruht, wie ich glaube, auf einer Selbsttäuschung. Auf diese Frage gehe ich aber hier nicht näher ein. Sie verdient und erfordert eine besondere Behandlung.

Wie dem aber auch sei: eine feste, wenn auch nicht durch Zahlen ausdrückbare Beziehung zwischen Größe des Reizes und Intensität der Empfindung ist zweifellos vorhanden. Und schon daraus ergibt sich eine feste Beziehung zwischen Größe des Reizes und dem Korrelat der Empfindungsintensität bei der Betrachtung dieser letzteren von der Erregungsseite her: nennen wir es kurz Erregungsintensität. Eine solche Beziehung zwischen Reizgröße und Erregungsintensität ist aber nicht bloß auf introspektivem Wege auf Grund der Empfindungsmanifestationen, sondern auch durch das Studium der sogen. objektiven Reaktionen nachweisbar. Ob sich die Beziehung zwischen Reizgröße und Erregungsintensität wird zahlenmäßig ausdrücken lassen, ist eine andere Frage, deren Erörterung auf später vertagt werden muss.

Die Betrachtungen der letzten Seiten haben uns über die Beziehung zwischen Reiz und Erregung, die folgenden Aufschlüsse gebracht, die wir hier noch einmal kurz zusammenfassen wollen.

Diese Beziehung ist für uns eine solche zwischen einer elementarenergetischen Bedingung zu einem erregungsenergetischen Faktor und besteht nicht etwa darin, dass die Elementarenergie eines Reizes in die Erregungsenergie umgesetzt wird. Oft stellt ja das, was wir als Reiz bezeichnen, gar nicht direkt eine Energie, sondern nur die Bedingung für die Produktion einer solchen durch den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stoffwechsel des Organismus dar. Wie wir gesehen haben, gilt dies z. B. für die mehr oder weniger vollständige Abwesenheit des Lichts. Auch ist es evident, dass bei einem Druck nicht die kinetische Energie der Erregung durch die potentielle Energie edr Schwerewirkung gespeist wird, sondern dass ihre Bezugsquellen sich aus den im Körper vorhandenen und im steten Umsatz begriffenen Energievorräten herleiten.

Es ist aus diesen Gründen vollkommen korrekt, zu sagen, dass der Reiz die Erregung auslöst, nicht dass er sich in sie umsetzt. Nur muss man, wenn man den Auslösungscharakter des Reizes betont, sich auch wieder darüber klar sein, dass es sich nicht etwa um eine Auslösung handelt, bei der, wie bei einer Spieluhr die Entfernung eines Sperrhakens, eine kleine, kurz andauernde Einwirkung genügt, um Ketten von erregungsenergetischen Vorgängen auszulösen, deren Ablauf die Dauer jener Auslösung um ein vielleicht vieltausendfaches übertrifft und mit ersterer nur noch durch zahllose Mittelglieder zusammenhängt. Derartigen Auslösungen entspricht vielmehr auf dem Erregungsgebiet das, was ich als Ekphorie mnemischer Erregungen bezeichnet habe. Als solche kann ein einfacher, nur einen Sekundenbruchteil dauernder Anstoß einen Ablauf von Erregungsketten bewirken, der, wenn es sich um ein langes, auswendig gelerntes Dicht- oder Musikwerk handelt, viele Stunden dauert. Die Auslösung einer Originalerreguug durch einen Reiz unterscheidet sich von der Ekphorie einer mnemischen Erregung in folgenden zwei charakteristischen Grundzügen.

1. Die Dauer der Hauptphase der Originalerregung entspricht genau der Dauer des Reizes, weshalb wir auch jene Phase als synchrone Phase bezeichnen. Die Dauer einer mnemischen Erregung ist im Gegensatz dazu nicht durch die Dauer eines gleichzeitigen, sondern durch die Dauer eines früheren Reizes (desjenigen, der engraphisch gewirkt hat) bestimmt.

2. Die sogen. Intensität der Originalerregung steht in einer bestimmten Beziehung zur Größe des sie auslösenden Reizes. Die Intensität einer mnemischen Erregung dagegen ist ebenso wie ihre Dauer durch die Beschaffenheit eines früheren Reizes bedingt. (Dies gilt für die Intensität im engeren Sinne, nicht für die Vividität der mnemischen Erregung. Vgl. darüber die „mnemischen Empfindungen“ S. 238, 249, 386.)

Ehe ich nunmehr daran gehe, die Ergebnisse unserer Untersuchung in einer abschließenden Definition zusammenzufassen, muss ich noch kurz auf die Frage eingehen, ob es nicht Fälle gibt, in denen wir gezwungen sind, den Reiz nicht als eine Bedingung von längerer oder kürzerer Dauer, sondern als die Veränderung einer solchen Bedingung zu definieren. Ich will an zwei, ich möchte sagen klassischen Beispielen nachweisen, wie die ungebührliche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hervorhebung des Begriffs der Veränderung, die sich psychologisch daraus erklärt, dass sich uns der Eintritt und das Aufhören einer Reizwirkung meist durch eine Veränderung der Form oder des sonstigen Verhaltens des gereizten Objekts manifestiert, dem Verständnis der reizphysiologischen Tatbestände hindernd in den Weg tritt[10]).

Nach dem berühmten, von du Bois-Reymond aufgestellten „allgemeinen Gesetz der Erregung" soll der elektrische Strom nicht erregend wirken durch seine absolute Dichte, sondern durch seine Veränderung derselben von einem Augenblick zum anderen; und zwar wäre die Anregung zur Bewegung, die diesen Veränderungen folgt, um so bedeutender, je schneller sie bei gleicher Größe vor sich gehen oder je größer sie in der Zeiteinheit sind.

Nun hat sich in der Folgezeit herausgestellt, dass die (negativ ausgedrückte) Hauptthese sich nicht aufrecht erhalten lässt, und dass im Gegenteil durch den in gleicher Dichte fließenden Strom stets eine dauernde Erregung ausgelöst wird, die sich allerdings zuweilen nicht über weitere Gebiete der reizbaren Substanz fortpflanzt, sondern örtlich beschränkt bleibt und sich auch nicht immer am Erfolgsorgan in stetiger Weise ausprägt. Die dauernde erregende Wirkung durch den in gleicher Dichte fließenden Strom lässt sich aber stets auf dem einen oder dem anderen Wege nachweisen, ob man das Erfolgsorgan nun direkt oder durch Vermittlung mit dem Nerven reizt[11]).

---

10) Verworn gibt in seiner allgemeinen Physiologie (5. Aufl. 1909, S. 411) folgende Definition des Reizes: „Reiz ist jede Veränderung in den äußeren Lebensbedingungen." Dieser Definition fehlt meiner Ansicht nach in erster Linie der Hinweis auf das, was den Reiz als solchen charakterisiert: seine Beziehung zu einer bestimmten Komponente der erregungsenergetischen Situation. Ist die Definition dadurch viel zu weit gefasst, so wird sie zweitens durch den Zusatz „äußere" zu Lebensbedingungen ungebührlich eingeengt. Wissen wir doch, dass ein im Inneren des Organismus zur Wirksamkeit gelangender Druck, ein in seinem Inneren produziertes chemisches Agens genau so als Reiz wirkt, wie derselbe Faktor, wenn er im Gewande der „äußeren" Lebensbedingung auftritt. Eine Definition endlich, die den Reiz nicht als Bedingung, sondern als Veränderung einer Bedingung charakterisiert, täuscht über ein fundamentales Verhältnis seiner Beziehung zur Erregung, das zeitliche, und führt überhaupt auf Abwege, wie ich dies schon in der Mneme (2. Aufl. S. 4—8) ausführlich dargelegt habe und wie es sich auch aus den im Text der vorliegenden Arbeit noch zu erörternden Beispielen klar ergibt.

11) Ich gehe hier natürlich nicht ausführlich auf die Tatsachen ein, aus denen sich dieser Schluss mit Notwendigkeit ergibt. In bezug auf die direkte Reizung sowohl des quergestreiften wie des glatten Muskels beweist vor allem die Schließungsdauerkontraktion unwiderleglich, dass der konstante Strom den Vorgang der Erregung während der ganzen Dauer seines Fließens auslöst (vgl. Biedermann, Elektrophysiologie, Jena 1895, S. 159). Derselbe Schluss ist auch aus der Tatsache zu ziehen, dass die Öffnungskontraktion um so kräftiger ausfällt, je länger die Durchströmung gedauert hat. Ebenso lässt sich aber auch für die indirekte (vom

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Während die Intensität der Erregung in erster Linie von der Intensität, Dichte und Dauer des Stroms abhängt, ist, wenn der Erfolg der Erregung am Muskel abgelesen wird, dieser Erfolg auch noch abhängig von der Steilheit des Ansteigens der Stromintensität. Bei rasch zuckenden Muskeln ist ein steiler Einfall, bei langsam reagierenden ein wenig steiler für die Erzeugung einer Kontraktion günstiger. Durch diese Eigentümlichkeiten wird indessen nichts an der Grundtatsache geändert, dass der elektrische Strom als dauernde energetische Bedingung, nicht aber bloß durch sein Auftreten, Verschwinden oder die Veränderungen seiner Dichte erregend auf die reizbaren Substanzen wirkt. Auch diese Reizkategorie fällt also vollkommen unter die von uns aufgestellte Definition des Reizbegriffs.

Nur kurz will ich endlich noch auf ein Beispiel aus der Pflanzenphysiologie eingehen, das man uns vielleicht bei oberflächlicher Betrachtung als mit unserer Definition unvereinbar entgegenhalten wird, das aber bei genauerer Untersuchung nur wieder die allgemeine Gültigkeit der von uns gewonnenen Ergebnisse beweist.

Bekanntlich werden bei Pflanzen in vielen Fällen Bewegungen durch Beleuchtungswechsel hervorgerufen, und infolgedessen wird der Beleuchtungswechsel von Botanikern nicht selten als Reiz bezeichnet. Das sind also, so könnte man daraufhin sagen, Fälle, in denen der Reiz naturgemäß als die Veränderung einer Bedingung zu bezeichnen wäre[12]). Der Fehler dieser Schlussfolgerung liegt in folgendem. Es lässt sich nichts dagegen einwenden, wenn man sich so ausdrückt, dass die Bewegung durch den Wechsel hervor-

---

Nerven aus erfolgende) Muskelreizung die dauernde Erregung durch den in gleicher Dichte fließenden elektrischen Strom bei Wirbeltieren wie bei Wirbellosen überzeugend beweisen, obwohl es von anderen Umständen abhängt, ob sich diese Dauerregung am Erfolgsorgan (Muskel, drüsige Organe) ausprägt oder nicht (vgl. darüber Biedermann, Elektrophysiologie S. 540—601).

Auch der zweite Teil der du Bois'schen These, der besagt, dass, je steiler die Intensitätsschwankung, um so stärker die erregende Wirkung sei, ist nicht allgemein zutreffend. Es ist richtig für den rasch zuckenden quergestreiften Muskel des Froschs, aber trifft schon nicht mehr bei dem langsamer reagierenden Muskel der Kröte zu und versagt ganz bei den noch trägeren kontraktilen Substanzen (glatten Muskeln u. s. w.). Bei letzteren wirken, wie besonders Grützner nachgewiesen hat, langsam verlaufende Reize viel adäquater als jäh ansteigende, die oft, statt Kontraktionen auszulösen, nur die Gewebe schädigen.

12) Ganz etwas anderes und im Prinzip vom Beleuchtungswechsel zu unterscheiden ist der Temperaturwechsel, der oft mit dem ersteren zusammen in einen Topf geworfen wird. Bringt man eine Pflanze aus einer Temperatur von 10° in eine solche von 15°, so erfolgt, bis die Temperatur des Pflanzenkörpers, die natürlich auch zunächst 10° beträgt, sich mit der von 15° der neuen Umgebung ausgeglichen hat, eine thermische Energiewanderung, die natürlich im Sinne unserer Definition als Reiz wirkt. Beim Beleuchtungswechsel kommt dagegen eine solche Energiewanderung nicht in Frage.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gerufen oder bedingt wird, ganz entsprechend wie bei der Muskelreizung durch den elektrischen Strom, bei der man den Muskel nur dann eine neue Bewegung ausführen sieht, wenn der Strom kommt oder verschwindet oder in seiner Intensität schwankt. In beiden Fällen wirkt als Reiz, d. h. als erregungsauslösend die energetische Bedingung als solche, also in dem einen Falle, wie wir gesehen haben, der konstant fließende elektrische Strom, im anderen die Anwesenheit oder die Abwesenheit des Lichts. Bei der elektrischen Reizung der Muskeln sahen wir, dass die Steilheit der Intensitätsschwankung des Reizes wenigstens in gewissen Fällen erregungsfördernd wird. Bei Pflanzen lässt sich nicht einmal dies mit Sicherheit nachweisen, vielmehr werden, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, im wesentlichen dieselben Erfolge erzielt, ob man nun den Lichtwechsel ganz plötzlich vornimmt, oder ihn durch besondere Einrichtungen ganz allmählich von Hell zu Dunkel oder Dunkel zu Hell im Verlaufe mehrerer Stunden eintreten lässt.

Noch deutlicher geht aber die dauernd erregende Wirkung der Anwesenheit (bezw. Abwesenheit) des Lichts aus dem Umstande hervor, dass die Belichtung oder Verdunklung in vielen Fällen eine verhältnismäßig sehr lange Dauer haben muss, ehe überhaupt eine merkliche Bewegungsreaktion ausgelöst wird, dass diese Reaktion mit der Dauer der Belichtung zunimmt und zuweilen erst nach vielstündigem Verweilen im Licht oder Dunkeln ihren Maximalwert erreicht. Bei den Blättern von *Phaseolus* bedarf es z. B. einer etwa zehnstündigen Beleuchtung, um diesen Maximalwert zu erreichen[13]). Während ihrer Dauer wirken also Licht und unter Umständen auch Dunkelheit erregend auf die reizbare Substanz der Pflanze, ganz wie der elektrische Strom auf die des Muskels und Nerven, und die Gefahr des Missverständnisses wird ganz unnötigerweise heraufbeschworen, wenn man in diesen Fällen den Wechsel oder die Veränderung als den Reiz bezeichnet. Nur wenn man die Dauer der Erregung in ihrer Bedingtheit von der Dauer des Reizes zur Basis der Darstellung macht, kann man tiefer in das Verständnis der engraphischen Wirkungen jener Erregungen (sogen. Nachwirkungen) eindringen und sich vor der irrigen Auffassung bewahren, dass eine Pflanze sich unter photisch indifferenten, reizlosen Bedingungen befindet, wenn man sie in dauernder Belichtung hält. Eine so gehaltene Pflanze befindet sich vielmehr, wie ich bereits in einer früheren Arbeit gezeigt habe[14]), unter der Bedingung einer außerordentlich starken einseitigen Induktion.

---

13) W. Pfeffer, Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Abhandl. d. math. phys. Kl. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. 30. Bd., 1907, S. 355.

14) R. Semon, Hat der Rhythmus der Tageszeiten bei Pflanzen erbliche Eindrücke hinterlassen? Biol. Centralbl., 28. Bd., 1908, vgl. bes. S. 237—243.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nachdem wir gefunden haben, dass auch die beiden zuletzt erörterten, auf den ersten Blick vielleicht zweifelhaft erscheinenden Gruppen von Tatsachen durchaus und ausschließlich unter die Reizdefinition fallen, die sich uns als das Resultat der vorliegenden Untersuchung ergeben hat, geben wir dieser Definition nunmehr abschließend folgende Fassung: Als Reiz bezeichnen wir eine aus der elementarenergetischen Situation resultierende Bedingung (kürzer ausgedrückt, eine elementarenergetische Bedingung), deren Auftreten, Dauer und Verschwinden bei Erfüllung der allgemeinen Bedingungen das Auftreten, die Dauer bezw. das Verschwinden einer Komponente der erregungsenergetischen Situation im Gefolge hat. Durch sie wird also jene Komponente, die einzelne Originalerregung, nicht nur „ausgelöst", sondern während ihrer Dauer auch aufrecht erhalten, und zu ihren Größenverhältnissen steht die Intensität der durch sie bedingten Erregung in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnis.

Dieser Definition möchte ich schließlich noch folgenden, die Auffassung der Intensitätsschwankung erläuternden Zusatz beifügen. Von unserem Standpunkt stellt sich jede hinreichend ausgiebige Intensitätsschwankung einer als Reiz wirkenden elementaren Energie dar als der Eintritt einer neuen elementarenergetischen Bedingung, also als Ersatz des bisher wirksamen Reizes durch einen anderen, sozusagen neuen Reiz. Diesem veränderten Reiz entspricht ein veränderter Erregungszustand, der sich bei hinreichender Größe des Unterschiedes durch veränderte Reaktionen manifestiert. Ein besonderes Moment ergibt sich dabei nur insofern, als in manchen Fällen, die Steilheit der Schwankung also der mehr oder weniger plötzliche Übergang von dem einen Erregungszustand in den anderen von Bedeutung für gewisse Eigentümlichkeiten dieses zweiten Erregungszustandes bezw. für das Auftreten oder Ausbleiben gewisser Reaktionen ist: Reaktion des quergestreiften Muskels auf Intensitätsschwankungen des elektrischen Stroms; manche Empfindungsreaktionen, bei denen Adaptation stattfindet und ein allmähliches „Einschleichen" in stärkere bezw. schwächere Intensitäten ohne bemerkbare Neureaktion möglich ist, etc. In anderen Fällen aber ist die Steilheit der Schwankung von keiner oder doch von keiner ausgesprochenen Bedeutung für den schließlichen Erfolg: Verhalten der langsam reagierenden kontraktilen Substanzen gegen Intensitätsschwankungen des elektrischen Stroms; Unabhängigkeit des Reizerfolgs bei den Schlafbewegungen der Blattorgane von dem plötzlichen oder ganz allmählichen Übergang von Hell zu Dunkel oder Dunkel zu Hell, etc.

Soweit ich den Gegenstand übersehe, dürften sich nunmehr der Durchführung unserer Definition auf keinem reizphysiologischen Ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

biet und in keiner Hinsicht Schwierigkeiten entgegenstellen. Als das Wesentliche an ihr betrachte ich, dass sie von der Erkenntnis ausgeht, 1. dass der Reiz sich nur mit Rücksicht auf seinen Erfolg, also nur als die Beziehung definieren lässt, die zwischen einer bestimmten Bedingung der elementarenergetischen Situation und einer Komponente der erregungsenergetischen Situation festzustellen ist, 2. dass der zeitliche Charakter dieser Beziehung in den Vordergrund zu setzen ist (Synchronie des Reizes mit der Hauptphase der Erregung), 3. dass diese Definition gestattet, auch Bedingungen, die sich aus der Abwesenheit gewisser Faktoren (Licht, Sauerstoff u. s. w.) ergeben, als Reize zu bezeichnen und 4. dass, indem sie Reizauslösung und Ekphorie auf einfache Weise zu trennen gestattet, sie damit ein weiteres gut verwendbares Kriterium liefert, um die beiden Grundformen der Erregung, die Originalerregung und die mnemische Erregung scharf zu unterscheiden.

Bemerkungen über vegetative und reproduktive Erscheinungen bei Thalassicolla.

Von Dr. Theodor Moroff.

Mit Textabbildungen.

Im nachfolgenden erlaube ich mir kurz über die Resultate meiner Untersuchungen an *Thalassicolla* zu berichten; die ausführliche Arbeit wird in einer anderen Zeitschrift erscheinen. Zu meinen Untersuchungen standen mir eine größere Anzahl meistens erwachsener Tiere zur Verfügung.

Zuerst möchte ich mit einigen Worten der Entstehung der Pigmentschicht Erwähnung tun. In den jüngeren Tieren verdankt sie ihren Ursprung den Restkörpern der ausschwärmenden symbiotischen Algenzellen. In den späteren Stadien von *Thalassicolla* können jedoch letztere nicht mehr bis zum Ende ihre Entwickelung durchmachen; vielmehr zerfallen sie frühzeitig; ihr Körper wird verdaut; die unverdauten Überreste kommen zu der Pigmentschicht und tragen bedeutend zu ihrer Verstärkung bei.

Von den Bestandteilen der Zentralkapsel selbst lenkt infolge seiner außerordentlichen Größe zuerst der Kern die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich. In seiner feinwabigen bis granulierten Grundsubstanz (Kernsaft, Brandt) sind eine größere Menge Chromatinfäden zu sehen, die in seiner Mitte zu einem sphärischen Gebilde etwas stärker verdichtet sind. Zwischen ihnen sind in größerer Menge Nukleolen (Karyosome) von wechselnder Gestalt und Größe vorhanden, die mehr an der Peripherie der Sphäre verteilt sind. Die Chromatinfäden sind einfach verlaufend oder zu mehreren in Form von Büscheln, nicht selten in Form von Knäueln

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Semon Richard Wolfgang

Artikel/Article: Der Reizbegriff. 193-210