

Vorschlag einer verbesserten Methode zur Bestimmung der Lichtverhältnisse im Wasser.

Ein Beitrag zum Studium der Lebensbedingungen der wasserbewohnenden Organismen.

Von

Dr. L. Linsbauer.

(Eingelaufen am 28. October 1895.)

Dass Licht, Wärme und Feuchtigkeit die Hauptfactoren sind, von deren günstiger Combination ein normales Gedeihen der Pflanzenwelt (und in mehr oder minder directer Abhängigkeit davon auch der thierischen Organismen) abhängig ist, ist eine all- und altbekannte Thatsache. Die Kenntniss der auf der Erde den Lebewesen zu Gebote stehenden Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse ist darum auch schon seit sehr langer Zeit von den Physikern und Meteorologen sowohl des rein theoretischen Interesses wegen, als auch mit Rücksicht auf deren praktische Bedeutung eifrigst gepflegt worden. Nicht das Gleiche lässt sich von unserem Wissen über die auf der Erde herrschenden Lichtverhältnisse aussagen. Und doch ist das Licht für den Bestand der Organismenwelt, speciell für die Entwicklung der Vegetation zum mindesten ebenso nothwendig und von eben solcher Bedeutung als die übrigen der genannten Factoren. Zwar haben sich zahlreiche Physiker mit den betreffenden Problemen eingehend theoretisch befasst, allein in den meteorologischen Aufzeichnungen finden sich nur sehr wenige Berichte und Daten über die Lichtverhältnisse der einzelnen Gebiete der Erde vor, und es wird wohl noch sehr lange dauern, ehe wir über dieselben ebenso unterrichtet sein werden, wie etwa über den Gang der Temperatur, die Wärmemengen an einem bestimmten Orte oder die Menge des Niederschlages in einem gewissen Gebiete u. s. w. Von einer Charakteristik eines Landgebietes mit Rücksicht auf die daselbst herrschenden Lichtintensitäts-Verhältnisse, die Beleuchtungsextreme, die Insulationsdauer u. a. kann vorläufig noch keine Rede sein. Speciell für die Zwecke der Pflanzengeographie wären derartige Kenntnisse von der grössten Wichtigkeit, welche dazu beitragen würden, die klimatischen Verhältnisse eines bestimmten Gebietes in einem der wichtigsten Punkte zu präcisiren. Es haben sich, wie gesagt, nicht viele Meteorologen mit der Feststellung des „photochemischen“ Klimas eines bestimmten Ortes befasst. Es sind da in erster Linie die grundlegenden Arbeiten theoretischer und methodischer Art von Bunsen und Roscoe, sowie ihre Aufzeichnungen über den Gang der Beleuchtungsverhältnisse in England und in Heidelberg zu nennen. Ferner liegen von Stelling für St. Petersburg photochemische Beobachtungen vor, Arbeiten von Hollitschek und Perntner für Wien und ältere Beobachtungen für Lissabon und für Para

(in Südamerika). Die längste diesbezügliche, noch nicht publicirte Beobachtungsreihe, welche sich über einen Zeitraum von über $1\frac{1}{2}$ Jahren erstreckt, wurde im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität auf Anregung und unter Leitung des Instituts-Vorstandes Hofrath Wiesner ausgeführt.

Was nun die Methoden zur Messung der Lichtintensitäten anbetrifft, so will ich etwas ausführlicher nur das Princip der zu vergleichend-photometrischen, im Allgemeinen meteorologischen Zwecken angewendeten Methoden besprechen. Die zur Ermittlung der Lichtstärken überhaupt verwendbaren Methoden sind mannigfachster Art, je nachdem die Wirkungen verschiedener Spectralfarben gemessen werden, resp. die verschiedenen Wirkungsweisen des zusammengesetzten, weissen Lichtes. So übt das weisse Licht nicht nur chemische und optische, sondern auch thermische und elektrische Wirkungen aus. (Näheres darüber findet man in Eder's ausführlichem Handbuche.) Im Grunde genommen erzeugt aber nur ein bestimmter Theil des Spectrums das Maximum der betreffenden Wirkung, während die übrigen Spectralbezirke sich nur in mehr oder weniger geringfügiger Weise daran betheiligen. So geht bekanntlich das Maximum der Wärmewirkung von den rothen und ultrarothem Strahlen aus, während die optische Wirkung (physiologischer Art, auf das menschliche Auge) ganz besonders von den gelben und benachbarten Strahlen erzeugt wird und der blaue und violette Theil hauptsächlich wieder die chemischen Wirkungen hervorbringt. Es ist hier nicht der Ort, auf die Brauchbarkeit der einzelnen Methoden einzugehen. Nur das sei betont, dass die zu vergleichenden, meteorologisch-photometrischen Untersuchungen angewendeten Methoden auf der bekannten „chemischen“ Wirkung des Lichtes basirt sind, zufolge welcher dasselbe Silber aus seinen Salzen in Form metallischen Silbers niederschlägt; eine Methode, welche durch Vergleich der bei verschiedenen Lichtstärken auf diese Weise erzeugten Schwärzungsgrade die jeweilig herrschenden Intensitäten der chemisch wirksamsten Strahlen (blau und violett) zu messen gestattet. Ein näheres Eingehen darauf ist hier nicht beabsichtigt. (Ich verweise bezüglich der detaillirten Darstellung der Lichtmessungsmethoden auf Eder und Wiesner (I), der die von Bunsen und Roscoe angegebene Methode modificirt und vereinfacht hat.)

Welchen Nutzen die Pflanzenphysiologie und ganz besonders die Pflanzengeographie aus derartigen Messungen ziehen können, zeigen die Untersuchungen Wiesner's (II), der solche Lichtstärkenbestimmungen in die Pflanzenphysiologie eingeführt und der weiteren Forschung auf diesem Gebiete durch Auffindung zahlreicher Gesetze und Aufstellung neuer Gesichtspunkte ein fruchtbares Arbeitsfeld eröffnet hat.

Aus anderen Gründen zum Studium der biologischen Verhältnisse und der Lebensbedingungen der wasserbewohnenden Organismen geführt, fand ich sehr bald, dass in der mir bekannten botanischen Literatur allerdings oft der Einfluss des Lichtes auf Gestaltungs- und Lebensprocesse der Wasserpflanzen erwähnt wurde, aber ausser einigen ziemlich allgemein bekannten, immer und immer wieder reproducirten Angaben nur sehr vereinzelt Daten darüber aufzufinden waren, systematisch durchgeführte Untersuchungen und Experimente exact

messender Art aber überhaupt nicht vorlagen. Da ich in der glücklichen Lage war, im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität die photometrischen Untersuchungen Hofrath Wiesner's genau verfolgen zu können und von ihm in die Methode gründlich eingeführt zu werden, so fasste ich bald den Entschluss, die den Wasserorganismen, speciell den Pflanzen zu Gebote stehenden Lichtverhältnisse zu studiren.

Ich will nun zunächst im Allgemeinen kurz die Aufgaben erörtern, welche die Untersuchung des in verschiedenen Wassertiefen herrschenden Lichtes sich zu stellen hat.

Schon vom rein physikalischen Standpunkte aus wird es interessant sein, folgende Fragen aufzuwerfen:

In welcher Weise ändert sich die Zusammensetzung des Lichtes mit der Zunahme der Tiefe, d. h., welche Strahlen werden am frühesten absorbiert, welche dringen am weitesten in die Tiefe ein? Wie gross ist die jeweilig herrschende Intensität der einzelnen Spectraltheile in den verschiedenen Tiefen? Welches ist die grösste Tiefe, in welche Lichtstrahlen noch einzudringen vermögen?

Aber noch grösseres Interesse gewinnt die Lösung dieser Fragen, wenn man die Biologie, resp. Physiologie der im Wasser lebenden Organismen ins Auge fasst. Da ja bekanntlich so viele photochemische und photomechanische Prozesse im Pflanzenleben vor sich gehen, wird es werthvoll sein, dieselben an den unter im Allgemeinen gleichmässigeren und einfacheren Bedingungen wachsenden Wasserpflanzen zu studiren. Man darf erwarten, dass zahlreiche Probleme der Vertheilung und Wanderung dieser Lebewesen und manche ihrer Lebensprozesse durch die zu erhoffenden Resultate der Lichtmessung einer Erklärung zugänglich gemacht werden. Speciell für die Flora der Gewässer würde die Frage von Bedeutung sein, in welcher Tiefe infolge Lichtmangels der Assimilationsthätigkeit der verschiedenen selbstständig assimilirenden Pflanzen eine untere Grenze gesetzt ist. Unter diese Tiefe könnte jedenfalls die untere Grenze des Vorkommens der betreffenden Art in einem bestimmten Gewässer nicht hinabreichen.

Angesichts der allbekannten Wichtigkeit und Nothwendigkeit des Lichtes für den Bestand der Organismenwelt überhaupt — abgesehen von seinem Einflusse auf einzelne Lebenserscheinungen — ist es wohl überflüssig, auf die Bedeutung derartiger Untersuchungen noch speciell hinzuweisen. Es ist nur zu verwundern, dass man bis jetzt dieses Studium fast gänzlich vernachlässigt hat. Es sind die einschlägigen Fragen weder von physikalischer Seite nur halbwegs erschöpfend behandelt, noch von Seite der Biologen und Physiologen messend und experimentell studirt worden, so dass es sich wohl lohnt, an das Problem näher heranzutreten und die Lösung wenigstens einiger der oben gestellten Fragen anzubahnen. Auf eine ausführlichere Darstellung der Fragen, welche sich mit Rücksicht auf die Abhängigkeit der Gestaltungs- und Lebensprozesse, sowie die Verbreitungs- und Vertheilungsverhältnisse der wasserbewohnenden Organismen, speciell der Wasserpflanzen ergeben, brauche ich hier nicht näher einzugehen.

Ich will mich nun den bisher gebräuchlichen Methoden der Bestimmung der Lichtverhältnisse in verschiedenen Wassertiefen zuwenden, ohne auf eine

historische Uebersicht der diesbezüglich ausgeführten Untersuchungen einzugehen, welche sich ohnedies bis zum Jahre 1889 durchgeführt in der vortrefflichen von Krümmel gegebenen Darstellung findet.

Abgesehen von Laboratoriums-Experimenten, welche die Farbe des durch eine relativ kleine Wassersäule hindurchgegangenen Lichtes und das Absorptionsspectrum des Wassers zu ermitteln suchen (man vergleiche den von Soret (I) und Sarasin (II) erstatteten Bericht der von der Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève eingesetzten Commission), sind auch Versuche unter natürlichen Verhältnissen im Süß- und Seewasser veranstaltet worden. Im Allgemeinen lassen sich zwei Methoden der Untersuchung unterscheiden. Die eine derselben ist zum Zwecke der Lichtbestimmung unter Wasser als die erste in Anwendung gekommen. (Durch O. v. Kotzebue; von späteren Arbeiten seien namentlich die von Secchi, Wolf, Luksch und Aschenborn genannt.) Sie besteht im Wesentlichen darin, dass Gegenstände, jetzt allgemein Scheiben aus verschiedenem Material, mit verschiedenen Farben bestrichen und von verschiedenen Durchmessern, ins Wasser versenkt werden und die Tiefe notirt wird, in der sie eben dem Auge des Beobachters verschwinden. Das Mittel aus den Tiefen, in welchen die Scheiben beim Versenken gerade verschwinden und beim Herausheben eben wieder sichtbar werden, hat man als „Sichttiefe“ bezeichnet. Ausser vielen Unbequemlichkeiten bei der Handhabung und Beobachtung (es ist z. B. sehr schwer, bei etwas bewegter Oberfläche in gewisser Tiefe die Scheibe vom Wasser zu unterscheiden, da ihr Bild fortwährend verzerrt wird) ist dieser Methode noch der Vorwurf nicht zu ersparen, dass sie durch Feststellung der Sichttiefen (die wegen der Unvollkommenheit des menschlichen Auges nicht sehr zuverlässig und jedenfalls wegen der individuellen Differenzen der Beobachter ziemlich unvergleichbar sind) nur die Transparenz, die Durchsichtigkeit des Wassers, aber nicht die Stärke des durchgelassenen Lichtes zu ermitteln gestattet; ferner geben die Sichttiefen keineswegs die grösste Tiefe an, zu welcher das Licht nachweisbar einzudringen vermag. Wohl aber kann man durch verschiedenfarbige Scheiben einigen Aufschluss über die Farbe des Lichtes in verschiedenen Tiefen erhalten.

Viel besser ist eine auf dem gleichen Principe des Versenkens eines sichtbaren, also leuchtenden Gegenstandes beruhende Methode, welche elektrische Lampen, bei welchen man genau die Zusammensetzung des Lichtes, sowie dessen Intensität kennt und letztere constant zu erhalten in der Lage ist, ins Wasser versenkt und auf diese Weise die Sichttiefen ermittelt (wie Soret (II) im Genfersee gethan hat).

Von den genannten Methoden wesentlich verschieden ist folgende: Man versenkt eine photographische, unbelichtete Platte vor Tageslicht geschützt unter Wasser, belichtet in der gewünschten Tiefe und sieht dann nach, ob die Platte reagirt hat, d. h. ob das in der betreffenden Tiefe vorhandene Licht ausreichte, auf der Platte eine Schwärzung (durch Ausscheidung metallischen Silbers) zu erzeugen. Wenn man von einigen missglückten Versuchen der Challenger-Expedition absieht, so war Forel der Erste, der auf diese Weise vorging. Auf seine Anregung hin haben dann Fol und Sarasin (I) im Mittelmeere derartige Unter-

suchungen angestellt, ferner Petersen und Chun sich damit beschäftigt und auch Prof. Luksch berichtet über Beobachtungen dieser Art, welche im Mittelmeere ausgeführt wurden.

Es ist klar, dass diese technisch hochstehende Methode vielmehr dazu angethan ist, die oben aufgeworfenen Fragen einer Lösung zuzuführen. Bei der Beurtheilung, ob eine Schwärzung eingetreten ist oder nicht, ist allerdings auch die Unvollkommenheit des menschlichen Auges zu berücksichtigen. Allein es ist zu bedenken, dass der Beobachter diese Entscheidung ja nicht an Ort und Stelle zu treffen hat, sondern zu Hause in aller Musse und unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln ausführen kann, wobei das menschliche Auge im Stande ist, eine sehr grosse Zahl von Helligkeitsunterschieden (über 600, nach König) wahrzunehmen; dadurch können also jedenfalls genauere Resultate gewonnen werden, als nach der erstgenannten Methode, wo der Beobachter in höchst unbequemer Weise vom Boote aus durch eine bis auf den Wasserspiegel reichende Röhre die versenkte Scheibe beobachten muss. Die eben besprochene „photographische“ Methode gestattet nun allerdings, schätzungsweise die erreichten Schwärzungsgrade und damit die Lichtstärken in den einzelnen Tiefen miteinander zu vergleichen und die grösste Tiefe zu ermitteln, in der Silbersalze noch von hinreichend starkem Lichte getroffen werden, um reducirt werden zu können. Damit sind aber auch gleichzeitig die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit gekennzeichnet. Man wird stets einwenden können, dass die grösste „Reactionstiefe“, wie ich sie nennen will, nicht mit derjenigen zu verwechseln ist, in welcher absolute Dunkelheit herrscht, es könnten ja sehr wohl (und es ist das auch der Fall) Lichtstrahlen von zu geringer Stärke, als dass sie auf die Platte noch einzuwirken vermöchten, oder — und hier zeigt sich der zweite Mangel der von Forel eingeführten Methode — Lichtstrahlen von anderer Wellenlänge noch unter die grösste Reactionstiefe eindringen, mit anderen Worten, man kann nur die photographisch wirksamen Strahlen messen. Wenn auch die angeführten Vorwürfe nicht gänzlich zu beseitigen sind, so kann man doch theilweise die Grenzen der Leistungsfähigkeit dieser Methode erweitern. Was den erstgenannten Punkt betrifft, so lässt sich dem dadurch bis zu einem gewissen Grade abhelfen, dass man photographische Präparate von höchster Empfindlichkeit zur Belichtung unter Wasser verwendet und zu ihrer Entwicklung entsprechende Hervorrufungsflüssigkeiten etc. nimmt. Im Uebrigen ist theoretisch erst in unendlicher Tiefe absolute Finsterniss zu erwarten, wenn man das Wasser mit Schmidt als ein homogenes, durchsichtiges Medium betrachtet.

Ich will nun hier ganz kurz im Principe eine Modification, resp. Erweiterung der hier besprochenen Methode vorschlagen, nach der ich die im Wasser herrschenden Lichtverhältnisse zu untersuchen vorhabe (mit Rücksichtnahme auf deren Bedeutung für die wasserbewohnenden Organismen). Obwohl ich mich schon vor 1 $\frac{1}{2}$ Jahren damit eingehend beschäftigte, hatte ich doch bisher keine Gelegenheit, mein Vorhaben auszuführen.

Durch die von mir vorgeschlagenen Abänderungen ist es möglich, die schon eingangs erwähnten drei Fragen zu beantworten. Man wird erstens durch die Wahl hochempfindlicher Präparate die Reactionstiefe noch weiter hinausrücken

können, sodann aber — und das ist viel wichtiger — werden sich nicht nur schätzungsweise, sondern zahlenmässig, in angenommenen Intensitätseinheiten, die in den einzelnen Tiefen herrschenden Lichtstärken ausdrücken lassen, indem man eine Scala in Anwendung bringt, deren einzelne Theile nach einer bestimmten Einheit (etwa der von Bunsen und Roscoe vorgeschlagenen) graduirt sind, so dass — von nie zu vermeidenden individuellen Differenzen abgesehen — die Werthe, welche verschiedene Beobachter gefunden haben, untereinander verglichen werden können. Ferner ist noch die ebenfalls wichtige Frage nach der Beschaffenheit des in einer bestimmten Tiefe herrschenden Lichtes, seiner Qualität nach, zu beantworten.

Darüber gibt die bisher gebräuchliche Methode keinen Aufschluss oder nur insoferne, als sie (hauptsächlich) die chemisch wirksamen Strahlen misst. Am wirksamsten in dieser Beziehung sind aber bekanntlich die am stärksten brechbaren Strahlen des Spectrums, neben welchen auch die übrigen Spectralbezirke in mehr oder minder geringfügigem Grade (je nach der Wahl des chemischen, speciell photographischen Präparates) von Einfluss sein können. Es erscheint somit klar, dass Forel die Summe der chemischen Wirkungen sämtlicher Strahlengattungen misst, welche in dem jeweilig vorhandenen Spectrum auftreten; man kann aber nicht erkennen, ob diese Wirkung nur von dem stärker brechbaren Ende des Spectrums ausgeht oder auch noch andere Strahlen sich daran betheiligen, man weiss also über die Zusammensetzung des Lichtes eigentlich gar nichts. Um diese zu bestimmen, hat man Folgendes zu überlegen. Würde das Wasser alle Strahlengattungen, welche im weissen, im Tageslichte vorkommen, nach einer bestimmten Tiefe immer um den gleichen Bruchtheil abschwächen, so würde sich nur die Stärke des Gesamtlichtes, nicht aber dessen Zusammensetzung, nur seine Quantität, aber nicht seine Qualität mit der Tiefe ändern und der Modus der Untersuchung wäre im Wesentlichen derselbe wie auf dem Lande. Nun ist aber die auswählende Absorption des Wassers in Berücksichtigung zu ziehen, welche von Schichte zu Schichte verschiedenartig zusammengesetztes Gesamtlicht ergibt. Es ist klar, dass bei der Art und Weise der gegenwärtig in Anwendung stehenden photometrischen Methoden, welche einseitig immer nur einen Bruchtheil, resp. die summirte Wirkung des gesammten jeweiligen Spectrums zu messen gestatten (man vergl. das vorhin Gesagte), ein einfaches Vergleichen der in verschiedenen Tiefen gefundenen Lichtintensitäten gar keinen oder nur einen falschen Schluss auf die Qualität des daselbst herrschenden Lichtes zur Folge haben müsste und unrichtige Resultate herbeiführen würde. Es handelt sich also darum, immer nur einen ganz bestimmten Spectraltheil mit Ausschluss sämtlicher übriger Strahlengattungen, mögen diese nun ebenfalls das betreffende photographische Präparat beeinflussen oder nicht, zu messen. Man hat es in der Hand, durch die Wahl passender absorbirender Substanzen nur einen ganz bestimmten Theil des Spectrums, beispielsweise den zwischen den Fraunhofer'schen Linien *F* und *G* gelegenen, zur Wirkung gelangen zu lassen. Man ist ferner in der Lage, photographische Präparate herzustellen, welche zwei Maxima der Empfindlichkeit haben, eines im blauvioletten Theile des Spectrums und ein zweites für denjenigen

Theil, für welchen sie „sensibilisirt“ worden sind. Indem man nun in derselben Tiefe nach der angegebenen Methode alle Theile des Spectrums einzeln nacheinander prüft, wird man erkennen, ob und welche Spectraltheile in dieser Tiefe fehlen (d. h. zu schwach sind, um noch chemisch wirksam zu sein). Somit lässt sich die Zusammensetzung des Lichtes in jeder Tiefe eruiren. Um weiters die Intensitäten in verschiedenen Tiefen miteinander vergleichen zu können, muss man mit Hilfe der oben erwähnten Scala stets die Strahlen, welche zwischen denselben Fraunhofer'schen Linien liegen, bezüglich ihrer Intensitäten messen und in Vergleich setzen.

Anhangsweise will ich noch zwei, principiell von den besprochenen verschiedene Methoden erwähnen. Es wurde einmal von Halley der Vorschlag gemacht, die Lichtverhältnisse unter Wasser von einer Taucherglocke aus zu bestimmen. Dagegen ist zum mindesten die sehr beschränkte Anwendbarkeit der Methode einzuwenden. — Einen anderen Vorschlag hat Kny gemacht. Er erkannte die Nothwendigkeit, die einzelnen Spectraltheile getrennt zu untersuchen; da er aber zu seinem Bedauern keine brauchbaren Methoden vorfand, musste er sich darauf beschränken, die zwei Hälften des Spectrums zu untersuchen. Zur Messung der stärker brechbaren Strahlen wollte er photographische Papiere versenken, für die Bestimmung der schwächer brechbaren Hälfte sollte eine Wasserpflanze in einem luftdicht schliessenden Gefässe gleichzeitig mit dem Papiere versenkt werden, natürlich unter vollständigem Lichtabschlusse. Erst in der gewünschten Tiefe sollte sich dann ein Deckel elektrisch öffnen, um eine Zeit lang das Licht einwirken zu lassen. Schwärzung des Papiers zeigte dann die Anwesenheit blauer und violetter Strahlen an, während Aenderung des CO_2 - und O-Gehaltes des vorher daraufhin genau untersuchten Vegetationswassers auf die etwaige Anwesenheit assimilatorisch wirksamer Strahlen hinwies. Diese Methode war namentlich dafür berechnet, die grösste Tiefe zu bestimmen, in welche Lichtstrahlen in das Wasser einzudringen vermögen.

Vorliegende kurze Mittheilung sollte die von mir vorgeschlagene Methode der Untersuchung der im Wasser herrschenden Lichtverhältnisse zu allgemeinerer Kenntniss bringen. Sobald es die Umstände erlauben, beabsichtige ich derartige Untersuchungen anzustellen und behalte mir vor, später ausführlich darüber zu berichten.

Verzeichniss der im Texte citirten Literatur.

- Aschenborn in „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie“, Berlin, 1888, S. 67 ff.
- Bunsen und Roscoe. Ihre grundlegenden photochemischen Untersuchungen sind publicirt in Poggendorf's „Annalen“ (1855—1859), Bd. 96, 100, 101 und 108. Arbeiten über denselben Gegenstand finden sich dann auch noch in späteren Jahrgängen.
- Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie, I, 1 (1892).
- Fol und Sarasin, am ausführlichsten in Archives des Sciences physiques et naturelles, XIX, 15. Mai 1888, p. 447.

Forel u. A. in Revue Suisse, 1889.

Kny, Vorschlag einer genaueren Methode zur Messung der Tiefe, bis zu welcher Lichtstrahlen verschiedener Intensität und Brechbarkeit in das Meerwasser einzudringen vermögen. (Sitzungsber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin, 16. October 1877.)

König, Ueber die Anzahl der unterscheidbaren Spectralfarben und Helligkeitsstufen. (Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, VIII, 1895.)

Krümmel, Bemerkungen über die Durchsichtigkeit des Meerwassers. (Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie, Berlin, XVII. Jahrgang, [1889], p. 62—78.)

Roscoe, vide Bunsen.

Sarasin (I), vide Fol.

— (II) et Soret, Sur le spectre d'absorption de l'eau.

Schmidt, Mathematische und physische Geographie, Bd. 2, S. 98 (Göttingen, 1837).

— Analytische Optik, S. 203 (1835).

Secchi in Cialdi, Sul moto ondoso del mare etc., p. 258—287 (Rom, 1866).

Soret (I), vide Sarasin.

— (II), Rapport sur les Expériences préliminaires de la commission pour l'étude de la transparence du lac. (Auszug aus „Archives des Sciences phys. et nat., Tom. XII.)

Wiesner (I), Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. I. (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, Mai 1893.)

— (II), Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen etc. (I. c., Juli 1895).

(Die Citate sind theilweise nach Eder und Krümmel angeführt.)

Verzeichniss der von Dr. R. Sturany im Jahre 1895 in Croatien gesammelten Lepidopteren.

Von

Dr. H. Rebel.

(Eingelaufen am 28. October 1895.)

Anlässlich einer Sammelreise, welche Herr Dr. R. Sturany zur Erforschung der Fauna der Plitvicer Seen im Juni 1895 nach Croatien unternommen hat, wurde von demselben auch nachstehende Lepidopteren-Ausbeute gemacht, welche 95 Arten in ca. 250 Exemplaren umfasst. Bei den dürftigen Nachrichten, welche über die Lepidopterenfauna dieses Kronlandes vorliegen, glaube ich ein vollständiges Artenverzeichniss umso mehr geben zu sollen, als die Ausbeute fast

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Linsbauer Ludwig

Artikel/Article: [Vorschlag einer verbesserten Methode zur Bestimmung der Lichtverhältnisse im Wasser. Ein Beitrag zum Studium der Lebensbedingungen der wasserbewohnenden Organismen. 383-390](#)