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

Das Elisabeth Linné-Phänomen

(sogenanntes Blitzen der Blüten) und seine Deutungen

Zur Anregung und Aufklärung, zunächst für Botaniker und Blumenfreunde

Von

Dr. Friedrich A. W. Thomas
Professor und Gymnasialoberlehrer a. D.
Mitglied der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher

Mit einer kleinen Farbtafel

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1914

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

Leuchtende Pflanzen. Eine physiologische Studie. Von Dr. **Hans Molisch**, a. ö. Professor und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts der k. k. Universität in Wien. Zweite, vermehrte Auflage. Mit 2 Tafeln und 18 Abbildungen im Text. 1912. Preis: 7 Mark 50 Pf.

Inhalt: I. Gibt es leuchtende Algen? — II. Ueber das Leuchten der Peridineen. A. Marine Peridineen. B. Süßwasser-Peridineen. — III. Das Leuchten der Pilze. *a*) Hyphomyceten. A. Das Leuchten des Holzes. B. Ueber leuchtende verwesende Blätter. *β*) Bakterien. A. Ueber das Leuchten des Fleisches toter Schlachttiere. B. Ueber das Leuchten von Würsten. C. Ueber das Leuchten menschlicher Leichenteile. D. Ueber das Leuchten toter Fische und anderer Seetiere. 1. Marine Fische. 2. Süßwasserfische. E. Ueber das Leuchten lebender Tiere, hervorgerufen durch Infektion. F. Ueber das Leuchten von Hühnereiern, Kartoffeln etc. *γ*) Uebersicht über die bisher beobachteten leuchtenden Pilze. — IV. Das Leuchten und die Entwickelung der Leuchtbakterien in Abhängigkeit von verschiedenen Salzen und der Temperatur. a) Salze. b) Temperatur. — V. Ernährung, Leuchten und Wachstum. — VI. Ueber das Wesen des Leuchtprozesses bei den Pflanzen. 1. Das Leuchten beruht auf einer Oxydation. 2. Leuchten und Atmung. 3. Zur Theorie des Leuchtens. — VII. Die Eigenschaften des Pilzlichtes. 1. Die Farbe des Pilzlichtes. 2. Arten des Leuchtens. 3. Bakterienlampen und die Möglichkeit einer praktischen Verwertung derselben. 4. Das Spektrum des Pilzlichtes. 5. Die photographische Wirkung. 6. Ueber die angebliche Durchlässigkeit undurchsichtiger Körper für Bakterienlicht nebst Bemerkungen über das Johanniskäferlicht. 7. Heliotropismus im Bakterienlicht. 8. Bakterienlicht und Chlorophyllbildung. 9. Hat das Licht eine biologische Bedeutung? — VIII. Ueber angebliche Lichterscheinungen bei Phanerogamen. Namenregister. Sachregister.

Die Naturwissenschaften, I. Jahrg. Heft 5, vom 31. Jan. 1913:

Der große Wert der Arbeit liegt zunächst darin, daß sie kein kompilatorisches Werk ist, sondern das Produkt eines eingehenden, viele Jahre umfassenden Studiums aller hier in Betracht kommenden Objekte und Fragen. H. Molisch, der berühmte Wiener Physiologe, hat alle Erscheinungen selbst beobachtet, eingehend nach allen Richtungen studiert, vielfach eigene Untersuchungsmethoden ausgearbeitet und bisher unbekannte, leuchtende Organismen entdeckt. Es muß aber ganz besonders darauf hingewiesen werden, daß nicht nur der für physiologische Forschungen interessierte Fachmann, sondern auch jeder Laie, der an interessanten Naturerscheinungen nicht gleichgültig vorübergeht, hier eine Fülle von Aufklärungen und Anregungen zu eigenen Beobachtungen findet. A. Nestler.

Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Eine mikrobiologische Studie. Von Dr. **Hans Molisch**, a. ö. Professor und Direktor des Pflanzenphysiologischen Instituts an der k. k. Universität in Wien. Mit 4 Tafeln. 1907. Preis: 5 Mark.

Inhalt: I. Methoden zur leichten und sicheren Beschaffung der Purpurbakterien. — II. Die Reinkultur von Purpurbakterien. Beschreibung neuer Gattungen und Arten. Systematische Uebersicht. — III. Die Purpurbakterien in ihren Beziehungen zum Lichte. (1. Einfluß der Richtung der Lichtstrahlen. 2. Einfluß plötzlicher Schwankungen der Lichtintensität. 3. Einfluß der Lichtfarbe. 4. Scheiden die Pupurbakterien im Lichte Sauerstoff aus?) — IV. Die Purpurbakterien in ihrer Beziehung zum freien Sauerstoff. — V. Die Chemotaxis der Purpurbakterien. — VI. Ueber die Ernährung der Purpurbakterien. (1. Die Notwendigkeit organischer Substanzen. 2. Die Bedeutung des Lichtes.) — VII. Die Farbstoffe der Purpurbakterien. (1. Historisches. 2. Eigene Untersuchungen. 3. Bedeutung der Farbstoffe.)

Oesterreich. bot. Zeitschrift 1907, S. 238:

Die Arbeit, welche unsere Kenntnisse über Purpurbakterien ganz außerordentlich erweitert, sowohl in bakteriologischer, wie physiologischer Hinsicht sehr bemerkenswerte Ergebnisse liefert und zu den wichtigsten Erscheinungen der Mikrobiologie zu zählen ist, zeigt folgende Gliederung des Inhaltes (folgt Inhaltsangabe).

Zentralblatt für Physiologie, Bd. 22, Nr. 1, 1908:

. . . Ein glänzendes Werk, das unser Wissen über diese merkwürdigen Organismen sehr erweitert und in physiologischer und bakteriologischer Hinsicht eine reiche Fülle neuer Resultate bietet.

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

Das Elisabeth Linné-Phänomen

(sogenanntes Blitzen der Blüten)

und seine Deutungen

Zur Anregung und Aufklärung, zunächst für Botaniker und Blumenfreunde

Von

Dr. Friedrich August Wilhelm Thomas
Professor und Gymnasialoberlehrer a. D.
Mitglied der Kaiserl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher

Mit einer kleinen Farbtafel

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1914

QH641
.T45

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

Alle Rechte vorbehalten.

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

Seinem hochgeschätzten Freunde

Herrn Schulrat Dr. Paul Langer

gewidmet

vom Verfasser

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

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

Inhalt.

		Seite
Vorwort		7
I.	Geschichtliches	9
II.	Mein Versuch von 1910	22
III.	Weitere Versuche im Zimmer	24
IV.	Vorbedingung und Erklärung des Elisabeth Linné-Phänomens	29
V.	Versuche an Blumen	29
VI.	Die Deutung der „blitzenden Blüten“ bei Schleiermacher und Goethe	32
VII.	Anhang: Erläuterungen und weitere Ausführungen	39
VIII.	Verzeichnis der in der bisherigen Literatur zitierten Schriften und Urteile über das El. L.-Ph.	47
Autorenregister		52
Sachregister		53

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

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

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Vorwort.

Die nachstehende Abhandlung verfolgt zwei heterogene Ziele. Zunächst will sie eine auch heute noch der großen Mehrzahl der Blumenfreunde und der naturwissenschaftlich Gebildeten unbekannte Erscheinung ihnen so nahebringen, daß sie an ihr die freudige Ueberraschung genießen, die ich noch bei jedem mit gesunden Augen versehenen Naturfreund erlebte, wenn ich ihm zu der Beobachtung verhalf. Dann aber will meine Arbeit auch Wissenschaftliches bringen, nämlich zur Klärung über die Deutung der Erscheinung beitragen, indem sie die bisherigen (meines Erachtens zum Teil auf Irrwegen gefundenen) Erklärungen sichtet, berichtigt und vervollständigt.

Diese zweierlei Ziele erforderten auch verschiedene Mittel, und die Schwierigkeit, trotz solcher Zwiespältigkeit eine lesbare Arbeit zustande zu bringen, konnte ich nur dadurch einigermaßen überwinden, daß ich die den Fluß der Darstellung hemmenden Klippen in ein Anhangskapitel zusammentrug, in welchem sie sich aufsuchen kann, wer sie beim Lesen als ein Hindernis oder als eine Gefahr für das weitere Verständnis empfinden sollte. Zum guten Teile sind's gar keine Klippen, nur mehr weniger lästige Sandbänke, die auch ohne weitere Beachtung umschifft werden können.

Zu ihnen gehört streng genommen auch der größere Teil der historischen Darstellung im ersten Kapitel. Und doch war für das Folgende die Vorausschickung dieses Teiles nötig. Eine vollständige Uebersicht der Literatur zu geben, lag keineswegs in meiner Absicht. Einige mir teils unverständliche, teils unglaublich erscheinende und doch bis in die neueste Zeit sich wiederholende Angaben (wie z. B. die über Volta) veranlaßten mich, allen Zitaten möglichst bis auf die Originale nachzugehen. Aber die voraussichtlich noch manche einschlägige Beobachtung aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts

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

enthaltende gärtnerische Literatur daraufhin durchzusehen, habe ich Abstand genommen. Es war unter den zitierten Mitteilungen schon des leeren Strohes übergenug.

Das Interesse des noch nicht über die zu behandelnde Erscheinung orientierten Lesers wird am ehesten geweckt werden, wenn er mit der Beschreibung meines Versuches in Abschnitt II oder den vorangehenden Sätzen (etwa von 14. ab) beginnt und dann den Versuch selbst an der Hand der beigegebenen kleinen Farbtafel anstellt. Für denjenigen Leser hingegen, der nur nach den hauptsächlichsten wissenschaftlichen Resultaten verlangt, empfehle ich die Abschnitte IV. über Vorbedingung und Deutung und VI. über Schleiermacher und Goethe, sowie 50. in VII.

Auf dem Titel wurden die „blitzenden Blüten“ nur zur Orientierung beigefügt. Eine andere, präzisere Bezeichnung der Erscheinung war nötig, weil man unter blitzenden Blüten vielerlei Erscheinungen begriffen hat, die ihrer Natur nach ganz ungleichartig sind, und weil auch noch in neuester Zeit (z. B. im Handwörterbuch der Naturwissenschaften **6** 1912, 334) das subjektive Phänomen mit der auf elektrischer Spitzenwirkung beruhenden objektiven Erscheinung unter jener Benennung (wie bisher üblich) zusammengefaßt wurde. Ich wählte die Bezeichnung Elisabeth Linné-Phänomen (im Texte meist abgekürzt in El. L.-Ph.) nach seiner ersten Beschreiberin.

Ohrdruf in Thüringen, 12. März 1914.

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

I. Geschichtliches.

1. Ohne Zweifel sind schon im Altertum die Vorbedingungen für eine Beobachtung des Aufleuchtens feuerroter Blumen in der Dämmerung gegeben gewesen. Aber solche Wahrnehmungen werden nur zu Mythenbildungen Anlaß gegeben haben (vgl. unter 47.). Ist doch die eine der Vorbedingungen, nämlich die Dämmerung, an sich schon geeignet, die Sinneswahrnehmungen mit Wahnvorstellungen zu verknüpfen. Die Beobachtung selbst ist keineswegs so schwer und selten ausführbar, wie noch vor wenigen Jahren (u. a. von Schleiermacher) behauptet worden ist. Selbst für Kinder ist sie eine leichte, sobald diese erst erfaßt haben, worauf sie achten sollen, und wie sie sich dabei zu verhalten haben (siehe die Fußnote zu S. 22). Aber die Beschreibung subjektiver Erscheinungen, und nur um eine solche handelt es sich bei dem Phänomen, so exakt zu fassen, daß sie auch ohne Demonstration und nur durch die Worte ausreicht, die Erscheinung anderen nahezubringen, das erfordert außer geschärfter Beobachtung auch einen geläuterten, präzisen sprachlichen Ausdruck. Darum ist es nicht wunderbar, daß aus Altertum, Mittelalter und Neuzeit bis zum Jahre 1762 kein Bericht bekannt geworden ist, der sich mit Sicherheit auf jene Erscheinung deuten ließe. Elisabeth Christina Linné, die Tochter des schwedischen Botanikers, hat den ersten gegeben, der zum Ausgangspunkt für alle weiteren Beobachtungen geworden ist und deshalb in einer Uebersicht über die Entwicklung unserer Kenntnis des Phänomens auch die erste Stelle einnehmen muß. Er führt den Titel „Om Indianska Krassens Blickande“. Selbst des Schwedischen nicht mächtig, wandte ich mich in meinem Verlangen nach einer zuverlässigen Verdeutschung an den durch seine vielseitigen Arbeiten rühmlichst bekannten Direktor des Botanischen Instituts der Universität Stockholm, Dr. G. v. Lagerheim, der meiner Bitte auch bereitwilligst und in dankenswertester Weise entsprach. Erst später brachte ich in Erfahrung, daß eine deutsche Ausgabe der naturwissenschaftlichen Ab-

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

handlungen der Schwedischen Akademie aus jener Zeit durch Prof. Abraham Gotthelf Kästner in Göttingen veranstaltet worden ist[1]). Beim Vergleich der beiden Uebersetzungen kamen mir dann einige Fragen, über die ich weiter mich zu belehren suchte, und ich bin da besonders Herrn Prof. Dr. Juel, Direktor des Botanischen Instituts der Universität Upsala, zu großem Dank verpflichtet worden. Der wichtigste Unterschied in den zweierlei Uebersetzungen ist schon in der Verdeutschung der Ueberschrift enthalten. Kästner übersetzte sie: „Vom Blitzen der indianischen Kresse"; v. Lagerheim: „Ueber das Blicken der . . . ." Nun sind ja blicken und blitzen auch im Deutschen vom gleichen Stamme, aber begrifflich wohl schon früher voneinander unterschieden worden als die entsprechenden schwedischen Worte blicka und blixtra. Im Deutschen verbinden wir mit „blitzen" die Vorstellung einer Lichtempfindung, die ebenso schnell wieder schwindet, wie sie gekommen ist, während „blicken" auch eine länger andauernde Gesichtswahrnehmung zuläßt. Wie später von mir zu beschreiben ist, kann aber das Aufleuchten der Blüten gar wohl längere Dauer haben und schwindet nur dann sogleich wieder, wenn unser Blick über die Blüte rasch hinwegwandert. So wie wir nun von der Sonne sagen, sie blickt hinter dem Berg hervor, oder wie wir bei den Leuchtfeuern von Blickfeuern sprechen, so könnte man recht wohl auch von Blickblumen, wie ich vorschlagen möchte, reden. Die Uebersetzung „blitzende Blüten" hat zweifellos zur Verbreitung der irrigen Annahme beigetragen, daß die Erscheinung eine elektrische sei. Um nun den Sinn zu erfahren, in welchem um 1762 „blicka" im Schwedischen gebräuchlich gewesen, bat ich Herrn Prof. Juel um Hülfe. Durch seine gütige Vermittelung teilte mir der Professor der Skandinavischen Sprachen an der Universität Upsala, Herr Dr. Adolf Noreen, folgende Belege mit:

> Blicka wird von dem schwedischen Lexikographen Lind 1749 mit „blicken, blitzen", von Möller 1790 mit „blicken, einen schnell vorübergehenden Schein geben, wetterleuchten", von Werte 1807 mit „luire, jeter des lueurs" übersetzt. Jetzt hat es in der Reichssprache nur die Bedeutung „einen Blick werfen", aber in sehr vielen Dialekten bedeutet es noch teils „glitzern", teils „blitzen".

Hiernach sind die beiden deutschen Lesarten des Titels berechtigt. In der nachstehenden Uebersetzung des Wortlautes der kurzen Abhandlung gebe ich alle Einschiebungen und Varianten in [], wobei die

1) Titel oder Literaturhinweise, die der Leser vermissen oder unvollständig finden sollte, wolle er in dem angehängten Literaturverzeichnisse nachsehen.

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

kursiven Buchstaben *J.*, *K.*, *L.* die Namen Juel, Kästner, v. Lagerheim bedeuten. Die Verdeutschung würde lauten:

Ueber das Blicken [Blitzen *K.*] der indianischen Kresse von Elisabeth Christina Linné.

Die indianische Kresse [Kapuzinerkresse, Tropaeolum majus] und ihre Landsmännin, die Sonnenblume [Helianthus annuus], die beide aus Peru stammen, sind jetzt wie die Ringelblume [Calendula] in Europa so gemein geworden, daß man sie fast in allen Kohlgärten findet und ihrer glänzenden Blumen wegen jährlich säet, sodaß fast jedes Kind sie kennt.

Als ich im vergangenen Sommer auf meines Vaters, des Herrn Archiater Linné, Gute Hammarby, das eine Meile von Upsala liegt, mich aufhielt, und wo auf dem Hofe [Gartenplatze *K.*] indianische Kresse zu einer Laube gepflanzt war, bemerkte ich an einem Abend, als ich in der Laube saß, daß die Blumen der indianischen Kresse sehr oft [wörtlich: ganz dicht, *J.*; *K.* übersetzt: sehr stark] blickten [blitzten *K.*], was mir sonderbar vorkam, weil ich dergleichen vorher nie gesehen hatte. Ich zeigte es der Gesellschaft, die es mit mir eine lange Zeit sah und sich daran ergötzte. Als mein Vater nach acht Tagen auf das Gut kam und ich erzählte, daß ich zuvor nie gesehen oder gehört habe, daß die indianische Kresse blicke [blitzte *K.*], bekam ich zur Antwort, er habe es weder gesehen noch [davon] gehört und würde [könnte *L.*] es nicht einmal glauben, wenn [falls *L.*] er es nicht mit seinen [eigenen *L.*] Augen sähe, obgleich ich ihm so viele Zeugen heranzog [vorstellte *K.*], die es mit mir gesehen hatten. Am nächsten Abend und an allen darauf folgenden wurde er selbst Augenzeuge und mußte gestehen, daß sich die Sache nicht leugnen ließe, daß sie aber zu rechter Untersuchung mehr Zeit erfordere, als er damals hatte, und er riet mir, einen Bericht hierüber der Königl. Akademie der Wissenschaften einzureichen als [über] eine Sache, die der Experimentalphysik zugehöre.

Die indianische Kresse hat, wie allgemein bekannt ist, viele gelbe [gemeint sind hier offenbar die feuergelben, rotgelben] Blumen, die am Tage licht [leuchtend *L.*, die wörtliche Uebertragung des schwedischen lysanda; *K.* übersetzt: glänzend] und des Nachts ganz schwarz sind, viel schwärzer als die Blätter und andere Blumen. Im Juli, bei Untergang der Sonne, und bis es ganz dunkel wird, blickten [blitzten *K.*] diese Blumen jeden Abend, so auch im August, aber viel weniger als zuvor. Dieses Blicken [Blitzen *K.*] ist ein so plötzliches Hervorschießen des Glanzes, daß man es [sich] nicht schneller vor-

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

stellen kann. Wenn man dasitzt und auf eine Pflanze sieht, die mehrere Blumen hat, so wird man gewahr, wie bald die eine, bald die andere auf diese Weise sehr schnell schimmert oder plötzlich glänzt. Anfangs glaubte ich, es überkomme sie irgend eine schnelle Bewegung; aber ich wurde bald davon überzeugt, daß es ganz und gar nicht davon herrühren konnte. Denn da [in diesem Falle *L.*] hätten die Blumen [auch] die Blätter in Bewegung setzen müssen, auf die sie sich stützten.

Ich mutmaßte, daß etwas Unsichtbares, etwa ein Nordlicht, in der Luft schimmere und von den schimmernden Blumenblättern reflektiert werden möchte, aber das muß ich den schärferen Augen der Naturforscher überlassen. Ich mutmaßte auch eine Zeit lang, es könnte von der Stellung des Auges selbst herrühren, denn wenn man starr und mit steif hingerichteten Augen auf die Blume sieht, so blickt [blitzt *K.*] sie nicht leicht [nicht gern *L.*], daher ich auch das Auge hin und her auf die Blumen wandte; aber daraus folgte kein Blicken [Blitzen *K.*] mehr als gewöhnlich war. Es mag nun herrühren, woher es will, das überlasse ich der Untersuchung der Naturforscher: genug, daß ich es den Augen der Scharfsichtigeren unterwerfen darf; denn da die Natur das Werk der Hände des allmächtigen Schöpfers ist, so darf man nichts in ihr verachten; und man hat gesehen, wie die Naturkundigen aus der geringsten Veranlassung der Elektrizität, dem Magnetismus und den Polypen auf die Spur gekommen sind, die sie zu den größten Palästen, mit den wunderbarsten Kleinodien der Natur gefüllt, geführt hat.

Dieser Mitteilung seiner Tochter gab Linné, der Vater, einen Anhang, in welchem er drei durch Farbe und Zeichnung der Blüten verschiedene Formen des kultivierten Tropaeolum nennt und hervorhebt, daß nur die Form mit rotgelben, nicht aber die zwei Formen mit bleichgelben Blüten die Erscheinung zeigen.

2. In unmittelbarem Anschluß an die Veröffentlichungen von Linné, Tochter und Vater, folgt in den Abhandlungen der schwedischen Akademie „Herrn Lektor Wilkens[1]) Anmerkung zu vorhergehendem Aufsatze“, welche an Vorsicht und Umsicht des Urteils über den Schlußfolgerungen vieler, ja der meisten späteren Forscher steht. Aus

1) Ich irre wohl nicht, ihn mit dem 1732 in Wismar geborenen Physiker und Entdecker u. a. der spezifischen Wärme (1762!), Joh. Karl Wilcke (auch Wilke geschrieben) zu identifizieren, von dessen Arbeiten Poggendorff (Gesch. der Physik, 1879, 878f.) sagt, daß sie alle den Charakter der Einfachheit und Klarheit tragen. Wilke hielt physikalische Vorlesungen auf dem Ritterhause, bevor er zum Mitglied der schwedischen Akademie der Wissenschaften ernannt wurde.

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

Wilkes Veröffentlichung geht mit größter Wahrscheinlichkeit hervor, daß er die Erscheinung nicht selbst beobachtet hat (Fries 1859, 178 spricht dies auch bestimmt aus); sonst würde er in der von ihm jedem anderen Deutungsversuche mit Recht vorausgeschickten und schon von El. Linné aufgeworfenen Frage „ob der Blitz in der Blume oder im Auge wäre“ gewiß schon richtig entschieden haben. So aber schließt er irrig auf Objektivität der Erscheinung: „weil viele Augen viele Abende das gesehen“. Er erinnert auch vergleichsweise an leuchtende Insekten. Von beiden Dingen sagt Fries l. c. in seiner Wiedergabe nichts, und die noch Späteren wie Molisch (1904, 154) und Mangold (1910, 370) beschränkten ihren Bericht auf die von W. allerdings auch ausgesprochene und weiter ventilierte Vermutung, „daß das Phänomen der überall verbreiteten elektrischen Materie zuzuschreiben sei“.

3. In den nächstfolgenden Jahren ist die Kenntnis der Erscheinung durch eigene, fünf Sommer lang fortgesetzte Beobachtungen des Schweden Lars Chr. Haggren, Hist. Nat. Lect. in Stregnås, erheblich gefördert worden. Seine Abhandlung „Om Blommors blickande“ erschien 1788. Er erweiterte die bis dahin auf Tropaeolum beschränkt gewesenen Beobachtungen durch solche an Calendula officinalis, Lil. bulbiferum, Tagetes patula, T. erecta und an einer feuerfarbigen Varietät von Helianthus annuus. Er kommt als erster zu dem Ergebnis: „Vielleicht haben alle feuergelben Blumen diese Eigenschaft.“ Bei der Ringelblume (Calendula) fand er bereits, daß die ganz feuerfarbige Abart am deutlichsten aufleuchte. Einen für manche späteren Autoren (z. B. Meyen 1838, 209) irreführenden, vermeintlichen Beweis[1]) für die Objektivität der Erscheinung bringt er in dem Satze: „Zu entscheiden, ob das bloß Irrtum des Gesichts wäre, ließ ich einen anderen nahe zu mir treten und durch einen gelinden Stoß mir den Augenblick angeben, da die Blumen dieses Licht gaben. Bei mehreren Versuchen hatte ich allemal das Vergnügen, zu finden, daß er den Blitz in einerlei Sekunde mit mir beobachtete.“ Auf seine ebenfalls irrig gedeutete Beobachtung über die gesteigerte Sichtbarkeit in größerer Entfernung für den Fall, daß mehrere Blüten nahe beisammen stehen, komme ich in Abschnitt V. (unter 29.) zurück. Haggren sah das Blitzen nur bei „heiterer Luft“, nicht bei einer Luft voll wässeriger Dünste oder nach Regen. Wegen der Schnelligkeit, mit der der Schein sich zeigt, möchte er, so urteilt H., elektrischer Art sein, und er sucht die Elektrizitätsquelle in dem mit Federkraft hervorgeschleuderten Blütenstaub, bzw. in dessen Berührung mit den Blumenblättern, wie nach ihm 1799

1) Seine Aufklärung siehe unten in der Fußnote zu S. 31.

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

Schaefer (s. u.) und 1829 Zawadzki. Ingenhouss (1779) sah [nach Treviranus 1829, 262] an Tropaeolum keine Spur von Leuchten. Nocca in Pavia zog, durch Haggrens Beobachtungen angeregt, Calendula mit dunkelrotgelben Blüten im Gewächshause, berichtet aber 1793 nur, daß er bei Nacht wie bei Mondenschein kein Phosphoreszieren wahrnehmen konnte, auch nicht bei Benutzung einer Linse (Lupe).

4. Der Kürze halber gebe ich die Uebersicht der Erklärungen, die in der folgenden Zeit ausgesprochen worden sind, indem ich ohne strenge Bindung an die chronologische Folge von den Beurteilern zunächst die große Gruppe derer zusammenfasse, welche die Erscheinung nicht selbst gesehen haben.

Die Mehrzahl von ihnen hielt die Elektrizität für die wahrscheinliche Ursache, so Pulteney 1790, Nees von Esenbeck 1821 und 1823, Dovaston 1832 („I have no doubt, they were electrical"), Ludwig 1874, der mit Unrecht Treviranus' Ansicht ablehnt, Molisch 1904 (aber nicht mehr 1912), Tubeuf 1905, Francé 1905[1]). Wenn aber Sprengel (1812, 356) sagt: „Auch Volta, obgleich er diese Blumen-Flamme nie gesehen, hält sie wie Pulteney für eine elektrische Erscheinung, die durch Explosion des idioelektrischen Fruchtstaubes erzeugt wurde", so beruht diese Angabe auf einer Flüchtigkeit Sprengels. Nicht Volta selbst, wie bisher immer (auch noch in Wintersteins Handb. der vergl. Physiologie 1910 von Mangold) angegeben worden ist, sondern der Magister Schaefer in seiner Uebersetzung von „Alexander Volta's meteorologische Beobachtungen besonders über die atmosphärische Elektrizität", Leipzig 1799, hat auf Haggren Bezug genommen. Der 7. Brief[2]) handelt von der Elektrizität der Wasserfälle und im „Zusatz zu dem 7ten Briefe" ist davon die Rede, daß gepulverte Körper, wenn sie gerieben oder nur mit Gewalt in die Luft geworfen werden, dadurch elektrisch werden. Hierzu macht der Uebersetzer Schaefer auf S. 243—245 in der Fußnote Bemerkungen über Haggren und dessen Vermutung, daß das Aufleuchten der Blumen „von der Fortschleuderung des Fruchtstaubes herrühre".

(Ueber einige wenige tatsächlich auf Elektrizität beruhende und früher mit dem El. L.-Ph. konfundierte Beobachtungen vgl. unter 40. im Anhangskapitel.)

5. Eine weitere Anzahl von Autoren, die über das El. L.-Ph. urteilten, ohne es gesehen zu haben, glaubte, es mit der Entflammbar-

1) Vgl. die Anmerkung über Francé im Anhang dieser Abhandlung auf S. 50.

2) Sprengel zitiert: „Volta, Meteorologische Briefe, B. I S. 243", ein Hinweis, dessen Entzifferung ich der gütigen Beratung des Direktors des Königl. Meteorolog. Instituts zu Berlin, Herrn Geheimrats Dr. Hellmann, verdanke.

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

keit der Diptamblüten oder mit lichtentwickelnden Collembolen zusammenstellen zu sollen.

Bei Bertholon de S. Lazare (1783) begegnet uns zum erstenmal die Zusammenstellung mit der künstlich am Diptam erzeugbaren Lichtentwicklung[1]). Die späteren Konfusionen beider Erscheinungen möchten aber wohl aus einer Stelle in Th. de Saussures Recherches (1804, 129) herrühren. Er berichtet, daß er in oft erneuerten Versuchen vergeblich eine Detonation bei Fraxinella [Dictamnus] zu erregen versucht habe, und sagt darnach: daß er dieselben Resultate bei den gleichen Versuchen an „capucines" [Tropaeolum] und „soucis" [Calendula] erhalten habe. Dies kann Veranlassung dazu geworden sein, daß man noch wiederholt Tropaeolum mit Dictamnus in Parallele stellte. Spätere haben sie zurückgewiesen. So äußerte sich u. a. Hoffmann 1857 unter Hinweis auf die brennbaren Oeldämpfe dahin, daß es auf einer Verwechslung zu beruhen scheine, wenn dem Diptam ein Leuchten der Blüten zugeschrieben werde. Trotzdem finden sich auch darnach noch die Erscheinungen an Dictamnus und Tropaeolum als einander „ähnlich" zusammengestellt z. B. in Leunis' Synopsis der Pflanzenkunde, 2. Aufl. (Frank) 1877, 531.

Nur völlige Unkenntnis der schwedischen Originalmitteilung ließ Phipson 1862 von El. Linné sagen, es habe ihr Freude gemacht, die Diptamblüten anzuzünden, während doch ihre Veröffentlichung vom Diptam kein Wort enthält. Vielleicht hierdurch verführt, wiederholte im gleichen Jahre Medizinalrat Hahn in Hannover diesen Irrtum und scheint noch 1880 an der Vergleichbarkeit der Erscheinung am Diptam mit dem El. L.-Ph., das er aber selbst noch nicht beobachtet hatte, festgehalten zu haben. Seine Mitteilung von 1862 ist, ins Englische übersetzt, auch im Journal of Botany 1863 erschienen und wurde — ohne Berichtigung der törichten Konfusion — noch 1904 von einem Anonymus wieder vorgebracht im Journal of the Bombay Nat. Hist. Soc. **16**.

6. Kleine leuchtende Tiere wurden als mögliche Ursachen der Erscheinung wohl zuerst von Heller (1853—54, S. 88) beobachtet; leuchtende Collembolen (Poduriden, Springschwänze) sah Molisch (1904, S. 46 und 159) an faulendem Holze. Darnach gab Ludwig (1904, S. 103) Hinweise auf ähnliche Beobachtungen, irrte aber, wenn er (l. c. S. 106) glaubte, daß in den phosphoreszierenden Collembolen die Lösung des alten Rätsels des El. L.-Ph. gefunden sei. Wer dieses

1) Eine Orientierung über diese Entflammbarkeit füge ich im Anhang unter 41. bei.

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

beobachtet hat, wird das Irrige jener Verallgemeinerung ohne weiteres einsehen. Die Collembolen geben mehr weniger vereinzelte, getrennte Lichtpünktchen, dort hingegen ist es ein Aufleuchten von Flächen. Wohl aber möchten manche, bisher irrtümlich mit dem El. L.-Ph. in Verbindung gebrachte Beobachtungen, z. B. die mir nicht durch Autopsie bekannten an den Blüten der Tuberosen (siehe Anhang unter 42.), sich als Wirkungen der kleinen leuchtenden Springschwänze ergeben.

7. Im Anschluß an diese irrigen Zusammenstellungen des El. L.-Ph. mit Erscheinungen anderen Ursprunges sei hier noch auf jene hingewiesen, die erst in tiefer Dämmerung oder finsterer Nacht wahrgenommen worden und mit großer Wahrscheinlichkeit auf die jedem aufmerksamen Naturfreund bei erstmaliger Beobachtung allerdings höchst überraschende Empfindlichkeit unseres Dunkelapparates, der Stäbchen, zurückzuführen sind. Ich verweise ihre Besprechung in den Anhang (siehe dort unter 46.).

Ganz außer Betracht lasse ich diejenigen Fälle, in denen das El. L.-Ph. mit der tatsächlichen Lichtentwicklung durch Pilze oder Bakterien zusammengebracht wurde, weil über letztere in Molischs Buch (1904 und 1912) eine erschöpfende Darstellung vorliegt.

8. Die nun noch übrige Zahl derjenigen Botaniker, die über das El. L.-Ph. berichteten, ohne es selbst gesehen zu haben, umfaßt die Zweifler, die Leugner und die vorsichtig Referierenden. Zweifel ist gewiß in aller Forschung berechtigt; nur muß er begründet sein. Th. de Saussure (es ist der schon erwähnte Sohn des Erfinders vom Haarhygrometer usw.) stützt den seinigen darauf, daß nur zwei Beobachter die Erscheinung gesehen hätten und Tropaeolum und Calendula in Gärten doch viel kultiviert würden. Dagegen ist einzuwenden, daß es schon 1804 mehr als nur zwei Personen waren, und daß unter ihnen ein Mann wie C. v. Linné sich befand. Link, der Berliner Botaniker, hatte noch 1821 bei Willdenow den nicht zu verargenden Zusatz „wahrscheinlich nur eine optische Täuschung“ gemacht. Aber in seinen zugleich lateinisch und deutsch geschriebenen „Grundlehren der Kräuterkunde“ sagt er 1837, S. 344 u. 345 nach Hinweis auf E. Chr. Linné, Haggren und Crome über die Erscheinung an Tropaeolum: „Nullus vidit, nisi qui spectra videt“, — „Keiner hat es gesehen, der nicht Gespenster sieht“. Wo Links (von Fries in Flora 1859, S. 181 f. zitierte) weitere Aeußerung: „eine Phantasie von einem jungen, leicht zu seinen Ideen verführenden Mädchen“ sich gedruckt findet, weiß ich nicht. Aber die wissenschaftliche Ehre dieses „jungen Mädchens“ ist längst

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

gerechtfertigt und Links absprechende Art verurteilt[1]). Wie wohltuend wirkt, mit dieser verglichen, die Objektivität des zu herber Kritik doch so geneigten Schleiden, der 1850 nach Anführung der Beobachtungen mit den Worten schließt: „Jeder Erklärungsversuch ist noch unmöglich."

Heinrich betonte 1820 nach Hinweis auf Haggren, daß die Erscheinung immer nur an gelben Blumen beobachtet worden sei, und hält elektrischen Ursprung für wenig wahrscheinlich. Ohne bestimmte Stellungnahme referierten Willdenow 1821, Meyen 1838, Unger 1846 und später, Tulasne 1848, Holder 1887, Gadeau de Kerville 1893 u. a. m. Pfeffer hält 1904 die Elektrizität für die mögliche Ursache, glaubt aber, daß meist wohl Täuschung vorliege.

P. Ascherson hat 1893 in seiner Abhandlung über das Goldkraut, in welchem er eine (hellziegelrot blühende) Mohnart, Papaver libanoticum, zu sehen glaubt, auch erwähnt, daß es in der Nacht leuchten soll, und er hat diese Erscheinung unter Hinweis auf El. Linné und Goethe als eine physiologische gedeutet. Die rote Blütenfarbe könnte vielleicht dafür sprechen, daß es sich nicht um ein Leuchten in tiefer Nacht, sondern um die Dämmerungserscheinung des El. L.-Ph. handelt.

9. In der sehr viel kleineren Gruppe von (nachhaggrenischen) Autoren, welche, im Gegensatz zu den in 4. bis 8. besprochenen, die Erscheinung selbst beobachtet und über sie ein Urteil veröffentlicht haben, herrschte die Ansicht über deren elektrische Natur noch lange Zeit vor, was sich wohl durch die äußeren Umstände verstehen läßt, welche die Beobachtung im Freien begünstigen: schöne Sommerabende nach gewitterschwülen Tagen laden am ehesten zu Spaziergängen im Garten ein. Wiederholt zitiert finden wir die unbedeutende, teilweise sogar widersinnige Auslassung von Crome 1809 und die (zwar erst 1829, aber trotzdem offenbar noch ohne Kenntnis von Goethes Farbenlehre erschienene) Abhandlung von Zawadzki. Letzterer ist von dem (auf Haggren zurückzuführenden) Gedanken, die Reibung beim Herausschleudern des Pollens sei die Elektrizitätsquelle, derart beherrscht, daß er sich zu dem Satze versteigt: „Da sich die Blitze bei den Blumen der genannten Pflanzen nur während des Stadiums der Fruktifikation zeigen, so können dieselben auch keine andere Ursache, als die Elektrizität haben."

---

1) Die Einführung eines kürzeren Ausdruckes für das langatmige „Scheinbares Aufleuchten feuerroter etc. Blüten in der Dämmerung" war mir schon vorher erwünscht erschienen. Den Terminus „El. L.-Ph." wählte ich nicht zur Ehrenrettung, die nicht mehr nötig ist; nur um etwas wieder gut zu machen.

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

10. Hoch über allen vorangegangenen Beurteilern des El. L.-Ph. steht **Goethe**, der die Erscheinung zuerst als eine subjektive erkannte und sie aus den Gebieten der Physik und Botanik in das der Physiologie verwies. Er hatte von der Beobachtung der Tochter Linnés mit Interesse gehört und war begierig, selbst zu schauen. Nach häufigen vergeblichen Bemühungen erfreute ihn dann auch die Wahrnehmung, die er an Papaver orientale machte, derart, daß er gleich am folgenden Morgen (datiert 19. Juni 1799) darüber an Schiller schrieb: „Eine artige Entdeckung habe ich gestern, in Gesellschaft mit Meyern, gemacht. Sie wissen vielleicht, daß man erzählt, daß gewisse Blumen im Sommer bei Abendzeit gleichsam blitzen, oder augenblicklich Licht ausströmen. Dieses Phänomen hatte ich noch niemals gesehen; gestern Abend bemerkten wir es sehr deutlich, an dem orientalischen Mohn, der vor allen andern Blumen eine gelbrote Farbe hat. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber, daß es ein physiologisches Phänomen ist, und der scheinbare Blitz das Bild der Blume mit der geforderten sehr hellgrünen Farbe ist. Keine Blume die man gerad ansieht bringt diese Erscheinung hervor, wenn man aber aus dem Augenwinkel hinschielt, so entsteht diese momentane Doppelerscheinung. Es muß dämmrig sein, so daß das Auge völlig ausgeruht und empfänglich ist, doch nicht mehr als daß die rote Farbe ihre völlige Energie behält. Ich glaube man wird den Versuch mit farbigem Papier recht gut nachmachen können, ich will die Bedingungen genau merken, übrigens ist das Phänomen wirklich sehr täuschend.“ Abgedruckt findet sich dieser Brief im 14. Band der im Auftrage der Großherzogin Sophie von Sachsen herausgegebenen „Goethes Werke, IV. Abteilg.“, S. 114—116, n. 4067 (erschienen Weimar 1893) [1]).

Erstmalig in Druck gab Goethe seine Beobachtung 1810 in dem bekannten Werke „Zur Farbenlehre“, 1. Bd., S. 21—22. Aus der hier etwas eingehenderen Beschreibung ist beachtenswert, daß er mit Meyer nach der ersten Wahrnehmung vergeblich eine Wiederholung versuchte, „bis uns endlich, bei abermaligem Hin- und Wiedergehen, gelang, indem wir seitwärts darauf blickten, die Erscheinung so oft zu wiederholen, als uns beliebte“.

Goethes Veröffentlichung von 1817 (in der Hempelschen Ausgabe Band 36, S. 519—520; in der Weimarer Ausgabe 1897 in der II. Abteilung, Naturwissenschaftliche Schriften, 5. Band, Erste Abteilung,

1) Den Hinweis danke ich Herrn Prof. Dr. S. Kalischer in Charlottenburg, der für obige Ausgabe die Bearbeitung der naturwissenschaftlichen Schriften Goethes leitete. Daß Heinrich Meyer jener Begleiter war, entnahm ich einer Anmerkung von K. auf S. 542 des 35. Bdes. der bei Gustav Hempel, Berlin erschienenen Ausgabe.

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

unter „Nachträge zur Farbenlehre“ auf S. 339—341 im zweiten Abschnitt, 5. Leuchtende Blumen) enthält den Hinweis auf die Mitteilung von Linnés Tochter und auf die Blumen, an denen außer Tropaeolum noch (durch Haggren, den Goethe aber nicht nennt) die Erscheinung bemerkt wurde, und druckt darnach die 1810 gegebene Beschreibung wörtlich ab. In beiden Veröffentlichungen wendet sich G. dann anschließend den Nachbildern zu. Unter der „geforderten Farbe“ versteht er bekanntlich das, was man jetzt die Komplementärfarbe nennt. Goethe hatte sich schon vor seiner Beobachtung von 1799 eine Reihe von Jahren mit der Erscheinung der Komplementärfarben beschäftigt. Sie nahmen sein Interesse derart in Anspruch, daß er, wie das jedem Forscher bei Auffindung ihm neuer Gesichtspunkte geht, alles zunächst von diesen aus ansah. So glaubte er, durch sie auch hier eine Erklärung geben zu können, die freilich den Kernpunkt der Frage nicht treffen konnte, da ja die Grundlagen für die physiologische Erklärung des El. L.-Ph. erst in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts gefunden wurden (siehe unter 43.). In Abschnitt VI. werde ich dartun, daß die „Doppelerscheinung“, von der Goethe spricht, im Sinne eines räumlichen Nebeneinandererscheinens von zwei Bildern keine notwendige Voraussetzung des El. L.-Ph. bildet.

11. Unter den älteren Botanikern, welche die Erscheinung wahrgenommen und beurteilt haben, steht L. Chr. Treviranus besonders hoch. Als Beleg hierfür diene der folgende Satz aus seinem 1838 erschienenen Lehrbuch 2, 71: „Ich halte daher das Phänomen wie Goethe (Zur Farbenlehre I, 21) für eine optische Täuschung, insofern das Auge, an das Grau, womit die meisten Gegenstände bei einbrechender Dunkelheit erscheinen, gewöhnt und dann von der Lebhaftigkeit der gelben Farbe getroffen, diesen Gegensatz dergestalt in sich ausbildet, daß das Hellere wie ein Leuchten gegen das Dunklere erscheint.“ Der Gegensatz von Dämmerungssehen und Farbensehen kommt hier noch besser zum Ausdruck als bei Goethe. Beim damaligen Stande der Wissenschaft konnte die Erklärung des El. L.-Ph. kaum präziser ausgedrückt werden.

Aus H. Hoffmanns Darstellung (1857) geht zwar nicht mit Sicherheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit hervor, daß er das El. L.-Ph. selbst wahrgenommen hat. Nachdem er erwähnt, daß die lebhaft gelb- oder karminroten [karminrot ist keine so treffende Bezeichnung der geeigneten Farbe wie feuerrot] Blumen (Calendula, Papaver orientale) die Erscheinung im Abendlicht zeigen, sagt er: „es beruht dies auf einem längeren Verharren des lebhaften Sinneseindruckes, welcher unbewußt beim Hinblicken auf die noch schwach beleuchtete Pflanze

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

empfangen wurde, und kann nur als ein letztes Rückstrahlen des verschwindenden Tageslichtes betrachtet werden.“ Er erwähnt anschließend das scheinbare Leuchten der Vorkeime von Schistotega. Die Herkunft des Lichtes von außen war für ihn, den Botaniker, augenscheinlich die Hauptfrage, und diese beurteilt er richtig.

12. Die ausführlichste Behandlung des El. L.-Ph. kam darnach wieder aus Schweden, aus Upsala. Th. M. Fries gab in der zweiten Hälfte seiner 1858 erschienenen Abhandlung „über Lichtphänomene bei Pflanzen“ eine nahezu umfassende Uebersicht der bis dahin vorhandenen Literatur und beschrieb sorgsam seine eigenen Beobachtungen. Anfänglich an der Richtigkeit seiner Wahrnehmung zweifelnd, führte er eine Person, die nie die geringste Ahnung von der Existenz einer derartigen Erscheinung an Pflanzen hatte, an die Stelle des botanischen Gartens, an der er tags zuvor das Aufleuchten selbst zuerst und zwar an Papaver orientale wahrgenommen hatte, und diese Person rief sogleich voller Erstaunens: „es blitzt aus den Blumen“ (s. Flora 1859, 182). Nachdem sich Fries durch das Zeugnis weiterer unvorbereiteter Personen davon überzeugt hatte, daß die Erscheinung leicht wahrnehmbar sei, gab er in einer Upsalaer Zeitung einen Bericht, der andere Besucher herbeilockte, und konnte dann konstatieren, daß innerhalb von $1^1/_2$ Wochen unter ca. 150 Personen nur drei oder vier waren, welche das Aufleuchten an Papaver nicht zu sehen vermochten, und diese wenigen hatten schwache Augen und bedienten sich sehr starker Augengläser. Bezüglich der Deutung des Phänomens will Fries über die Hereinbeziehung der Komplementärfarben (Goethe) nicht urteilen, bemerkt aber, daß der Schein keineswegs von „hie und da von den Augen auf die Blüten geworfenen Blicken . . . herrührt“ [hat also in diesem zweiten Punkte die kritische Beobachtungsart Goethes nicht erreicht!]. Er überläßt die Erklärung schließlich berufenen Forschern, betont aber, daß es sich nicht um einen elektrischen oder chemischen Vorgang handeln könne, sowie daß in der Farbe der Blüten mit einem gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit der Erklärungsgrund zu suchen sei.

13. Von Mitteilungen eigener Beobachter, die aber noch ohne Kenntnis oder doch ohne Zuhilfenahme der Duplizitätstheorie urteilten, sind mir aus der langen Zeit von Fries bis heute nur drei bekannt geworden. Obgleich sie nichts Erhebliches bringen, mögen sie, weil sie zitiert worden sind, hier noch angeführt sein.

Crié, der die Erscheinung an Tropaeolum gesehen zu haben angibt, warf noch 1881 und 1882 „cette émission de lumière“ kritiklos zusammen mit dem Leuchten von Pilzen, über das er berichtet.

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

Ballerstedt glaubt 1903 das Leuchten bei Calendula und Tropaeolum auf Lichtreflexe und Farbenkontraste zurückführen zu sollen, hält aber selbst das Resultat seiner Beobachtungen für „ein sehr unsicheres“. In dem Lichtscheine, den er an Lychnis chalcedonica (deren deutschen Namen „brennende Liebe“ auf dieses Aufleuchten zurückführend) sah, vermutet er hingegen ein Anlockungsmittel der Blüten für nächtliche Insekten, womit er diese Erscheinung also als eine objektive ansieht. [Ich selbst sah an Lychn. chalced. am 5. Juli 1912 das El. L.-Ph. in nicht auffälliger, aber hinreichender Deutlichkeit.]

Bölsche beobachtete, wie er 1910 schreibt, die Erscheinung an grellroten Pelargonien; er hat sie aber nicht richtig erfaßt, wie schon die Bemerkung zeigt: er „zweifle nicht, daß man im Dunkeln ein wirkliches Aufleuchten gesehen hätte“. Die Wiederholung der Beobachtung gelang ihm in anderen Jahren nicht, und er meint deshalb, daß ganz besondere Zufälle gelegentlich noch mitspielen möchten. [Den geeigneten Grad der Dämmerung hat er wahrscheinlich bei der versuchten Wiederholung nicht beachtet.]

14. Bevor ich zur heutigen Deutung und dann zur Widerlegung eines Teils der Ergebnisse von Schleiermacher schreite, möchte ich die Frage beantworten: Wie kommt es, daß es nur so wenigen von den erwähnten zahlreichen Schriftstellern gelang, die Erscheinung wahrzunehmen?

Die Antwort muß kurz lauten: Sie stellten den Versuch nicht richtig an; sie mißachteten die Goetheschen Worte: „Wenn man eine Blume gerade ansieht, so kommt die Erscheinung nicht hervor“, oder wie Ascherson 1893 sie moderner wandte: „Bei direkter Fixierung des Objekts aus der Nähe war nichts zu bemerken.“ Viele von ihnen wurden auch, wie ich schon oben erwähnte, durch die hergebrachte Bezeichnung „blitzende Blüten“ zu dem Vorurteil verleitet, eine Art St. Elms-Feuer erwarten zu müssen.

Es sind allerdings zweierlei Fähigkeiten, die für das Studium des El. L.-Ph. erst geübt, ja für die allermeisten Menschen erst gelernt sein wollen, eine physische und eine psychische. Jene: die Richtmuskeln des Augapfels sich besser untertan zu machen, d. h. die unwillkürlichen und unbewußten Zuckungen des Auges, von denen noch im Laufe dieser Arbeit mehrfach die Rede sein wird, möglichst einzuschränken. Die psychische: seine Aufmerksamkeit zu teilen und gleichzeitig Objekte im mittelsten und solche im äußeren Teile des Gesichtsfeldes zu beachten[1]) und miteinander auf ihre Farben-

1) Will es doch, wie alles bewußte peripherische Sehen, z. B. erst vom Sänger gelernt sein, sein Notenblatt zu fixieren und doch gleichzeitig — ohne Bewegung von Kopf oder Auge — den Stab des Dirigenten zu beachten.

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

und Helligkeitsunterschiede hin zu vergleichen, und zwar ohne dabei die Blickrichtung zu ändern!

Wem der Versuch mit den Blumen einmal gelungen ist, dem wird die Wiederholung auch ganz leicht[1]). Für das erste Bemühen ist deshalb eine Vorübung unter erleichternden (!) Umständen sehr erwünscht, und ihr dient meine schon 1910 beschriebene Farbtafel. Dieser

II. Mein Versuch von 1910

besteht in folgendem:

15. Man nehme in der Dämmerung zu einer Zeit, in welcher man gewöhnliche Druckschrift eben noch lesen kann, das dieser Arbeit beigegebene Farbtäfelchen zur Hand, fixiere eines der roten Papierstückchen (unter Vermeidung von Lichtspiegelung durch dessen glänzende Oberfläche) und suche, ohne den Blick von ihm zu wenden (!) sich darüber ein Urteil zu bilden, ob es den drei anderen gleichartigen roten Stücken an Helligkeit gleichkomme. Dann erst wende man den Blick von einem zum anderen roten Stück mit demselben Bestreben: über deren Helligkeitsunterschiede sich zu unterrichten. Nach einigen Versuchen wird man finden, daß das fixierte immer das am hellsten erscheinende ist.

Wem der Versuch auf diese Weise nicht alsbald gelingt, der bewege das in der Hand gehaltene Farbtäfelchen während der Betrachtung ziemlich schnell hin und her, ohne den Blick dem bewegten Blatte folgen zu lassen. Durch das schnelle Wiederschwinden der Helliggeit des roten Papierstückchens entsteht dann ein tatsächliches Aufblitzen, das für manchen Neuling leichter zu sehen ist als das bloße Aufleuchten. Nachdem aber der Versuch nur erst in dieser Weise geglückt ist, wird er auch bei ruhendem Objekt und nur wanderndem Blick gelingen und schließlich das Aufleuchten auch bei Fortbewegung des Blickes nur bis auf das rote Papierstück (und nicht über dasselbe hinaus) wahrnehmbar werden.

16. Der Vorteil, den dieser Versuch als Vorübung für die Beobachtung an Blumen gewährt, besteht zunächst in der Unabhängigkeit von der Blütezeit der betreffenden Pflanzen und von rötlichem Abend-

1) Sogar „kindsleicht“, wie die Mitteilung von E. D. K. in Gardeners' Chronicle 1859 beweist. Nachdem der Vater im Sommer 1858 (und zwar spontan wie Linnés Tochter) die Erscheinung an Verbenen und Geranien („Scarlet Geraniums“) wahrgenommen und mit den Seinigen beobachtet hatte, kamen im folgenden Jahre die Kinder mit der Neuigkeit gesprungen: Die Blumen blitzen wieder! („On Sunday evening last, July 10, my children came running in to say, that the „lightning“ was again playing on the flowers“.)

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

licht, ja selbst von der Tageszeit überhaupt. Denn er gelingt, sofern man nur dem Auge erst eine kurze Zeit zur Anpassung an das verminderte Licht gönnt, auch bei Tage in einem entsprechend mäßig verdunkelten Zimmer, z. B. in der photographischen Dunkelkammer bei teilweise geöffneter Tür oder auch bei Nacht in einem schwach beleuchteten Zimmer. Die Erleichterung gegen den Blumenversuch beruht darauf, daß die Farbe des Untergrundes geeigneter ist, als das Blattgrün. Beobachtete ich im Freien nebeneinander das El. L.-Ph. an der Farbtafel und an der Blüte des orientalischen Mohnes, so konnte ich an jener das Phänomen schon bei einem geringeren Grade der Abenddämmerung, nämlich um etwa 10 bis 15 Minuten früher als an der Mohnblüte wahrnehmen.

17. Die Bestimmung des Zeitpunktes, von dem ab die Beobachtung in der Abenddämmerung gut ausführbar ist, ließe sich astronomisch formuliert denken (durch Angabe des Winkels, bis zu dem die Sonne unter den Horizont gesunken sein muß). Aber die hinzukommende Beeinflussung durch den Zustand der Atmosphäre, ja im Winter schon durch das Vorhandensein oder Fehlen von benachbarten Schneeflächen (beschneite Dächer u. dgl.) ist zu erheblich und die schon oben erwähnte einfache Leseprobe deshalb zweckentsprechender. Die willkürliche Abstufung des Dämmerlichtes beim Zimmerversuch läßt sich bequem dadurch erreichen, daß man, den Fenstern den Rücken zuwendend, mit dem Farbtäfelchen in der Hand langsam nach der Tiefe des Zimmers vorwärtsschreitet. Liegt das Zimmer nach Osten, so tritt die geeignete Stufe der Abenddämmerung etwa 10 Minuten früher ein als in einem nach Westen gelegenen (vorausgesetzt, daß der Himmel klar und seine obere Hälfte nicht von entgegenstehenden Gebäuden oder dgl. verdeckt wird).

Die schon erwähnte Vermeidung von Lichtspiegelung durch die glänzende Oberfläche ist für das Gelingen des Versuches unerläßlich. Nichtachtung dieser Vorschrift würde zur Folge haben, daß das ungefärbt bleibende Oberflächenlicht den Eindruck des roten verschleiert oder ganz unterdrückt.

18. Für Mitteldeutschland währt die bequeme Beobachtungszeit etwa 30 Minuten, bei rötlichem Himmelslicht etwas länger. Je größer die geographische Breite des Beobachtungsortes, desto länger die Dämmerung, desto länger auch der von ihr zur Beobachtung geeignete mittlere Teil. Daraus erklärt sich, daß in Skandinavien das El. L.-Ph. zuerst beschrieben worden ist, und daß nächst den schwedischen es besonders englische und deutsche Beobachter waren, die sich mit ihm beschäftigt haben.

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

19. (Die Herstellung des Farbtäfelchens.) Die zwei Papiersorten wählte ich so, daß sie das Purkinjesche Phänomen (s. Anhang 43.) gut zeigten. Sie sollten zwar am besten beide glanzlos sein; aber in den Papierhandlungen ist ein grell feuerrotes als Glanzpapier leichter erhältlich denn als mattes. Von den verfügbaren bevorzugte ich dasjenige, welches bei tieferer Dämmerung am dunkelsten erschien. Andrerseits wählte ich von sattblauen, glanzlosen Papieren (die gewöhnlich in größter Auswahl dem Käufer verfügbar gestellt werden) unter solchen von im Tageslicht gleicher Sättigung diejenige Sorte, die in tiefer Dämmerung als die hellsterscheinende sich ergab. Die Möglichkeit einer noch geeigneteren Papierwahl (ein Blau vielleicht, das noch genauer Ergänzungsfarbe zum Gelb des gelben Fleckes wäre, s. unter 50.) will ich aber durch vorstehende Angaben nicht in Abrede stellen.

Die Größe der aufzuklebenden Stücke (etwa 1 cm^2) ist ein wenig reichlicher bemessen als die Winkelgröße der Netzhautgrube, wobei die Entfernung, in der man die Farbtafel hält, zu 25—50 cm vorausgesetzt wird [1]). Die roten Stücke können aber auch etwas kleiner genommen werden.

Versuche mit buntem Papier hat Goethe, wie bereits erwähnt, schon empfohlen und Schleiermacher angestellt. Für das Verständnis des El. L.-Ph. wird meine Farbtafel deshalb förderlicher sein, als die mir bekannt gewordenen älteren Versuchsanordnungen, weil die zu mehreren aufgeklebten, unter sich gleichartigen, die roten Blüten vertretenden Papierstückchen die vergleichende Beurteilung von zentral und peripherisch gesehenen Objekten (siehe oben unter 14.) erleichtern.

20. Kurz sei hier noch die für die später zu gebende Erklärung des El. L.-Ph. nützliche Umkehrung des Farbtafelversuches erwähnt. Benutzt man von den zwei Papiersorten die rote für den Grund und klebt von der blauen die kleinen Stücke auf, so erscheinen in der Dämmerung das fixierte blaue jedesmal tiefblau, die nicht fixierten dagegen heller und blaßblaugrau.

III. Weitere Versuche im Zimmer

betrafen Abänderungen des Farbtafelversuches in dreierlei Beziehung: in der Farbe der kleinen Objekte, in der Farbe des Untergrundes und durch Ersatz des wandernden Blickes durch das wandernde Objekt.

---

1) Für die gleichzeitige Beobachtung durch eine große Zahl von Personen ist mein Versuch ausgestaltet worden durch Prof. Dr. W. Merkelbach bei Gelegenheit seines Vortrages am 8. Mai 1911 im Verein für Naturkunde zu Cassel; vergl. Abhdl. u. Bericht LIII des genannten Vereins S. 255.

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

21. In der ersten Beziehung sollte mich die Vergleichung des Verhaltens von roten und gelben Objekten darüber belehren, ob Haggrens Beobachtungen an gelben Blüten, die ich nachzuprüfen keine Gelegenheit hatte, glaubwürdig seien.

Die Mitteilung, welche Linné der Veröffentlichung seiner Tochter angeschlossen hatte, gab, wie schon erwähnt, an, daß von Tropaeolum nur die feuerrote Varietät die Erscheinung zeige, nicht aber die blaßgelbblütigen. Sowohl diese Angabe für Tropaeolum, wie spätere für Calendula hatte ich durch eigene Beobachtung bestätigt gefunden. Da nun die Blütenfarbe mancher Pflanzenspezies, besonders die vieler kultivierten Arten nicht hinreichend konstant ist, um für Nachprüfungen durch andere Beobachter eine Gleichheit der Bedingungen zu gewährleisten, wandte ich unter Beibehaltung des erprobten blauen Untergrundes für einige weitere Versuche Farbstoffe und zwar meist unorganische an.

Ich wählte folgende fünf: 1) Karmin (dem sich das jetzt käufliche und ihn verdrängende „Moderot“ sehr ähnlich verhält), 2) Zinnober, 3) Mennige, 4) Jaune brillant (Kadmiumsulfid) und 5) Urangelb (Natriumuranat). Die drei ersten werden, peripherisch gesehen, bei Eintritt der Dämmerung rasch dunkler, Karmin zuerst (er wird auch am tiefsten schwarz), Mennige zuletzt. Sie zeigen alle drei das El. L.-Ph. deutlich, Zinnober vielleicht am besten, aber bei der für die Farbtafel geeignetsten Zeit wohl nicht ganz so auffällig wie das rote Papier. Bei tieferer Dämmerung, gegen die Nacht hin, wird der Zinnober von der Mennige noch übertroffen. Der fünfte Stoff, Urangelb, bleibt, peripherisch gesehen, auch in tieferer Dämmerung noch hell, ja er zeigt sogar eine Vorstufe zum „Gespensterverschwinden“ (s. in den angehängten Ausführungen unter 47.), insofern alsdann das fixierte Urangelb weniger hell erscheint, als das peripherisch gesehene, also bei Abwendung des Blickes ein schwaches Aufleuchten eintritt.

Kadmiumsulfid nimmt nun eine der obigen Reihenfolge entsprechende Zwischenstellung ein. Es wird in der Dämmerung nicht so auffällig dunkler wie die drei vorhergehenden Farbstoffe und bleibt nicht hell wie der fünfte (das Urangelb). Bei tiefer Dämmerung vermindert sich seine Helligkeit bis zu der des grau erscheinenden Blaugrundes, und es hebt sich dann so wenig von ihm ab, daß ich beim ersten Versuche glaubte, die Pulverhäufchen des Kadmiumsulfides verschüttet zu haben. Bei etwas geringerer Tiefe der Dämmerung und zwar so lange, als der Farbtafelversuch noch gelingt, erscheint es, peripherisch gesehen, schmutziggrau, ist aber noch vom Blaugrund zu unterscheiden und zeigt nun das El. L.-Ph., freilich nur für ein in

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

dessen Beobachtung wohlgeübtes Auge. Goldgelbe Ranunculus-Blüten, z. B. die von Ran. repens, verhalten sich, wie ich später fand, ähnlich dem Kadmiumsulfid, wenn man den störenden Einfluß ihres Oberflächenglanzes eliminiert. Diese Resultate genügten mir zur bejahenden Beantwortung der Frage nach der Möglichkeit der Beobachtungen von Haggren über Aufleuchten gelber Blüten (siehe aber unter 28.).

Die Erklärung des Verhaltens von Kadmiumsulfid möchte — ebenso wie die für das bei tieferer Dämmerung stärkere Aufleuchten der Mennige im Vergleich mit Karmin (und gegen das Ende der noch geeigneten Abenddämmerung hin sogar im Vergleich mit Zinnober) — in der Ungleichheit der Schwellenwerte der Zapfen für rotes und gelbes Licht zu suchen sein [1]).

22. Eine zweite Reihe meiner weiteren Versuche im Zimmer betraf den Einfluß des Untergrundes auf die Deutlichkeit des El. L.-Ph. unter Beibehaltung der kleinen roten Papierstücke. Ein Teil ihrer Beschreibung mag im Anhang (unter 48. und 49.) Raum finden. Ich hatte die Erscheinung noch auf grauem Löschpapier und, wenn auch schwächer, auf dem schwärzesten, glanzlosen Papier, das mir zur Verfügung stand (wie es als Lichtschutz zur Verpackung von photographischen Platten verwendet wird), wahrnehmen können und glaubte darum 1910 in der Rotblindheit der Stäbchen eine hinreichende Erklärung zu sehen. Erst als ich später in einem tiefschwarzen Sammet einen dem absoluten Schwarz sich besser annähernden Untergrund fand und verwendete, wurde mir die ganz enorme Verminderung des Aufleuchtens zum Beweise dafür, daß meine Erklärung von 1910 nicht ausreichend sein könne. Das äußerst geringe, auch bei diesem Versuche verbleibende Mehr von Helligkeit des fixierten roten Objekts im Vergleich zu den peripherisch gesehenen findet eine wohl ausreichende Erklärung in der Tatsache, daß außerhalb der Fovea auch noch Zapfen stehen, deren verminderte Dichtigkeit eben auch eine verminderte Intensität in der Rotempfindung zur Folge haben wird. Der große Unterschied vom typischen El. L.-Ph. wies darauf hin, daß den Stäbchen, die ja in der allein geeigneten Dämmerungszeit gleichzeitig mit den Zapfen funktionieren, außer ihrer negativen Eigenschaft der Rotblindheit auch

1) Vielleicht kommt beim Schwefelkadmium und den von älteren Beobachtern als aufleuchtend angegebenen gelben Blüten auch noch eine überstarke Gelbkomponente hinzu, d. h. ein, verglichen mit der Intensität des Gelb im weißen Lichte, höherer Wert des Gelb, wie ihn Franz Exner z. B. für die Caltha-Blüten (siehe Sitzungsberichte der Wiener Akademie, mathem.-naturw. Abt., **119**, 1. 1910, S. 232 bis 241) nachgewiesen hat. Mir stand Königs Spektralphotometer leider nicht zur Verfügung.

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

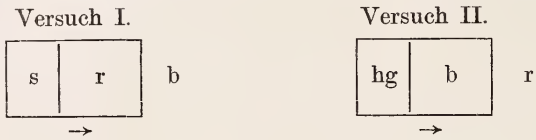
ein aktiver Anteil an der Erscheinung zukommen werde. Ueber diesen Anteil belehrten mich die nachstehend zu beschreibenden Versuche.

23. (Die rotierende Farbtafel.) Der wandernde Blick als eine Vorbedingung für das El. L.-Ph. ist von allen Beobachtern der Erscheinung anerkannt worden. Nun läßt sich aber dieses Wandern d. h. die Aenderung der Blickrichtung nicht derart meistern, daß sie völlig stetig erfolgt. Für das Studium der Erscheinung war es deshalb ein richtiger Weg, den mein Freund Dr. Paul Langer einschlug, als er den wandernden Blick durch das wandernde Objekt ersetzte. Er klebte (unbekannt mit den gleichartigen Versuchen, die in Helmholtz' Physiol. Optik 3. Aufl. beschrieben sind, vgl. dort Bd. II, Tafel III, Fig. 2) die quadratischen roten Papierstücke in eine Kreislinie auf blauen Grund derart, daß bei mäßig schneller Bewegung der Scheibe um den Mittelpunkt des Kreises und bei tunlichst ruhendem, auf einen Punkt jener Kreislinie gerichteten Blick (erleichtert z. B. beim Sehen durch eine Papierrolle hindurch) die roten Flecke mit gleichförmiger Bewegung vorbeipassieren. Bei entsprechend schwacher Beleuchtung zeigt sich da jedes von ihnen in seinem vorangehenden Teile aufleuchtend und nach hinten (unter mäßiger Verlängerung des Quadrats zu einem kurzen Rechteck) dunkler bis schwärzlich werdend. Darnach änderte ich den Versuch, indem ich wie bei der „umgekehrten" Farbentafel, die ich am Schlusse von Abschnitt II in 20. erwähnte, die beiden Farben vertauschte. Die blauen Quadrate erschienen nun in ihrem voranlaufenden Teile sattblau (wie auf der ruhenden Tafel die fixierten) und gingen nach hinten in einen hellblaugrauen Anhang aus. Die beiderlei Anhänge, der schwärzliche bei dem roten Quadrat und der hellblaugraue beim blauen Quadrat im zweiten Versuche, sind die Purkinjeschen Nachbilder (siehe unter 44. im Anhang), die ich im nachfolgenden abgekürzt als P.-Nachbilder bezeichne, und die ja durch diese Methode am leichtesten zur Beobachtung kommen. Der Eindruck des vorderen Endes der kleinen Papierstücke ist, wie folgt, entstanden zu denken:

Wir beurteilen den Ort eines Objektes, das unser Auge durch Licht reizt, immer so, daß wir ihn in die rückwärtige Verlängerung des Strahles setzen, der diese Erregung hervorruft. (Man braucht nur an den leuchtenden Kreis zu denken, in dem uns ein rasch geschwungener Glühkörper erscheint.) Erfolgt die Meldung im Gehirn verspätet, so wird dadurch die Richtungsbeurteilung nicht geändert. Hat sich während der Zeitdauer dieser Verspätung das Objekt fortbewegt, so muß das verspätet (nämlich durch die Stäbchen) wahrgenommene Bild dem rechtzeitiger (durch die Zapfen) wahrgenommenen

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

nachhinken, d. h. hinter ihm erscheinen. Wenn in den beistehenden schematischen Figuren die Pfeile die Richtung bezeichnen, in der die Objekte sich fortbewegen, also für den möglichst starren Blick vorbeipassieren, so erscheint beim ersten Versuch das P.-Nachbild des roten Objektes r als schwarz (s) und im zweiten das P.-Nachbild hg des



blauen Objektes b hell. Im ersten Versuch fällt aber auch ein helles Nachbild vom Untergrund b in unserer Vorstellung mit r zusammen und läßt dadurch r heller erscheinen, aufleuchten: das ist das El. L.-Ph. Im zweiten Versuche dagegen fällt das schwarze P.-Nachbild des Untergrundes r mit dem Zapfenbild von b zusammen und läßt dieses dadurch reiner blau erscheinen; oder genauer: das „schwarze“ P.-Nachbild des Rot ist kein aktiver Zusatz zu dem Eindruck der sattblauen Farbe, welche wir durch die Zapfen der Fovea bekommen.

Der Ersatz des bewegten Objekts durch das bewegte Auge ändert nichts an den Bedingungen wie an dem Erfolg. Das Aufleuchten geschieht in beiden Fällen durch die Uebereinanderlagerung von zweierlei Eindrücken verschiedenen Ursprungs, die uns nur gemeinsam von ein und demselben Objekt auszugehen scheinen.

24. Läßt man aber (ohne Visierpapierrolle) den Blick dem wandernden Objekt auf der rotierenden Farbtafel folgen, so fällt das dunkle Schwanzende jedes roten Quadrats völlig weg, und zugleich bleibt das rote hell wie bei seinem Aufleuchten. Das blaue Quadrat in Versuch II bleibt gleicherweise sattblau. Dieses anscheinend Bleibende ist aber im wesentlichen nur ein durch die unwillkürlichen Zuckungen des Auges (vgl. 45.) immer wieder von neuem Erzeugtes, wie nachfolgender Versuch an einem ruhenden (nicht rotierenden) Farbblatt dem bereits Geübten zeigen wird.

Statt der roten Quadrate der kleinen Farbtafel klebte ich auf gleichen blauen Grund einen größeren Kreis aus demselben roten Papier, von 3 cm Radius. Bestrebt man sich in der Dämmerung den Mittelpunkt dieses Kreises starr zu fixieren, so nimmt man nach einiger Zeit ein momentanes Aufleuchten von schmalen, mondsichelförmigen Randpartien des roten Kreises wahr. Jeder kleinen Zuckung des Augapfels entspricht eine Verschiebung des Bildes vom roten Kreise auf der Netzhaut und damit ein partiell erneutes Uebereinanderfallen von Objektbild und Untergrundnachbild, also ein erneutes Aufleuchten. Diese

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

„Auffrischung“ der Helligkeit durch die unwillkürlichen Augapfelzuckungen ist natürlich um so wirksamer, je kleiner der Durchmesser des roten Objekts ist.

Aus allen diesen Versuchen ergeben sich als

IV. Vorbedingung und Erklärung des El. L.-Ph.:

25. **a.** Das ursprüngliche El. L.-Ph. ist nur wahrnehmbar, wenn bei geeignetem Grade der Dämmerung das Bild der roten Blume von den peripherischen Teilen der Netzhaut auf die Netzhautgrube (Fovea) wandert.

b. Die im peripherischen Teile der Netzhaut vorherrschenden Stäbchen sind rotblind. Sobald das Bild von ihnen auf die (von Stäbchen nicht durchsetzten) Zapfen der Fovea wandert, wird das Rot schon darum etwas lebhafter als vorher empfunden.

c. Der Eindruck dieses Bildes fällt zusammen mit dem Purkinjeschen Nachbild der Umgebung. Ist dieses ein helles (wie bei dem Untergrund grüner Blätter), so summiert sich die Empfindung seiner Helligkeit mit der Rotempfindung zu einem Aufleuchten.

26. Schleiermacher hat 1908 die Vorbedingung a. nicht erfaßt (siehe unten in Abschnitt VI.). In meiner Veröffentlichung von 1910, die ohne Kenntnis jener Arbeit von Schl. geschrieben war, glaubte ich mit der unter b. erwähnten Tatsache die Erscheinung erklären zu können. Der unter 22. beschriebene Versuch bewies mir das Unzureichende von b. Die Versuche unter 23. ergaben den Einfluß (c.) der von Schleiermacher (beziehungsweise von Dr. Spuler, siehe die Notiz in 37.) zuerst zur Erklärung herangezogenen Nachbilder.

Daß obige Erklärung in jeder Richtung und für alle an das ursprüngliche El. L.-Ph. sich anschließende Erscheinungen eine restlos erschöpfende sei, ist mir nicht wahrscheinlich (siehe die Ausführung unter 48. bis 50.). Aber sie wird die hauptsächlichsten Momente enthalten.

V. Versuche an Blumen.

27. Erfahrungsgemäß haben diejenigen, welche meinen Farbtafelversuch mit Erfolg auszuführen vermochten (darunter auch ein Dichromat, ein Rotgrünblinder, Herr E. M. in München), an Blumen im Garten das El. L.-Ph. nach nur kurzem Bemühen wahrnehmen können. Der begünstigende Einfluß einer roten Abendbeleuchtung ist zwar nicht abzustreiten, aber nicht ausschlaggebend; auch trübe Luft hindert nicht völlig. Benetzung der Blüten kann stören wie das oberflächlich von

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

Glanzpapier reflektierte Licht. Ich empfehle, auch im Garten die Versuche mit der Farbtafel zu beginnen und erst darnach zu der Pflanzenwelt sich zu wenden. Nur über Farbe, Größe und anatomischen Bau der zu Blickblumen bestgeeigneten Blüten mögen hier noch einige Mitteilungen folgen.

Nur an roten (und vielleicht gewissen gelben), nicht aber an noch anders gefärbten Blüten ist das El. L.-Ph. wahrnehmbar. Welches Blütenrot sich eignet, ist nach einiger Erfahrung schon am Tage mit großer Sicherheit vorherzusagen. Außer bei Tropaeolum und Calendula finden sich z. B. unter den kultivierten Geranium- und Pelargonium-Arten lebhaft feuerrote Sorten, die sehr gut wirken. Ich möchte sie den Blüten von Papaver orientale noch vorziehen. Dagegen sind alle rosenroten Blüten unbrauchbar, so z. B. die der gewöhnlichsten, rosenrot blühenden Form der Anemone japonica. Ihre Blüten erscheinen fast weiß noch bei so tiefer Dämmerung, daß die genannten Mohnblüten bereits schwarz aussehen, — ein Vergleich, den mir am 3. Oktober 1913 die infolge der abnormen Witterung eingetretene, nochmalige Blütenentwicklung von Pap. orientale in meinem Garten möglich machte. Die spektroskopische Untersuchung ergibt, daß die Blütenfarbe dieser gewöhnlichen Anemone japonica sehr reich an grünem Licht ist, das auf die Stäbchen wie weißes wirkt. Aber auch nicht alle dem Feuerrot schon nahekommenden Blütenfarben sind geeignet. So konnte ich an wildwachsendem Hieracium aurantiacum in den Alpen das El. L.-Ph. nicht wahrnehmen.

28. Mit gelben Blüten habe ich noch zu wenig experimentiert, um ein abschließendes Urteil gewinnen zu können. Die Farbe der meisten enthält zu viel grünes und blaues Licht und ist deshalb ungeeignet. Auf Grund der Versuche mit Cadmiumsulfid und mit einer Blüte von Ranunculus (siehe oben in 21.) habe ich die Möglichkeit ihres Aufleuchtens zugegeben, und es wird sich vielleicht die für ein bei grünem Untergrund geeignetes Gelb erforderliche Zusammensetzung spektroskopisch formulieren lassen. Daß der Untergrund zu berücksichtigen ist, ergab folgende Beobachtung. Eine nicht ganz hellgelbe Blüte von Tropaeolum zeigte mir im Garten kein Aufleuchten; wohl aber konnte ich es wahrnehmen, wenn ich dieselbe Blüte auf den Blaupapiergrund legte.

Man muß zwischen echtem Aufleuchten und Farbenvertiefung unterscheiden. Für das eigentliche El. L.-Ph. ist eine Zunahme der Helligkeitsempfindung erforderlich. Die tiefgelb (nach Orange gehend) gefärbten Zungenblüten von Chrysanthemum segetum erscheinen in der Dämmerung, peripherisch gesehen, weißlich, fixiert dagegen sattgelb.

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

Ihr Spektrum enthält noch alles Grün und bricht erst etwa an der Grenze vom Blau ab. Ob Haggren bei seiner Beobachtung an Helianthus annuus zwischen Vertiefung der Farbe und Mehrung der Helligkeit unterschieden hat, kann ich nicht beurteilen, da ich diese „feuerfarbige" Varietät seiner Pflanze nicht kennen gelernt habe.

29. Die Größe der Blüte — richtiger ihre scheinbare Größe, d. h. der Gesichtswinkel, unter dem man sie sieht, — ist von keinem erheblichen Einfluß, weil sie sich durch Verminderung oder Vermehrung unseres Abstandes von der Blume korrigieren läßt. Die bestgeeignete Größe ist wie bei dem Farbtäfelchen diejenige, bei welcher das fixierte Blumenbild auf der Netzhaut die Grenzen der Fovea nicht erheblich überschreitet, der Gesichtswinkel also etwa 1—2° beträgt. Dann erscheint die ganze Blume hell oder dunkel, je nachdem sie fixiert oder peripherisch gesehen wird. Bei größeren Blüten betrifft die Erhellung nur einen entsprechenden Teil der Blüte. Wie diese Umstände bei richtiger Beobachtung doch irrig gedeutet werden können, zeigt die (auch von Molisch 1912, 79 ohne erklärenden Zusatz wiedergegebene) Auslassung Haggrens, die in der Uebersetzung von Kästner und Brandis 9, 60 lautet: „Wenn es sich ereignet, daß mehrere beisammen stehende Blumen auf einmal blitzen, so zeigt sich der Schein deutlich im Abstand einiger Klaftern." H. hält also durch die Mehrzahl der Blumen ihre Wirkung für so verstärkt, daß sie noch in solcher Entfernung wahrnehmbar wird; während diese Beobachtung so zu erklären ist: Sind die Blüten weit genug entfernt, daß das Bild von mehreren derselben zu gleicher Zeit auf die Netzhautgrube fallen kann, so können sie gleichzeitig aufleuchten. Die größere Entfernung ist nicht Folge, sondern Voraussetzung des Zusammenwirkens[1]).

30. Außer der Farbe und Größe der Blüten kann auch noch ihre anatomische Beschaffenheit, hauptsächlich die Oberflächenskulptur der Blumenblätter für die Eignung zu Blickblumen mitsprechen. Völlig eben ist die Oberfläche wohl nie, die Epidermiszellen sind immer mehr weniger gewölbt. Langgestreckte Oberhautzellen, wie sie z. B. an den Blumenblättern von Papaver somniferum sich finden, geben feine parallel gerichtete Lichtreflexlinien, die makroskopisch den Eindruck

1) Der andere von mir oben (S. 13) erwähnte Irrtum Haggrens, nämlich die für spätere Beurteiler wiederholt als Beweis für die Objektivität der Erscheinung angesehene Beobachtung, sei hier kurz aufgeklärt. Beim Anstoßen wird der zweite Beobachter auf die betreffende Blüte hingewiesen und den Blick H.'s damit zugleich auf dasselbe Objekt gelenkt, die zur Wahrnehmung notwendige Blickwanderung bei ihm damit veranlaßt haben. Es wurde dadurch also nur eine schnelle Folge der subjektiven Wahrnehmungen zweier verschiedener Personen erreicht.

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

eines Atlasglanzes erzeugen. Für den Versuch bestgeeignete Blumenblätter haben dagegen ein sammetartiges Ansehen, das durch Zellen mit rundlicher (nicht zylindrischer), kegel- oder kuppelförmiger Hervorragung erzeugt wird und sich bei hinreichend starker Vergrößerung in Lichtpunkte (nicht Lichtlinien) auflöst. Solcher Bau erschwert oder hindert nicht nur eine gleichförmige Benetzung bei Regen, sondern leistet auch den wichtigen Dienst, Licht einzufangen und dessen Strahlen zu einem längeren Weg innerhalb der mit farbigem Inhalt gefüllten Zelle zu zwingen. Das Licht nimmt infolgedessen eine gesättigtere Farbe an, als wenn es die Pigmente nur einfach durchsetzen würde. Die schon einmal von mir zitierte Arbeit von F. und S. Exner „Die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen" in den Sitzungsber. der Wiener Akademie, Math.-naturw. Abt. **119**, 1, 1910 enthält auf S. 224—232 einen von Sigmund Exner verfaßten Abschnitt „Färbungserscheinungen, bedingt durch die Formation der Oberfläche", in welchem diese Vorgänge genauer verfolgt und u. a. auch die Blüten von Pelargonium und Tropaeolum majus besprochen sind (aber ohne Bezugnahme auf das El. L.-Ph.). Ebenda ist auf die Bedeutung einer luftführenden unter den Farbzellen liegenden Schicht hingewiesen, von der das Licht durch innere Reflexion zurückgeworfen wird wie von der bei Fassung der Edelsteine untergelegten Folie. (In meinen, im Anhang unter 48. zu beschreibenden Versuchen mit Farbflüssigkeiten wirkt in gleichem Sinne das weiße Papier unter der Glasschale.) — Für den Gartenfreund genügt als Rezept: Lebhaft feuerrote Blumen mit sammetartiger Oberfläche.

VI. Die Deutung der „blitzenden Blüten" bei Schleiermacher und Goethe.

31. A. Schleiermacher ist der erste unter den Schriftstellern, welche mit Kenntnis der Funktion der zweierlei Elemente in unserer Netzhaut (v. Kries' Duplizitätstheorie) das El. L.-Ph. behandelt haben. Seine Arbeit war mir bei der Niederschrift meiner kurzen Mitteilung von 1910 unbekannt[1]). Sowohl das, was sie vor der meinigen voraus hatte, wie die Differenzpunkte habe ich bereits in dem Abschnitt IV. (S. 29) kurz hervorgehoben. Für irrig halte ich vor allem seine von der meinigen abweichende Ansicht über die Stelle der Netzhaut, auf welche das Bild der Blume fallen muß, wenn sie „blitzen" soll.

1) Sie war auch bis dahin weder in einem botanischen, noch physiologischen, noch physikalischen Jahresbericht erwähnt, auch nicht in den Literaturverzeichnissen z. B. des Botanischen Centralblattes und der Botan. Zeitung angeführt, wo man den Titel „über blitzende Blüten" wohl zu finden hätte erwarten können.

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

Schleiermacher sagt auf S. 109 seiner Abhandlung, daß das Blitzen nur „außerhalb der Stelle des deutlichsten Sehens bemerkbar ist“, sowie vorher S. 104: „nur im indirekten Gesichtsfeld, wenn die Sehrichtung nach einer Linie oberhalb der Blüten, nicht über diese selbst, bewegt wurde“; und S. 106 gibt er das Optimum dieser Blicküberhöhung zu etwa 30° an.

32. Zur Prüfung dieses behaupteten Optimums von 30° Ueberhöhung der Blicklinie beklebte ich eine 35 cm hohe Tafel mit dem blauen Papier, ließ aber einen ganz schmalen hellen Streifen an ihrem Oberrand frei. Von diesem Oberrand um 28 cm entfernt klebte ich in einer ihm parallelen Horizontalen drei rote Papierstücke von je $1^1/_2$ bis 2 cm Seitenlänge und voneinander um je ca. 8 cm entfernt auf, so daß bei ausgestrecktem Arm des die Tafel haltenden Beobachters der Winkelabstand der roten Objekte vom Oberrand der Tafel ca. 30° betrug. Der Beobachter ließ in der Dämmerung seinen Blick am hellen Streifen des Oberrandes der Tafel entlang wandern, sah aber kein Aufleuchten. Die roten Objekte blieben auch ebenso dunkel, wenn die Blickrichtung quer durch die Mitte der Tafel ging, der Winkelabstand also ca. 15° oder noch weniger betrug. Immer trat das plötzliche Aufleuchten erst ein, wenn der Blick die roten Objekte selbst traf. Ich begnügte mich nicht mit meiner persönlichen Wahrnehmung. Nacheinander habe ich alle mir zur Hülfe überhaupt verfügbaren, zusammen siebenzehn Personen, darunter zwei Physiker und einen Arzt, die alle drei in exakten, subtilen Beobachtungen geübt und bewährt sind, zu diesem Versuche herangezogen und stets mit demselben Ergebnis. Nicht ein einziger konnte (unter hinreichender Vermeidung von Zuckung des Augapfels) bei Blicküberhöhung das Aufleuchten wahrnehmen. Die von Schl. angegebene Bedingung einer Blicküberhöhung erwies sich somit als eine höchstens für ihn individuell richtige, „interindividuell“ aber falsche.

Um irrigen Deutungen bei Wiederholung des soeben beschriebenen Versuchs vorzubeugen, will ich nicht unerwähnt lassen, daß ich ein geringes (und bei weiterer Annäherung der Richtung ganz allmählich wachsendes) Hellerwerden der roten Stücke allerdings auch auch schon bei einiger Ueberhöhung der Blickrichtung wahrnehmen konnte; aber es gehört zu dieser Beobachtung weit mehr Uebung und Aufmerksamkeit als zu dem gewöhnlichen Versuch des Aufleuchtens. Sie gelang auch nur der kleineren Hälfte meiner Helfer. Ging ich nämlich auf der vorher beschriebenen Tafel mit dem Blick von oben her in der Mitte senkrecht herab nach dem mittleren der drei roten Objekte hin, so bemerkte ich bei noch schwacher (will sagen: heller)

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

Dämmerung eine geringe Aufhellung desselben (nämlich im Vergleich mit den mehr noch peripherisch gesehenen beiden anderen roten Objekten) bei etwa 12° Winkelabstand. Mit zunehmender Dämmerung mußte ich, um zu derselben Wahrnehmung zu gelangen, die Ueberhöhung der Blickrichtung vermindern, d. h. den Blick auf etwa 5° dem Objekt nähern usf. Aber von einem so intensiven und plötzlichen Aufleuchten, wie es das El. L.-Ph. und mein Normalversuch zeigt, ist da noch keine Rede. Das fehlt auch noch bei einem Abstand von nur $1^1/_2$°; es tritt erst ein, sobald wenigstens ein Teil des Bildes vom roten Objekt auf die Fovea fällt, und in vollster Deutlichkeit erst beim raschen Uebergang zur Fixation seines Mittelpunktes. Zur Erklärung jenes geringen Hellerwerdens genügt meines Erachtens die Zunahme der Dichtstellung der Zapfen bei allmählicher Annäherung an die Fovea.

33. Eine Erklärung der abweichenden Ergebnisse Schleiermachers würde bezüglich der Blicküberhöhung am einfachsten zu finden sein in der Annahme, daß seine Netzhaut Anomalien im Bau besäße, daß er nämlich extrafoveal eine Stelle gehäufter Zapfen hätte. Wenn man nun auch Abweichungen im Bau der Netzhaut bereits kennt wie die lokalen Skotome, oder das gänzliche Fehlen der Zapfen bei Totalfarbenblinden: von extrafovealen Zapfenhäufungen ist bisher meines Wissens wenigstens beim Menschen noch nichts zur Feststellung gelangt.

Viel größere Wahrscheinlichkeit hat es für sich, die Erklärung seiner Beobachtungen auf die ungewollten Bewegungen des Auges zu gründen (siehe unten 45.). Einer von meinen Helfern, ein Diplomingenieur, verfiel bei dem oben beschriebenen Versuch auch zuerst in eine ähnliche Täuschung, gelangte aber durch Uebung bald zur Ueberzeugung, daß sie auf einem momentanen Zucken des Augapfels beruht habe.

34. Erst mit der Umdeutung der von Schleiermacher im Eingang seiner Abhandlung beschriebenen und zugleich durch Abbildung (dieselbe, welche von Mangold 1910, 372 und Molisch 1912, 187 unter Fortlassung des Pfeiles wiedergegeben worden ist) verdeutlichten Beobachtung kam mir die Möglichkeit, seinen — meiner Ansicht nach irrigen — Gedankengang begreiflich zu finden und in seinem Verlaufe so zu entwirren, wie ich nachstehend darzulegen versuche.

Die erste Fehlerquelle war wohl sein durch Helmholtz' Urteil gefestigter Glaube an die Unfehlbarkeit Goethes. Schl. zitiert (S. 108) Helmholtz wörtlich: „Die Versuche, die Goethe in seiner

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

Farbenlehre angibt, sind genau beobachtet und lebhaft beschrieben, über ihre Richtigkeit ist kein Zweifel“ [1]).

Schleiermacher stand durch Goethe unter dem Vorurteil, daß er zwei Bilder nebeneinander sehen müsse. Jahrelang hatte er sich, wie er berichtet, vergeblich bemüht, an Tropaeolum das Aufleuchten zu beobachten. Endlich gelang es ihm 1905 zufällig, und er beschreibt die Beobachtung mit folgenden Worten: „An einem Juniabend zwischen $^1/_2$9 und 9 Uhr, also kurz nach Sonnenuntergang war ich mit meinen Kindern im Garten. Der Himmel war klar . . . . . In dem Gärtchen führt um ein rechteckiges Landstück von 3,5 $\times$ 7 m ein Weg, auf dem die Kinder einander nachsprangen. Als ich ihnen dabei nachsah, bemerkte ich an den feuerroten Blüten eines perennierenden Mohnes, der ungefähr in der Mitte des Landes in Blüte stand, ein weißliches momentanes Aufhellen seitwärts an einzelnen der Blüten . . . . . Die Aufhellung zeigte sich jedesmal, wenn man auf dem Weg stehend, also etwa 2 m von der Pflanze entfernt, das Auge in 20—40 cm Höhe über den Blüten rasch horizontal wandern ließ, wie ich es ja zuerst den Kindern nachschauend getan hatte.“

Die dankenswerte Genauigkeit dieser Beschreibung macht es nun möglich, die Beobachtung anders zu deuten. Sie war meines Erachtens nicht die eines Nachbildes, sondern eines Doppelbildes. Bei einäugiger Betrachtung hat gleich mir keiner meiner Helfer, sei es bei den Versuchen an Blumen im Garten, sei es bei denen mit dem Farbtäfelchen im Zimmer, eine Erscheinung wahrnehmen können, die der hier beschriebenen auch nur annähernd entsprochen hätte. Schl. erwähnt nicht, ob er die Mohnblumen ein- oder zweiäugig betrachtete; also ist es wahrscheinlich, daß er binokular sah. Die Konvergenz seiner Augenachsen wurde bestimmt durch das von ihm aufgesuchte Objekt, das waren seine Kinder auf dem Wege jenseit des Beetes. Die Mohnblüte war nicht so weit entfernt als die Kinder, denn sie stand ungefähr in der Mitte des Beetes. Eine Blickrichtung beider Augen auf das entferntere Objekt ergibt notwendig ein Doppelbild des näheren Objekts.

Die Möglichkeit dieser Deutung zeigt der folgende einfache Versuch. Nimmt man ein Objekt von ca. 4—5 cm Breite (entsprechend der Größe der halbgeöffneten Mohnblüte in Schl.'s Abb.) und betrachtet

1) Bei Helmholtz steht aber (l. c. 2. Aufl. S. 307 und ebenso in der 3. Aufl.) nur „kein Streit“. Nach meinem Sprachgefühl ist das hier ein engerer Ausdruck als „kein Zweifel“ und sagt nur so viel wie kein bereits ausgesprochener, aktueller Zweifel.

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

es in der von Schl. angegebenen Entfernung von 2 m, fixiert aber darüber hinweg einen Punkt in 4 m Entfernung (die kleinere Breite des Beetes betrug $3^1/_2$ m, wozu ich noch $^1/_2$ m als halbe Breite des Weges rechne, auf dem die Kinder standen), so erhält man Doppelbilder des Objekts, die sich zum Teil noch decken.

Daß das von Schl. rechts gezeichnete dieser Doppelbilder, das also dem Bilde in seinem linken Auge entspricht, undeutlich konturiert ist, könnte vielleicht auf einer Differenz im Refraktionsvermögen seiner beiden Augen oder auf gewohnheitsmäßiger Vernachlässigung des linken Auges beruhen. Höchstwahrscheinlich hat er aber sofort nach der Wahrnehmung des Doppelbildes mit dem Auge unwillkürlich gezuckt, d. h. nach der Blüte gesehen, dadurch deren Bild auf die Fovea gebracht und es deshalb hell erscheinen sehen. Dann wäre seine Abbildung als die Darstellung von zwei rasch aufeinander folgenden Wahrnehmungen — zuerst des Doppelbildes, dann des Aufleuchtens von dem einen — zu deuten. Beide Bilder können aber auch trotz ihrer ungleichen Helligkeit gleichzeitig wahrgenommen sein. Bei willkürlichem Doppelsehen (beabsichtigtem Schielen, d. h. willkürlicher Aufgabe der Vereinigung der beiden Fixierpunkte) gelingt mir in Dämmerung der Versuch leicht, von einem roten Flecken auf blauem Grunde bald das eine, bald das andere Bild aufleuchten zu lassen, d. h. bald nur mit dem rechten, bald nur mit dem linken Auge zu fixieren, ohne daß die Vereinigung der zwei Bilder dabei eintritt.

35. Meine Zweifel an der Deutung der Abbildung, die Schleiermacher ihr gibt, haben auch noch einen anderen Grund. Ich verstehe nicht, wie das Nachbild des ungeformten Hintergrundes die Form der Blüte bekommen soll. Schl. erklärt es S. 104 so: „Die roten Blüten bilden also für das die Erscheinung bedingende Dämmerungssehen dunkle Stellen, durch die das Nachbild sichtbar wird“, und S. 106: „Nach diesen Beobachtungen hätte man anzunehmen, daß das Aufblitzen an den Blüten verursacht wird durch das Wandern des Blickes von der stäbchendunkelen Blüte auf den stäbchenhellen grünen Hintergrund.“ Er sieht also in der Empfindungsweise nur der Stäbchen den Grund, während dieser nach meiner Ansicht in dem Uebergang des Bildes von den Stäbchen auf die Zapfen der Fovea zu suchen ist. Wenn Schl. dem letztzitierten Satz dann noch anfügt: „Die Erhellung wird dabei wahrscheinlich noch durch ein nachlaufendes Bild des der Blüte vorausgehenden Hintergrundes, indem es auf die gleiche Stelle fällt, verstärkt“, so enthält dieser Satz die richtige Deutung, aber nur unter der Voraussetzung, daß man nicht wie Schl. als die „gleiche Stelle“ eine von der Peripherie der Netzhaut annimmt, sondern die Fovea.

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

36. Auch Goethes oben in Abschn. I. mitgeteilte erste Beobachtung lief wohl nur auf ein Doppelbild hinaus. Es ist die Annahme nicht nötig, daß er wie Schleiermacher ein ferner stehendes Objekt fixiert habe. Auch bei dem „Blick ins Leere", d. h. bei fehlender Fixation eines Objektes und annähernd paralleler Richtung der Augenachsen, bekommt man ja Doppelbilder. Die nachfolgende Fixation der Blüte wird (wie ich das für Schleiermacher annehmen mußte) das Aufleuchten bewirkt haben. Für die Komplementärfarbe („geforderte Farbe") habe ich freilich nur die Erklärung, daß Goethe die vorher schon von ihm am Tage gemachte Beobachtung eines komplementären Nachbildes irrtümlich mit der Beobachtung in der Dämmerung in Verbindung brachte. Für diese Erklärung spricht, daß Goethe (Farbenlehre S. 22) im Anschluß an seinen Bericht über die erste Beobachtung am orientalischen Mohn sagt: „Will man indessen sich auf die Erfahrung in der Natur vorbereiten, so gewöhne man sich, indem man durch den Garten geht, die farbigen Blumen scharf anzusehen und sogleich auf den Sandweg hinzublicken; man wird diesen alsdann mit Flecken der entgegengesetzten Farbe bestreut sehen." Er sah also in der am Tage gemachten Beobachtung eine Vorbereitung für die Wahrnehmung in der Dämmerung.

Der Zufall, der Goethe als erstes Beobachtungsobjekt gerade den ausdauernden Mohn brachte, war für Nachprüfungen nicht günstig. Denn Papaver orientale blüht nicht lange Wochen; somit waren die für die Beobachtung geeigneten Zeiten an sich schon, von der Witterung abgesehen, arg beschränkt. Er berichtet auch 1810 nur von jener ersten Beobachtung aus dem Jahre 1799; an Calendula oder Tropaeolum und anderen Blüten, die er erst 1817 nach schwedischen Quellen erwähnt[1]), hat er selbst überhaupt nicht beobachtet. Sonst würde er es angegeben haben. — Immerhin bleibt Goethes Verdienst, das El. L.-Ph. zuerst mit Bestimmtheit für eine physiologische Erscheinung erklärt zu haben, bestehen.

37. Schleiermacher hatte sich ursprünglich „auf Grund der Darstellung über die Nachbilder von v. Helmholtz die Erklärung gebildet, daß die Erscheinung durch das positive Nachbild der roten Blüte zustande komme" (Schl. l. c. S. 104). Das zweite Bild als Ghost aufzufassen, ist eine Folge der Diskussion gewesen, die sich an seinen Vortrag in der Sitzung des Naturwiss. Vereins in Karlsruhe am 10. Januar 1908 anschloß. Wir erfahren dies zwar nicht aus seiner

1) Mit Taygetes (Goethe 1817 S. 261; in der Weimarer Ausgabe von 1897 auf S. 340) ist Tagetes gemeint.

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

Abhandlung, die im 20. Band der Verhandlungen dieses Vereins erschien, aber aus dem Sitzungsbericht, der erst im nachfolgenden (21.) Band (1909 erschienen) auf S. 15* enthalten ist. Dort steht: „In der Besprechung, welche dem Vortrag folgte, suchte Herr Dr. Spuler das Blitzen der Blüten durch die Erscheinung des extrafokalen [So steht dort als ein nicht korrigierter Druckfehler statt des offenbar gemeinten „extrafovealen". Th.] nachlaufenden Nachbildes zu erklären im Gegensatz zum Vortragenden, der als Erklärung die Erscheinungen des sukzessiven Kontrastes anführte. Der Erklärung des Herrn Dr. Spuler schloß sich der Vortr. in der Ausarbeitung seines Vortrags an."

38. (Zusammenfassung.) Ich rekapituliere die Entwicklung von Schleiermachers Gedankengang, wie ich sie mir vorstelle: In der Erwartung einer „momentanen Doppelerscheinung, bei welcher das Scheinbild gleich neben und an dem wahren Bilde erblickt wird" (Goethe 1810, 22), hatte Schl. Beobachtungen an Tropaeolum „mehrere Jahre ohne Erfolg fortgesetzt" (l. c. S. 101), das Aufleuchten an ihnen also nie wahrnehmen können. Endlich 1905 sah er jenes Doppelbild an Papaver orientale, das er abbildet. Er untersuchte aber nicht weiter alle Möglichkeiten seiner Entstehung, denn er war überzeugt, das Goethesche Phänomen wiedergefunden zu haben, — was auch ganz richtig sein wird! Schl. sah die Erscheinung zuerst nach Ueberhöhung der Blickrichtung und hielt fortan diese für eine der Vorbedingungen. Der Kernpunkt meiner Kritik bleibt: daß Schl.s Deutung als Bedingung ein ausschließlich peripheres Sehen im Momente des Aufleuchtens voraussetzt, und daß unter strikter Erfüllung dieser Bedingung weder von mir noch von einem meiner Helfer die Erscheinung gesehen wurde.

39. Die uneingeschränkte Uebernahme der Resultate Schleiermachers unter Wiederabdruck der von ihm gegebenen Abbildung durch Ernst Mangold (1910) ist wohl nur als ein Beweis dafür anzusehen, daß M. in die Gruppe derer zu rechnen ist, die über das Blitzen der Blüten schrieben, ohne es selbst gesehen oder untersucht zu haben.

Molisch, dessen Veröffentlichung von 1912 die letzte der mir bekannt gewordenen, das El. L.-Ph. behandelnden ist, hatte 1904 die Frage der blitzenden Blüten nur anhangsweise in seinem an eigner sorgfältiger Spezialarbeit reichen Buche „Leuchtende Pflanzen" besprochen, ohne bis dahin seinerseits positive Beobachtungsresultate über die Linnésche Erscheinung erhalten zu haben. Wenn er bei der neuen Auflage seines Buches im Jahre 1912 Schleiermachers Resultate ohne eigene Untersuchung annimmt, so geschah das wohl, weil

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

das Problem nun kein botanisches mehr war. Es genügte ihm das Ergebnis, daß das Blitzen der Blüten „jedenfalls kein in der Pflanze ablaufender biologischer Prozeß“ ist.

VII. Anhang: Erläuterungen und weitere Ausführungen.

40. (St.-Elmsfeuer.) Der Vollständigkeit willen darf nicht unerwähnt bleiben, daß unter den Beobachtungen, die mit dem El. L.-Ph. vermengt worden sind, auch solche sich finden, die, wie schon Molisch (zuletzt 1912, 186) dargetan hat, heute noch als St.-Elmsfeuer zu deuten sind. Es ist vor allem jene Beobachtung, die Lampadius 1822 nach den Mitteilungen des Bergeleven von Thielau beschrieb: Bei einem heftigen Schneegestöber sah dieser an den Zweigspitzen aller Bäume eine lebhafte Lichterscheinung von bläulichweißer Farbe, die aufhörte, sobald die Zweigspitzen zur Erde gebogen wurden. Hierzu bemerkt Mangold (in Wintersteins Hdb. S. 372): „Vielleicht ist auf subjektive Empfindungen auch die von Molisch als St.-Elmsfeuer gedeutete Beobachtung von Thielau zurückzuführen ...., da beim Niederbiegen der Zweigspitzen zur Erde sich ja natürlich auch die Belichtung und der Hintergrund veränderte.“ Mangold würde diese Vermutung wohl nicht ausgesprochen haben, wenn er die Originalmitteilung von Prof. Lampadius in Gilberts Annalen **70** vorher eingesehen hätte. Denn L. berichtet daselbst genauer über die Witterung und über die extreme Spannung der Elektrizität. Als er sein Bennetsches Elektrometer in Freiberg zu der gleichen Zeit ins Freie brachte, wurde eins der Goldblättchen infolge der Heftigkeit ihres Divergierens „zerstuckt“.

Ebenfalls ist als St.-Elmsfeuer zu deuten (aber auch wohl nie anders gedeutet worden?) die Beobachtung, die William J. Burchell in seinen „Travels in the interior of southern Africa“, London 1822—24, beschrieb, und von der ich nur (nach der deutschen Uebersetzung in „Neue Bibliothek der wichtigsten Reisebeschreibungen“, herausgeg. von Bertuch, Bd. 32, Weimar 1822, S. 368—369) die Worte zitiere: „einen kurzen Augenblick lang schien jeder Grashalm 15 Fuß im Umkreis durch die elektrische Materie entzündet zu sein“.

Ebensowenig zum El. L.-Ph. gehörig, aber in ihrer Deutung nicht so zweifellos ist die Beobachtung des Herzogs von Buckingham, die bei Fries und den späteren Autoren ohne Quellenangabe erwähnt worden ist. Sie ist behandelt im Sitzungsbericht der Ashmolischen Gesellschaft in Oxford vom 26 Juni 1835, cf. L'Institut 4, Sect. I, 1836, S. 172, enthält aber leider nicht den Wortlaut des Briefes des Herzogs, sondern teilt nach demselben nur mit, daß er auf seiner Besitzung

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

Stowe in England in einer äußerst finsteren Nacht am 4. Sept. 1835 zwischen den Blitzen eines Gewitters die Pflanzen der Oenothera macrocarpa, die auf einer Rabatte standen, vom Zimmer aus plötzlich habe glänzend aufleuchten sehen, und zwar steht dort, daß das Licht die Blätter und die Blüten bedeckt habe. Er hält die Erscheinung für eine elektrische, wogegen sie Dr. Buckland in einer späteren Sitzung (l. c. S. 173) als eine Wiederausstrahlung vorher absorbierten Lichtes deutete. Es genügt schon die doch gewiß dem Briefe entsprechende Zeitangabe „au milieu d'une nuit excessivement obscure", um die Beobachtung als eine solche zu kennzeichnen, die mit dem El. L.-Ph. nichts zu tun hat. Vergleiche auch hier unter 46.

41. (Diptam.) Obwohl die Entflammbarkeit des Diptam mit dem El. L.-Ph. so wenig etwas zu tun hat wie das St.-Elmsfeuer, möchte für solche Leser, welche jene Erscheinung nicht kennen, eine Orientierung am Platze sein. Dictamnus Fraxinella Pers. (einschließlich D. albus Lk.), die in der alten Welt verbreitete, in Südeuropa häufige, aber auch in Mitteleuropa heimische Rutacee, eine in Gärten als Zierpflanze früher vielfach kultivierte Staude, ist durch ihren sehr starken Geruch ausgezeichnet. Er rührt von dem ätherischen Oel her, das die im Blütenstand zahlreich, sowohl am Stengel wie an allen Blütenteilen bis zu den Fruchtknoten vorhandenen ganz eigenartigen Drüsen enthalten. Sie wurden zuerst von Meyen in seiner Preisschrift über die Sekretionsorgane der Pflanzen 1837 genauer beschrieben und abgebildet und in desselben Verfassers „Neues System d. Pflanzenphysiologie" **2** Berlin 1838, 174, „mützenförmige Drüsen" genannt, offenbar wegen der haarförmigen Spitze, in die sie ausgehen, und durch die sie an eine Zipfelmütze erinnern. Ihre Entwicklungsgeschichte verfolgte u. a. Martinet (Ann. Sc. nat. [5] **14** Botanique 1872) und Rauter (Denkschr. der Wiener Akad. d. Wiss. **31** 1872, 2. Abt., S. 19—22, Taf. V, 15—28 und VI, 1—16), der die Entstehung des großen Tropfens ätherischen Oeles in der Drüse unter Dissolution des vorher daselbst vorhandenen Zellgewebes [durch schizolysigene Genese] beschrieb. Nach Detto (Dissertation Jena 1903 und Flora **92** 1903, 184—190), der diese Drüsen für Schutzeinrichtungen gegen Tiere hält, steht das Oel unter Druck. Beim Abbrechen des spröden Drüsenschnabels (das z. B. schon eine an ihn streifende Ameise veranlassen könne) wird das Oel herausgepreßt und sitzt dann als Tröpfchen an der entstandenen Oeffnung. Daß dieses ätherische Oel die Ursache der Entzündbarkeit sei, hat schon de Saussure 1804 (Recherches . . . S. 129) als wahrscheinlich ausgesprochen und Biot (Nouvelles Annales du Muséum d'hist. nat. **1.** 1832, 273—281) genauer dargetan. Zur

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

Entzündung genügt ein brennendes Streichholz, das man unter den Blütenstand hält. Die aufwärts schlagende Flamme währt kaum eine Sekunde. Meyen (1837 l. c. S. 37) hat geglaubt, daß die Drüsen durch die Erhitzung zersprengt würden. Beim Erhitzen einer Anzahl von Drüsen im trockenen Probierglas konnte ich nur an zweien ein Platzen durch einen äquatorialen Querriß nachweisen, benutzte aber kein ganz frisches Material. Den Versuch der Entflammung führte ich in meiner Jugend im väterlichen Garten wiederholt aus. Er gelingt allerdings nicht immer. Schrank berichtet (Bayer. Flora 1 1789, 679) nur von einem vergeblichen Versuch, hat ihn aber nicht an Ort und Stelle, sondern erst an der nach Hause gebrachten Pflanze unternommen. Ebenso hat er Sprengel (1812, 357), „nie gelingen wollen". In der bereits zitierten, den heutigen Botanikern meist unbekannten Untersuchung stellt Biot fest, daß die den Blütenstand umgebende Luft nicht entzündbar sei, offenbar weil sie zu wenig Oeldämpfe enthält; daß die Entzündung aber sicher und sogar noch bei niederer Temperatur (+ $7^1/_2$ ° R.) gelinge, wenn Drüsen vorhanden sind, die an ihrer Spitze das (oben schon erwähnte, nach Verletzung austretende) Oeltröpfchen tragen. Hahn behauptet 1862 (und wiederholt es 1880), daß der Mißerfolg nur bei zu jugendlichen Blütenständen eintrete, bei halbabgeblühten der Versuch aber stets gelinge. Zur Nachprüfung hatte ich keine Gelegenheit, finde aber Hahns Angabe für erklärlich durch den Umstand, daß die an den übrigen Blütenteilen meist sitzenden Drüsen an den Fruchtknoten noch am häufigsten gestielt (ich fand den Stiel bis zu viermal so lang als der Drüsenkopf ist), also der Flammenwirkung besser zugänglich sind. Die Fruchtknoten der untersten Blüten werden aber erst frei, wenn diese abgeblüht sind. Hahns Deutung könnte also als eine weitere Ergänzung zu der von Biot wohl zu Recht bestehen. Zur Fortsetzung der Flamme nach oben könnte dann auch die von ihr bewirkte Zerstörung der Schnäbel der höher gelegenen Drüsen (Detto l. c. S. 189) beitragen.

42. (Tuberosen.) Mit großer Wahrscheinlichkeit ist die Beobachtung von Johnson 1820, der kleine glänzende Funken an welkenden Blüten der Tuberose (Polianthes tuberosa) sah, auf leuchtende Collembolen zurückzuführen. Die Erscheinung dauerte während des ganzen Abends an und wird von ihm als ein „singular electric phenomen" bezeichnet. Weil seine ursprüngliche Mitteilung durch falsche Hinweise bis heute vergraben war (s. meine Bemerkung im Schriftenverzeichnis), setze ich den für die Deutung der Beobachtung wichtigsten Satz im Urtext hierher: „Mr. Johnson was surprised at seeing small sparks, or scintillations of a lurid flame colour, darted with apparently excessive rapidity and

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

momentum, from two or three of the expanded flowers, which were beginning to fade.“ Bei einer Reihe späterer Autoren (z. B. Unger 1846 und 1855, Ludwig 1874, Mangold 1910) wird die Erscheinung an Polianthes unterschiedslos mit der an Tropaeolum etc. zusammen genannt.

Ebendahin glaube ich auch die aus Ostindien von einem Anonymus 1905 (cf. Literaturverzeichnis) berichtete Beobachtung an Polianthes tuberosa rechnen zu sollen. Der Artikelschreiber bemerkte an einem Büschel Blüten „sparkling emanations“, die er für elektrische Funken hält oder für Phosphoreszenz. Mit dem El. L.-Ph. kann die Erscheinung schon deshalb nichts zu tun haben, weil sie in dunkler Nacht („on a dark hot night“) beobachtet wurde.

43. (Von Goethe bis zu v. Kries' Duplizitätstheorie.) Nicht bei jedem Leser dieser Arbeit darf eine Kenntnis der noch jungen Duplizitätstheorie vorausgesetzt werden, auch nicht der Besitz von literarischen Hilfsmitteln, um sich diese Kenntnis aus ihnen anzueignen. Von dem langen Wege, den die Lehre von den Gesichtswahrnehmungen seit Goethe durchlaufen mußte, um zur heutigen Erklärung des El. L.-Ph. gelangen zu können, mögen deshalb hier einige der markantesten Punkte hervorgehoben werden.

Purkinje, der umsichtige und offenäugige Breslauer Universitätsprofessor, lenkte 1825 zuerst die Aufmerksamkeit auf die Aenderung der Lichtstärke der Farben in der Dämmerung, die z. B. in einer Gemäldegalerie zu beobachten ist, d. i. die jetzt als das „Purkinjesche Phänomen“ allgemein bezeichnete Wahrnehmung. Aber es verging noch ein Menschenalter, bis die mikroskopische Anatomie über die Verteilung und Funktion der zweierlei Elemente in der Netzhaut die ersten Aufschlüsse bringen konnte. Max Schultze, Bonn, wies das Fehlen [bzw. numerische Zurücktreten] der Zapfen in der Netzhaut bei in der Dunkelheit lebenden und jagenden Tieren wie Eule, Maulwurf, Fledermaus, Igel [nach neueren Arbeiten richtiger: die stärkere Ausbildung des Stäbchenapparates besonders in Rücksicht der Länge der Stäbchen und ihres Gehaltes an Sehpurpur] nach und umgekehrt den Mangel an Stäbchen in der Netzhaut der im grellen Sonnenlichte lebenden Tiere wie Eidechsen und Schlangen (Archiv f. mikroskop. Anatomie **2** 1866, u. a. S. 256 und später). Seine Ergebnisse blieben aber auffälligerweise relativ lange Zeit von den Physiologen unbeachtet. H. Parinaud schrieb 1881 (Compt. rend. acad. sc. Paris **93** S. 286—287) die zweierlei Lichtempfindung durch unser Auge den zweierlei Netzhautelementen, Stäbchen (bâtonnets) und Zapfen (cônes) zu. Er beobachtete 1884 (l. c. **99** S. 937—939) die starke Zunahme der Lichtstärke bei den stärker brechbaren Strahlen, besonders bis zum Blau

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

„à mesure que l'œil séjourne dans l'obscurité" und fügt hinzu: „Par un contraste remarquable, cet accroissement de la sensibilité n'existe pas pour la macula." Aber erst 1894 gab er eine ausführlichere Mitteilung in den Annales d'oculistique **112** S. 228. So wurde er überholt durch A. König (Sitzungsb. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin am 21. Juni 1894, S. 589 ff.) und Joh. v. Kries, der in den Berichten der Freiburger naturf. Gesellsch. am 9. August 1894 und — zum Teil zusammen mit A. König — in einer Reihe von Abhandlungen in der Zeitschr. für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, so in **9** S. 81—123 („Ueber die Funktion der Netzhautstäbchen", siehe besonders S. 87—89) und in Graefes Archiv für Ophthalmologie **42** 1896, S. 95 seine „Duplizitätstheorie" entwickelte. Die Stäbchen, mit denen wir nur Helligkeitsunterschiede, aber keine Farben [bzw. nur ein Blaugrau] wahrnehmen, sind unser Dunkelapparat, die Zapfen dagegen der Hellapparat. In der Netzhautgrube (fovea centralis), dem mittelsten Teile des gelben Fleckes, besitzt der Mensch ausschließlich Zapfen; außerhalb dieser Stelle sind Zapfen und Stäbchen gemischt vorhanden, und zwar nach der Peripherie hin unter steter Abnahme der Zapfen und Zunahme der Stäbchen. Beim Fixieren eines Gegenstandes fällt dessen Bild auf die Netzhautgrube. Zur Reizung der Zapfen gehört eine sehr viel größere Helligkeit des Objekts als zu der der Stäbchen. Sobald die Helligkeit unter den Schwellenwert der Zapfen herabsinkt, sehen wir nur noch mittels der Stäbchen, deren Funktion daher mit der Dämmerung beginnt. Das Maximum ihrer Reizbarkeit liegt bei Licht von einer Wellenlänge zwischen 520 und 540 $\mu\mu$, welches den Zapfen grün erscheint. Wenn die Zapfen in der Netzhaut eines Menschen gänzlich fehlen, ist er totalfarbenblind. Wie ihm das Spektrum erscheint, zeigt das sehr instruktive Bild in der 3. Aufl. von Helmholtz' Handb. d. physiol. Optik **2** 1911 Tafel II Fig. 2.

Die besten Uebersichten über diese Forschungsresultate gewähren der von Joh. von Kries bearbeitete Abschnitt „Die Gesichtsempfindungen" in W. Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen Band **3**, 2. Hälfte, Braunschweig 1905, S. 109—282, besonders S. 174—188; ferner die von O. Lummer verfaßte „Lehre von der strahlenden Energie" in der 10. Auflage von Müller-Pouillets Lehrb. d. Physik und Meteorologie, Band **2**, drittes Buch, Braunschweig 1909, hauptsächlich in den §§ 196 und 199 (S. 399); endlich in der oben zitierten 3. Aufl. von Helmholtz' Handbuch der in Bd. **2** 1911, S. 290 ff. von W. Nagel verfaßte Zusatz „Duplizitätstheorie und Dämmerungssehen", sowie die nach Nagels frühzeitigem Tode von J. von Kries ergänzten Teile.

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

44. Nach Purkinje benennt man auch jenes Nachbild, das (im Unterschied von den bekannteren und bei Tage wahrnehmbaren) auf die Funktion der Stäbchen zurückzuführen ist und oben (in 23.) zur Erklärung des El. L.-Ph. herangezogen werden mußte. Nachlaufendes Bild, recurrent vision, Ghost, Satellit sind andere Benennungen für dieses Nachbild, cf. von Kries in Helmholtz, Hdb. d. physiol. Optik 3. Aufl. 2 S. 370. Seine Entstehung wird dadurch erklärt, daß die Stäbchen eine etwas längere Zeit als die Zapfen gebrauchen, um auf eine Belichtung zu reagieren und uns eine Wahrnehmung hervorzurufen. Nach von Kries (l. c. S. 371) setzt die Phase, die er als sekundäres Bild bezeichnet, etwa $^1/_4$ bis $^1/_6$ Sekunde nach dem primären ein.

Von einem Bild, das auf die Fovea fällt, gibt es kein P.-Nachbild, weil in ihr die Stäbchen fehlen. Die Stäbchen sind rotblind; von roten Objekten muß daher die Stelle, an welcher das P.-Nachbild zu erwarten wäre, schwarz erscheinen.

45. Schon Helmholtz hat auf die Schwierigkeit hingewiesen, den Blick ganz scharf auf einen bestimmten Punkt des Gesichtsfeldes fixiert zu erhalten. Eine messende Untersuchung der unwillkürlichen Zuckungen des Augapfels gab in neuerer Zeit Hjelmar Öhrwall in seiner Arbeit „Die Bewegungen des Auges während des Fixierens“ (Skandin. Archiv für Physiologie, Leipzig, 27 1912, S. 65—86 und 304—314). „Auch während strenger Fixierung eines unbeweglichen Punktes halten wir nicht das Auge ganz unbewegt, sondern führen eine Menge kleiner schneller Bewegungen aus.“ . . . „Wir palpieren sozusagen den fixierten Fleck mit dem Boden der Fovea, ... und die Fixierung besteht aus der ganzen Serie dieser Palpationen“ (l. c. S. 70).

46. (Scheinbares Leuchten bei Nacht.) Die Erfahrung, daß weiße Objekte in der Nacht sehr hell im Verhältnis zu ihrer Lichtstärke bei Tag erscheinen, ist eine alte und wird im weißen Anstrich von Prallsteinen etc. an Wegrändern, Eisenbahnübergängen u. dgl. zweckentsprechend allgemein verwertet. Die Größe des Unterschiedes in der Empfindlichkeit des Zentrums und der peripherischen Teile der Netzhaut wird aber vom Laien noch weit unterschätzt. W. Nagel sagt (Helmholtz, Hdb. 3. Aufl. 2 1911, 292): Ein weißes Licht aussendendes Objekt von 1° Gesichtswinkelgröße muß, um gesehen zu werden, bei Fixation von rund 1000mal größerer Lichtintensität sein als bei Betrachtung mit den empfindlichsten Teilen der Netzhaut und guter Dunkeladaptation. — Es ist deshalb eine naheliegende Urteilstäuschung, weiße Objekte in der Nacht für selbstleuchtend zu halten. Dahin wird

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

die oft zitierte Beobachtung des Königsberger Obermedizinalrats Hagen[1]) gehören, der (nach dem von Voigt 1805 auf Hagens mündliche Mitteilung gegründeten Bericht; H. selbst scheint nichts darüber veröffentlicht zu haben) „beim Besteigen eines Berges [in der Schweiz] im dicksten Nebel und in der Finsternis [!] alle Blumen des dort wachsenden Chrysanthemum inodorum L. blendend weiß phosphoreszieren" sah.

An Oenothera biennis, der Nachtkerze, habe ich keine eigenen Beobachtungen gemacht. Aber im Hinblick auf das oben (in 21.) beschriebene Verhalten des Urangelb glaube ich auch die Beobachtung von Pursh (1814) hierherstellen zu sollen, der in dunkler Nacht die Blüten von Oenothera biennis auf große Entfernung leuchtend weiß erscheinen sah und dies mit Wahrscheinlichkeit als ein Phosphoreszieren der Blüten ansehen zu sollen meinte. Im Original lautet diese Stelle: „in a dark night, when no objects can be distinguished at an inconsiderable distance, this plant when in full flower can be seen at a great distance, having a bright white appearance, which probably may arise from some phosphoric properties of the flowers."

Die unter 40. mitgeteilte Beobachtung des Herzogs von Buckingham würde sich nur dann hier einordnen lassen, wenn man das erwähnte Aufleuchten auch der Blätter als nur auf Ungenauigkeit der Beschreibung beruhend ausschließt und die Zeit zwischen zwei Blitzen so lang annimmt, daß sich das Auge wieder der Dunkelheit hat adaptieren können.

47. Auf dem Unterschied in der Lichtempfindlichkeit zwischen Zentrum und Peripherie der Netzhaut beruht auch das „Gespensterverschwinden" beim Fixieren, wie durch die Duplizitätstheorie erst erklärt, aber schon viel früher z. B. an astronomischen Objekten beobachtet worden ist. (Einige Hinweise hierzu gab ich in meinem kleinen, zur Benutzung für Unterrichtszwecke geschriebenen Aufsatz über Graulichtversuche in der Zeitschr. „Natur und Schule" Leipzig 2 1903, S. 233—238.)

Zwischen El. L.-Ph. (A) und dem „Gespensterverschwinden" (B) besteht eine gewisse Gegensätzlichkeit der Vorbedingungen: A ist auf eine frühere Zeit der Dämmerung beschränkt, B verlangt tiefere Stufen derselben oder völlige Nacht. — A setzt voraus, daß das betreffende Objekt die Stäbchen nicht oder nur sehr wenig, die Zapfen

---

1) Nach einer durch Prof. Abromeit gütigst vermittelten Auskunft kann das nur der Geheime Medizinalrat Karl Gottfried Hagen, Professor an der Albertus-Universität, gewesen sein.

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

aber noch erregt; B hingegen, daß die Stäbchen stark, die Zapfen aber gar nicht erregt werden. — A verlangt vom Objekt zugleich langwelliges Licht und Abwesenheit von kurzwelligem; B gelingt bei allen Lichtarten außer beim langwelligsten.

An das Schwinden beim Fixieren kann man wohl denken, wenn in der noch unaufgeklärten Aglaophotis-Sage des Altertums (vgl. z. B. Heller 1853/54, S. 81—82) von einem Hin- und Herspringen des nächtlichen Lichtes die Rede ist. Aber zu ihrer Deutung müßte man annehmen, daß zwei voneinander unabhängige, grundverschiedene Gesichtswahrnehmungen (vorhergenannte A und B) in der Mythe zusammengeschweißt worden seien: ein in der Dämmerung gesehenes El. L.-Ph. (etwa an feuerroten, giftigen Hutpilzen) mit einem nächtlichen Schwinden fixierter weißer Blüten.

48. (Der blaue Untergrund des Farbtäfelchens.) Meine vergeblichen Versuche, einen noch geeigneteren Untergrund, als das Blau der kleinen Farbtafel ist, zu finden, würde ich überhaupt nicht beschreiben, wenn sie nicht vielleicht zur Aufklärung über eine zwar nicht das ursprüngliche El. L.-Ph., aber doch den Farbtafelversuch betreffende Frage beitragen könnten.

Diese Versuche bewegten sich anfänglich, von meiner (dann als unzureichend erkannten) Deutung von 1910 ausgehend, in einer anderen Richtung als später. Ich glaubte damals, daß die Zapfen das Aufleuchten des Rot um so lebhafter zeigen müßten, je weniger sie für rote Strahlen vorher ermüdet wären, daß also ein gänzlich rotfreier Untergrund noch bessere Resultate ergeben würde als das keineswegs völlig rotfreie Blaupapier. Nun halbiert bekanntlich die Lösung von Kupferoxydammoniak das Spektrum und verschluckt dabei alle roten Strahlen vollständig. Ich goß die Lösung in eine flache Glasschale, die auf ein ihrem Boden an Größe gleiches Stück weißen Papiers gestellt wurde, deckte sie durch eine mit Füßchen (deren Höhe genau der Höhe der Flüssigkeit entsprach) versehene Glasplatte ab und legte auf diese dieselben kleinen Quadrate aus rotem Papier, die zum Farbtäfelchen verwandt sind. Bei einer Flüssigkeitskonzentration, welche, bei Tage gesehen, ungefähr gleiche Sättigung wie meine Blaupapier-Grundfarbe gab, erwies sich in der Dämmerung das Kupferoxydammoniak als gleich gut, aber durchaus nicht besser als das Blaupapier. Dem Botaniker als Färbemittel zur Hand befindliche Anilinfarben, z. B. Methylenblau, Jodgrün u. a. zeigten zwar das Phänomen noch, kamen aber dem von mir benutzten Blaupapier noch nicht gleich.

49. Nachdem ich mich später von dem Einfluß des Purkinjeschen Nachbildes durch die oben (unter 22. u. 23.) beschriebenen Versuche

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

überzeugt hatte, lag die Schlußfolgerung nahe: das hellste Nachbild wird das stärkste Aufleuchten ergeben. Da nun das Maximum der Helligkeit im Spektrum beim Stäbchensehen im Grün liegt und schon Helmholtz das Scheelesche Grün als denjenigen Stoff bezeichnet hat, der diese Farbe am besten wiedergibt, benutzte ich das arsenigsaure Kupferoxyd (von Merck-Darmstadt bezogen) zur Herstellung des Untergrundes, auf den ich die roten Papierstücke legte. In der Dämmerung erscheint es heller noch als das Blaupapier, so daß man seine überlegene Eignung für das El. L.-Ph. erwarten konnte. Aber auch dieser Versuch ergab ein negatives Resultat: Scheelesches Grün und auch Schweinfurter Grün stehen dem Blaugrund deutlich nach.

50. Hiernach scheinen die Zapfen der Fovea am reaktionsfähigsten für das rote Licht zu sein, wenn sie unmittelbar vorher von blauem getroffen wurden. Die Möglichkeit einer Erklärung dieses Resultates kann ich nur in dem Umstande finden, daß die Fovea und ihre nähere Umgebung durch ihre gelbe Färbung (macula lutea retinae ist ja alte anatomische Benennung) das blaue Licht stärker absorbieren als jede andere Lichtart und somit ihre Zapfen in einer eigenartigen Weise durch Blau gereizt werden. Nachdem mich das drängende Verlangen nach einem Ausweg auf diesen Gedanken hatte geraten lassen, kam der andere auch bald hinterdrein: die Grünempfindlichkeit und Rotblindheit der Stäbchen mit dem Sehpurpur in eine ähnliche ursächliche Beziehung zu bringen. Daß diese viel wichtigere Hypothese bereits ausgesprochen worden ist, fand ich darnach bei Nagel in Helmholtz, Hdb. 3. Aufl. 2, 327 f., nichts aber bezüglich des Gelb im gelben Fleck.

Auch für die Erscheinung der „flatternden Herzen“ sind ja Rot und Blau seit langem als die geeignetsten Farben bekannt, ohne daß ich für diese Eignung in der mir zugänglichen Literatur bisher eine Erklärung finden konnte.

VIII. Verzeichnis der in der bisherigen Literatur zitierten Schriften und Urteile über das El. L.-Ph.

1762. Linné, Elisabeth Christina: Om Indianska Krassens Blickande. In: Kongl. (Svenska) Vetenskaps Academiens Handlingar för år 1762, Vol. XXIII, Stockholm 1762, S. 284—286. — Dasselbe aus dem Schwedischen übersetzt von Abraham Gotthelf Kästner in: „Der Königl. Schwed. Akad. der Wissenschaften Abhandlungen aus der Naturlehre . . . auf das Jahr 1762“, Bd. 24, Hamburg u. Leipzig 1765, S. 291—292.

1762. Linné, Carl [ohne besondere Ueberschrift: über die dreierlei Abänderungen der indischen Kresse] — l. c. S. 286 anschließend an die Mitteilung seiner Tochter; ins Deutsche übersetzt von Kästner l. c. S. 293.

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

1762. Wilke (Wilcke) im Original l. c. XXIII, S. 286—287; in der Kästnerschen Uebers. l. c. S. 293—294: „Herrn Lektor Wilkens Anmerkung zu vorhergehendem Aufsatz".

1783. Bertholon de St. Lazare: De l'électricité des végétaux . . . Paris et Lyon, S. 335.

1788. Haggren, Lars Christ., Hist. Nat. Lect. in Stregnås: Om Blommors blickande in: Kongl. Vetenskaps Academiens Nya Handlingar, T. IX. för år 1788, Stockholm 1788, S. 62—64. In der deutschen Uebersetzung „Der K. Schwed. Ak. d. Wiss. Neue Abhandlg. aus der Naturlehre . . ." von Kästner und Brandis, Bd. 9, Leipzig 1789, S. 59—61: Vom Blitzen der Blumen.

1790. Pulteney, Richard: Historical and biographical sketches of the progress of botany in England . . . London 1790, Vol. I, S. 345.

1793. Nocca, Domenico: Observationes botanicae in Usteri, Annalen der Botanik, 5. Stück, Zürich 1793, S. 5.

1799. Schaefer: [Uebersetzung von] Alexander Voltas meteorologische Beobachtungen, besonders über die atmosphärische Elektrizität, Leipzig 1799, S. 243—245.

[1799. Goethes Brief an Schiller, siehe vorn im Texte der Abhandlung S. 18.]

1800. Szütz in Journal f. Pharmacie (Trommsdorff) VIII, P. 2, 1800, S. 59. [Eine Lichtwahrnehmung an den Blättern von Phytolacca betr.]

1804. De Saussure, Nicol. Théodore: Recherches chimiques sur la végétation, Paris 1804, S. 129.

1805. Voigt, Friedrich Sigmund: Theod. von Saussures chemische Untersuchungen über die Vegetation, aus dem Französischen übersetzt, mit einem Anhang und Zusätzen versehen, Leipzig 1805, S. 118—119 die Fußnote des Uebersetzers.

1809. Crome: Ueber das Leuchten des Tropaeolum majus in Hoppes Botanischem Taschenbuch auf das Jahr 1809, S. 52—53.

1810. Goethe: Zur Farbenlehre, Bd. 1, Tübingen 1810, S. 21—23.

1812. Sprengel, Kurt: Von dem Bau und der Natur der Gewächse, Halle 1812, S. 357.

1814. Pursch (Pursh), Friedrich Traugott: Flora Americae septentrionalis. Vol. I, London 1814, S. 261.

1817. Goethe: Zur Naturwissenschaft überhaupt, Bd. 1, Stuttgart und Tübingen 1817, S. 290—261. — Ueber den Abdruck in späteren Ausgaben vgl. die Hinweise S. 18—19.

1820. Heinrich, Placidus: Die Phosphoreszenz der Körper. Nürnberg 1820. 4° S. 338.

1820. Johnson: Nocturnal Fragrance of different Plants in: The Edinburgh Philosophical Journal, conducted by Brewster and Jameson, Vol. III, Edinburgh 1820, S. 415—416. [Das Original dieser Mitteilung sah ich bis heute nicht ein einziges Mal richtig zitiert, weil im ersten deutschen Referat, das in Schweigger und Meinecke, Journal für Chemie u. Physik, neue Reihe Bd. 1, Nürnberg 1821, S. 361—362 erschien, irrtümlich Vol. VI statt Vol. III angegeben worden war. Von Treviranus 1838, 71 ist sogar der Titel der Zeitschrift irrig in „Edinb. Journ. of Sc." umgeändert worden.]

1821. Willdenow, Karl Ludwig: Grundriß der Kräuterkunde, 6. Aufl. Berlin 1821, S. 458 [nur wenige Worte].

1821. Nees von Esenbeck, Christian Gottfried: Handbuch der Botanik, Bd. 2. Nürnberg 1821, S. 139.

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

1822. Lampadius, Wilh. Aug., in Gilberts Annalen der Physik, Bd. 70. S. 113—115.

1822. Burchell (siehe den Hinweis im Text unter 40).

1823. Nees von Esenbeck (in Verbindung mit anderen): Die unterirdischen Rhizomorphen ... in Verhandlungen d. K. Leop.-Carolinischen Akad. d. Naturf., Bd. 11, Abt. 2, Bonn 1823, S. 616 und 618.

1829. Zawadzki: Ueber das elektrische Leuchten einiger Blumen in Zeitschrift für Physik u. Mathematik von Baumgärtner und von Ettinghausen, VI, 1829. S. 460—462.

1829. Treviranus, L. C.: Entwickelt sich Licht und Wärme beim Leben der Gewächse? in Zeitschrift f. Physiol., Bd. 3, Darmstadt 1829, S. 257—268; darin S. 262—263.

1832. „Green, Magaz. of natur. hist. Lond. 1832, T. V. p. 208“ ist ein falscher Hinweis, den ich nicht weiter als bis zu Fries (Bot. Not. 1858, 109) zurückverfolgen und auch nicht sicher aufklären konnte. Vielleicht ist der Ursprung des Fehlers in einer Flüchtigkeit bei der Herstellung des Registers zu dem betr. Jahrgang des „Magaz.“ zu suchen, wo S. 773 bei Green die Seitenzahlen 208. 504. angegeben sind. S. 208 steht nichts davon, und S. 504 befindet sich nur eine kurze Notiz von Dovaston (siehe den nächstfolgenden Titel), die möglicherweise irrtümlich Green zugeschrieben worden ist.

1832. Dovaston, John F. W., in Loudons Mag. of nat. hist. V, 504.

1836. Buckingham, s. den Hinweis im Texte S. 39.

1837. Link, Heinrich Friedrich: Elementa philosophiae botanicae. Grundlehren der Kräuterkunde, 2. Ausgabe, Berlin 1837, 2. Teil, S. 344 u. 345.

1838. Treviranus, Ludolph Christian: Physiologie der Gewächse, Bd. 2, Bonn 1838, S. 70—71.

1838. Meyen, F. J. F.: Neues System der Pflanzen-Physiologie, Bd. 2, Berlin 1838, S. 200—202.

1846. Unger, Franz: Grundzüge der Anatomie u. Physiologie der Pflanzen, Wien 1846, S. 112 f.

1848. Tulasne, L. R.: Sur la phosphorescence spontanée ... in Annales des sciences naturelles [3] 9 1848, Botanique, das Hierhergehörige auf S. 338—340.

1850. Schleiden, Matth.: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, Leipzig 1850, Bd. 2, S. 538.

1853/54. Heller, J. Florian: Ueber das Leuchten im Tier- und Pflanzenreiche, in Archiv für physiol. u. pathol. Chemie u. Mikroskopie . . . N. Folge Jahrgang 1853 u. 1854, Wien, S. 81, 83, 88.

1854. Balfour, John Hutton: Classbook of Botany . . . Edinburgh 1854, S. 676 und 677. [War mir nicht erreichbar; soll nach Gard. Chron. July 9, 1859, S. 581—582 auch Beobachtungen betr. Lychnis chalcedonica und Papaver pilosum enthalten.]

1855. Unger, Franz: Anatomie und Physiologie der Pflanzen, Pest, Wien und Leipzig 1855, S. 405.

1857 Henfrey, Arthur: Elementary Course of Botany, London 1857, S. 615. [War mir nicht zugänglich; ist zitiert in Gard. Chron. 1859 l. c.]

1857. Hoffmann, H.: Lehrbuch der Botanik, Darmstadt 1857, S. 197. [Das Original sah ich nicht, danke aber Herrn Prof. Dr. Ihne eine Kopie der bez. Stelle.]

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

1858/59. Fries, Th. M.: Ueber Lichtphänomene bei Pflanzen. Aus dem Schwedischen der Botaniska Notiser 1858, No. 6. u. 7. Frei übersetzt von Dr. Fürnrohr in Flora 1859 No. 11 u. 12.

1859. E. D. K.: Luminosity in Plants in the Gardeners' Chronicle and agricultural Gazette for 1859, S. 604.

1862. Hahn, Medizinalrat Dr.: Ueber die Entzündbarkeit der Blüten von Dictamnus albus in Jahresbericht der naturhistorischen Gesellsch. zu Hannover 11, 1862, S. 30—31.

1862. Phipson, T. L.: Phosphorescence. London 1862, S. 79—87. [Die Ausgabe von 1870 sah ich nicht.]

1874. Ludwig, Fr.: Ueber die Phosphorescenz der Pilze und des Holzes. Dissertation Göttingen (Hildburghausen 1874), S. 5.

1880. Hahn: Die Entzündbarkeit des Blütenstengels vom Diptam in Hannov. Gartenbau-Zeitung IV, 1880 No. 2, S. 42—43. [War mir nicht erreichbar. Ein Referat findet sich im ersten Jahrgang des Botan. Centralblattes 1880, No. 18, S. 549.]

1881. Crié, L.: Sur quelques cas nouveaux de phosphorescence dans les végétaux (Compt. rend. acad. sc. Paris 93, 1881, p. 853—854.)

1882. Crié, Louis: La phosphorescence dans le règne végétal in: Revue scientif. de la France et de l'Etranger 29, 1882, S. 299—301.

1887. Holder, Charles Frederick: Living lights, London 1887, S. 121—126.

1893. Gadeau de Kerville, H.: Die leuchtenden Tiere und Pflanzen, übersetzt von W. Marshall, Leipzig 1893, S. 24.

1893. Ascherson, P.: (betr. Goldkraut) in Sitzgsb. d. Ges. naturf. Freunde Berlin 1893, S. 81—82 und in Zeitschr. f. Ethnologie Berlin 25, 1893, S. (169)—(170).

1903. Ballerstedt: Leuchtende Pflanzen in Naturw. Wochenschrift (Potonié) N. F. II No. 41, 1903, S. 487. [Ist durchgehends irrtümlich als Ballenstedt zitiert worden.]

1904. Pfeffer, W.: Pflanzenphysiologie, Bd. 2, Leipzig 1904, S. 853.

1904. Molisch, Hans: Leuchtende Pflanzen, Jena 1904, S. 154—160.

1904. Ludwig, F.: Phosphoreszierende Collembolen in Prometheus 16, 1904, S. 106.

1905. Tubeuf, C. von: Elmsfeuer-Versuche in Naturwiss. Zeitschr. für Land- u. Forstwirtschaft 3, 1905, S. 195—196.

1905. Bölsche, W., in Ueber Land und Meer 1905. [So von Schleiermacher, s. d., zitiert S. 110. Ich suchte in dem genannten Jahrgang vergeblich.]

1905. Anonymus: Luminous plants in Journ. of the Bombay National History Society 16, 1904—1906, S. 367—369. [Ist daselbst als ein Abdruck aus „Indian Planting and Gardening, 17. Dec. 1904" bezeichnet.]

1905. Francé, R. H.: Glimmlicht an lebenden Pflanzen in Umschau 9, 1905, S. 852—853 [1]).

---

1) Diese Mitteilung von Francé würde ich hier nicht angeführt haben, wenn sie nicht von Schleiermacher zitiert worden wäre. Die Verdienste Francés um Popularisierung der Wissenschaft und Verbreitung des Interesses für Botanik bei Laien will ich nicht in Abrede stellen. Aber die bedenkliche Schattenseite seiner Veranlagung für lockende Ausschmückung und schmackhafte Zutat liegt darin, daß er durch seine Freude an solcher Art der Gestaltung (in obigem „das Wichtelmännchen" mit der „elektrischen Lampe") die Abwägung für das, was wissenschaftlich gesichert ist, verliert. Man vergleiche nur Molischs 1904 als naheliegende Annahme vorsichtig ausgesprochene Ansicht mit der Sicherheit in der Aufmachung von Francé.

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

1906. Francé, R. H.: Das Leben der Pflanze, Bd. 1, Stuttgart 1906, S. 193—194.
1908. Scheiermacher, A.: Ueber blitzende Blüten in Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins Karlsruhe, Bd. 20, 1908, S. 101—111. — Dazu der Sitzungsbericht ebenda Bd. 21, 1909, S. 15*.
1910. Bölsche, W.: Stunden im All, 2. Aufl., Stuttgart und Leipzig 1910, S. 315—318.
1910. Thomas, Fr.: Eine Erklärung für das blitzähnliche Aufleuchten feuerroter Blüten in der Dämmerung in Naturwissensch. Wochenschrift (Potonié) N. F. IX, 1910, S. 573—574.
1910. Mangold, Ernst: Blitzen der Blüten in Hans Winterstein, Handbuch der vergleichenden Physiologie, Bd. 3, 2. Hälfte, Jena 1910, S. 369—373.
1912. Molisch, Hans: Leuchtende Pflanzen, 2. Aufl., Jena 1912, S. 179—189.
1913. Merkelbach, W.: Das Blitzen gelbroter Blüten in der Dämmerung und die Erklärung hierfür von Prof. Dr. Thomas in Ohrdruf in Abhandlungen und Bericht LIII des Vereins für Naturkunde zu Cassel, 1913, S. 249—256.

Darum kann man auch das Mißgeschick, das F. hatte, als er aus dem umfangreichen ersten Halbband seines Werkes gerade diese halbe Seite zur Empfehlung seines Buches für die Leser der „Umschau“ auswählte, nur als ein selbstverschuldetes bezeichnen.

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

Autorenregister.

Anonymus 42. 50.
Ascherson 17. 21. 50.
Balfour 49.
Ballerstedt 21. 50.
Bertholon de S. Lazare 15. 48.
Biot 40. 41.
Bölsche 21. 50. 51.
Buckingham 39. 45.
Buckland 40.
Burchell 39.
Crié 20. 50.
Crome 17. 48.
Detto 40.
Dovaston 14. 49.
Exner, Franz 26.
Exner, Sigmund 32.
Francé 14. 50. 51.
Frank 15.
Fries 20. 50.
Gadeau de Kerville 17. 50.
Goethe 18. 19. 24. 35. 37. 38. 48.
Green 49.
Hagen 45.
Haggren 13. 14. 25. 31. 48.
Hahn 15. 41. 50.
Heinrich 17. 48.
Heller 15. 46. 49.
Helmholtz, von 34. 35.
Henfrey 49.
Hoffmann 15. 19. 49.
Holder 17. 50.
Ingenhousz 14.
Johnson 41. 48.
Juel 10.
Kästner 10.
Kalischer 18.
König 43.
Kries, von 32. 43. 44.
Lagerheim, von 9. 10. 11.
Lampadius 39. 49.
Langer 27.
Leunis 15.
Link 16. 49.
Linné, C. 12. 25. 47.
Linné, Elis. Chr. 9. 11. 47.
Ludwig 14. 15. 42. 50.
Lummer 43.
Mangold 14. 38. 39. 42. 51.
Marshall 50.
Martinet 40.
Merkelbach 24. 51.
Meyen 13. 17. 40. 41. 49.
Molisch 15. 16. 31. 38. 39. 50. 51.
Nagel 43. 44. 47.
Nees von Esenbeck 14. 48. 49.
Nocca 14. 48.
Noreen 10.
Öhrwall 44.
Parinaud 42.
Pfeffer 17. 50.
Phipson 15. 50.
Pulteney 14. 48.
Purkinje 42. 44.
Pursh 45. 48.
Rauter 40.
Saussure, de 15. 16. 40. 48.
Schaefer 14. 48.
Schleiden 17. 49.
Schleiermacher 9. 24. 29. 32—38. 51.
Schrank 41.
Schultze 42.
Sprengel 14. 41. 48.
Spuler 29. 38.
Szütz 48.
Thielau, von 39.
Thomas 51.
Treviranus 14. 19. 49.
Tubeuf, von 14. 50.
Tulasne 17. 49.
Unger 17. 42. 49.
Voigt 45. 48.
Volta 14.
Wilcke (Wilke) 12. 48.
Willdenow 16. 17. 48.
Zawadzki 14. 17. 49.
E. D. K. 22. 50.

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

Sachregister.

Aglaophotis 46.
Aufleuchten, objektives durch Elektrizität 39. 50.
„ „ durch Pilze 16. 20.
„ „ durch Tiere 15.
„ vermeintlich objektives 13. 20. 31.
„ subjektives, bei Nacht 16. 44. 46.
„ „ in der Dämmerung siehe El. L.-Ph.
Blickblumen 10.
Blicken und Blitzen 10.
Blüten, Farbe derselben 30.
„ gelbe 12. 25. 30. 31.
„ weiße 41. 45.
Blütenbau, anatomischer 31.
Blütengröße 31.
Calendula 13. 19.
Caltha 26.
Chrysanthemum inodorum 45.
„ segetum 30.
Collembolen 15. 41.
Dauerleuchten bei Blickblumen und Papierobjekten 10. 28.
Diptam 15. 40.
Doppelbilder und Aufleuchten 35—37.
Duplizitätstheorie 32. 42—43.
El. L.-Phänomen, Beobachtung durch Kinder 22.
„ „ Einfluß des Untergrundes 26. 30. 46. 47.
„ „ Ursache des Mißlingens 21.
„ „ Vorübung 22.
„ „ im peripherischen Sehen vermeintlich beobachtet und Erklärung hierfür 33. 34—36. 38.
Farbtafel, Herstellung 24.
Farbtafel, rotierende 27. 28.
„ umgekehrte 24.
Fleck, gelber, Einfluß seiner Farbe 47.
Geranium 22.
Gespensterverschwinden 25. 45.
Ghost 37. 44.
Goethes Brief an Schiller 18.
Goldkraut 17.
Helianthus 13. 31.
Kadmiumsulfid 25.
Karmin 25.
Kupferoxydammoniak 46.
Lilium bulbiferum 13.
Lychnis chalcedonica 21. 49.
Mennige 25.
Nachbild, Purkinjesches 27. 44.
Oenothera bei Nacht 45.
Papaver libanoticum 17.
„ orientale 18. 19. 20. 35. 37.
„ pilosum 49.
Pelargonium 21. 32.
Phosphoreszieren, scheinbares 42. 45.
Polianthes siehe Tuberose.
Ranunculus 26.
St.-Elmsfeuer 39.
Springschwänze s. Collembolen.
Tagetes 13. 37.
Tropaeolum 10—16. 19. 20 32.
Tuberose 16. 41. 42.
Untergrund, der blaue, seine Eignung 46—47.
Urangelb 25.
Verbena 22.
Versuche mit Farbstoffen 25. 46. 47.
Zeit, günstige, zur Beobachtung des El. L.-Ph. 23.
Zinnober 25.
Zuckungen, unwillkürliche, des Auges 28. 34. 44.

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

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 4432

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

buch der Botanik für Hochschulen. Begründet 1894 von **Eduard Strasburger, Fritz l, Heinrich Schenck, A. F. Wilhelm Schimper.** Zwölfte, umgearbeitete flage. Bearbeitet von Dr. **Hans Fitting,** o. ö. Prof. der Botanik an der

Farbtafel zu
Fr. Thomas, Das Elisabeth Linné-Phänomen.
Jena, Gustav Fischer
1914.

en soll.

Das Buch wird gerade jenen eine Freude an der Botanik wecken, die nur zu ht geneigt sind, diese Wissenschaft als etwas Trockenes zu betrachten. An der nd dieses Buches ist jeder Lernenwollende fähig, sich allein e vorzügliche botanische Bildung zu schaffen und sich die croskopische Technik anzueignen. Dr. Reno Muschler.

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

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

Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet 1894 von **Eduard Strasburger, Fritz Noll, Heinrich Schenck, A. F. Wilhelm Schimper.** Zwölfte, umgearbeitete Auflage. Bearbeitet von Dr. **Hans Fitting,** o. ö. Prof. der Botanik an der Universität Bonn, Dr. **Ludwig Jost,** o. ö. Prof. an der Universität Straßburg i. E., Dr. **Heinrich Schenck,** Prof. an der technischen Hochschule Darmstadt, und Dr. **George Karsten,** o. ö. Prof. an der Universität Halle a. S. Mit 782 zum Teil farbigen Abbildungen. (VIII und 620 S.) 1913. Preis: 8 Mark, geb. 9 Mark.

Schweizer Schulblatt, 1913, Nr. 32.

... Durch anhaltende Verständigung und dauernden Gedankenaustausch unter den vier Verfassern wurde das einheitliche Gepräge des Werkes gewahrt und ein Buch geschaffen, das hervorragend imstande war, bei den Studierenden wissenschaftliches Interesse zu erwecken und wissenschaftliche Kenntnis und Erkenntnis zu fördern. Es fand infolge seiner Vortrefflichkeit solchen Anklang, daß es sich durchschnittlich alle anderthalb Jahre in einer neuen Auflage verjüngte und deswegen auch heute in der zwölften Auflage kein Zeichen von Alter an sich trägt... Das Werk eignet sich nicht bloß für Studenten, sondern wegen seiner überaus klaren und konsistenten Darstellung, wegen der Beschränkung auf das Wichtige und allgemein zutreffende, sowie wegen der Rücksichtnahme auf das Praktische für jedermann, der einen erstklassigen, zuverlässigen Führer durch die Botanik sucht.

Preuß. Lehrerzeitung 1913, Nr. 10.

Es gibt wenige Lehrbücher der Botanik, die eine so günstige Aufnahme bei Studierenden und Freunden der scientia amabilis gefunden haben, wie das vorliegende Werk, es verdient diese auch in vollstem Maße. . . . Kollegen, die sich auf das Mittelschullehrerexamen vorbereiten, werden das Werk mit größtem Nutzen gebrauchen können.

Das botanische Praktikum von Ed. Strasburger. **Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik für Anfänger und Geübtere, zugleich ein Handbuch der mikroskopischen Technik.** Bearbeitet von Dr. **Eduard Strasburger †,** o. ö. Prof. der Botanik an der Universität Bonn, und Dr. **Max Koernicke,** et. Prof. der Botanik an der landwirtschaftl. Akad. Bonn-Poppelsdorf, a. o. Prof. an der Universität Bonn. Fünfte Auflage. Mit 246 Holzschnitten im Text. (XXVI, 860 S. gr. 8°.) 1913. Preis: 24 Mark, in Halbfr. geb. 26 Mark 50 Pf.

Apotheker-Zeitung, 1913, Nr. 41:

Ich nehme an, daß allen, die sich mit Arbeiten am Mikroskop beschäftigen, das Praktikum längst bekannt ist. Es mag aber doch besonders darauf hingewiesen werden, wie unendlich reichhaltig und zuverlässig das Buch ist, und wie es eigentlich dem, der es zu lesen versteht, viel mehr bietet, als der Titel ahnen läßt; es gibt nicht nur die Technik der botanischen Mikroskopie, also Anleitung zur Anfertigung der Präparate, sondern lehrt eigentlich auch alles aus der Anatomie und Physiologie, was mit dem Mikroskop zu erkennen ist. Allerdings liegt das Hauptgewicht auf der Technik, und auf diesem Gebiet fehlt in dem Buche wohl nichts, was sich als brauchbar herausgestellt hat, von den einfachsten Handgriffen an . . . Eine Reihe von sorgfältig hergestellten Registern schließen das Buch.

Das kleine botanische Praktikum für Anfänger. **Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik und Einführung in die mikroskopische Technik.** Von **Eduard Strasburger †.** Siebente Auflage. Bearbeitet von Dr. **Max Koernicke,** et. Prof. der Botanik an der landwirtschaftl. Akad. Bonn-Poppelsdorf, a. o. Prof. an der Universität Bonn. Mit 135 Holzschnitten und 2 farb. Bildern. 1913. Preis: brosch. 6 Mark 50 Pf., geb. 7 Mark 50 Pf.

Pharmazeutische Zeitung, 1913, Nr. 101:

Die gleichen Vorzüge, die von jenem Werke (der großen Ausgabe) gesagt wurden, treffen in vollstem Maße auch für diese kleinere und in Anbetracht der vorzüglichen Ausstattung sehr wohlfeile Ausgabe zu. Sie ist besonders, wie der Titel auch angibt, für den Anfänger als denkbar beste Einleitung in die Botanik als Wissenschaft, die sich mit lebenden Dingen und nicht nur mit Pflanzenleichen beschäftigt, gedacht. Dem Lehrer und dem Pharmazeuten gibt sie ein überaus klares Bild dessen, was er von der Botanik als allgemeiner Disziplin wissen soll.

Das Buch wird gerade jenen eine Freude an der Botanik wecken, die nur zu leicht geneigt sind, diese Wissenschaft als etwas Trockenes zu betrachten. An der Hand dieses Buches ist jeder Lernenwollende fähig, sich allein eine vorzügliche botanische Bildung zu schaffen und sich die mikroskopische Technik anzueignen. Dr. Reno Muschler.

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

Streifzüge an der Riviera. Von **Eduard Strasburger**, o. ö. Professor an der Universität Bonn. Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. Illustriert von Louise Reusch. Mit 85 farbigen Abbildungen im Text. (XXVI, 582 S.) 1913.

Preis: elegant broschiert 10 Mark, in Leinen gebunden 12 Mark, in Geschenkband (Halbleder) 13 Mark.

Pharmazeutische Zeitung, 1914, Nr. 8:

Strasburgers Streifzüge an der Riviera sind nicht ein Buch über diese sonneatmenden Gestade, sie sind das Buch der Riviera. Im tiefpoetischen Plauderton, der oft zu bewundernswerter Schönheit aufrauscht, führt der beste Kenner dieser paradiesisch schönen Gegenden uns in Einzelbildern die unvergleichliche Natur vor Augen. Plastisch treten die Landschaften hervor, man glaubt die Wellen ans Gestade rollen zu hören. Stimmungen, Erinnerungen, liebevoll ziselierte Schilderungen wechseln immerfort mit einander und fließen zu einem leuchtenden Akkord, zu einer mollweichen und durfrohen Melodie zusammen, deren Töne das Lied der Natur widergibt. Man lernt hier Naturwissenschaft und Geschichte, Ethnographie und reisen vor allem, ohne daß man es merkt. Wir nehmen dieses Werk in die Hand und werden ungehalten, wenn wir es vorzeitig wieder niederlegen müssen.

Sehr hübsch sind die zahlreichen bunten Pflanzendarstellungen, wundervoll die einzelnen Kapiteln vorgesetzten farbenfreudigen Landschaften der Riviera.

Der Preis für das 581 Seiten starke, dabei aber sehr handliche Buch ist als außerordentlich billig zu bezeichnen.

Das Buch müßte jeden Rivierareisenden begleiten und sollte alle die, welche jene gottgesegneten Gegenden besuchen wollen, vorbereiten. Dr. Reno Muschler.

Illustrierte Flora von Nord- und Mitteldeutschland. Von Prof. Dr. **H. Potonié**, Vorsteher der Paläobotanischen Abteilung der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt, Berlin. Sechste Auflage.

Erster Band: **Text.** VIII, 562 Seiten (Taschenformat) mit 154 Einzelabbildungen im Text und alphabetischem Namen- und Sachregister. 1913.

Preis: 4 Mark, geb. 4 Mark 80 Pf.

Zweiter Band: **Atlas.** 390 Seiten (Taschenformat) mit den Abbildungen von rund 1650 Arten und Varietäten und alphabetischem Register. 1913.

Preis: 3 Mark 20 Pf., geb. 4 Mark.

Jeder Band ist einzeln käuflich.

Um die Benutzung auf Exkursionen zu erleichtern, ist der Text auf besonders dünnem Papier gedruckt. — Illustrierter Prospekt kostenfrei.

Forstliche Wochenschrift „Silva", Nr. 37 v. 12. Dez. 1913: Einer Empfehlung des Werkes, dessen Güte durch den Namen des berühmten Naturforschers verbürgt ist, bedarf es weiter nicht. Dr. Münch.

Schulblatt der Provinz Sachsen, 1910, Nr. 5: Die in neuer Bearbeitung erschienene Flora gehört entschieden zu den besten Exkursionsfloren der Gegenwart. Der Verfasser behandelt in der Einleitung das Wichtigste aus der Organographie, Physiologie, Pflanzengeographie und Systematik und schickt den Pflanzenfamilien blütenbiologische und ökologische Bemerkungen voraus. Von besonderem Werte ist, daß auch die häufigsten Varietäten und Zierpflanzen mit aufgenommen sind. Die Bestimmungstabellen sind nach dem zeitweiligen Schema angelegt und gehen von den auffallendsten Merkmalen aus. Soweit ich Stichproben vorgenommen habe, haben sie sich als zuverlässig und durchaus praktisch erwiesen. Die Abbildungen im Atlas sind sehr klar und erleichtern das Wiedererkennen in der Natur wesentlich. Die Flora kann nach dem Gesagten warm empfohlen werden. Für Bestimmungsübungen im Lehrerseminar eignet sie sich wie keine andere. Auch fortgeschrittene Floristen werden sie auf Exkursionen mit Nutzen verwenden können.

Pflanzenphysiologie. Versuche und Beobachtungen an höheren und niederen Pflanzen einschließlich Bakteriologie und Hydrobiologie mit Planktonkunde. Von **R. Kolkwitz.** Mit 12 zum Teil farbigen Tafeln und 116 Abbildungen im Text. (V, 258 S. gr. 8°.) 1914. Preis: 9 Mark, geb. 10 Mark.

Das vorliegende Buch ist aus Versuchen und Uebungen entstanden, die bezweckten, die Studierenden an der Berliner Universität und landwirtschaftlichen Hochschule in die physiologische Botanik einzuführen. Es wurde deshalb stets dasjenige herausgesucht, was im Vergleich zu der aufgewendeten Zeit die beste Belehrung bot. Die in 14 Jahren bei mehr als 25maligem Durcharbeiten bewährten Gesichtspunkte geben daher dem vorliegenden Buch besonderen Wert. Das ganze Gewächsreich ist hier in besonders übersichtlicher Disposition behandelt und namentlich der Planktonkunde große Aufmerksamkeit gewidmet worden. Das Buch wird für alle Kreise der Naturwissenschaftler, für Lehrer der Naturwissenschaften, Chemiker, Apotheker, für Mediziner, für Industrielle, deren Betriebe mit Wasser zu tun haben, und für Gärtner von besonderer Wichtigkeit sein.

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

Die Aufzucht und Kultur der parasitischen Samenpflanzen.

Von Prof. Dr. **E. Heinricher,** Direktor des botanischen Instituts und des botanischen Gartens an der Universität zu Innsbruck. Mit 8 Abbildungen im Text. (VI, 53 S. gr. 8°.) 1910. Preis: 2 Mark.

Inhalt: Allgemeine Regeln und Bemerkungen. — 1. Parasiten aus der Familie der Scrophulariaceen. — 2. Parasiten aus der Familie der Orobancheen. — 3. Parasiten aus der Familie der Convolvulaceen. — 4. Ein Parasit aus der Familie der Lauraceen. — 5. Parasiten aus der Familie der Santalaceen. — 6. Parasiten aus der Familie der Loranthaceen. — 7. Ein Parasit aus der Familie der Rafflesiaceen.

Naturwissensch. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft, 1911, Heft 2:

Bei dem lebhaften Interesse, welches gegenwärtig für die Pflanzenbiologie allgemein besteht, ist es nicht zu bezweifeln, daß auch andere botanische Universitäts- und selbst kleinere Schulgärten den Wunsch haben werden, Parasiten zu kultivieren und mit ihren Wirtspflanzen im Garten zu demonstrieren.

Hierzu gibt Heinricher auf Grund seiner reichen Erfahrung wie unter Berücksichtigung der Literatur eine vortreffliche Anleitung.

Zweifellos läßt sich die Kultur fremdländischer Parasiten mit Hilfe unserer Gewächshäuser auch noch bedeutend ausdehnen, so daß die botanischen Gärten ihren Pflanzenbestand nach dieser Richtung hin sicherlich bald erweitern werden.

v. Tubeuf.

Die Wurzelpilze der Orchideen.

Ihre Kultur und ihr Leben in der Pflanze. Von Dr. **Hans Burgeff,** Assistent am botanischen Institut der Universität Jena. Mit 3 Tafeln und 38 Abbildungen im Text. 1909. Preis: 6 Mark 50 Pf.

Die Anzucht tropischer Orchideen aus Samen.

Neue Methoden auf der Grundlage des symbiotischen Verhältnisses von Pflanze und Wurzelpilz. Von Dr. **Hans Burgeff,** Assistent am botanischen Institut der Universität Jena. Mit 42 Abbildungen im Text. 1911. Preis: 3 Mark 50 Pf.

Bau und Leben unserer Waldbäume.

Von Dr. **M. Büsgen,** Prof. an der Großherzogl. Sächsischen Forstlehranstalt in Eisenach. Mit 100 Abbildungen. (VIII, 230 S. gr. 8°.) 1897. Preis: 6 Mark.

Inhalt: 1. Die winterliche Tracht des Baumes. — 2. Ursachen der Baumgestalt. — 3. Die Knospen. — 4. Eigenschaften und Lebenstätigkeit der Bildungsgewebe des Baumes. — 5. Die Elemente des Holzkörpers der Bäume. — 6. Die Baumrinde. — 7. Der Jahresring. — 8. Holzgewicht und Holzstruktur. — 9. Die Verkernung. — 10. Die Laubblätter. — 11. Die Wurzel und ihre Tätigkeit. — 12. Die Wasserversorgung des Baumes. — 13. Herkunft und Bedeutung der mineralischen Nährstoffe der Bäume. — 14. Stoffwandelung und -wanderung im Baumkörper. — 15. Einiges über Blühen, Fruchten und Keimen der Bäume. — Register.

Einführung in die botanische Mikrotechnik.

Von **Hubert Sieben,** Techniker am Botanischen Institut der Universität Bonn. Mit 19 Abbildungen im Text. (VIII, 96 S. kl. 8°.) 1913. Preis: 2 Mark, geb. 2 Mark 60 Pf.

Die Naturwissenschaften. 1913, Heft 29:

Eine kurzgefaßte wirkliche Einführung in die botanische Mikrotechnik fehlte bisher. Hubert Sieben, der technische Mitarbeiter Strasburgers, hat nun seine Erfahrungen in einfach klarer Weise zusammengestellt. Es sind vor allem die aus dem Bonner Institut hervorgegangenen Färbeverfahren usw., die von Sieben seit Jahren ausgearbeitet und erprobt, hier den Anfänger einführen sollen in die schwierigen Künste des Färbens; eine Anleitung, deren Kenntnis, wie Fitting zur Einführung bemerkt, „die sonst so qualvolle Arbeit an den Färbenäpfen erleichtert". Einem Kapitel über das Fixieren folgen die Kapitel über die weitere Behandlung des Objektes bis zum fertig gefärbten Schnitt. Den Beschluß macht eine „Tabellarische Uebersicht der wichtigsten Fixier- und Färbemittel". — Das Büchlein ist jedem Anfänger auf das beste zu empfehlen, aber auch wer gewöhnt ist, mit solchen Dingen alltäglich umzugehen, wird gern diese präzisen Aufzeichnungen eines alten Praktikers hier und da zu Rate ziehen.

E. W. Schmidt, Marburg.

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

Carl von Linnés Bedeutung als Naturforscher und Arzt. Schilderungen, herausg. von der Kgl. schwedischen Akademie der Wissenschaften, anläßlich der 200-jährigen Wiederkehr des Geburtstages Linnés. 1909. Preis: 20 Mark, geb. 21 Mark 50 Pf.

Inhalt: Carl von Linné als Arzt und medizinischer Schriftsteller. Von Otto E. A. Hjelt. [Einzelpreis: 6 Mark.] — Carl von Linné und die Lehre von den Wirbeltieren. Von Einar Lönnberg. [Einzelpreis: 1 Mark 80 Pf.] — Carl von Linné als Entomolog. Von Chr. Aurivillius. [Einzelpreis: 1 Mark 80 Pf.] — Carl von Linné als botanischer Forscher und Schriftsteller. Von C. A. M. Lindmann. [Preis: 6 Mark.] — Carl von Linné als Geolog. Von A. G. Nathorst. [Einzelpreis: 4 Mark 50 Pf.] — Carl von Linné als Mineralog. Von G. Sjögren. [Einzelpreis: 1 Mark 80 Pf.]

„Natur und Offenbarung", 1910, Heft 4:

„Das für das Verständnis Linnés und der gewaltigen von ihm geleisteten Arbeit verdienstvolle Werk bringt in einer für jeden Gebildeten verständlichen Sprache neben manchem Bekannten eine Fülle weniger bekannter und neuer Tatsachen. Eine reiche teils zerstreute und wenig zugängliche Literatur mußte von den Verfassern verarbeitet werden. Den größten Umfang besitzt die Abhandlung über Linné als Botaniker; war doch Flora die Schöne, der der Verfasser am meisten huldigte und bis zum letzten Atemzuge treu blieb. Wir erkennen aber, daß sein Genie mit demselben Scharfsinn auch die anderen Gebiete der Naturforschung erfaßte. Die Tierkunde hat gleichfalls in ihm ihren ersten Gesetzgeber gefunden. . . Auf dem Gebiete der Minerologie und Geologie versuchte sich gleichfalls sein scharfer Geist. Beanspruchen seine mineralogischen Arbeiten auch nur historisches Interesse, da ihm die notwendige chemische Grundlage fehlte, so hat er als Geologe um so umfangreichere und zugleich vielseitige Arbeiten geliefert. Sie allein würden genügt haben, ihrem Verfasser einen Namen in der Wissenschaft zu machen".

Mit Recht ist sodann ein in der Literatur über Linné bisher etwas vernachlässigtes Gebiet mit großer Sorgfalt behandelt, seine Tätigkeit als Mediziner; war doch die Heilkunde sein ursprünglicher Beruf. . . Diese eingehende Würdigung der Leistungen Linnés auf den verschiedensten Gebieten ist der besondere Vorzug des vorliegenden Werkes. Dr. W. Meyer.

Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. **Anleitung zu pflanzenphysiologischen Experimenten für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften.** Von **Dr. W. Detmer,** Prof. an der Universität Jena. Vierte, vielfach veränderte Auflage. Mit 179 Abbildungen. (XXI u. 339 S.) 1912. Preis: 7 Mark 50 Pf., geb. 8 Mark 50 Pf.

Inhalt: **Erster Teil. Physiologie der Ernährung. I. Die Nährstoffe der Pflanzen.** 1. Der Assimilationsprozeß. 2. Entstehung der Eiweißstoffe. 3. Die Aschenbestandteile der Pflanzen. 4. Organische Verbindungen als Pflanzennahrungsmittel. — **II. Die Molekularkräfte der Pflanzen.** 1. Die wichtigsten organisierten Bestandteile der Pflanzenzellen. 2. Zerstörung der Molekularstruktur. 3. Elementare Molekularvorgänge. 4. Gasbewegung in der Pflanze. 5. Wasser- und Mineralstoffaufnahme seitens der Pflanzen. 6. Wasserbewegung in der Pflanze. — **III. Stoffwechselprozesse im vegetabilischen Organismus.** 1. Verhalten stickstoffhaltiger Verbindungen. 2. Der Atmungsprozeß. 3. Die stickstoffreien plastischen Stoffe. 4. Nebenprodukte (Sekrete und Exkrete). 5. Stoffwanderung.

Zweiter Teil. Physiologie des Wachstums und der Reizbewegungen. IV. Das Wachstum. 1. Einige Eigenschaften wachsender Pflanzenteile. 2. Turgor und Wachstum. 3. Allgemeines über den Wachstumsprozeß der Pflanzen. 4. Die inneren Wachstumsbedingungen. 5. Die notwendigen Wachstumsbedingungen. — **V. Die Reizbewegungen.** 1. Bewegung des von der Zellhaut umschlossenen Protoplasmas und freie Bewegungen verschiedener Organismen. 2. Geotropische Erscheinungen. 3. Heliotropische Erscheinungen. 4. Der Klinostat und der Zentrifugalapparat. 5. Verschiedene weitere Tropismen. 6. Nyktinastische Bewegungen wachsender Pflanzenteile. 7. Das Winden der Schlingpflanzen und Ranken. 8. Dorsiventralität, Polarität, Korrelationen und Anisotropie im Pflanzenreich. 9. Die Festigung der Pflanzen. 10. Variationsbewegungen.

Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Von **Dr. Ludwig Jost,** Prof. an der Univ. Straßburg. Dritte Auflage. Mit 194 Abbild. im Text. (XVI, 760 S. gr. 8°.) 1913. Preis: 16 Mark, geb. 18 Mark.

Inhalt: I. Teil: Stoffwechsel. 1. Stoffliche Zusammensetzung der Pflanze. 2. Stoffaufnahme im allgemeinen. 3. Stoffaufnahme im einzelnen. Verwendung der aufgenommenen Stoffe. (Das Wasser. Die Aschensubstanzen. Kohlen- und Stickstoff. Energiewechsel.) — II. Teil: Formwechsel. 1. Wachstum und Gestaltung unter konstanten äußeren Bedingungen. 2. Einfluß der Außenwelt auf Wachstum und Gestaltung. 3. Innere Ursachen des Wachstums und der Gestaltung. 4. Die Entwicklung der Pflanze unter dem Einfluß von inneren und äußeren Ursachen. (Entwicklung der Vegetationsorgane. Entwicklung der Fortpflanzungsorgane. Bastardierung und Vererbung. Variabilität und Vererbung.) — III. Teil: Ortwechsel. 1. Hygroskopische Bewegungen. 2. Variations- und Nutationsbewegungen. (Schleuderbewegungen. Paratonische Bewegungen. Autonome Bewegungen.) 3. Lokomotorische Bewegungen. (Autonome lokomotorische Bewegungen. Lokomotorische Richtungsbewegungen [Taxien].)

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Monografien Botanik Blütenpflanzen

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 0399

Autor(en)/Author(s): Thomas Friedrich A.W.

Artikel/Article: Das Elisabeth Linne-Pänomen (sogenanntes Blitzen der Blüten) und seine Deutungen 1-62