

Naturhistorisches Museum
Zweite Zoolog. Abteilung
Wien

MARTIN LÖDL¹

Die Grundlagen des vergleichenden Lichtfanges

1. Einleitung

Die vergleichende Lichtfangforschung versucht, durch methodischen Vergleich von Sammelmethode die Stellung und Wertigkeit des Lichtfanges in der Entomologie abzuklären. Man gewinnt aus ihr Erkenntnisse über den Anwendungsbereich von Lichtfallen, sowie anderer Sammelmethode und deren Ausrichtung auf bestimmte Fragestellungen.

Die vergleichende Lichtfangforschung steht der analytischen gegenüber, die sich vornehmlich mit der Auswertung von Lichtfangdaten in systematischer Hinsicht und mit der Analyse in bezug auf Umweltfaktoren (Klima, Mondphasen, etc.) auseinandersetzt (LÖDL, 1984, 1987).

2. Methodik des vergleichenden Lichtfanges

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich hauptsächlich auf die Methodik des vergleichenden Lichtfallenfanges, da eine methodische Standardisierung nur mit Lichtfallen gegeben ist. Die Ansätze der vergleichenden Lichtfallenforschung liegen zeitlich weit zurück (ADKIN, 1923; FROST, 1954, 1955, 1956; LITTLEWOOD, 1922; WILLIAMS, 1939, 1940a, b, 1952, 1955). Seit vielen Jahrzehnten versuchten Biologen geeignete Methoden zu finden, die es ermöglichen, Lichtfallen mit anderen Sammelmethode oder verschiedene Lichtfallen miteinander zu vergleichen, ihre Effizienz zu testen und zu werten. Es ist wichtig, abzuschätzen, welche Stellung der Lichtfang und die Lichtfallentechnik in der methodischen Entomologie einnehmen und in welchem Ausmaß sie geeignet sind, zusammen mit anderen Untersuchungsmethode ein Bild von der nachtaktiven Insektenfauna zu entwerfen.

Der Vergleich verschiedener Sammeltechniken birgt eine Reihe versuchsbedingter Gefahren. Es ist nicht immer leicht, methodisch einwandfrei vorzugehen und bei der Auswertung des Materials Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Folgende Methoden der vergleichenden Lichtfallenforschung sind bisher angewendet worden:

Simultanmethode: Die zu vergleichenden Geräte werden nebeneinander, gleichzeitig und im selben Biotop (also simultan) betrieben. Die Schwierigkeit besteht darin, die Versuchsanordnung so zu wählen, daß eine störende, gegenseitige Beeinflussung der Geräte ausgeschlossen wird. Methodische Probleme ergeben sich sowohl beim Vergleich von Lichtfallen mit anderen Sammelmethode, da letztere durch die

¹ Anschrift: Dr. MARTIN LÖDL, Burgring 7, A-1014 Wien, Österreich.

Lichtemission der Lichtquelle gestört werden, als auch beim Vergleich von Fallen und Lampen selbst, da auch hier ein wechselseitiger Einfluß anzunehmen ist. Trennt man die Gerätschaften voneinander und stellt sie soweit entfernt auf, daß es keine gegenseitige Beeinflussung mehr gibt, ist die Forderung nach gleichen Biotopverhältnissen und gleichem Kleinklima nicht mehr erfüllt. Nach ROBINSON & ROBINSON, 1950 sollen zwei einander überschneidende Lichtquellen sogar eine abstoßende Wirkung auf Insekten ausüben; es ist daher zweifelhaft, ob eine simultane Versuchsanordnung zum Erfolg führen kann. Einige Autoren wenden dennoch die Simultanmethode an. Schwierig ist die Entscheidung, ob jede der verglichenen Lichtquellen „ihre“ Insekten anlockt, oder ob eine der beiden gewissermaßen als „Zugpferd“ dient. Tiere, die von einer Lampe auf weite Distanz angelockt werden, können im Nahbereich jedoch von beiden Lichtfallen erfaßt werden, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse führt.

Der Vorteil der Simultanmethode läge in der unmittelbaren Vergleichbarkeit der Daten, da Biotop- und Witterungsverhältnisse gleich sind. Der Störeffekt zwischen den Geräten verhindert eine methodisch einwandfreie Versuchsanordnung.

Mit einer Versuchsanordnung, die zur nächsten Vergleichsmethodik überleitet, beschäftigt sich NICHOLLS, 1962: 201 (fig. 1—2). Mit drehbar gelagerten Balken, die eine Spanne von etwa 6 m ergeben, besteht die Möglichkeit, den Lichtfallenstandort zu wechseln. Die gegenseitige Beeinflussung der Lichtquellen wird durch die lichtundurchlässige Rückseite der Schachtelfallen möglichst gering gehalten. Das Rotieren der Fallen in standardisierten Zeitabständen soll eine Richtungsabhängigkeit des Fanges ausschließen. Dieses Gerät leitet zur zweiten Vergleichsmethodik über.

Rotationsmethode: Die Geräte, die verglichen werden sollen, werden unabhängig voneinander betrieben, man wechselt jedoch in regelmäßigen Abständen (am besten täglich) die Standorte, so daß die Geräte abwechselnd auf jedem der definierten Plätze zum Einsatz kommen. Sind mehr als zwei Geräte zu vergleichen, so sind auch entsprechend viele Einsatzorte zu wählen, auf denen die Geräte turnusmäßig aufgestellt werden.

Der Nachteil besteht im Verlust der unmittelbaren Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Es ist nur ein mittelbarer Vergleich durch statistische Auswertung genügend vieler Einzelfänge möglich. Am zielführendsten ist es natürlich, wenn die Versuche in einer pflanzensoziologisch einheitlichen Landschaft während einer stabilen Großwetterlage durchgeführt werden können. Dadurch kann die Zahl der Einzelversuche für eine sinnvolle Auswertung möglichst gering gehalten werden. Für eine einfache Orientierung genügen bei günstigen Voraussetzungen bereits 2 Wochen Dauerbetrieb. Bei 3 und mehr Geräten, sowie instabilen Biotop- und Wetterverhältnissen, erhöht sich der Zeitbedarf natürlich wesentlich.

Der Vorteil ist durch die methodisch absolut saubere Durchführbarkeit gegeben, jede Interaktion zwischen den geprüften Geräten fällt weg. Über die Varianzanalyse als adäquates, statistisches Analyseverfahren wird an anderer Stelle berichtet (LÖDL, 1984).

Eine Verfeinerung, die gleichzeitig den Stellenwert der Simultanmethode überprüft, wäre in folgender Weise denkbar. Bei 2 verglichenen Geräten werden 3 Versuchsplätze eingerichtet. Der erste mit Falle A, der zweite mit Falle B und der dritte mit einer Simultan-Kombination aus gleichartigen Geräten A und B. Alle drei Gerätekombinationen rücken täglich um einen Platz weiter. Die simultan gewonnenen Daten können auf diese Weise in eine Beziehung zu der normalen Rotationstechnik gebracht werden.

Die Problematik der Interaktion bei Lichtfallen wird in der umfangreichen ökologischen Arbeit von BELTON & PUCAT, 1967 referiert.

Andere Fehlerquellen ergeben sich durch Entwicklungs- und auch Migrations-eigenschaften bestimmter Insekten. Manche Insektengruppen neigen zu explosions-artiger Entwicklung vom Larval- oder Ruhestadium zum Adulttier, wieder andere beginnen eine saisonale Migration innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes. So kann es vorkommen, daß ein erheblicher Prozentsatz (oft nahezu 100 %) des gesamten Jahresanfluges in einer oder wenigen Nächten an die Falle gelangen. Befindet sich nun eine der Fallen relativ nahe am Ursprung der Massenentwicklung, so resultieren daraus Fangverhältnisse von 1:1000 oder mehr für die betreffende, nur zufällig bevorzugte Falle. Besonders problematisch sind in dieser Beziehung aquatische Heteropteren (vor allem Corixidae) (BROWN, 1954). Massenentwicklungseffekte müssen bei der Interpretation von Lichtfallendaten mitberücksichtigt werden.

3. Vergleich des Lichtfanges mit anderen Sammelmethoden

Die vergleichende Lichtfallenforschung versucht unter anderem, die Anwendbarkeit und die Interpretationsmöglichkeiten anderer Fangmethoden, bezogen auf nacht-aktive Insekten, abzuklären. In diesem Kapitel erfolgt eine kritische Diskussion verschiedener ökologisch-faunistischer Sammelmethoden im Vergleich mit dem Lichtfang.

Vergleich: Persönlicher Lichtfang – Lichtfalle

Der Erkenntniswert der persönlichen Beobachtung ist in der Biologie unumstritten. In vielen Fällen besteht aber eine Konfliktsituation zwischen ökonomischer Verfahrensweise und persönlichem Arbeitsaufwand. Daß umfangreiche Analysen ökologischer und faunistischer Natur auf Dauer nicht durch händischen Lichtfang durchgeführt werden können, ist schon in den Anfängen der Lichtfangforschung erkannt worden. Deshalb entwickelte sich auch eine große Vielfalt von Fallentypen, die automatisch anfliegende Insekten aufsammeln und eingeschränkte persönliche Betreuung erfordern.

Mit der Abwägung der Vor- und Nachteile von Lichtfallen im Vergleich zum persönlichen Lichtfang beschäftigt sich MALICKY, 1965.

Die Erfahrungen des Autors der vorliegenden Arbeit bestätigen, daß durch händische Betreuung im gleichen Zeitraum eine artenreichere Ausbeute gemacht werden kann als mit ROBINSON-Lichtfallen. Dieser Unterschied bezieht sich auf Einzelfänge, bei einer größeren Anzahl von Lichtfallenabenden gleicht sich dieser Nachteil aus und man erhält mit der Zeit die gleiche qualitative Genauigkeit wie bei der händischen Betreuung eines Leuchtplatzes.

Vor- und Nachteile des Lichtfallenfanges sind in Tab. 1 zusammengefaßt.

Vergleich: Lichtfalle – Kätscherfang

Eine sehr einfache Methode, sich einen Überblick über die Insektenfauna eines Gebietes zu verschaffen, ist das Sammeln mit Hilfe eines Kätschers. Sofern man nicht ein sehr großes Areal abkätichert, ist der Streifsack dem Lichtfang quantitativ (und meist auch qualitativ) unterlegen. Der direkte Vergleich mit dem Lichtfang ist wohl nicht möglich, da eine Standardisierung des Kätscherfanges äußerst schwierig ist und sich durch seine Flächenbezogenheit nicht mit dem Einzugsgebiet einer Lichtquelle vergleichen läßt. Als Methode der Vororientierung über die Zusammensetzung einer Biozönose eines begrenzten Gebietes eignet sich der Streifsack recht gut, da er

Tabelle 1:

Vor- und Nachteile des Lichtfallenfanges

Vorteile der Lichtfalle	Nachteile der Lichtfalle
<ul style="list-style-type: none"> * Auch über längere Zeiträume von Laien betreibbar * Subjektive Komponente durch verschiedene Sammelweise am Leuchttuch entschärft. Sammelweise durch den Fallentyp standardisiert. * Arbeits- und Zeitersparnis. * Standort, Höhe der Lampe, Typ der Falle, können sehr gut vereinheitlicht werden und bleiben während des ganzen Betriebs konstant. 	<ul style="list-style-type: none"> * Meist schlechterer Erhaltungszustand der Tiere als bei händischer Aufsammlung * Großer Arbeitsaufwand beim Sortieren und Determinieren * Selektivität der Falle. Seltene Tiere fliegen zwar an, gelangen aber nicht unbedingt in die Falle. Dies muß durch kontinuierliches Leuchten ausgeglichen werden, was zu hohem Materialanfall führt. * Bei sehr lokalen Populationen und sehr kleinen Biotopen, ist die Verwendung wirksamer Fallen über längere Zeiträume aus Naturschutzgründen bedenklich und daher die Betriebsmöglichkeit eingeschränkt.

auch ungeflügelte Insektenformen erfaßt, was durch Lichtfang nur mit Spezialfallen möglich ist. Um Kätscherfänge auch miteinander einigermaßen vergleichen zu können, hat man eine Standardisierung durch die Art und Weise des Streifrhythmus, sowie durch Anzahl und Form der Streifbahnen zu erreichen versucht (BALOGH, 1958).

AMMAR, 1975 versucht eine Gegenüberstellung von 100 Kätscherfängen zu einer Trichterlichtfalle, wobei die Lichtfalle für Hemipteren 25—400× besser abschneidet. Daß diese Werte keinerlei zahlenmäßige Bedeutung haben, liegt auf der Hand. Der Nachteil der Kätschermethode ist vielfältig. Die Bedienung durch Menschenhand stellt eine starke Variable dar, kein Streifgang gleicht dem anderen völlig. Außerdem selektiert der Streifsack sehr stark. Tiere, die sich am Boden aufhalten, sich starr an die Vegetation klammern, rasch abfliegen, o. a. m. werden nur in Ausnahmefällen erfaßt. Für die Erforschung nachtaktiver Insekten ergibt sich der Nachteil, daß nicht sicher anhand des gefangenen Materials auf die tatsächliche nächtliche Aktivität geschlossen werden kann. Die Tiere können ja auch von ihren Ruheplätzen abgestreift worden sein. Durch seine einfache Bedienung und Ausführung bietet sich der Kätscherfang als ergänzende Orientierung zum Lichtfang an. So kann man beispielsweise starke Lichtanflüge einzelner Insektengruppen (namentlich Homopteren, Heteropteren und Coleopteren) sehr gut in der angrenzenden Vegetation mit dem Kätscher überprüfen. Dabei zeigt sich, ob die hohe Individuendichte an der Lampe auch mit einem Massenaufreten in der oberen Vegetationsschicht korreliert ist, oder ob bloß die Attraktion des Lichtes so stark ist, daß sich so viele Tiere um die Lichtquelle sammeln. Hinweise auf die natürliche Aktivität und Verhaltensweise einzelner Tiergruppen zu erhalten, ist auf diese Weise möglich.

Vergleich: Lichtfalle – Emergenzfalle

Emergenzfallen sind für ökologisch-systematische Aufsammlungen von Insekten aus deren Entwicklungssubstrat vorgesehen. Ein direkter Vergleich mit Lichtfallen ist aufgrund ihrer eingeschränkten Verwendbarkeit nicht möglich. Hier liegt nur die Arbeit von SINCLAIR & SINCLAIR, 1980 vor, die in einer umfassenden ökologischen

Studie über Tortriciden auch die Fängigkeit von Emergenzfallen im Vergleich zu Lichtfallen getestet. Emergenzfallen erwiesen sich dabei als wesentlich uneffektiver als Lichtfallen.

Die Einschränkung der Verwendbarkeit von Emergenzfallen bezieht sich auf zwei Parameter. Zum einen werden nur Insektenarten erfaßt, die in ihrer Entwicklung stark substratgebunden sind und zum anderen in hoher Abundanz vorkommen. Die mit Emergenzfallen erfaßbare Artenzahl ist daher gering und auf einzelne Gruppen spezialisiert. Der eigentliche Anwendungsbereich von Emergenzfallen liegt in der Autökologie, Orientierungsfänge (als Ergänzung zu Lichtfängen) sind für Nematoceren und Microlepidopteren (angewandte Entomologie!) denkbar.

Vergleich: Lichtfang – Köderfang

Der Köderfang spielt in der Erforschung von Heteroceren eine bedeutende Rolle. Bereits ebenso lange wie den Lichtfang, macht man sich das Phänomen zunutze, daß viele Nachtfalter stark riechende Substanzen (gärende Früchte, o. ä.) zur Nahrungsaufnahme aufsuchen. Es werden daher Schnüre, getrocknete Fruchtscheiben oder ähnliche saugfähige Medien mit einer süßen, alkoholhaltigen Flüssigkeit getränkt und im Biotop dargeboten. Die Köderplätze können dann regelmäßig nach angeflogenen Nachfaltern abgesucht werden.

Etliche Autoren haben vergleichende Untersuchungen zwischen Licht- und Köderfang angestellt, wobei der Köderfang als qualitativ und quantitativ unergiebig als der Lichtfang bezeichnet werden muß (SINCLAIR & SINCLAIR, 1980; ZOLOTOV, 1979). Eine sehr gute Arbeit zu diesem Thema liegt auch von CLEVE, 1971 vor, der durch systematischen Vergleich der beiden Sammelmethoden zu aufschlußreichen Ergebnissen gelangt. Die Hauptbedeutung des Köderfangs liegt darin, daß mit dieser Methode viele Nachtfalterarten angelockt werden, die selten oder nur unter bestimmten Umständen ans Licht gehen. Der Nachteil ist, daß nur relativ wenige Arten regelmäßig den Köder aufsuchen. Es sind dies hauptsächlich Vertreter der Familie Noctuidae, zum geringen Teil auch Geometridae. Sehr selten kommen an den Köder Spinner, Kleinschmetterlinge, einige wenige Arten Netzflügler und Fliegen. Auch Ameisen suchen den Köder gerne auf. Sie stellen aber ungebetene Gäste dar, da ameisenbesetzte Köderplätze keinen guten Falteranflug mehr aufweisen. Innerhalb der häufigsten Ködergäste, der Noctuidae, ist die Auswahl der Arten ebenfalls eingeschränkt. Gerne besuchen Amphipyrrinae und Catocalinae die süßen, gärenden Stoffe, sowie fast alle Eulenarten der Übergangszeiten (Herbst und Frühjahr). Frühlings- und Herbstulen haben ein langes Leben, die Nahrungsaufnahme ist daher am Anfang ihrer Aktivitätszeit von großer Bedeutung. Der jahreszeitlich bedingte Mangel geeigneter, natürlicher Futterquellen ist eine weitere Erklärung für die starke Anziehungskraft von Köderstellen auf Frühlings- und Herbstulen.

Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß es keine Nachtfalterarten gibt, die bisher ausschließlich am Köder und nie am Licht nachgewiesen wurden. Sehr schwierig durch Licht anzulocken sind vor allem Ordensbänder (Noctuidae: Unter-Fam. Catocalinae). Bei entsprechenden Populationsdichten und starken, UV-haltigen Lichtquellen (Mischlicht und Quecksilberdampflampen über 125 W Leistung) wird auch ein Anlocken dieser Arten gelingen.

Stets ist das Einrichten mehrerer (über 10) Köderstellen notwendig, wenn ein sinnvolles Ergebnis erwartet wird. Die Köder müssen im Untersuchungsgebiet gut verteilt werden, um ein optimales Einzugsgebiet für die Falter zu ermöglichen.

Vergleich: Lichtfalle – Pheromonfalle

So wie der Köderfang arbeitet auch die Pheromonfalle mit Duftstoffen. Die hier verwendeten Duftstoffe sprechen allerdings nicht den Ernährungstrieb nachtaktiver Lepidopteren, sondern deren Sexualtrieb an. Es handelt sich um Fallen, die mit Sexuallockstoffen ausgestattet sind. Speziell in der angewandten Entomologie (Schädlingsforschung) wird in großem Umfang mit Pheromonen experimentiert. Die Fülle an Literatur, die zu diesem Thema verfaßt wurde und sich in ähnlichen Größenordnungen wie die Lichtfangliteratur bewegt, zeugt davon. Die Wirksamkeit und Anwendbarkeit von Pheromonfallen ist von verschiedenen Autoren recht unterschiedlich beurteilt worden. Umfassende Vergleiche zwischen Lichtfang und Pheromonfang werden von HARTSTACK et al., 1978 durchgeführt.

Bei allen Arten (Macro- und Microlepidopteren) findet man eine quantitative Überlegenheit der ♂♂ in Pheromonfallen. Sie sind es ja schließlich, die durch Sexualduftstoffe angesprochen werden. Fallen mit synthetischem Sexuallockstoff für *Spodoptera littoralis* (BOISDUVAL, 1833) – ♂ (Noctuidae) sind attraktiver als UV-Lichtfallen (BADAWI et al., 1980). Ähnliche Ergebnisse für dieselbe Art erhalten HOSNY et al., 1980; NASR et al., 1978, und NASR WISSA, 1978, wobei die beiden letzten Arbeiten eine saisonale Abhängigkeit der Effizienz von Pheromonfallen postulieren. Die Zahl der ♂♂, die im Verhältnis zu Lichtfallen gefunden wurde, schwankt je nach Jahreszeit. NASR et al., 1978 finden im Verhältnis Pheromonfallen : Lichtfallen eine saisonale Schwankung von 1,3 : 1 bis 8,2 : 1. NASR WISSA, 1978 publiziert sogar Relationen von 4 : 1 bis 398 : 1 zugunsten der Pheromonfallen.

Äußerst bemerkenswert ist der Umstand, daß sich bei Abenden mit hohen Individuendichten stets eine Verbesserung der Relation zugunsten der Lichtfalle ergibt. Bei prinzipiell ungünstigeren Abenden sind umgekehrt die Pheromonfallen in besonderem Maß attraktiv. Gleiche Erfahrungen machen auch SINCLAIR & SINCLAIR, 1980 in Südost-Queensland mit der Tortricidae *Cryptophlebia ombrodelta* (LOWER). Auch HOWELL, 1981 findet bei hohen Temperaturen und hohen Populationsdichten eine besondere Eignung von Schwarzlichtfallen im Verhältnis zu Pheromonfallen, ebenso WILSON, et al., 1981 die Pheromon-Klebfallen im Vergleich zu UV-Lichtfallen einsetzen und nur im Frühling bessere Ergebnisse erzielen konnten. Sommer und Herbst brachten besonders gute Ergebnisse für die UV-Fallen.

Für die Überlegenheit von Fallen, die mit Sexuallockstoffen ausgestattet sind, sprechen sich etliche Autoren aus. So heben DÖBRÖSSY & KESZEL, 1977 die selektive Wirkung von Pheromonfallen hervor. Untersuchungen an Traubenwicklern werden besonders zweckmäßig mit Pheromonfallen durchgeführt, da Lichtfallen durch die große Menge anfallenden übrigen Insektenmaterials die Auswertung erschwert. Duftfallen werden auch von KERESZTESI, 1978, STECK et al., 1980 (*Euxoa ochrogaster* (GUENÉE, 1852) (Noctuidae)) und THAL, 1978 (*Phthorimea operculella* (ZELLER, 1873) (Gelechiidae)) empfohlen.

Die gegenteilige Auffassung, nämlich daß UV-Fallen in der Überwachung des Maisschädling *Ostrinia nubilalis* (HÜBNER, 1796) (Pyralidae) effektiver wirken als Pheromonfallen, vertreten KENNEDY & ANDERSON, 1980.

Für die Kombination von Licht- und Pheromonfallen als Breitbanddokumentation schädlicher Arten treten ESBJERG et al., 1980, KERESZTESI, 1978, und VAN STEENWYK et al., 1978 ein.

Es wurde gezeigt, daß die Literatur zum Teil widersprüchliche, zum Teil stark variierende Aussagen enthält. Zusammenfassend können folgende Faktoren, die die Wirksamkeit und Anwendbarkeit von Pheromonfallen beeinflussen und die bei der methodischen Beurteilung im Vergleich zum Lichtfang mitberücksichtigt werden müssen, hervorgehoben werden:

- 1) Durch Pheromonfallen können im wesentlichen nur ♂♂ angelockt und gefangen werden, da weibliche Sexuallockstoffe speziell für die Anziehung männlicher Tiere konzipiert sind. Der Einsatz in der quantitativen Schädlingsbekämpfung ist damit bereits stark eingeschränkt.
- 2) Die Wirksamkeit der Falle hängt von der Locksubstanz ab. Die Effizienz ist durchaus verschieden, ob ♀♀ aus Zuchten entnommen werden, ob man synthetische, spezifische Sexuallockstoffe oder Breitbandduftstoffe, die auf mehrere Arten anziehend wirken (CANTELO & JACOBSON, 1979), verwendet.
- 3) Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß Pheromonfallen meist nur für eine Art, im günstigsten Fall für einige wenige Arten überhaupt attraktiv und damit fängig sind. Der Einsatz muß zwangsläufig auf die Autökologie und Dokumentation einzelner Arten beschränkt bleiben.
- 4) Interessant ist das bereits erwähnte Phänomen, daß vor allem bei geringen Populationsdichten eine Überlegenheit in der Effizienz gegenüber dem Lichtfang zu erwarten ist.

Vergleich: Lichtfalle – Klebfalle

Die Verwendung von Klebfallen (Klebtafeln) ist aus mehreren Gründen problematisch. Zum einen fällt die unangenehme Handhabung der Materialien auf, zum anderen sind die Aussagen schwer quantifizierbar. Gefärbte Klebtafeln wirken als Blütenimitation und somit als attraktierendes Medium, die Interpretation der „natürlichen Aktivität“ muß also unter diesem Aspekt gesehen werden. Eine andere Möglichkeit sind durchsichtige Kunststofftafeln, die mit ebenfalls durchsichtigem Klebstoff bestrichen werden. Trotz „Durchsichtigkeit“ ist jedoch keinesfalls eine „Unsichtbarkeit“ des Gerätes gegeben, so daß beim Anflug an durchsichtige Klebtafeln durchaus davon ausgegangen werden muß, daß das Hindernis zumindest manchen Insekten in irgendeiner Form optisch gegenwärtig gewesen ist. Dieser Umstand muß natürlich auch zu einer Anpassung der Interpretation führen.

Im Vergleich zu Lichtfallen sind Klebfallen als äußerst ineffektiv einzustufen. Versuche, die diese Annahme bestätigen, liegen von HOSKING, 1979 aus Neuseeland und von SINCLAIR & SINCLAIR, 1980 vor. Einen interessanten und umfangreichen Versuch führen FIORI et al., 1973 durch. Zum Massenfang von kleinen Scarabaeiden werden große Plastikflächen aufgespannt, die mit Klebstoff bestrichen sind. Die Zahl der gefangenen Scarabaeiden ist nach FIORI, et al., 1973 4× höher als die Zahl der Scarabaeiden in Schwarzlichtfallen. Aus diesen Zahlen läßt sich natürlich kein direkter Effizienzvergleich ableiten.

Vergleich: Lichtfalle – Malaisefalle

Die meist untertags eingesetzte Malaisefalle, ist neben der Saugfalle eine der wenigen nicht mit Anlockung arbeitenden Fangmethoden. In der Frage nach der natürlichen, nicht durch Attraktion beeinflussten Aktivität, wird man diesen beiden Sammeltechniken besonderes Augenmerk schenken müssen. Gespannte Gazebahnen, wie sie bei der Malaisefalle verwendet werden, stellen zwar kein ausgesprochenes Attraktionsmedium dar, leider ist aber eine optische Beeinflussung der Insekten nicht auszuschließen. Um diese zu mildern, schlägt der Verfasser die Schwarzfärbung des Gerätes vor. Schwarze Stoffe dürften auf Insekten am neutralsten wirken.

Derzeit existiert sehr wenig Literatur über Vergleiche zwischen Malaisefallen und Lichtfallen. SINCLAIR & SINCLAIR, 1980 weisen auf ihre ineffektiven Ergebnisse mit Malaisefallen hin. Hingegen hält sie HOSKING, 1979 vor allem für Coleopteren aus den Familien Curculionidae, Elateridae und Staphylinidae für bestens geeignet,

ökologisch-faunistische Studien durchzuführen. DUFOUR, der 1980 die Kombination von Malaise- und Lichtfallen vorstellte, erwähnt die besondere Fängigkeit des Gerätes für Tipuliden (Diptera).

Vergleich: Lichtfalle – Saugfalle

Der Vergleich zwischen Lichtfalle und Saugfalle ist besonders interessant, da einander zwei völlig gegensätzliche Fangprinzipien gegenüberstehen. Während die Lichtfalle von dem „attraktiven“ Medium Licht profitiert, besitzt die Saugfalle kein derartiges Anlockmittel. Saugfallen sind vom Prinzip her bestens geeignet, um unbeflügelte, natürliche Aktivitätsrhythmen festzustellen. Alle jene Insekten, die sich in einem bestimmten Wirkungskreis aufhalten, werden beim zufälligen Überqueren des Sammeltrichters durch den Sog eines Ventilators angesaugt. Der Nachteil des Gerätes besteht in der geringen Fangleistung selbst, da im Regelfall kein Ventilator betrieben werden kann, der einen meterhohen Luftraum erfaßt. So ist die durch die Falle kontrollierte Luftsäule ziemlich klein. Flugstarke und in größerer Entfernung von der Saugfalle fliegende Insekten werden nicht gefangen. Die Anwendbarkeit beschränkt sich normalerweise auf kleine, flugschwache Insekten, wie Nematoceren u. ä.

Einer der Hauptvorwürfe, der gegen Lichtfallen erhoben wird, ist die verzerrte Darstellung von Insektenaktivitäten. Manche Autoren äußern die Befürchtung, daß das Attraktionsmedium Licht eine völlige Verfälschung der natürlichen Flugperiode nach sich zieht und daher eine ökologische und phänologische Auswertung von Lichtfallenmaterial von vorne herein falsche Eindrücke liefern muß. Mit dem „Kontrollmechanismus“ Saugfalle kann man die Frage nach der Interpretierbarkeit von Lichtfallendaten näher unter die Lupe nehmen. Von vergleichenden Untersuchungen Lichtfalle versus Saugfalle sind interessante Aspekte zur Klärung dieser Fragestellungen zu erwarten.

Folgende Arbeiten nehmen zu dem genannten Problembereich Stellung:

Die bereits mehrfach angeführte Arbeit von SINCLAIR & SINCLAIR, 1980 setzt Saugfallen zur Dokumentation der Aktivität der schädlichen Microlepidoptere *Cryptophlebia ombrodelta* (LOWER) (Tortricidae) mit Erfolg ein.

Eine interessante Übereinstimmung in der Ermittlung der nächtlichen Flugzeit bei ♂♂ einer *Pectinophora* BUSCK-Art (Gelechiidae) konnten VAN STEENWYK et al., 1978 erzielen. Sowohl Licht- und Saugfallen als auch Pheromonfallen ergaben eine spätere nächtliche Flugzeit der ♂♂ als der ♀♀, und zwar etwa ab 0^h bis 4^h. Die gute Übereinstimmung von drei unabhängigen Sammelmethode weist darauf hin, daß es sich bei den ermittelten Werten um die natürlichen Aktivitätsdaten handelt.

Ein weiteres, interessantes Problem ist das des Geschlechterverhältnisses in Fallen. Am Licht überwiegen bei vielen Insektenarten die männlichen Tiere. Dies wird durch die verschiedene Anlockbarkeit durch Licht begründet. Den Beweis, daß der natürliche Sexualindex in freilebenden Populationen etwa 1 : 1 beträgt, leitet man aus Zuchtversuchen ab. In der Natur könnte eine sehr starke, bisher nicht berücksichtigte Auslese eine deutliche Verschiebung in Richtung männlichen Geschlechts bewirken. Es bietet sich daher die Saugfalle als neutrale Sammeltechnik für eine Überprüfung an. Aus den unzähligen Saugfallenuntersuchungen zu der Thematik des Sexualindex sei die Arbeit von VAN STEENWYK et al., 1978 genannt. Bei der untersuchten Gelechiiden-Art stellte sich ein Index von etwa 50 : 50 = ♂ : ♀, mit einem leichten Überwiegen der männlichen Seite, ein. Für die Gruppe der Heteroptera setzt sich SOUTHWOOD, 1960 sehr ausführlich mit dem Geschlechterverhältnis auseinander. Seine Arbeit ist deshalb so bemerkenswert, weil er bei Miriden ein deutliches Überwiegen der ♂♂ in nächtlich betriebenen Saugfallen verzeichnet. Ein Ergebnis, das sehr dem von Lichtfallen ähnelt. Saugfallenfänge während des Tageslichts ergeben dies

bezüglich ein ganz anderes Bild, nämlich ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis. Diese Erfahrung zeigt, daß die Interpretierung von Saugfallenfängen sehr exakt durchdacht werden muß.

Tritt eine Insektengruppe oder ein bestimmtes Geschlecht gar nicht oder nur sehr selten in Saugfallen auf, so können dafür mehrere Ursachen maßgeblich sein:

- 1) Das Insekt ist während des Untersuchungszeitraumes tatsächlich nicht aktiv.
- 2) Das Insekt ist aktiv, aber zu schnell oder zu kräftig, um von einer Saugfalle erfaßt zu werden.
- 3) Das Insekt ist aktiv, aber seine spezielle Verhaltensweise verhindert das Gefangenwerden (z. B. Individuen schwärmen in großer Höhe oder knapp über dem Erdboden).

Heteropteren, speziell Miriden, sind relativ gut geeignet für einen Vergleich zwischen Lichtfalle und Saugfalle, da einerseits eine starke Anziehung durch Licht gegeben ist, andererseits der weiche, schwache Flug einen Fang im Luftstrom der Saugfalle begünstigt.

Mit dem Lichtfallen-Saugfallen-Vergleich bei Trichopteren beschäftigt sich CRICHTON, 1965. Die Saugfalle weist hier eine sehr schlechte Bilanz gegenüber dem Licht auf. Sowohl was die Artenzahl als auch die Stückzahl betrifft, sind die Ergebnisse der Saugfalle relativ schwächer. Offenbar ist das Flugverhalten und die Dispersion nicht geeignet, um Trichopteren in repräsentativem Ausmaß durch Saugfallen zu dokumentieren. Die Anlockung durch Licht scheint für Trichopteren äußerst intensiv zu sein.

Bemerkenswert ist die Arbeit von TAYLOR & CARTER, 1961, die einen Vergleich zwischen einer Rothamsted Lichtfalle und mehreren Saugfallen durchführt. Der Artikel untersucht in erster Linie Aktivitäten von Nachtfaltern und mißt den Saugfallenaufsammlungen große Bedeutung bei. Wie aus den Sammelprotokollen der beiden Autoren hervorgeht, wurden im Verlauf monatelanger Aufsammlungen nur 2 Nachtfalterarten in größerer Zahl in der Saugfalle nachgewiesen, nämlich *Amphipyra tragopoginis* (CL., 1759), die in 355 (!) Stück gefangen wurde und *Agrochola lychnidis* (DEN. & SCHIFF., 1775). Alle anderen wurden in weniger als 30, die weitaus meisten Arten sogar in weniger als 5 (!) Stück Gesamtfang erbeutet. Die Autoren des Artikels vertreten die Auffassung, daß „9 zufällig gefangene Individuen mehr Aussagekraft hätten, als hunderte artifiziell beeinflusste“ und wollen damit ausdrücken, daß die wenigen, nicht durch ein Attraktionsmedium gefangenen Tiere, ein besseres Bild von den tatsächlichen Aktivitätsverhältnissen abgeben, als die umfangreicheren Lichtfallendaten. Drei Faktoren wurden bei der Arbeit von TAYLOR & CARTER, 1961 unberücksichtigt gelassen. Erstens ermöglicht der Fang von einigen wenigen Exemplaren prinzipiell keine Aussage. Die statistische Behandlung so geringer Mengen ist ein Fehler, da im Wesen der Interpretation statistisch gewonnener Daten von einer genügend großen Ausgangsmenge ausgegangen werden muß. Rechnet man mit derart kleinen Zahlen, so müßte eine entsprechend hohe Irrtumswahrscheinlichkeit mitberücksichtigt werden. Zweitens gilt es zu erkennen, daß die geringen Zahlen auf eine mangelnde Fängigkeit der Saugfallen für Großschmetterlinge hinweist. Zwar gibt die Saugfalle theoretisch ein objektives Bild von der natürlichen Aktivität, aber nur dann, wenn die Tiere in Relation zu ihrer tatsächlichen Populationsdichte in die Falle gelangen. Nachtfalter sind, wie bereits ausführlich dargelegt, viel zu kräftige Flieger, als daß sie regelmäßig vom Sog der Saugfalle erfaßt werden könnten. Der Saugfallenfang eines Großschmetterlings ist also eher die Ausnahme als die Regel. Von der geringen Menge an Nachtfaltern in Saugfallen auf sehr geringe Populationsdichten am Untersuchungsort schließen zu wollen, ist zweifellos unzulässig. Und drittens müssen auch Massenfänge kritischer beleuchtet werden.

Einzelne Massenfänge haben meist artifiziellen Charakter und sollten nicht als

Grundlage für populationsdynamische Theorien dienen. Das Beispiel der Arbeit von TAYLOR & CARTER, 1961 zeigt die Schwierigkeiten bei der Beurteilung und Interpretation von Licht- und Saugfallenfängen.

Zusammenfassung

Die vergleichende Lichtfangforschung untersucht durch methodischen Vergleich die Wertigkeit und Aussagekraft des Lichtfanges in der Entomologie. Der vorliegende Beitrag gibt eine kritische Darstellung der beiden Methoden des vergleichenden Lichtfanges: Simultanmethode und Rotationsmethode. Die Vorteile der Rotationsmethode werden ausführlich erläutert. Anhand umfangreichen Literaturmaterials vergleicht der Autor den Lichtfang mit anderen in der Ökologie gebräuchlichen Sammelmethoden.

Summary

The comparative light-catching-research is treating the value of light-catching-techniques in the entomological research by using methodical comparison. A critical review of the two methods used in comparative light-trapping, the joint-method and the rotation method, is given. The rotation-method proved to be more useful. Based on a concise bibliography the present paper discusses the light-trapping-method in comparison with other entomological collecting techniques.

Резюме

В рамках исследований по сравнительному лову на свет при помощи методического сравнения изучены значение и результативность лова на свет в области энтомологии. В данной статье критически рассматриваются оба метода сравнительного лова на свет: симультанный метод и ротационного метода. На основе многочисленных литературных данных автор сравнивает лов на свет с другими принятыми в области экологии методами сбора.

Literatur

- ADKIN, R.: The relative attractiveness of various kinds of light for moths. — In: The Entomologist **56** (1923). — S. 43—44.
- AMMAR, E. D.: A light trap method for catching only smaller insects, and its efficiency in catching certain groups compared with a sweeping net. — In: Z. ang. Ent. — Berlin (W.) **79** (1975). — S. 104—109.
- BADAWI, A. I., ISS-HAK, R. R. & MAHMOUD, A. A.: A comparative study on the efficiency of pheromone and light traps in catching male moths of the cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis* (BOISD.), in Egypt. — In: Res. Bull. Fac. Agric., Ain Shams Univ. — Cairo no. 1390 (1980). — 13 S.
- BALOGH, J.: Lebensgemeinschaften der Landtiere. Ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoologischen Arbeitsmethoden. — Budapest und Berlin, 1958. — 560 S.
- BELTON, P. & PUCAT, A., 1967: A comparison of different lights in traps for Ceratopogonidae (Diptera). — In: Can. Ent. — Ottawa **99** (1967). — S. 267—272.
- CANTELO, W. W. & JACOBSON, M.: Phenylacetaldehyde attracts moths to bladder flower and to blacklight-traps. — In: Env. Ent. — College Park **8** (1979). — S. 444—447.
- CLEVE, K.: Der Anflug der Nachtschmetterlinge an das Licht und an den Köder. — In: Ent. Z. — Stuttgart **81** (1971). — S. 121—136.
- CRICHTON, M. I.: Observations on captures of Trichoptera in suction- and light traps near Reading. Berkshire. — In: Proc. R. ent. Soc. London (A) **40** (1965). — S. 101—108.
- DÖBRÖSSY, I. & KESZWI, I.: Prognose des bekreuzten Traubenwicklers mit Hilfe verschiedener Methoden. — In: Növényvédelem. — Budapest **13** (1977). — S. 79—81.
- DUFOUR, C.: A new light trap for the capture of Tipulidae and other Diptera Nematocera: an illuminated 'Malaise' tent. — In: Mitt. schweiz. ent. Ges. — Zürich **53** (1980). — S. 313—320.
- ESBJERG, P., PHILIPSEN, H. & ZETHNER, O.: Monitoring of flight periods of *Agrotis segetum* using

- sex traps baited with virgin females. — In: Tidskr. Planteav. — Kobenhavn 84 (1980). — S. 387—397.
- FIOBL, B. J., FRYER, G. R. & MCKOY, M.: Trapping European chafers (*Amphimallon majalis*; Coleoptera: Scarabaeidae): sticky plastic sheet vs. blacklight trap. — In: J. Econ. Ent. — Menasha 66 (1973). — S. 1225—1226.
- FROST, S. W.: Response of insects to black and white light. — In: J. Econ. Ent. — Menasha 47 (1954). — S. 275—278.
- , Responses of insects to ultraviolet lights. — In: J. Econ. Ent. — Menasha 48 (1955). — S. 155—156.
- , The insect repellent lamp? — In: Ent. News. — Philadelphia 67 (1956). — S. 261—263.
- HARTSTACK, A. W. jr., HOLLINGSWORTH, J. P., WITZ, J. A. & BUCK, D. R.: Relation of tobacco budworm catches in pheromone baited traps to field populations. — In: Southwest. Ent. 3 (1978). — S. 43—51.
- HOSKING, G. P.: Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. — In: N. Z. Ent. — Wellington 7 (1979). — S. 87—92.
- HOSNY, M. N., NASR, E. S. A. & EL-SHAFEI, S. M.: Catches of *Spodoptera littoralis* (BOISD.) male moths in light and pheromone traps in the delta and in Middle Egypt. — In: Plant Prot. Dept., Fac. Agr. Ain Shams Univ., Cairo (1980). — S. 1—6.
- HOWELL, J. F.: Codling moth blacklight trapping and comparisons with fermenting melasses bait and sex pheromone traps. — In: Agric. Res. Serv., US. Dept. Agr. — Washington (1981). — 314 S.
- KENNEDY, G. G. & ANDERSON, T. E.: European corn borer trapping in North Carolina with various sex pheromone component blends. — In: J. Econ. Ent. — Menasha 73 (1980). — S. 642—646.
- KERESZTESI, I.: Use of „scent traps“ for observing seasonal flight period of tortricids in apple orchards. — In: Plant. Prot. Stat. Szabolos-Szatmár Co. (1978). — S. 215—220.
- LITTLEWOOD, F.: Attractiveness of electric light for moths. — In: The Entomologist. — 55 (1922). — S. 90.
- LÖDL, M.: Kritische Darstellung des Lichtfanges, seiner Methoden und seine Bedeutung für die ökologisch-faunistische Entomologie. — 1984. — Band 1 (Text) 244 S., Band 2 (Literatur) 157 S. — Wien Univ., Formal-Naturwiss. Fak., Dissertation.
- , Die Bedeutung des Lichtfanges in der zoologischen Forschung. — In: Beitr. Ent. — Berlin 37 (1987). — S. 29—33.
- MALICKY, H.: Freilandversuche an Lepidopterenpopulationen mit Hilfe der JERMY'schen Lichtfalle mit Diskussion biozöologischer Gesichtspunkte. — In: Z. angew. Ent. — Berlin (W.) 56 (1965). — S. 358—377.
- NASR WISSA, N. H.: Field evaluation of sex pheromone traps and ultraviolet light traps in attracting male moths of *Spodoptera littoralis* (BOISD.). — In: Agric. Res. Rev. — Dokki 56 (1978). — S. 1—8.
- NASR, E. S. A., KHATTAB, A. A. S. & EL-SHAFEI, S. M.: A comparison of light and pheromone traps catches of *Spodoptera littoralis* in Egypt. — In: Plant Prot. Inst. — Dokki 24 (1978). — S. 290—293.
- ROBINSON, H. S. & ROBINSON, P. J. M.: Some notes on the observed behaviour of Lepidoptera in flight in the vicinity of light sources together with a description of a light trap designed to take entomological samples. — In: Ent. Gaz. — Faringdon 1 (1950). — S. 3—20.
- SINCLAIR, E. R. & SINCLAIR, P.: Trapping adult macadamia nut borer *Cryptophlebia ombrodelta* (LOWER) (Lep., Tortricidae). — In: J. Austr. Ent. Soc. — Brisbane 19 (1980). — S. 211 bis 216.
- SOUTHWOOD, T. R. E. & JOHNSON, C. G.: The flight activity of Heteroptera. — In: Trans. R. ent. Soc. — London 112 (1960). — S. 173—220.
- STECK, W., CHISHOLM, M. D., UNDERHILL, E. W. & PETERS, C. C.: Optimized conditions for sex attractant trapping of male redback cutworm moths, *Euxoa ochrogaster* (GUENÉE). — In: J. Chem. Ecol. — 6 (1980). — S. 585—591.
- TAYLOR, L. R. & CARTER, C. I.: The analysis of numbers and distribution in an aerial population of Macrolepidoptera. — In: Trans. R. ent. Soc. — London 113 (1961). — S. 369—386.
- THAL, J.: Zur Wirkung von Sexualpheromonen der Kartoffelmotte, *Phthorimea operculella* ZELLER (Lep., Gelechiidae) im Vergleich mit verschiedenen Lichtfallen. — In: Anz. Schädlingskde., Pfl.sch., Umweltsch. — Berlin (W.) 51 (1978). — S. 107—109.

- VAN STEENWYK, N. A., BALLMER, G. R. & REYNOLDS, H. T.: Nocturnal trap catches of the pink bollworm. — In: *Ann. Ent. Soc. Amer.* — College Park **71** (1978). — S. 354—356.
- 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** (1940a). — S. 227—306.
- , The numbers of insects caught in a light trap at Rothamsted during four years 1933—1937. — In: *Proc. R. ent. Soc.* — London (A) **15** (1940b). — S. 78—80.
- WILLIAMS, C. B., FRENCH, R. A. & HOSNI, M. M.: A second experiment on testing the relative efficiency of insect-traps. — In: *Bull. ent. Res.* — London **46** (1955). — S. 193—204.
- WILLSON, H. R., SEMEL, M., TEBCHERANY, M., PROSTAK, D. J. & HILL, A. S.: Evaluation of sex attractant and blacklight traps for monitoring black cutworm and variegated cutworm. — In: *J. Econ. Ent.* — Menasha **74** (1981). — S. 517—519.
- ZOLOTOV, L. A.: Light-traps — a progressive means of counting insect pests. — In: *Zashchita Rastenii.* — Moskva (1979) **6**. — S. 40—41.