

Bemerkungen zur Geschichte der Lehre von den spezifischen Energien.

Von Josef Gicklhorn.

Trotzdem bald hundert Jahre vergangen sein werden, seit Johannes Müller die Lehre der spezifischen Energien begründete, so ist doch bis heute kein abschließendes, allgemein anerkanntes Urteil über den Wert der Lehre und die Sicherheit ihrer Beweise gegeben worden. Den Urteilen, welche eine unbedingte Annahme von J. Müllers Gedanken und der von ihm angeführten Tatsachen bedeuten, stehen Meinungen gegenüber, die ein förmliches Bedauern ausdrücken, daß diese Lehre in der Physiologie und Psychologie so lange Zeit nachhaltigen Einfluß ausgeübt hat. Man hat in diesem Widerstreit der Ansichten und Überzeugungen Müllers Thesen abgelehnt oder angenommen aus Gründen, die bald auf philosophische Erwägungen sich stützten, bald mit neueren Ergebnissen der experimentellen Physiologie und Psychologie argumentierten oder als Basis irgendwelche Erfahrungen der allgemeinen Physiologie heranzogen, soweit sich zu Müllers Thesen Beziehungen finden ließen. Wie immer sich auch das letzte Urteil über die Lehre der spezifischen Energien gestalten möge, so wird doch heute niemand ihre Bedeutung verkennen. Denn die führenden Männer, besonders in dem Gebiete der Physiologie, haben sich mit J. Müllers Thesen auseinandergesetzt; keines der üblichen größeren und kleineren Lehr- oder Handbücher geht stillschweigend darüber weg; die Zahl der eigens im Hinblick auf eine Bestätigung oder Widerlegung ausgeführten Arbeiten ist sehr beträchtlich; das Tatsachenmaterial gehört so verschiedenen und wichtigen wissenschaftlichen Fragen an, daß jeder Versuch, Müllers Lehre durch eine andere zu ersetzen, wieder nur durch eine großzügig gedachte Theorie von allgemeiner Bedeutung möglich wäre. Alles das zusammen genommen kann nur zeigen, welchen historischen Wert diese Lehre besitzt und wie sehr sie als Ferment für die Forschung gewirkt hat.

Die Tatsachen und Fragen, welche die Grundlage der Lehre von den spezifischen Energien bilden, gehörten ursprünglich der Sinnes- und Nervenphysiologie an, und auch da sind besonders die beiden differenziertesten Sinne des Menschen — Gesicht und Gehör — in erster Linie berücksichtigt. Doch hat Müller

selbst seine Thesen als für alle Sinne gültig — damals die üblichen fünf — hingestellt, und heute ist der Geltungsbereich sogar auf alle „lebendige Substanz“ ausgedehnt. Die Lehre der spezifischen Sinnesenergien ist damit nur zu einem Spezialfall eines allgemeinen „Naturgesetzes“ gestempelt worden; denn in der erweiterten Form soll es nichts anderes ausdrücken als „eine Tatsache, die ganz allgemeine Verbreitung hat und tief im Wesen aller lebendigen Substanz begründet ist“ (Verworn).

Ganz abgesehen von dieser universellen Erweiterung von Müllers Lehre hat ihre Geschichte auch die fruchtbare Tendenz aufzuweisen, durch schärfere Begriffsbestimmungen und Neuformulierungen einer Analyse der Tatsachen gerecht zu werden. Die Unterscheidung zwischen Qualitäten und Modalitäten, die Charakteristik der spezifischen Disposition, die schärfere Fassung des Begriffes Sinnesorgan, die Versuche zur Präzisierung des ganz vagen und vieldeutig angewendeten Reizbegriffes (vor allem mit Rücksicht auf die Unterscheidung des adäquaten und inadäquaten Reizes) und manches andere könnte als Beispiel dienen.

Wenn die spezifischen Energien im Sinne von Joh. Müller wirklich eine so universelle Geltung haben und, wie die Anhänger behaupten, sogar der Ausdruck für ein allgemeines Naturgesetz sind, dann muß es jeden, der sich in die Frage vertieft, überraschen, daß die Pflanzenphysiologie eigentlich nie zu Wort kommt. In den zahlreichen Abhandlungen zu unserem Gegenstand wird wohl nie ein präzises pflanzenphysiologisches Beispiel genannt und analysiert, das für oder gegen die Lehre sprechen könnte. Die bloße Erwähnung, daß den Pflanzen auch (!) Reizbarkeit zukommt, genügt den meisten Tierphysiologen und -Psychologen anscheinend. Andererseits ist auch nicht zu übersehen, daß in der Pflanzenphysiologie eine als so fundamental hingestellte Erlungenschaft der allgemeinen Physiologie derart geringen Eindruck hinterließ, daß nur die bedeutendsten Botaniker mehr nebenher die Frage der spezifischen Energien streifen. Die fortschreitende Vertiefung der verschiedenen Disziplinen in der Physiologie weist aber immer mehr Berührungspunkte auf, und die prinzipielle Gleichheit der Lebenserscheinungen wird heute überall nachdrücklich betont. Diese Gleichheit der Prinzipien in der allgemeinen Reizphysiologie und die Möglichkeit, so manche Methode und Erfahrungen mit Erfolg sowohl in der Tier- als auch der Pflanzenphysiologie zu verwerten, könnte vielleicht auch in der Frage der spezifischen Energien beiderseitige Anregung bringen. Eine Sichtung des pflanzenphysiologischen Materials von solchem Gesichtspunkte aus ist in umfassender Weise bisher nicht unternommen worden.

Für die Geschichte der Lehre der spezifischen Energien aber es hat vielleicht doch allgemeines Interesse, ihre unbeachtete Einführung in die Botanik hier mitzuteilen, da meist die Pflanzen-

physiologen darüber weggehen und den übrigen Physiologen die Quellen schwerer zugänglich sind. Das um so mehr, als die Einführung der Lehre an unerwarteter Stelle und gar nicht bei einer rein reizphysiologischen Frage erfolgte, wie zu erwarten wäre.

Die Einführung des Begriffes der spezifischen Energie in die Botanik geschah durch den Altmeister und eigentlichen Begründer der neueren Pflanzenphysiologie, durch Julius Sachs. Die Originalstelle aus seiner bedeutsamen Arbeit „Über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile“ (1878) sei aus später angeführten Gründen hier in extenso wiedergegeben:

„Die Anisotropie der Teile einer Pflanze ist die verschiedene Reaktionsfähigkeit der Letzteren gegenüber gleichen äußeren Reizen. Ebenso wenig wie man die Tatsache, daß nur der Sehnerv Licht, nur der Hörnerv Töne, nur der Geruchsnerv Gerüche usw. empfindet, aus dem Blutstrom und seinen Druckänderungen erklären kann, ebensowenig läßt sich die Tatsache, daß manche Pflanzenteile positiv, andere negativ heliotropisch oder geotropisch sind und dem entsprechende Wachstumsrichtungen zeigen durch Saftbewegungen und Turgeszenzänderungen erklären. Es sind eben hier zwei ganz verschiedene Fragen zu unterscheiden, die in der Literatur mehrfach verwechselt worden sind. Wenn es sich um die mechanische Erklärung einer heliotropischen oder geotropischen Bewegung handelt, so müssen Saftbewegungen und Turgeszenzänderungen dabei eine Rolle spielen, ebenso gut wie bei der Reizbewegung eines Mimosenblattes oder einer empfindlichen Ranke. Eine ganz andere Frage ist es aber doch, warum gerade nur gewisse Organe, ja selbst gewisse einzelne Teile einer Zelle nur durch bestimmte äußere Einflüsse in dieser Weise angeregt werden, andere Teile aber anders. Hier bleibt einstweilen keine andere Annahme übrig als die, daß sich die lebende Pflanzensubstanz derart innerlich differenziert, daß einzelne Teile mit spezifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Tiere. Die Anisotropie erfüllt ja auch für diese wesentlich dieselben Zwecke, wie die Sinneswahrnehmungen für die Tiere. — Während bei diesen aber durch die äußeren Reize Muskelbewegungen ausgelöst werden, sind es bei den Pflanzen Turgeszenzänderungen der Zellen und durch diese veranlaßte Wachstums- (oder Spannungs-) Änderungen und daraus folgende Bewegungen. Das Problem liegt also betreffs der Anisotropie nicht in der Frage, wie an einem gegebenen bestimmten Pflanzenteil die Mechanik der durch äußere Kräfte ausgelösten Krümmung zustande kommt, sondern darin, warum gegenüber gleichen äußeren Kräften das eine Organ so, das andere anders reagiert, was doch nur von den inneren Zuständen abhängen kann wobei freilich nicht ausgeschlossen ist, daß der innere Zustand selbst schon durch äußere, früher einwirkende Kräfte bleibend verändert worden sein kann“ (S. 282).

Und auf der nächsten Seite der als Abschluß und Zusammenfassung der Arbeit gedachten Bemerkungen schreibt Sachs weiter:

„Es wurde soeben kurz angedeutet, daß die Anisotropie der Pflanze, oder was dasselbe bedeutet, die verschiedene Reaktionsfähigkeit ihrer Theile gegen gleiche äußere Kräfte, für die Pflanze eine ähnliche Bedeutung hat, wie die Sinneswahrnehmungen für die Tiere, nämlich die, den Organismus in einem geregelten Wechselverkehr mit der Umgebung, mit der Außenwelt zu versetzen, und ihn auf die von außen empfangenen Eindrücke in zweckmäßiger Weise reagieren zu lassen ... Die Art, wie die Anisotropie auf die verschiedenen Organe verteilt ist, bestimmt ganz wesentlich die Lebensweise, die biologischen Gewohnheiten jeder Spezies“ (S. 283).

Diese Äußerungen von Jul. Sachs sind mit Rücksicht auf das Gesamtproblem der Lehre der spezifischen Energien in mehrfacher Hinsicht von Interesse.

1. Sind es nicht allein die so eklatanten Reizerscheinungen besonders in der ersten Phase der Prozesse, sondern vor allem die Reaktionen als gerichtete Wachstumsbewegungen und die Gestalt der Pflanze, die Sachs im Auge hat und für die er eine grob mechanische Erklärung ablehnt. Man erinnere sich nur der gangbaren Ansichten zu Zeiten vor Sachs, als man noch die Reizbewegungen mit den Formänderungen plastischer Massen analogisierte. Wenn Sachs das verschiedene konstante Verhalten der positiven oder negativen heliotropischen bzw. geotropischen Reaktion als markanten Ausdruck einer spezifischen Energie betont, so gilt das nach unseren heutigen Erfahrungen nur mehr bedingt. Denn das positive oder negative Verhalten wechselt je nach der „Stimmung“ und „Umstimmung“, die wieder von der Intensität und Dauer der Zufuhr einer überhaupt Reiz auslösenden Energieart abhängt. Es blieben hier also nur jene Faktoren aufrecht, die doch noch als in der Organisation der Pflanze begründet auch heute angenommen werden, wie etwa Alter, Korrelationen zwischen den Organen, bestimmte Entwicklungsstadien usw.

2. Es ist weiter aus den früheren Zitaten ersichtlich, daß Sachs nicht an irgendeine der heute bekannten und berechenbaren Energiearten denkt, sondern jede physikalisch-mechanische Deutung ebenso ablehnt wie Johannes Müller, dessen Lehre ihm sicher bekannt war. In den späteren „Vorlesungen“ wird Müller besonders erwähnt, und beachtenswerterweise ist es gerade der vergleichende Hinweis auf den tierischen Organismus, mit dem Sachs auf die spezifischen Energien näher eingeht.

„Doch kehren wir von diesen allgemeinen Betrachtungen zu bestimmten Vergleichen zwischen Tier und Pflanze zurück, so möchte ich speziell auf diejenige, so überaus merkwürdige Erscheinung im Tierleben hinweisen, die ihr großer Entdecker Johannes Müller mit den Namen der spezifischen Sinnesenergien belegt hat.“ (Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1887. S. 621.)

3. Es ist auffallend, daß mehr die adäquaten Reize betont und bei Erwähnung der spezifischen Energien gleich das Moment der Zweckmäßigkeit einer solchen Einrichtung und die biologischen Gewohnheiten hervorgehoben werden. Die Muskelbewegung, im lebenden Organismus natürlich die koordinierte Bewegung der Erfolgsorgane, wird vor allem herangezogen. Von Sinnesempfindungen, an die gerade Müller anknüpft, wird nicht gesprochen, und wenn Sachs weiterhin der verschiedenen Reaktionsfähigkeit der Teile einer Pflanze gegen gleiche äußere Reize eine ähnliche Bedeutung beimißt wie den „Sinneswahrnehmungen für die Tiere“, so verfällt er in die gleiche mißverständliche Auffassung, wie sie noch heute zu treffen ist.

Müllers Lehre behandelt vor allem ursprünglich die Sinnesempfindungen, die wohl durch Bewußtsein und Urteil zu Sinneswahrnehmungen verbunden werden und nach Müllers Thesen VIII—X erst die Grundlage der Wahrnehmung abgeben. — Wenn Sachs gerade die Bedeutung der Reaktionsfähigkeit in helles Licht rückt, so ist das auch aus der damaligen Lage der Pflanzenphysiologie zu erklären; denn viele der heute in jedem Lehrbuch abgehandelten Reizerscheinungen waren nicht oder sehr unvollkommen bekannt und analysiert, und die Studien über die Bewegungen der lebenden Pflanze bzw. deren fein differenzierte Empfindlichkeit hatten erst begonnen. Sachs selber war ja darin bahnbrechend.

4. Genau besehen äußert Jul. Sachs aber bereits einen Gedanken, der nicht so sehr zum Ausdruck „spezifische Energie“ als zum Begriff „spezifische Disposition“ hinleitet. Darunter versteht Nagel „die Tatsache, daß spezifische Sinnesapparate überhaupt nur auf bestimmte Einflüsse (Reize) mit Empfindung reagieren und für diese dann hervorragend empfänglich sind, während sie auf andere (inadäquate) Einflüsse gar nicht reagieren“ (Bibliotheca zoologica, speziell pag. 6—25 und 42). Ob auch die Pflanze Sinnesorgane besitzt (Haberlandt), wird gar nicht diskutiert. Es geht vielmehr aus den Worten, daß die „lebende Pflanzensubstanz innerlich derart differenziert ist, daß einzelne Teile mit spezifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Tiere“, hervor, daß hier an Strukturen der Organe und Zellen gedacht ist. Damit hätte Sachs schon jene Deutung vorbereitet, die uns Hertwig (Allgemeine Biologie) gibt, wenn dieser sagt: „der Ausdruck (!) spezifische Energie besagt daher soviel als besondere Funktion auf Grund besonderer Struktur“ Dieses Ergebnis, das heute allgemein anerkannt wird, wäre also auch eine Folgerung aus Müllers Lehre, und zwar als kurze Zusammenfassung vieler Tatsachen aus der allgemeinen Physiologie.

5. Es darf auch nicht übersehen werden, daß Sachs in einem Zusatz die Möglichkeit zugibt, daß die spezifischen Energien nichts Konstantes zu sein brauchen und eine entwicklungsgeschichtliche Deutung zulassen, wenn nämlich „die inneren Zustände selbst schon durch äußere, früher einwirkende Kräfte bleibend verändert worden sind.“ Einwände auf Grund der Gedanken der Entwicklungslehre sind namentlich von Wundt, Ettliger usw. geltend gemacht worden, obwohl Brühl dem entgegenhält, daß es wichtiger ist, wenn Müllers Lehre mit den Tatsachen in Einklang steht „als mit einer Hypothese“. Bedenken wir weiter, daß in der Pflanzenphysiologie der Reizbegriff erst klar durch Sachs formuliert wurde, so ist es nicht ausgeschlossen, daß hier bereits der heute gangbare Begriff des Gleichgewichtes (besonders stationäres) als Grundlage vitaler Funktionen in dem Ausdruck der spezifischen Energien versteckt ist.

Daß Sachs der Erste war, der den Begriff der spezifischen Energie in die Pflanzenphysiologie einführte, geht auch daraus hervor, daß er später ausdrücklich die Priorität gewahrt wissen will. In einer eigenen Anmerkung zur 31. der Vorlesungen über Pflanzenphysiologie schreibt er: „Ich habe diese hier vertretene Ansicht zuerst in meiner Abhandlung „Über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile...“ aufgestellt. Wie in vielen anderen Fällen muß ich es auch hier rügen, daß manche Schriftsteller es durchaus nicht nötig finden, prinzipiell wichtige Ideen auf ihre „Literaturquelle“ zurückzuführen, während sie die unbedeutendsten Beobachtungen fleißig zitieren.“ („Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ 2. Aufl. 1887, S. 624.)

Dieser Zusatz zeigt auch, daß Sachs der Lehre der spezifischen Energien große Bedeutung beimißt, wohl abweichend von den heute gangbaren Ansichten der Pflanzenphysiologen, die kaum darauf zurückkommen.

In diesem Zusammenhang ist es sicherlich nicht überflüssig, auch die Ausführungen von Pfeffer folgen zu lassen, die er in seinem unübertroffenen Standardwerk der Pflanzenphysiologie (I. Bd., 2. Aufl.) bezüglich unserer Frage gibt. Sie sind nach Sachs bis auf den heutigen Tag seitens der Pflanzenphysiologen die bezeichnendste Darstellung in der Botanik geblieben, und nicht minder bezeichnend ist dabei die Tatsache, daß in der ungeheueren Fülle von Ideen und Hinweisen auf Experimente diese kurze Erwähnung nicht weiter verfolgt wird. Aber entsprechend dem vorgeschrittenen Ausbau der Pflanzenphysiologie fällt da manche kritische Bemerkung. Die Stelle lautet wörtlich:

Natürlich kann in einem Organ eine bestimmte Bewegung, zu der es besonders geeignet und geneigt ist, durch sehr verschiedene Anstöße ausgelöst werden, wie z. B. das sehr schön die Blätter von *Mimosa pudica* lehren. Eine solche Bevorzugung ist im allgemeinen um so mehr zu erwarten, je einseitiger ein Organismus oder ein Organ einem bestimmten Ziele angepaßt ist, und zur Kennzeichnung solcher Bevorzugung und Anpassung, aber auch nur in diesem Sinne, ist es berechtigt, von spezifischen Energien zu reden. Es gilt das generell für die spezifische Energie im Sinne Johannes Müllers, auch in bezug auf höhere Tiere. Ein Organismus — für das Organ gilt das gleiche —, der ausnahmslos mit derselben Reaktion, etwa einer bestimmten Bewegung, antwortete, trüge gar nicht die Bedingungen für seine Erhaltung in sich... Die Tatsache, daß in demselben Stengel durch photische, thermische, chemische usw. Reize ähnliche Krümmungsbewegungen veranlaßt werden, läßt sich zugunsten spezifischer Energien (im strengen Sinne des Wortes) nur zu Felde führen, wenn absichtlich alle anderweitigen Reizfähigkeiten in diesen Organen vernachlässigt werden. Übrigens ist klar, daß gar kein anderes Mittel als eine Krümmungsbewegung zur Verfügung steht, wenn es sich darum handelt, den Stengel in die Richtung des Reizangriffes, also z. B. nach dem Lichte hin zu bewegen.

Wir müssen aber notwendig spezifische Sensibilitäten für alle diejenigen, in ihrem Erfolge gleichartigen Reizreaktionen voraussetzen, die sich vereint, aber auch unabhängig von einander vorfinden. Denn nur so ist es verständlich, daß trotz der Bewegungsfähigkeit das eine Organ für geotropische, heliotropische, hydrotropische, das andere Organ nur für geotropische oder nur für heliotropische Reize empfänglich ist.

An höhere Differenzierung ist die Reizbarkeit so wenig gebunden wie das Leben, und selbst niedere Pflanzen geben in bezug auf Mannigfaltigkeit und Einheit der Sensibilität den Tieren nichts nach“ (S. 14).

Es ist bei dieser Auffassung der spezifischen Energie als „Kennzeichnung solcher Bevorzugung und Anpassung“ gewiß nicht überraschend, daß Pfeffer die Lehre „im strengen Sinn des Wortes genommen“ ablehnt. Aber seine „notwendige Voraussetzung spezifischer Sensibilitäten“ führt auf Umwegen zur gleichen Frage zurück, die Johannes Müller und auch Sachs stellen. Daß die Pflanze keine anderen Möglichkeiten als Reaktionen besitzt, denn Bewegungen nach Reizen, ist wohl heute kaum aufrecht zu erhalten. Und ohne auf die Frage der Sinnesorgane bei Pflanzen zurückzukommen, sehen wir auch bei Pfeffer, daß er besonderes Gewicht auf die spezifische Disposition legt, wobei auch später nirgends wieder Vorstellungen über die mögliche oder wahrscheinliche Grundlage solcher „spezifischer Sensibilitäten“ entwickelt werden. Die nebenbei zur Lehre der spezifischen Energien fast als Einwand gebrachte Bemerkung, daß ein Organismus „mit derselben Reaktion“ auf jeden Reiz antwortend, gar nicht die Bedingungen für seine Erhaltung in sich trüge, ist nicht nur weit hergeholt, sondern auch ohne jeden Zusammenhang mit den Tatsachen, die in Diskussion stehen. Die genaue Kenntnis der feindifferenzierten Reizerscheinungen selbst bei niederen Lebewesen hätte Pfeffer abhalten können, die spezifische Energie auf „besondere Bevorzugung und Anpassung“ bei anderen Pflanzen einzuschränken.

Aus diesen Ausführungen, die in ähnlicher Weise auch bei anderen Pflanzenphysiologen, sofern sie überhaupt das Problem der spezifischen Energie streifen, durchklingen, ist leicht ersichtlich, wie stiefmütterlich und nebensächlich Müllers Lehre in der Botanik behandelt wird. Und doch ist kein Zweifel, daß eine genaue Prüfung und ein Vergleich manches schöne Beispiel bieten kann, das, zur Diskussion gestellt, auch für den Tierphysiologen und Psychologen Interesse hätte¹⁾. Auch die Studien über Entwicklungsmechanik haben ja zu unserem Problem Daten geliefert, die gerade für die Lehre der spezifischen Energien auszuwerten sind. Es sei dazu nur an die Ausführungen von Driesch erinnert, der auf die von Born an jungen Amphibienlarven ausgeführten Transplantationsversuche hinweist, ebenso auf Versuche von Korschelt, Joest und Ruttloff mit Regenwürmern.

Wenn durch Erweiterung der Lehre von den spezifischen Energien die verschiedenen Fragen aus dem Bereiche der menschlichen Sinnesphysiologie herausgerückt wurden, dann sollte bei der allgemeinen Bedeutung des Problems auch die Botanik berücksichtigt werden. Es ist zu vermuten, daß die vergleichende

¹⁾ Ich habe über den Gegenstand seit Jahren Literatur gesammelt und glaube, diese Behauptung mit Recht aufstellen zu können.

Betrachtung auch Neues bringen dürfte. Man denke nur an die Ausführungen von Asher, der die Spezifitätsreaktionen der Immunochemie und Biologie in sehr ansprechender Weise zur Erklärung des Auftretens neuer Qualitäten heranzieht und eben mit Rücksicht auf die Lehre der spezifischen Energie diskutiert.

Eine tiefere Darstellung der Lehre der spezifischen Energien und eine objektive Kritik pro und contra hier zu geben, ist mit dieser Notiz nicht beabsichtigt. Es möge genügen, auf manches hingewiesen zu haben, was in den bisherigen Arbeiten nicht beachtet wurde und allgemeines Interesse beanspruchen könnte.

Literatur.

(Der Kürze halber seien nur Werke und Arbeiten angeführt, die ausführlicher die Lehre der spezifischen Energien behandeln und über die weitere Literatur orientieren können, bzw. mit dem Thema in engem Zusammenhange stehen.)

- Abderhalden, E.: Gedanken über den spezifischen Bau der einzelnen Organe und ein neues biologisches Gesetz. Münchener med. Wochenschrift 60. Jahrg. 1913.
- Asher, L.: Das Gesetz der spezifischen Sinnesenergie und seine Beziehung zur Entwicklungslehre. Zeitschr. f. Psychologie u. Physiol. d. Sinnesorgane II. Abt. 41. Bd. 1907.
- Brühl, N.: Die spezifischen Sinnesenergien nach Joh. Müller im Lichte der Tatsachen. Fulda 1915.
- Driesch, H.: Die Seele als elementarer Naturfaktor. Engelmann, Leipzig 1903.
- Philosophie des Organischen. Ebenda 2. Aufl. 1921.
- Ettlinger: Der Anpassungscharakter der spezifischen Sinnesenergien im Lichte der vergleichenden Psychologie. Philosoph. Jahrbücher 26. Bd. 1913.
- Goldscheider: Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Berlin 1881.
- Haberlandt, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. 4. Aufl. Leipzig 1909.
- Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Fischer, Jena. 8. Bd. Artikel über Reizerscheinungen. 1913.
- Hauptmann, K.: Die Metaphysik in der modernen Physiologie. Dresden 1893.
- Hering: Zur Theorie der Nerventätigkeit. Leipzig 1899.
- Hertwig, O.: Allgemeine Biologie. 4. Aufl. Fischer, Jena 1912.
- Hirsch, G.: Der Arbeitsrhythmus der Ganglienzellen. Naturw. Wochenschr. N. F. 16. Bd. 1917.
- Joteyko, A.: La loi de l'énergie spécifique pour les substances contractuelles. Zentralbl. f. Physiologie. 30. Bd. 1915.
- Jost, L.: Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. III. Abschnitt. Fischer, Jena 1913.
- Kassowitz, M.: Allgemeine Biologie. IV. Bd. (Nerven und Seele). Wien 1906.
- Kern, B.: Das Problem des Lebens (II. Abschnitt). Berlin 1909.
- Liljeqvist: Om specifika sinnesenergier, studier till psykofysikom teori. I. Prolegomena. Göteborg 1899.
- Minkowski, Eug.: Zur Müllerschen Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Zeitschr. f. Psychologie u. Physiol. d. Sinnesorgane. II. Abt. 45. Bd. 1911.

- Müller, Joh.: Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826.
— Handbuch der Physiologie des Menschen. Coblenz 1844.
- Nagel, W.: Handbuch der Physiologie des Menschen. III. Bd. (Allgemeine Einleitung zur Physiologie der Sinne).
— Vergleichend physiologische und anatomische Untersuchungen usw. gekrönte Preisschrift. Bibliotheca zoologica. Heft 18. 1894.
- Obersteiner: Zur vergleichenden Psychologie der verschiedenen Sinnesqualitäten. Grenzfragen des Nerven- und Seelenlebens. 39. Bd. 1906.
- Pfeffer, W.: Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. I. Bd. 1897.
- Pütter, Aug.: Vergleichende Physiologie. Jena 1911.
- Rosenthal, J.: Die spezifischen Energien der Nerven. Biolog. Centralbl. IV. Bd. 1885.
- Sachs, J.: „Über orthotrope und plagiotrope Pflanzenteile.“ Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. II. Bd. 2. Heft. 1878.
— Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig 1887.
- Semon, R.: Die Mneme als erhaltendes Prinzip usw. ..., 3. Aufl. Leipzig 1911.
- Verworn, M.: Allgemeine Physiologie. 5. Aufl. Jena 1909.
— Erregung und Lähmung. Ebenda 1914.
- Wagner, F.: Vergleichende Tier- und Pflanzenkunde. Leipzig 1914.
- Weinmann, Rud.: Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Hamburg-Leipzig, Voss 1895.
- Winterstein: Handbuch der vergleichenden Physiologie. IV. Bd. (Sinnesorgane).
- Wundt, W.: Physiologische Psychologie. II. Bd. Leipzig 1910.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Gicklhorn Josef

Artikel/Article: [Bemerkungen zur Geschichte der Lehre von den spezifischen Energien 111-119](#)