download unter www.biologiezentrum.at

Über die Lichtempfindlichkeit einer entköcherten Trichopterenlarve, *Limnophilus flavicornis**).

Von

Gertrude Abel, Wien.

Mit 3 Textabbildungen.

Vorliegende Untersuchungen beschäftigen sich mit der Frage nach einer eventuellen Lichtschutzfunktion des Trichopterenköchers. Diesbezügliche Vorversuche wurden mit je 20 entköcherten Larven von *Limnophilus flavicornis,* die teils bei normaler Zimmerbeleuchtung, teils im Dunkeln gehalten wurden, angestellt. Es ergab sich bereits nach 17 Tagen im Licht eine doppelt so hohe Sterblichkeit wie im Dunkeln, nach 30 Tagen waren sämtliche „Lichttiere" tot, während von den „Dunkeltieren" 50% erhalten blieben. Von diesem Ergebnis ausgehend, wurden alle übrigen Versuche zur Ermittlung des schädlichen Spektralbereiches aufgebaut.

Besprechung der Literatur.

Über die Wirkung des Lichtes auf die Organismen liegen zahlreiche Arbeiten vor, die, soweit sie mit meinen Untersuchungen in näherer Beziehung stehen, kurz referiert werden sollen.

Pincussen (1930) zitiert eine Arbeit von Marshall Ward (1893, 1894), die mir selbst nicht zugänglich war, wo bereits ein Unterschied in der Bakterienzüchtung bei verschiedener Spektralbeleuchtung hervorgehoben wird. Die Kulturen entwickelten sich in den langwelligen Bereichen (Ultrarot, Rot, Orange, Gelb) in normaler Weise, während unter Einfluß der grünen, blauen und ultravioletten Spektralteile die Platten vollständig steril blieben.

Weiter zitiert Pincussen (1930) V. Bie (1904), der sich vor allem mit UV-Bestrahlung beschäftigte und behauptet, daß die Wir-

*) Vorliegende Arbeit wurde als Dissertation am Zoologischen Institut der Universität Wien durchgeführt und ich möchte allen Institutsangehörigen für ihre Hilfsbereitschaft herzlichst danken.

download unter www.biologiezentrum.at

kung der Strahlen von 200—255 mμ 10—12mal so groß ist, wie die des übrigen Spektrums. UV-Licht soll auch in Abwesenheit von Sauerstoff wirken, während bei einer Schädigung in langwelligen Bereichen Sauerstoff nötig ist.

Hertel (1904) experimentierte mit einer Wellenlänge von 280 mμ, der sogenannten Magnesiumlinie, an Bakterien, Protozoen, Vermes, Mollusken, Amphibien und Pflanzenzellen, wobei tierische Gewebe durchschnittlich in 1—2 Minuten und Zellen von *Elodea* in 20 Minuten zerstört wurden. Es wurde weiter festgestellt, daß die Anwesenheit von Sauerstoff die Strahlenwirkung vermindert, da 280 mμ sauerstoffreduzierend wirkt.

Eine zweite Arbeit von Hertel (1905) bringt weitere aufschlußreiche Ergebnisse. So zeigen seine Versuche, daß die physiologische Wirkung der Bestrahlung von der Gesamtenergie abhängig und nicht an bestimmte Spektralgebiete gebunden ist. Wichtig ist nur die Aufnahmefähigkeit des Organismus, die umgekehrt proportional den Wellenlängen ist. Bei der Strahlenwirkung ist eine Latenzzeit feststellbar. Das Latenzstadium ist von der Intensität der Strahlung abhängig. Die Latenzzeit ist durch die Sauerstoff-Spaltung der Strahlen zu erklären, die einige Zeit benötigt, um sich auf den Organismus auszuwirken.

Pincussen (1930) hebt vor allem hervor, daß nur die vom Organismus absorbierte Strahlung wirksam sein kann. Bei farblosen Objekten wird angenommen, daß bis auf UV alle Strahlen durchgehen. In erster Linie wird vom Organismus die Komplementärfarbe absorbiert.

Krogerus (1932) zeigt experimentell, daß gewisse schwach pigmentierte Triebsandinsekten schnell sterben, wenn sie einer Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, obwohl sie höhere Temperaturen gut vertragen.

Kalmus (1933) unternimmt UV-Bestrahlungsversuche an *Salamandra*-Larven und Imagines von *Drosophila*. Es geht daraus hervor, daß der Tod durch UV-Strahlen auf Zerstörung des Protoplasmagefüges zurückzuführen ist.

Merker (1941) bringt einen zusammenfassenden Bericht über die Wirkung des Lichtes auf die Tierwelt. So schreibt er, daß das Protoplasma für kurzwellige Strahlen durchwegs photosensibel ist, bei langwelligen Strahlen aber besondere Mittlerstoffe notwendig

download unter www.biologiezentrum.at

wären. Ultrarotes und rotes Licht kann infolge seiner Menge als Wärmestrahlung gefährlich werden. Kurzwelliges Licht dagegen führt durch photochemische Zersetzung eine Gefährdung der Zellen herbei. Die Lichtwirkung auf die Zelle scheint an Kalksalze gebunden zu sein, da sich bei Bestrahlung der Salzgehalt in der Zelle verändert. Salze im Wohnwasser bieten außergewöhnlichen Schutz, doch völlige Klarheit auf diesem Gebiet fehlt. Nur kleinere, besonders feuchthäutige Tiere können einem Lichttod erliegen: meist zerfällt der Körper wie z. B. bei Hydren und Plattwürmern. Bei Regenwürmern, Egeln, Schnecken, Krebsen und Wasserinsekten bleiben die gefährlichen Strahlen vielfach in der äußersten Hautschicht oder direkt unter der Haut stecken. Die tödliche Lichtmenge ist vom Durchmesser der Tiere und von der Temperatur abhängig. Dabei erreichen Dauerbestrahlungen nicht die Wirkung von mehreren unterbrochenen Bestrahlungen mit geringeren Gesamtlichtmengen. Die tödliche Belichtungsdauer ist bei Verwendung von sensibilisierenden Farbstoffen geringer als bei kurzwelligem Licht. Die Wirkung der langwelligen Strahlen ist an den Sitz der Farbstoffe in der Zelle gebunden. Durch Zusatz von Eiweiß und Kohlehydraten läßt sich die Wirkung der photochemischen Stoffe hemmen. Das Absterben im Licht zerfällt in zwei Abschnitte — zunächst wird die Haut verletzt und dann erfolgen Störungen der Blutversorgung und Atmung. Eine genaue Abgrenzung der gefährlichen Strahlen für die einzelnen Tiergruppen ist äußerst schwierig!

Tischler (1949) verweist in seinem Kapitel: „Der Lichtfaktor in der Ökologie", auf die lebensbegrenzende Bedeutung des kurzwelligen Lichtes und auf den Einfluß der Lichtquantität auf Fortpflanzung und Entwicklung, wobei hervorgehoben wird, daß einige Tiere Licht zur Entwicklung brauchen und andere es meiden. So wirkt blaues und grünes Licht entwicklungshemmend, während langwelliges, rotes Licht fördernd wirkt und die Resultate bei Bestrahlung mit gelbem Licht verschieden sind. Es wurden ausgedehnte Versuche mit Mäusen unternommen, die bei rotem Licht früher zeugungsfähig waren, öfters und besonders kräftige Junge geworfen haben, während bei grünem und blauem Licht die Geschlechtsfunktionen gehemmt wurden. Weiters übt das Licht auf Form und Färbung der Tiere einen wesentlichen Einfluß aus — so spricht Tischler (1949) von einer Lichtschutzfärbung durch Anpassung an die Umgebung und der schwachen Pigment-

download unter www.biologiezentrum.at

bildung bei Höhlentieren. Ferner konnte eine Lichtwirkung auf Aktivität und Verhalten der Tiere beobachtet werden.

Arbeitsmethoden.

1. Tierfang und Haltung.

Die Versuchstiere stammten durchwegs aus dem Schilfgürtel des Neusiedlersees, wo sie meistens von März bis Mai reichlich zu finden waren. Transportiert wurden die Larven in feuchtem Moos und im Laboratorium in flachen Schüsseln mit ca. 5 cm Wasserstand bei Zimmertemperatur gehalten. *Limnophilus flavicornis* ist in der Annahme pflanzlicher Nahrungsmittel keineswegs wählerisch, frißt sämtliche Wasserpflanzen und konnte ohne besondere Schwierigkeiten zur vollständigen Entwicklung gebracht werden. Eine gleichartige Fütterung aller Versuchstiere war von ausschlaggebender Bedeutung, nachdem ein Experiment über das Zustandekommen der Larvenfärbung die direkte Abhängigkeit vom Futter bewies. Unter den frisch importierten Freilandtieren zeigen nämlich ca. 50% gelbgrüne und 50% gelb-braune Färbung. Füttert man die bräunlichen Tiere 14 Tage hindurch mit „Grünfutter" (also keine trockenen Halme, Holzstücke etc.), nehmen sie ebenfalls gelb-grüne Färbung an. Der grüne Farbstoff selbst ist im Fettkörper der Larven lokalisiert.

2. Versuchsanordnung.

Die für einen Versuch bestimmten Larven wurden tagszuvor mittels einer Sonde entköchert und in der Dunkelkammer 12—24 Stunden aufbewahrt, um Fehlerquellen, die durch Verletzungen auftreten können, auszuschalten. In dieser Zeit gingen nämlich die verletzten Tiere ein und nur unbeschädigte Individuen wurden dem Versuch zugeführt.

Zur Ermittlung des schädlichen Wellenbereiches wurden drei Schalen (20 cm im Durchmesser, 6 cm hoch) mit blauem, grünem und rotem Filter bedeckt und außerdem eine völlig finster gehaltene Kontrollschale im Freien aufgestellt. Der Wasserstand in den Schalen betrug 5 cm. Die Temperaturregulation erfolgte durch eine Fließwasserrinne, die an die Wasserleitung angeschlossen war und in der man je nach Strömungsgeschwindigkeit die darinnen befindlichen Versuchsschalen mehr oder weniger kühlen konnte. So war es möglich, trotz direkter Sonnenbestrahlung die Versuchstiere bei durch-

download unter www.biologiezentrum.at

schnittlich 15° C zu halten. Um ungefiltertes Seitenlicht von den Tieren abzuhalten und das Innenlicht durch Reflexion der Schalenwände besser ausnützen zu können, wurden die Schalen außen mit weißem Gummilack bestrichen. Der Schalenboden wurde mit einer dünnen Lackschichte ausgegossen und unmittelbar darauf mit Sand bestreut, der dadurch festklebte und den Larven bei der Fortbewegung mehr Halt bot, als ein glatter Glasboden. Das Festkleben des Sandes war unbedingt nötig, da sich sonst die Tiere aus diesem in kürzester Zeit einen Köcher angefertigt hätten.

In jeder Schale wurden 20 entköcherte Larven und ebensoviele Kontrolltiere mit Köchern gehalten. Um ein gegenseitiges Verletzen der Tiere, die besonders im entköcherten Zustand sehr rauflustig sind, zu vermeiden, separierte ich sie innerhalb einer Schale durch Zelluloidringe. Dazu dienten mit Azeton zusammengeklebte klare Filmstreifen, die einen Zylinder (Höhe und Durchmesser 3 cm) darstellten und sich sehr gut bewährten. Allerdings mußte man die so gewonnenen Reifen mehrere Tage im Fließwasser reinigen, denn es stellte sich heraus, daß bei Verwendung frischgeklebter Reifen die Larven bald mehr oder minder bewegungslos herumlagen und alle nach spätestens 8 Tagen eingingen. Interessanterweise verloren auch jene Larven, die schon nach 24 Stunden in reines Wasser gebracht wurden, ihre Baufähigkeit, lebten jedoch noch 4 Wochen ohne Köcher weiter. Sie hielten sich meistens unter Wasserpflanzen verborgen auf. Bei den Atembewegungen war auffallend, daß sie sich mit den ersten Thorakalbeinen festhalten mußten, um sie gleichmäßig durchführen zu können — eine Erscheinung, die man bei „normalen" Larven nicht findet.

Es ist anzunehmen, daß bei dem erwähnten Klebeverfahren, solange die Klebestellen noch weich sind, Giftstoffe in das Wohnwasser der Tiere übergehen, welche auf die Bautätigkeit eine hemmende Wirkung ausüben bzw. die Larven letal schädigen.

Im Zusammenhang mit den jeweiligen Versuchsvorbereitungen konnte ich ferner beobachten, daß entköcherte Larven immer die Gefäßwände entlang liefen, egal, welche Größe und Form das Gefäß hatte. (Allerdings kamen die Tiere in kleineren Behältern, mit ca. 4 cm Durchmesser, schneller zur Ruhe als in größeren.) Dieser „Kreisgang", wie ich ihn nennen will, wurde bereits von Dembowski (1933/34) beschrieben. Der Autor sieht in diesem Verhalten der Tiere eine Tendenz, der Peripherie zuzustreben, und zieht

download unter www.biologiezentrum.at

zum Vergleich eine Sandkrabbe (*Uca pugilator*) heran, die in einem Gefäß ebenfalls die Wände entlang läuft. Doch glaube ich, daß man bei Trichopterenlarven nicht annehmen kann, daß sie sich „beengt fühlen" und flüchten, indem sie der Peripherie zustreben. Ich würde diesen Vorgang eher dahin deuten, daß die Larven durch die erfolgte Entköcherung besonders thigmotaktisch geworden sind und durch den einmal gefundenen Kontakt mit der Gefäßwand an dieser entlanggeleitet werden. Sobald sie genügend Baumaterial gefunden haben, wird dieses Verhalten eingestellt und mit dem Köcherbau begonnen; ist kein Baumaterial vorhanden, so bewegen sich die Tiere bis zur Erschöpfung die Gefäßwand entlang und begnügen sich schließlich mit bloßem Anschmiegen des Abdomens an diese.

3. Bestimmung der Filtergläser.

Da die Anschaffung von bereits geeichten Filtergläsern nicht möglich war, mußte ich entsprechende Farbgläser selbst auf ihre

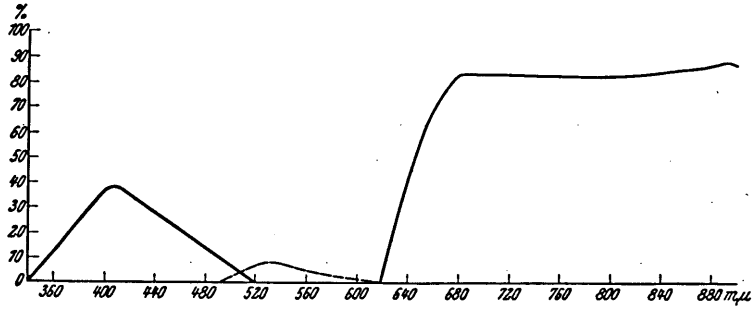


Abb. 1. Filterkurven. —— blau, - - - grün, —— rot.

Durchlässigkeit prüfen und sie in ihrer Lichtstärke aufeinander abstimmen. Die quantitativen und qualitativen Filtermessungen konnte ich an der Zentralanstalt für Meteorologie, Wien, Hohe Warte, vornehmen.

Wie aus den Kurven (Abb. 1) ersichtlich, war die Lichtintensität der einzelnen Filter sehr verschieden und mußte daher auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden. Zum Abdecken der stärker lichtdurchlässigen Filtergläser verwendete ich nicht Graugläser, wie es bei kleineren Formaten üblich ist, sondern legte zwischen Filter und eine farblose Glasplatte eine trockene Gelatinschicht auf.

download unter www.biologiezentrum.at

Diese Methode hatte den Vorteil, sehr billig und rasch anwendbar zu sein — und so konnte ich in kurzer Aufeinanderfolge vergleichende Messungen bezüglich der Lichtstärke der Filter vornehmen und die jeweils erforderliche Abdeckung schichtenweise durchführen, bis die gewünschte Übereinstimmung der Filterwerte erzielt war. So gelang es, sämtliche Filter bei diffusem Sonnenlicht auf eine Durchlässigkeit von 15% des vorhandenen Lichtes zu bringen. Wie vergleichende Kontrollmessungen zeigten, mußte mit einer selektiven Filterwirkung des Gelatins nicht gerechnet werden.

Versuche zur Bestimmung der tödlichen Lichtqualität.

Obwohl die bereits erwähnten Vorversuche bei Zimmertageslicht schon auf eine Lichtempfindlichkeit im Spektralgebiet von 360 mμ aufwärts (Fensterglas ist für kurzwelliges Licht undurchlässig) schließen ließen, wurden zunächst Kontrollversuche mit Quarzlampenbestrahlungen durchgeführt, die negativ ausfielen. Zur näheren Untersuchung gelangten daher nur die Wellenbereiche blau 360 bis 500 mμ, grün 500—600 mμ und rot 600—1000 mμ.

Der 1. Versuch wurde am 11. 5. 1952 angesetzt und endete mit dem letzten entköcherten, toten Tier am 30. 5. 1952. Nachfolgende Kurve stellt die Sterblichkeit der Larven in den einzelnen Versuchsschalen (Wellenbereichen) dar.

Wie aus den

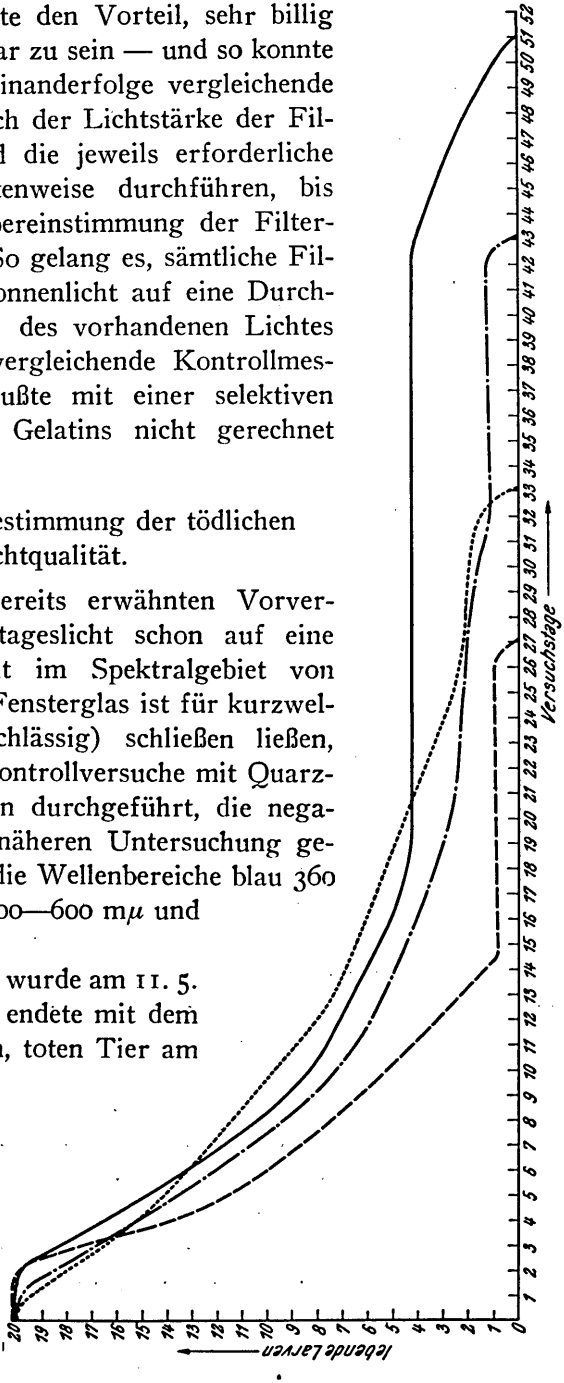


Abb. 2. I. Versuchsreihe. —— blaues Licht, -·-·-. grünes Licht, ... rotes Licht, - - - - Kontrolltiere in der abgedunkelten Schale.

download unter www.biologiezentrum.at

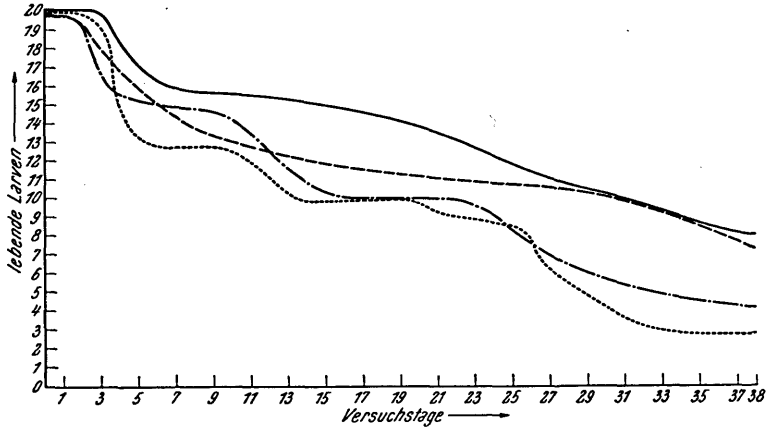
Kurven (Abb. 2) ersichtlich, starben die Larven des blauen Bereiches am raschesten, während rot und grün eine Mittelstellung zwischen blau und schwarz einnahm. Demnach müßte man die schädigende Lichtwirkung in erster Linie den Wellenlängen 360—500 mμ zusprechen. Über die Wellenbereiche grün und rot kann in diesem Zusammenhang nichts Endgültiges gesagt werden, wenngleich eine Schädigung durch Rotstrahlen (620—1000 mμ) sehr wahrscheinlich gemacht werden kann. (Mit einer Wärmewirkung der langwelligen Strahlen ist bei vorliegender Versuchsanordnung nicht zu rechnen, da die Versuchsschalen alle unter einer durchschnittlichen Temperatur von 15° C gehalten wurden.) Im Idealfall dürften die entköcherten Kontrolltiere in der abgedunkelten Schale nicht eingehen, doch wie die Kurve zeigt, findet auch hier ein Absterben statt, allerdings langsamer als in den übrigen Schalen. Diese Tatsache läßt auf zusätzlich störende Faktoren schließen, die bei der Entköcherung einer Larve auftreten. Haltungsfehler können keine vorliegen, denn sämtliche Kontrolltiere, die in ihren Köchern belassen, den einzelnen Versuchsschalen beigegeben wurden, gelangten zur Verpuppung, trotz gleicher Ernährungs-, Wasser- und Temperaturbedingungen. Also mußte die „Fehlerquelle" (= Störungsfaktoren bei der Entköcherung) vor allem bei den abgedunkelten, entköcherten Kontrolltieren gesucht werden. Die in dieser Richtung angestellten Nachforschungen erbrachten keine befriedigenden Resultate, sodaß hier keine weiteren Aussagen gemacht werden können.

Die 2. Versuchsreihe erstreckte sich vom 8. 5. 1952 bis 27. 8. 1952, dauerte also ca. doppelt so lang wie der 1. Versuch. Abgesehen davon, daß die Larven entwicklungsmäßig älter waren, wurden dieselben Versuchsbedingungen hergestellt. Die längere Dauer der 2. Versuchsreihe könnte durch eine allgemein größere Widerstandsfähigkeit älterer Larven erklärt werden, doch sind diesbezügliche Versuche noch ausständig.

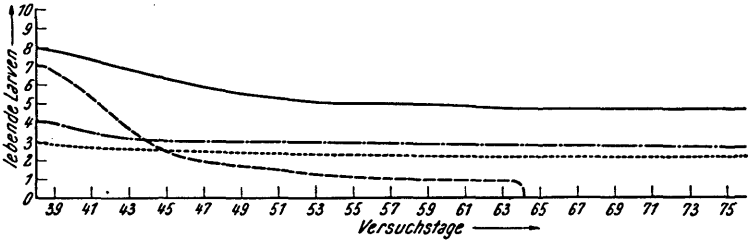
Vergleicht man die Kurven beider Versuchsreihen (Abb. 2; 3 *a, b, c*), so sieht man, daß die Versuchstiere des blauen Bereiches am schnellsten absterben, annähernd doppelt so rasch wie die Kontrolltiere. Für die Spektralgebiete rot und grün kann keine sichere Aussage gemacht werden. Es ist zwar auffallend, daß die Versuchstiere im roten Licht bei beiden Versuchsreihen früher eingingen als in der schwarzen Kontrollschale. Doch scheint mir ein

download unter www.biologiezentrum.at

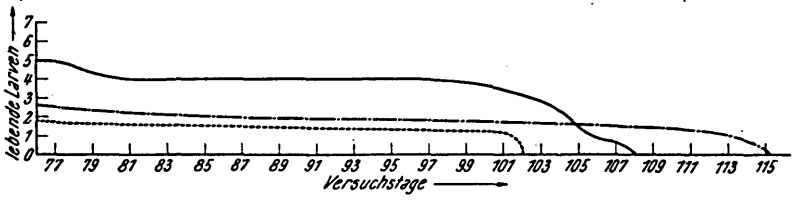
Abstand von einmal 18 Tagen und das zweite Mal von 6 Tagen nicht beweiskräftig genug, um auch von einer sicheren Lichtempfindlichkeit gegen Rotlicht sprechen zu können — die Möglichkeit muß allerdings offen gelassen werden. Im grünen Spektral-



a



b



c

Abb. 3. II. Versuchsreihe. —— blaues Licht, -.-.-. grünes Licht, ... rotes Licht, ------ Kontrolltiere in der abgedunkelten Schale.
Abb. 3 b = Fortsetzung von 3 a, Abb. 3 c = Fortsetzung von 3 b.

download unter www.biologiezentrum.at

bereich stimmen die Ergebnisse beider Versuchsreihen in keiner Weise überein, denn im ersten Versuch starb das letzte Tier im Grünlicht um 8 Tage früher als das letzte Kontrolltier und im zweiten Versuch lebte es um 7 Tage länger als die Larven der abgedunkelten Schale.

Am allgemeinen Kurvenverlauf beider Versuchsreihen ist weiters auffallend, daß fast alle Kurven zu Beginn der jeweiligen Versuche sehr stark abfallen und die Individuenzahl, nach einem „Knick" in der Kurve, dann nur langsam abnimmt. Davon ließe sich eine verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Tiere ableiten. Die Knickstellen beider Versuchsreihen zeigen eine weitgehende Übereinstimmung in den einzelnen Spektralgebieten.

Spektralgebiet:	1. Versuchsreihe:	2. Versuchsreihe:
	Knickstelle bei Individuenzahl:	
blau	1 = 5%	1 = 5%
grün	3 = 15%	3 = 15%
rot	0	3 = 15%
schwarz	5 = 25%	5 = 25%

Ausgenommen die Rotkurve des ersten Versuches, wo man keinen Knick feststellen kann, wird gezeigt, daß besagte Stelle zwar unter den Spektralgebieten variiert, doch die gleichen Wellenbereiche beider Versuchsreihen den Knick bei derselben Individuenzahl aufweisen. Auch hier sieht man sehr deutlich die starke Strahlenwirkung im Blaubereich, wo nur 5% der Larven längere Zeit resistent bleiben konnten, während es in der schwarzen Kontrollschale 25% der Tiere waren. Grün und rot nehmen wieder eine Mittelstellung ein.

Die Schädlichkeit des blauen Lichtes war mir aus der Literatur bereits bekannt. So stellte Marshall Ward (1893, 1894) eine sterilisierende Wirkung des ultravioletten, blauen und grünen Lichtes auf Bakterienkulturen fest und Tischler (1949) fand blaues und grünes Licht für Mäuse entwicklungshemmend. Für Trichopterenlarven war bis jetzt eine Lichtempfindlichkeit nicht bekannt.

Die Arbeiten von Hertel (1905) und Pincussen (1930), die unter anderem eine besondere Lichtempfindlichkeit für die Komplementärfarbe des Subjektes hervorheben, finden durch vorliegende Untersuchungen eine weitere Bestätigung.

download unter www.biologiezentrum.at

Komplementärfarbtabelle nach Pincussen (1930).

Wellenlänge etwa	Spektrum	Komplementärfarbe
bis — 395 mμ	ultraviolett	—
395 — 425 mμ	violett	grüngelb
425 — 455 mμ	indigo	gelb
455 — 490 mμ	blau	orange
490 — 510 mμ	blaugrün	rot
510 — 550 mμ	grüngelb	violett
550 — 590 mμ	gelb	indigo
590 — 645 mμ	orange	blau
645 — 725 mμ	rot	blaugrün
725 — 810 mμ	purpur	grün
über — 810 mμ	ultrarot	—

Meine Versuchstiere waren durchschnittlich grüngelb gefärbt, wonach sich aus angeführter Tabelle eine besondere Empfindlichkeit für die Wellenlängen 395—455 mμ ergeben würde. Wie die vorliegenden Ergebnisse der beiden Versuchsreihen zeigen, trifft dies auch weitgehendst zu — allerdings nur insofern, daß die genannten Wellenlängen in den Durchlässigkeitsbereich meines Blaufilters fallen, nämlich zwischen 360—500 mμ.

Zusammenfassung.

Farbfilterversuche an entköcherten Trichopterenlarven der Art *Limnophilus flavicornis*, in dem Spektralbereich von 360—1000 mμ ergaben eine erhöhte Lichtempfindlichkeit für Blaulicht (360—500 mμ). Dieser Wellenbereich entspricht weitgehendst der Komplementärfarbe der Versuchstiere, wodurch das Ergebnis erhärtet wird.

Dem Köcher der untersuchten Trichopterenart kommt demnach eine Lichtschutzfunktion zu.

Literatur.

Bethe, Bergmann (1929), Handbuch der normalen und pathol. Physiologie, Bd. 13. — Bierens de Haan, J. A. (1922), Über den Bauinstinkt einer Köcherlarve. Bijdr. Dierk 22. — Dembowski, J. (1924), Experimentell-biol. Studien über die Larve der Köcherfliege Molanna in: Trav. Inst. Nencki (Soc. Sci. Varsovie) 2, Nr. 31. — Ders. (1933/34), Über die Plastizität der tierischen Handlungen. Zool. Jahrbücher 53. Abt. f. allg. Zoologie u. Physiologie der Tiere. — Diehm, L. (1949), Zur Analyse des Köcherbaues d. Phryganeidenlarven. Zeitschr. vergl. Physiol. Bd. 31. — Dorno (1919), Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Strahlenther. 9 u. 10. — Gortner, F. J. (1931), Köcherbauversuche an Trichopterenlarven. Zeitschr. Morph. u. Ökol. 20. —

download unter www.biologiezentrum.at

Hertel, E. (1904), Über die Beeinflussung d. Organismus d. Licht spez. d. d. chem. wirksamen Strahlen. Zeitschr. allg. Physiol. 4. — Ders. (1905), Über die physiol. Wirkung von Lichtstrahlen versch. Wellenlänge. Zeitschr. allg. Physiol. 5. — Hesse-Doflein (1943), Tierbau und Tierleben, 2. Bd. — Kalmus, H. (1933), Lichttod und Atmung. Biol. Zbl. 53. — Krogerus, H. (1932), Über die Ökologie u. Verbreitung d. Arthropoden der Triebsandgebiete a. d. Küste Finnlands. Acta Zool. Fenn. 12. — Ders. (1939), Zur Ökologie der nord. Moortiere. Verh. VII. Intern. Kongr. f. Ent. Berlin 2. — Ders. (1948), Ökol. Untersuchungen v. Uferinsekten. Acta Zool. Fenn. 53. — Lenz, Fr. (1924), Eine Konvergenzerscheinung b. Gehäusebau der Chironomiden u. d. Trichopterenlarven. Zool. Anzeiger, Bd. 60. — Merker, E. (1941), Die Wirkung des Lichtes auf die Tierwelt. Biologia Generalis 15. — Pincussen, L. (1930), Photobiologie. Verlag: Georg Thieme/Leipzig. — Ries, V. J. und Ries, V. M. (1940), Lichttod und Lichtausstrahlung. Radiologia Clinica, Vol. IX., Heft 5. — Rücker, F. (1933), Durchlässigkeit tierischer Gewebe im Ultrarot. Pflügers Archiv 231. — Ders. (1934), Über die Ultrarot-Reflexion tierischer Körperoberfl. Zeitschr. vergl. Physiologie 21. — Schildmacher, H. (1950), Über die Photosensibilisierung v. Stechmückenlarven durch fluoreszierende Farbstoffe. Biol. Zbl. Leipzig 69. — Slack, H. (1936), The food of Caddis fly larvae. J. anim. Ecol. 5. — Tischler, W. (1949), Grundzüge d. terrestrischen Tierökologie.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Zoologische Zeitschrift

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: 05

Autor(en)/Author(s): Abel Gertrude

Artikel/Article: Über die Lichtempfindlichkeit einer entköcherten Trichopterenlarve, Limnophilus flavicornis. 391-402