

Naturhistorisches Museum Wien
2. Zoologische Abteilung
A-1014 Wien (Österreich)

MARTIN LÖDL

Die Bedeutung des Lichtfanges in der zoologischen Forschung

Die Stellung, die der Lichtfang in der modernen Zoologie einnimmt, rechtfertigt eine integrierende Darstellung seiner Beziehungen zu anderen Forschungsrichtungen.

Der Lichtfang ist die zentralste Sammeltechnik bei der Erforschung nachtaktiver Insekten. Er macht sich das bemerkenswerte Phänomen zunutze, daß gerade jene Insekten, die in ihrer Lebensweise an die Dunkelheit angepaßt sind, helle Lichtquellen mehr oder weniger zwanghaft aufsuchen. Besondere Bedeutung gewinnt der Lichtfang angesichts der Tatsache, daß ein erheblicher Teil der bisher bekannten Insektenarten nachtaktiv ist und sich darunter viele Schädlinge befinden. Reich an Fragestellungen ist der Lichtfang auch deshalb, weil er auf einem, bisher nicht befriedigend geklärten, physiologischen Phänomen beruht. Die Hauptfrage „Warum fliegen Motten zum Licht?“ ist bis heute nur ungenügend beantwortet. Trotz mangelhafter Erklärungen ist der Lichtfang die ergiebigste und effizienteste Sammelmethode entomologischer Forschung. Tausende Literaturzitate zeigen, wie umfangreich dieses Wissensgebiet geworden ist.

Historisch gesehen, entwickelte sich der Lichtfang von der bloßen Belustigung von Insektensammlern über eine ernsthafte und bedeutende Sammelmethode zu einer eigenen Forschungsrichtung, die viele zoologische Wissensgebiete mit ihren Erkenntnissen berührt. Die ersten Berichte über die Attraktivität von Licht auf nachtaktive Insekten reicht über 2000 Jahre zurück. Schon ARISTOTELES (384—322 v. Chr.) und PLINIUS (23—79 n. Chr.) beobachteten Nachtfalter, die sich vom Schein nächtlicher Lagerfeuer angezogen fühlten. Die Anwendung des Lichtfanges für wissenschaftliche Zwecke begann freilich erst wesentlich später (KÜHN, 1777). In den Anfängen des Lichtfanges wurden nur einfache Lichtquellen (Öllämpchen, Gaslaternen und offene Azethylenbrenner) benutzt. Zu dieser Zeit stand die Belustigung des Entomologen über das seltsame Treiben der „Nachtvögel“ am Licht noch im Vordergrund, allenfalls faunistische Interessen wurden verfolgt. So schreibt McLACHLAN (1884) über ein großes Fest bei dem begüterten und weltbekannten, belgischen Odonatologen Baron DE SELYS-LONGCHAMPS, der zum Gaudium seiner Gäste elektrische Lampen entzünden ließ. Unmengen Trichopteren und Homopteren konnten die staunenden Entomologen bei dieser Gelegenheit am Licht beobachten.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts ergaben sich entscheidende Verbesserungen der Forschungsmöglichkeiten in zweierlei Hinsicht. Zum ersten wurde das elektrische Licht und damit neue, effizientere Lampentypen populär, zum zweiten ging man immer mehr dazu über, automatisch sammelnde Lichtfanggeräte (Lichtfallen) zu konstruieren. Der experimentellen Lichtfangforschung war damit der Weg geebnet (CHRISTY, 1890; COOKE, 1890; HINTERWALDNER, 1889). Viele Autoren begannen neben der faunistischen Forschung auch vergleichende Versuche mit Lichtfallen anzustellen. Erste umfassende Analysen erschienen (WILLIAMS, 1939; 1940) und begründeten eine nicht mehr enden wollende Flut an Literatur. Auch die angewandte Entomologie erkannte

bald hervorragende Möglichkeiten. Die Bedeutung des Lichtfanges bei der Dokumentation und Prognose schädlicher Insektenarten ist bis heute evident, obwohl sich viele Hoffnungen, die man vor allem in die Bekämpfungsmöglichkeiten mit Lichtfallen gesetzt hat, nicht erfüllt haben.

Die Bedeutung des Lichtfanges für die entomologisch-systematische, sowie faunistische Forschung liegt vor allem darin, daß mit keiner anderen Methode in vergleichbar kurzer Zeit so hohe Individuendichten am Sammelort erreicht werden. In manchen Gebieten können hunderttausende Insekten das Licht aufsuchen. Als Beispiel können die Massenanflüge am Rancho Grande, Nord-Venezuela (BEEBE, 1951) erwähnt werden. Durch regelmäßiges Betreiben von Lichtfang läßt sich die nacht-aktive Insektenfauna eines Gebietes rasch (1 Sammelsaison) relativ vollständig dokumentieren. Neufunde und taxonomisch schwierige Artgruppen können der systematischen Forschung zugeführt werden. Gerade Museen erlangen oft erst durch Auswertung von Lichtfallenfängen Insektenserien, die genauere systematische Analysen zulassen. Stehen in einem größeren, geographischen Gebiet umfangreiche Lichtfallensysteme (Lichtfallenteppiche; Lichtfallennetze) zur Verfügung, ist die Auswertung der Fänge von unmittelbarem Interesse für die Tiergeographie. Wichtige Lücken in der Verbreitung von Arten können auf diese Weise geschlossen werden. Auch die Wanderfalterforschung profitiert von homogenen Lichtfallensystemen. Sie ermöglichen eine lückenlose Dokumentation und das Erkennen von Tendenzen bei der Falterwanderung. Neben den qualitativen, auf die Artauswertung beschränkten Forschungsrichtungen (Systematik und Faunistik), spielt der Lichtfang auch in quantitativer Hinsicht bei verschiedenen ökologischen Fragestellungen eine Rolle. Populationsdynamik, Artendominanz, nächtliche und jahreszeitliche Rhythmik, Aktivitätsabhängigkeit von der Witterung und Vertikalverteilung im Luftraum sind nur einige Themen, die von der ökologischen Lichtfangforschung behandelt werden. Auch Methoden zur Anwendung des Lichtfanges auf Bodentiere sind beschrieben worden. Von der Ökologie ausgehend, ist unter bestimmten Umständen eine ökophysiologische Auswertung des Materials möglich. Eireife, Entwicklungszustand der Gonaden u. ä. geben einen Einblick in die Altersstruktur der besammelten Population. In der angewandten Entomologie bedient man sich ebenfalls in großem Umfang der Lichtfallenmethoden zur Dokumentation und Prognose, weniger erfolgreich auch zur Bekämpfung von Schädlingspopulationen.

Einerseits leistet der Lichtfang gute Dienste für bestimmte Forschungszweige, andererseits erbringen einige Arbeitsrichtungen wichtige Erkenntnisse für die Lichtfangforschung. So ist die Grundfrage nach dem „Warum fliegen Motten zum Licht?“ ein hauptsächlich physiologisches Problem. Eine genauere Analyse von Orientierungsreaktionen und Reaktionen auf biophysikalische Faktoren wäre nötig. Aufschlüsse über die physiologischen Hintergründe des Anfluges von Insekten an Lichtquellen wird man sich auch aus dem Flugverhalten selbst, also aus der Ethologie, erwarten dürfen.

Das eng geflochtene Netz zwischen Lichtfang und anderen biologischen Disziplinen ist in Fig. 1 graphisch dargestellt. Die Beziehungen der einzelnen Wissensgebiete sind durch Pfeile gekennzeichnet. Die Richtung des hauptsächlich Informationsflusses wird dadurch angedeutet.

Der Autor konnte insgesamt über 2000 Literaturzitate über Lichtfang auffinden. Beim Studium eines repräsentativen Querschnitts von etwa 800 Arbeiten waren 6 gut abgegrenzte Teilbereiche der Lichtfangforschung erkennbar, die in der folgenden Übersicht in Stichworten charakterisiert werden.

1. Technische Grundlagenforschung

Persönlicher Lichtfang.

Lichtfallen (Schachtelfallen; Trichterfallen (Robinson-Lichtfallen, Rothamsted-

- Lichtfallen, Minnesota- oder Jermy-Lichtfallen); Lichtfallen mit Leuchtstoffröhren); Anästhetika in der Lichtfallentechnik.
Lichtquellen.
2. Vergleichende Lichtfangforschung
Methodik der Vergleichenden Lichtfangforschung (Simultanmethode; Rotationsmethode).
Vergleich des Lichtfanges mit anderen Sammelmethoden.
Vergleich von Lichtfallentypen.
Vergleich von Lichtquellen.
 3. Analytische Lichtfangforschung
Interpretationsmöglichkeiten bei der Analyse von Lichtfangdaten.
Systematische Forschung: Auswertung des Materials in systematischer und taxonomischer Hinsicht.
Faunistisch-zoogeographische Forschung: Auswertung von Lichtfallennetzen.
Ökologische Forschung: Phänologien, Vertikalverteilungen, Witterungsabhängigkeiten, Beeinflussung des Anfluges durch Mondlicht, Einzugsbereich der Lichtquellen (Fang-Wiederaufnahmeversuche).
 4. Physiologische Lichtfangforschung
 - a. Ökophysiologische Forschung
Verschiedene Lichtreaktionen von ♂♂ und ♀♀, Flug- und Ruheverhalten im Leuchtbereich, Eireife und Entwicklungszustand der Gonaden (Altersstruktur einer Population).
 - b. Physiologische Hintergrundforschung
Hauptfrage: „Warum fliegen Motten zum Licht?“.
Sinnesphysiologische Forschung an nachtaktiven Insekten: Farbsehen, UV-Wahrnehmung, IR-Wahrnehmung, Wahrnehmung polarisierten Lichtes, Auflösungsvermögen des Insektenauges, Reizschwellen, Magnetsinn und Wahrnehmung elektrischer Felder, Fühlerfunktion bei Wahrnehmung elektromagnetischer Strahlung, Erforschung der Endorezeptoren, sowie der Verrechnungsarbeit des Insektenorganismus bei Bewegung im Raum.
Orientierungsforschung (Wanderfalterforschung).
Dokumentation und Interpretation von Insekten-Anflugkurven an Lichtquellen (Stroboskoptechnik, Zeitbelichtungstechnik, Stereoskopische Photographie, etc.).
Einbeziehung von Extrembefunden in die Interpretation: Anflug von tagaktiven Insekten an nächtliche Lichtquellen, Lichtfangversuche während des Tages, Anflugstudien im hohen Norden (arktischer Sommer!), Interpretation von Unterwasserlichtfängen.
Experimente und Untersuchungen zur endogenen Rhythmik nachtaktiver Insekten.
 5. Angewandte Lichtfangforschung
Hauptziele: Dokumentation
Prognose
Bekämpfung schädlicher Insektenarten
Die angewandte Lichtfangforschung bedient sich vergleichender, analytischer und physiologischer Methoden. Z. T. bestehen enge Beziehungen zur Wanderfalterforschung.
 6. Integrierende Lichtfangforschung
Historische Entwicklung des Lichtfanges.
Zusammenfassende Darstellung und Verarbeitung aller Teilbereiche.

Diskussion der Interpretationsmöglichkeiten von Lichtfangdaten.
Stellung des Lichtfanges als Forschungsrichtung innerhalb der Zoologie.
Diskussion des Lichtfanges aus der Sicht des Naturschutzes.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit gibt einen Überblick über die Stellung und Bedeutung des Lichtfanges in der zoologischen Forschung. Die historische Entwicklung von sporadischen Experimenten mit primitiven Lichtquellen über eine effiziente Sammelmethode bis hin zur eigenen Forschungsrichtung wird aufgezeigt. Die Kenntnis von etwa 800 einschlägigen Arbeiten läßt 6 Forschungs-zweige erkennen: 1. Technische Grundlagenforschung; 2. Vergleichende Lichtfangforschung; 3. Analytische Lichtfangforschung; 4. Physiologische Lichtfangforschung; 5. Angewandte Lichtfangforschung; 6. Integrierende Lichtfangforschung.

Summary

The presented paper discusses the importance of light-catching-methods for zoological research. Light-catching history was starting with sporadic experiments with primitive light-sources, leading to a useful and important collecting method. To date light-catching and light-trapping can be accepted as a certain research branch. After studying nearly 800 papers the author attempts to develop a comprehensive system of light-catching research. 6 research-sections are found: 1. Technical base-research; 2. Comparative light-catching-research; 3. Analytic light-trapping-research; 4. Physiological light-catching-research; 5. Applied light-catching-research; 6. Integrating light-catching-research.

Резюме

В данной статье дается обзор о значении лова на свет в зоологических исследованиях. Описывается историческое развитие, начиная с спорадических экспериментов с использованием простых светоизлучателей, затем эффективного метода сбора вплоть до самостоятельного направления исследовательских работ. Ознакомление с примерно 800 работами в этой области позволяет различать 6 научно-исследовательских отраслей: 1. теоретические исследования по технике лова на свет; 2. сравнительные исследования по лову на свет; 3. аналитические исследования по лову на свет; 4. физиологические исследования по лову на свет; 5. прикладные исследования по лову на свет; 6. интегрирующие исследования по лову на свет.

Literatur

- БЕБЕ, W.: Rancho Grande. Zwei Jahre im Nebelwald der Anden. Wien, 1951. — 337 S.
CHRISTY, W. M.: A successful moth trap. — In: *The Entomologist* 23 (1890). — S. 231—234.
COOKE, E.: The successful moth trap. — In: *The Entomologist* 23 (1890). — S. 263.
HINTERWALDNER, J. H.: Wegweiser für Naturaliensammler. Wien, 1889. — 663 S.
KÜHN, A. C.: Herrn Doctor KUEHN'S Anekdoten zur Insecten-Geschichte: Von der Ursache, warum die Nachtvögel nach dem Lichte fliegen. — In: *Naturforscher* 11 (1777). — S. 41—42.
LÖDL, M.: Kritische Darstellung des Lichtfanges, seiner Methoden und seine Bedeutung für die ökologisch-faunistische Entomologie. — 1984. — Band 1 (Text) 244 pp., Band 2 (Literatur) 157 pp. — Wien Univ., Formal-Naturwiss. Fak., Dissertation.
MCLACHLAN, R.: The electric light as an attraction for Trichoptera. — In: *Ent. mon. Mag.* 21 (1884). — S. 91.
WILLIAMS, C. B.: An analysis of four years captures of insects in a light trap. Part I. General survey; sex proportion; phenology; and time of flight. — In: *Trans. R. Ent. Soc. London* 89 (1939). — S. 79—132.
— An analysis of four years captures of insects in a light trap. Part II. The effect of weather conditions on insects activity; and the estimation and forecasting of changes in the insect population. In: *Trans. R. Ent. Soc. London* 90 (1940). — S. 227—306.