

Methoden zum Lichtfang von Nachtfaltern

von Alfons Krismann

1. Einleitung

Vielerorts als schmutzige und schädliche Motten beschimpft, zählen Nachtfalter allgemein zu den verpönten oder zumindest unattraktiven Insektengruppen. Wer sich aber in einer warmen Sommernacht die Zeit nimmt, eine beleuchtete Hauswand nach Nachtfaltern abzusuchen, wird über die unerwartete Schönheit in bezug auf Form, Muster und Farbe dieser heimlich lebenden Tiere erstaunt sein. Selbst in Gegenden, in denen man kaum noch Tagfalter aufspüren kann, ist es kein Problem, hundert oder hunderte von Nachtfalterarten zu finden. Tagfalter gibt es in Deutschland "nur" ca. 200 Arten, dagegen Nachtfalter mit über 2000 Arten, von denen gut die Hälfte zu den sogenannten Kleinschmetterlingen gezählt werden.

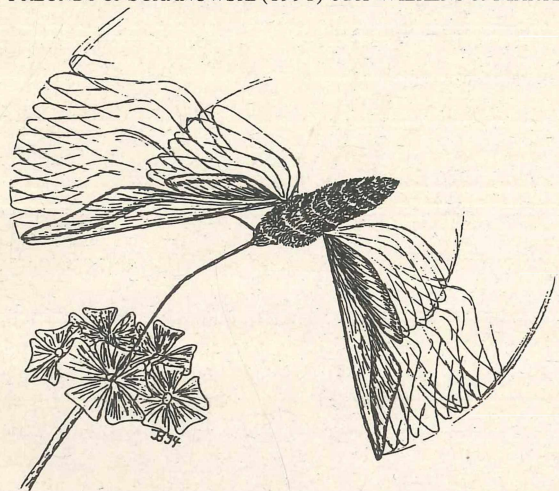
Um den nachtaktiven Schmetterlingen auf die Spur zu kommen, hat man sich in den letzten Jahrzehnten vieles ausgedacht. Die meisten Methoden versuchen mit Licht die Falter anzulocken. Zunächst dienten die Bemühungen nur der Sammlerleidenschaft. Heutzutage erhalten die Nachtfalter immer mehr Bedeutung für die Ökosystemforschung und den angewandten Naturschutz. In dieser Arbeit werden ich versuchen unter Berücksichtigung der biologischen Grundlagen, einen Überblick darüber zu geben, warum und wie man sich mit Nachtfaltern beschäftigt. Zur Verdeutlichung dienen einige Anwendungsbeispiele aus meiner eigenen Lichtfangpraxis. Weitere Teile gehen auf einzelne technische und methodische Probleme bei den verschiedenen Lichtfallen- und Lampentypen ein.

2. Die Geschichte des Lichtfangs

Schon ARISTOTELES (384 - 322 v. Chr.) erwähnte "Wachsmotten", die um Lampen schwirrten. Diese traten schädlich in Bienenstöcken auf. Auch PLINIUS (24 - 79 n. Chr.) machte darauf aufmerksam, dass diese Mottenart (*Galleria mellonella*) zu Lampen fliegt, die man vor die Bienenstöcke stellt, um die Bienen von diesem Schädling zu befreien. Die erste Anwendung des "Lichtfanges" war also eine heutzutage ziemlich umstrittene, nämlich die "Schädlings"bekämpfung. Bis

in die heutige Zeit wird versucht, mittels Lichtfallen schädlich auftretende Nachtfalter zu kontrollieren. Beispiellos ist das Lichtfallennetz von Ungarn (s. z. B. JERMY 1974). Man hatte allerdings bald erkannt, dass auf diese Weise keine Massenvermehrungen bekämpft werden konnten. Allerdings liefern Dauerlichtfallennetze wertvolle diagnostische Hinweise auf solche.

Die erste negative Wirkung der während der industriellen Revolution eingeführten Elektrizität stellte ROSCH (1892) fest. Er beobachtete, dass die Haarstrangwurzeule (*Gortyna borelii*) die neu eingeführten, elektrischen Straßenlaternen in Massen anflug und zu Tode kam. In den nächsten Jahren war die Art verschwunden. Wer sich über die schädlichen Folgen unserer "Lichtunkultur" auf die Insektenwelt interessiert, lese bei BAUER (1993), SCHMIEDEL (1992), FREUNDT & SCHANOWSKI (1991) oder WILKENS & MARTENS (1988) nach.



Schon im letzten Jahrhundert begann man, Lichtfang zu betreiben, allerdings fast nur zu Sammelzwecken. Zunächst waren es einfache Petroleumlampen, die ein weißes Laken anleuchteten, später kam die berühmte Petromax-Hochdrucklampe auf (Abb. 1), die z. T. heute noch im Gebirge in Gebrauch ist (mit Petroleum

oder Diesel zu betreiben). Die Fangergebnisse sind nach meinen Erfahrungen aber nicht zu vergleichen mit Leuchtstoffröhren. Für Eupitheciiden (Blütenspanner) scheint sie als Ergänzung nicht schlecht zu sein.

Ebenso bekannt wurde die Einführung der Quecksilberdampflampen (125, 250 oder 500 Watt) in den Vierziger Jahren und wenig später die der Mischlichtbirnen (160 Watt) (JALAS 1960). Sie werden heute noch gerne verwendet, sind aber abhängig vom Stromnetz oder einem Benzengenerator.

Erste vergleichende Untersuchungen machte ADKIN (1923). Bahnbrechend für die ökologische Nachtfalterforschung waren wenig später die umfangreichen Arbeiten von WILLIAMS ab den Dreißiger Jahren. Mit der Rothamsted (Vorort von London)-Lichtfalle, deren Vorläufer WILLIAMS bereits 1923 für die

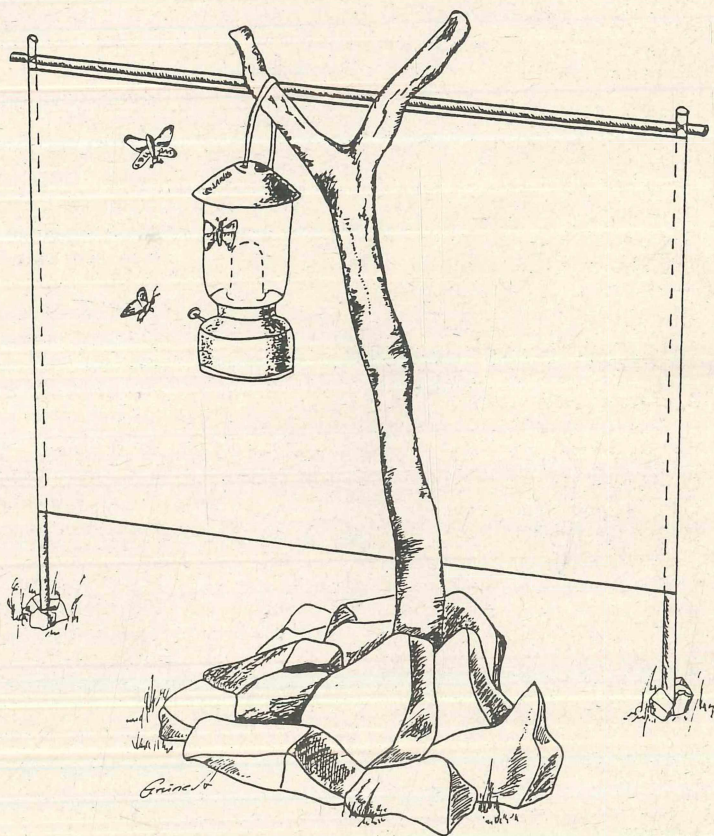


Abb. 1: Petromax-Lampe mit Leuchtturm (verändert nach KOCH 1984)

ägyptische Wüste konstruierte, wurde die erste halbautomatische Falle entwickelt (Abb. 2).

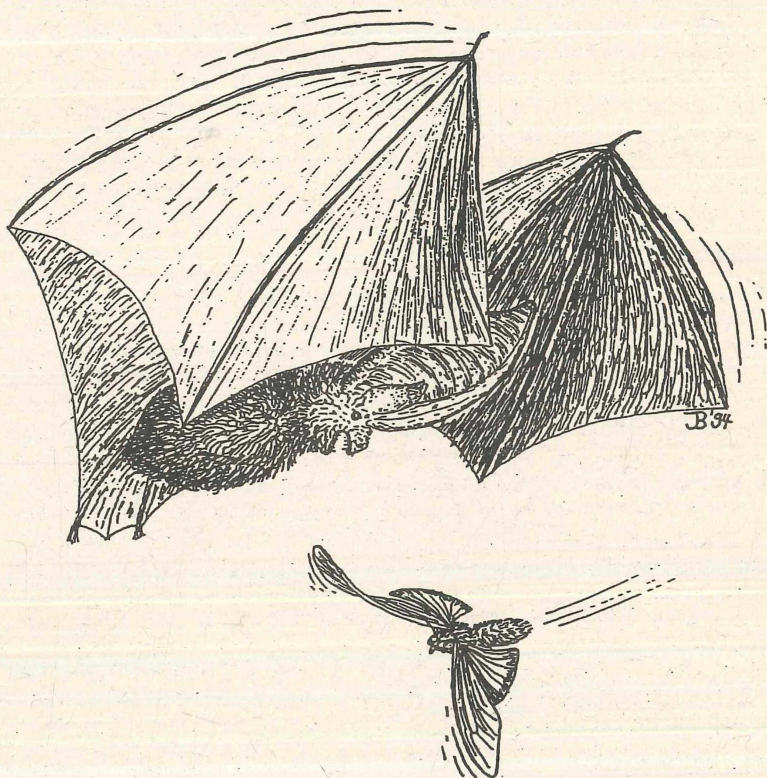
Die Konstruktion war nicht ideal, da die Falter nur von einer Seite in die Falle gelangen konnten. In den vierziger Jahren vervollkommnete WILLIAMS diese Falle. Es folgte in diesem Zeitraum und in den fünfziger Jahren die Einführung der Minnesota- (Abb. 4), Pennsylvania- und Jersey-Falle (FROST 1957), die bis heute in Abwandlungen in Betrieb sind, und im gleichen Zeitraum die Einführung von UV-Lampen. (Die Jersey- und die "New Jersey-Falle" wurde v.a. für den Fang von Moskitos benützt.) Damit stand ein Großteil der heute benützten Anlagen zur Verfügung. Allein im Zeitraum von 1946 bis 1956 gab es 50 verschiedene Lichtfallentypen. Die meisten entpuppten sich aber nur als teure Modifikationen, die nichts bringen bzw. sogar den Falterfang reduzierten (FROST 1957). Ebenfalls in den fünfziger Jahre konstruierte KOCH den sogenannten "Leuchtturm" (Abb. 5). Diese "Großanlage" ist bis heute rege im Gebrauch. Neueren Datums sind Transmissions-Bodenlichtfallen für ökologische Fragestellungen. Diese Fallen sollen einen Anlockbereich von wenigen Metern besitzen, damit nur Falter aus dem jeweiligen Biotop gefangen werden (SOMMER & MEYER 1978, KRISMANN 1996a).

3. Warum, wann und wie fliegen Nachtfalter ans Licht?

Frühere Erklärungsversuche erscheinen uns heute skurril. So vermutete man (s. MARTEN 1956), dass der Lichtsinn der Nachtfalter in den Fühler säße und erklärte damit das Phänomen, dass mehr Männchen als Weibchen ans Licht fliegen (Männchen. haben i. d. R. größere Fühler! Diese dienen aber der Pheromonrezeption.). Marten beschrieb aber auch als einer der ersten eine positive Phototaxis, d. h. die Falter besäßen "instinktiv" eine Neigung, sich zum Licht hinzubewegen. KOCH (1950, 1955) spricht mit ähnlichem Sinn von "heliophilen" Insekten und MALICKY (1965) ebenfalls von Insekten mit positiver Phototaxis. Im Gegensatz dazu nennt KURTZE (1974) die Nachtfalter negativ phototaktisch. In neueren Untersuchungen stellte sich heraus, dass sowohl negative als auch positive Phototaxis beim Anflug ans Licht zu beobachten ist. Wie bei anderen Insektengruppen entdeckte man später (z. B. BAKER 1978), dass auch Schmetterlinge über eine Lichtkompaßorientierung (Menotaxis) verfügen, d. h. sie halten während des Fluges einen bestimmten Winkel zu einem Himmelskörper ein. Ist der Winkel kleiner als 90°, bewegen sich die Falter in Spiralen auf die Lichtquelle zu, liegt der Winkel zwischen 90 und 180°, bewegen sie sich von der Lichtquelle weg (s. SCHMIEDEL 1992).

Nachtfalter besitzen eine andere spektrale Empfindlichkeit als wir Menschen. HAMDORF et al. (1972) wiesen einen UV-Sehfarbstoff bei den Faltern nach, den wir Menschen nicht besitzen. Sie könne daher Licht mit Wellenlängen von 330 bis über 800 nm "sehen". Das Maximum der Empfindlichkeit liegt bei 410 nm

(CLEVE 1964). CALLAHAN (1965) zeigte sogar, daß Nachtfalter auch Infrarot-Strahlung im Bereich von 9 bis 10 μm wahrnehmen und darauf reagieren. Die Orientierung bei "völliger" Dunkelheit könnte also wesentlich komplexer sein als bei uns Menschen. Nachtfalter besitzen ein sogenanntes Superpositionsauge. Während des Tages lagern sie Pigmente in ihre Ocellenaugen. Nachts werden diese zurückverlagert, d. h. mehr Licht fällt durch das Auge. Bei der Hausmutter (*Noctua pronuba*) wies man nach, daß diese Tiere noch eine Helligkeit von nur 0.000025 Lux bei farbigem Licht unter 600 nm registrieren. Das entspricht ungefähr einem Hundertstel der Helligkeit eines mondlosen Himmels (in FREUNDT & SCHANOWSKI 1991)!



Am Beispiel von *Agrotis exclamationis*, der Gemeinen Graseule, zeigte BAKER (1987), dass Nachtfalter das geomagnetische Feld zur Eichung ihres Mondkompasses benutzen. *A. exclamationis* fliegt i. d. R. ca. 90° zum Mond-Azimut.

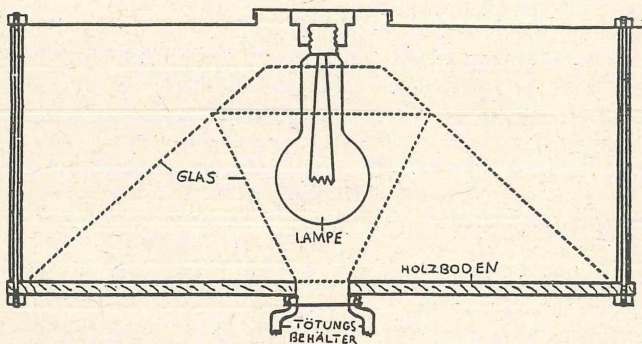


Abb. 2: Rothamsted-Lichtfalle (aus WILLIAMS, FRENCH & HOSBI 1954)

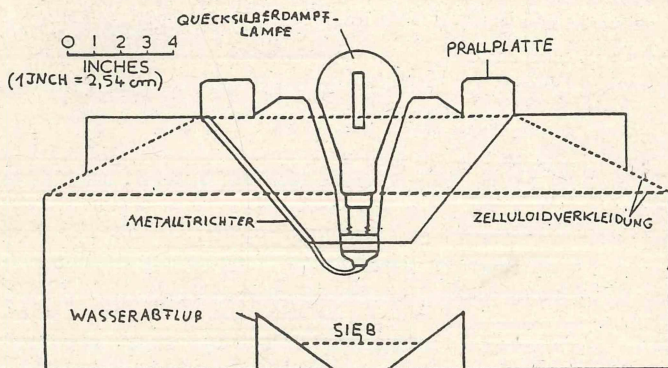


Abb. 3: Robinson-Lichtfalle (aus WILLIAMS, FRENCH & HOSBI 1954)

Schon BAKER & SADOVY (1978) postulierten, daß die Falter die Lichtfalle mit dem Mond verwechselten und zum Mond einen fixen Winkel einhielten (Dieselben Autoren halten auch eine Orientierung anhand der hellsten Sterne für möglich). Damit könnte man die Spiralfüge um die Lampe erklären. HSIAO (1972) teilt den Anflug eines Falters ans Licht in eine Nah- und in eine Fernphase auf. Seine "Machband-Theorie" geht davon aus, daß positive Phototaxis in negative umschlägt und der Falter daher in der Nähe der Lampe versucht in den dunkelsten Raum zu fliegen. Das ist nach dem Prinzip der lateralen Hemmung (Kontrastverschärfung) der Raum direkt neben der Lampe. Man kann damit ebenfalls spiralförmige Taumelbewegungen um die Lampe erklären. Warum setzen sich dann aber die Falter mit Vorliebe auf weiße Laken oder direkt auf die Lampe? Wer Lichtfang betreibt, weiß aber, daß sich die Falter auf die verschiedenste Art und Weise einer Falle nähern können oder sich auch wieder von dieser entfernen. MCGEACHIE (1988) unterteilte die Anflüge in drei Gruppen: Neuankömmlinge, die direkt auf die Lampe zusteuern, Vorbeiflieger und lokale Flieger (bzw. Flüge). Ca. 80 % aller mit einer Videokamera gefilmten Flüge führten nicht in die Falle! Das unterschiedliche Anflugverhalten erklärte MCGEACHIE auf eine sehr interessante Weise. HAMDORF & HOGLUND (1981) hatten nachgewiesen, daß sich bei Blendung mit UV-Licht bei einigen Nachtfalterarten die Pigmentverlagerung, d. h. die Anpassung an das helle Licht, innerhalb von 30 bis 60 Sekunden vollzieht (Damit wird eine weitere simple Blendungstheorie von SCHACHT & WITT (1986) widerlegt). MCGEACHIE vermutet, daß die Geschwindigkeit dieser Pigmentverschiebung dafür verantwortlich ist, ob ein Falter in die Falle geht oder nicht. Zunächst ist der Falter geblendet und taucht ins Gras ab. Wenig später hat sich der Falter an die neuen Lichtverhältnisse angepaßt und sieht folglich wie wir Menschen nur noch das Licht der Lampe. Daher könne dieser nur noch auf dieses Licht zufliegen. Falls ein Falter öfters anfliegt und immer wieder erneut geblendet wird ("lokale Flüge") kann das Insekt sich abwenden und die Lichtquelle verlassen. Falter, die sich schnell an die neuen Lichtverhältnisse anpassen können, fliegen eventuell direkt in die Falle. Meiner Ansicht erklärt diese neue Theorie längs noch nicht alle Phänomene. Z. B. fliegen manche Falter schnurgerade an einer Lichtfalle vorbei. Sie bietet allerdings einige neue Ansatzpunkte. So müßte nach dieser Theorie auch wichtig sein, wie schnell ein Falter die Lichtquelle anfliegt. Gerade Spanner und Kleinschmetterlinge fliegen deutlich langsamer als Eulen oder gar Schwärmer. Das könnte bedeuten, daß die Anpassung an die hellen Lichtverhältnisse schon während des Anfluges erfolgt und die Tiere sich daher weiter entfernt von der Lichtquelle in Gras setzen und nie bis zur Falle gelangen. Bei Helligkeit (tagsüber) sind die Falter ruhig und es könnte sein, daß diese schwachflügigen Arten inaktiv im Gras sitzen bleiben. Das würde zusätzlich den relativ geringeren Anteil von Spanner und Kleinschmetterlingen am Licht erklären. Auch Eulenarten werden meistens nach einiger Zeit ruhig, selbst wenn sie direkt neben der Lampe sitzen.

Nicht nur die Wellenlänge des benutzten Lichtes und die Stärke (Lumen), sondern auch die Oberflächenhelligkeit (Lumen/cm²; ROBINSON & ROBINSON 1950) und der Durchmesser der Leuchtquelle spielen eine wichtige Rolle bei der Anlockung von Insekten (Zusammenfassung bei SCHMIEDEL 1992).

Unter den Nachtfaltern fliegen genau wie bei den Köcherfliegen (Trichoptera) weit mehr Männchen als Weibchen Licht an. Bei den Sphingiden (Schwärmern) und Notodontiden (Zahnspinnern) findet man nur sehr selten Weibchen am Licht (Zusammenfassung bei KURTZE 1974). Bei den meisten Nachtfaltergruppen bewegt sich das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen zwischen 20 : 1 und 1,2 : 1. Die Ursachen dafür sind entweder die geringere Attraktivität des Lichtes für die Weibchen oder deren geringere Flugaktivität oder die vollständige Flugunfähigkeit der Weibchen (NOVAK 1974).

Am Licht findet man nicht die natürliche Verteilung der Nachtfaltergruppen. Dominierend sind Noctuiden (Eulenfalter) mit über 50 % der Anflüge (KURTZE 1974, MEINEKE 1984).

Nachtfalter zeigen zwei deutliche Aktivitätsphasen: die erste findet nach der Dämmerung statt und dient der Nahrungsaufnahme, die zweite, die der Fortpflanzung dient, ca. zwischen 23.00 und 1.00 Uhr (differenzierter Aktivitätsverlauf bei HOWLADER & GERBER 1986). Dieser circadiane Aktivitätszyklus ist nach diesen und anderen Autoren endogen bedingt (u. a. WILLIAMS 1935, BÜNNING 1963 oder SCHAL & CARDÉ, 1986), d. h. durch eine innere biologische Uhr gesteuert.

Die Hauptanflugzeit liegt zwischen zwei und vier Stunden nach Sonnenuntergang. Die Hespialiden (Wurzelbohrer) fliegen allerdings nur bis ca. 1,5 Stunden nach Sonnenuntergang. Bei Temperaturen unter 10° Celsius setzt v. a. bei Geometriden (Spannern) der Anflug bis zu 1,5 Stunden früher ein (Zusammenfassung bei KURTZE 1974).

Bei einigen sommeraktiven Eulenfaltern wurde im Labor nachgewiesen, daß die Flugaktivität erst unterhalb von fünf Lux einsetzte. Oberhalb von 15 Lux waren die Tiere inaktiv (KURTZE 1974). Die Flugaktivität setzt bei Bewölkung im Gegensatz zu unbedecktem Himmel im Schnitt um ca. zehn Minuten früher ein (KURTZE 1974).

Der Nachtfalteranflug findet i. d. R. erst ab 10 bis 15° Celsius in nennenswerter Menge statt. Optimal sind Temperaturen über 18° Grad. Allerdings gibt es einige Arten, die auch bei Frost fliegen und sogar höhere Temperaturen meiden, z. B. *Monima*- und *Operophthera*- (Frostspanner-) Arten. Geometriden (Spanner) fliegen eher bei tieferen Temperaturen (KURTZE 1974). Nicht nur die absolute Temperatur, sondern auch der Unterschied zwischen Tag- und Nachttemperatur ist ein wichtiger Faktor für die Stärke des Anfluges (DANIEL 1952).

Entgegen einer weitverbreiteten Ansicht nimmt der Nachtfalteranflug mit der Luftfeuchte nicht signifikant zu. Dagegen ist kurzer feiner Nieselregen förderlich für den Anflug, außer bei sehr kleinen Arten (KURTZE 1974). Bei wandernden Faltern, v. a. im Alpenraum, aber auch in anderen Gebieten, stellten u. a.

AUBERT, AUBERT & PURY (1973) Massenanflüge bei Nebel fest (weniger bei Bodennebel).

Wind stellt einen entscheidenden Faktor für den Anflug ans Licht da. Ab Windstärken von 6 bis 14 m/Sekunden erfolgt kein nennenswerter Anflug von Nachtfaltern mehr (Zusammenfassung bei KURTZE 1974). Das entspricht ziemlich genau der maximalen Fluggeschwindigkeit von Eulen und Schwärmern. Diese erreichen nach DENT & PAWAR (1988) Geschwindigkeiten von 16 und 24 km/h, das entspricht ca. 5 bis 6 m/Sekunden. Kleinschmetterlinge und Spanner sind wesentlich windempfindlicher.

Der meistdiskutierte Faktor in bezug auf die Flugaktivität von Nachtfaltern ist der Mond. In Vollmondnächten (0,4 Lux) gilt der Gesamtanflug als gering. Dämmerungsarten zeigen aber sogar längere Flugzeiten in mondhellen Nächten. Späte Flieger zeichnen sich dagegen durch verkürzte Flugzeiten aus. Der Mond kann zwar die Flugaktivität der Falter modifizieren, sein direkter Einfluß wird aber allgemein überschätzt, v. a. deshalb, weil mondhelle Nächte mit anderen Faktoren kombiniert sind (niedrige Temperatur und relative Luftfeuchte, Zusammenfassung bei KURTZE 1974, WILLIAMS 1936, WILLIAMS & SINGH 1951, PERSSON 1971). Für einzelne Arten wurde allerdings ein deutlicher, negativ linearer Zusammenhang zwischen Anflug und Mondscheinintensität nachgewiesen (ABHJEET & NATH 1991). In neueren Untersuchungen stellte sich heraus, daß verschiedene Nachtfaltergruppen unterschiedlich auf die Mondscheinintensität reagieren. Anhand multipler Regression fand MCGEACHIE (1989), daß Fänge von Eulenfalter unabhängig vom Mondlicht, aber abhängig von Temperatur und Windstärke sind, während Zünsler (Crambinae) sich erstaunlicherweise signifikant unabhängig von der Temperatur verhielten. Einheitliche Ergebnisse liegen bis heute nicht vor. Erwähnt werden soll noch, daß auch die Flughöhe vom Mondschein beeinflußt wird (WILLIAMS 1956, BROWN & TAYLOR 1971). Wenn oben von "Flugaktivität" die Rede war, meinte ich immer nur diejenige Aktivität, die man mit einer Lichtfalle registriert. Eine von den Mondzyklen abhängende reale Flugaktivität der Falter existiert nicht, wie schon WILLIAMS, SINGH & ZIADY 1956 mit Saugfallen nachweisen konnten. Es handelt sich bei den registrierten Zyklen also um ein Artefakt! Die Änderungen in der Flughöhe müssen dagegen nicht auf ein Artefact zurückzuführen sein.

Von der Höhe der Lichtfalle hängt in entscheidenden Maße die maximale Distanz ab, innerhalb der Nachtfalter von einer Falle noch angelockt werden. SOTTHIBANDHU & BAKER (zitiert in BAKER & SADOVY 1978) zeigten z. B., daß bei einer 125 Watt-Mischlichtanlage der Einflußbereich bei 3 m liegt, wenn die Anlage auf 60 cm Höhe aufgestellt wird. Bei einer Höhe von 9 m stellten die Autoren einen Anflug aus 10 bis 17 m fest. Nimmt man die Helligkeit des Mondes als Maßstab, so müßte der Einflußbereich je nach Mondphase (etc.) zwischen 35 und 519 m liegen (BOWDEN & MORRIS 1975, zitiert in BAKER & SADOVY 1978). Einen Radius von 10 m ermittelten AMBRUS & CSÓKA (1992)

bei Wiederfangstudien über den Frostspanner und ebenfalls 10 m MCGEACHIE (1987) mit einer Quecksilberdampfampe. WILLIAMS (1939) stellte bei einer auf einem 10,6 m hohen Dach aufgestellten Lichtfanganlage einen doppelt so hohen Anflug fest, wie bei einer an einer gleichhohen Straßenlaterne aufgehängten. Eine in Bodennähe gestellte Anlage brachte nur ein Sechstel des Fangergebnisses vom Dach. Dieses Verhalten ist wahrscheinlich damit zu erklären, daß die verwendete Lichtfalle fast nur nach oben Licht abstrahlte und somit bei der freihängenden nur hochfliegende Tiere gefangen wurden.

In den obigen Arbeiten wird die Anlockdistanz bestimmt. Diese muß nicht mit der Anflugdistanz identisch sein, die bei herumvagabundierenden Arten viel größer ist. So ermittelten WILKENS & MARTENS (1988) einen Einflugradius von 5 bis 10 km. Diese Werte erhielten sie, indem sie die Standorte der Raupenfraßpflanzen der gefangenen Falter mit dem Lichtfangort verglichen. Ähnliche Ergebnisse ermittelte PRETSCHER (mündl. Mitt.), der in Köln Schilfarten anlockte. Selbst Saugfallen- und Radaruntersuchungen haben bisher keine Einigung über den wirklichen Einflußkreis einer Lichtfanganlage erbracht. Sonstige Faktoren für die Flugaktivität sind die Solar-Aktivität (TSHERHYSHEV 1972), die Jahresrhythmik oder Nahrungsmangel (LARSEN 1943). Die z. T. in gleichlangen Intervallen auftretenden stoßweisen Anflüge von Nachtfalter, aber auch Dipteren (Zweiflügler), könnten eventuell mit den auffallend synchronen Pulsationen des Erdmagnetfelds zusammenhängen (KURTZE 1974). Der Vergleich verschiedener Untersuchungen wird leider erheblich erschwert durch die deutlich unterschiedliche Fängigkeit der Lichtfanganlagen (u. a. MCGEACHIE 1988). Deshalb werden ich im folgenden Abschnitt u. a. detailliert auf den Vergleich verschiedener Lichtfangtechniken eingehen.

4. Die Methodik des Lichtfanges

Der Lichtfang stellt die klassische und effektivste Methode des Nachtfalterfanges dar. Andere Methoden wären der Käscherfang, die Reusenfalle (z. B. mit einem Auto, BARNARD 1979), die Emergenzfalle, der Köderfang, die Pheromonfalle, die Klebfalle, die Malaisefalle oder die Saugfalle. Einige Nachtfaltergruppen, z. B. die Ordensbänder, lassen sich besser mit einem Köder fangen als mit Licht. Allerdings sind bisher alle Arten auch am Licht gefangen worden (LÖDL 1989). Als Ergänzung kann man aber ohne großen Aufwand etwas Honig, Marmelade, weingetränkte Lappen, stinkenden Käse oder eine andere "Zauber Mischung" an die umliegenden Bäume schmieren bzw. hängen und ab und zu während des Lichtfanges kontrollieren. Aufwendigere Ködermethoden können für einzelne Arten deutlich bessere Ergebnisse als Lichtfallen ergeben (MCDONALD & FARROW 1990). Die Saugfallen haben den Ruf besonders objektiv zu sein (z. B. TAYLOR & CARTER 1961). Gute Flieger, wie die Eulenfalter, können sich

aber dieser Falle entziehen und verfälschen daher das angeblich objektive Aktivitätsbild, das dieser Fallentyp erbringen soll. Wer sich über diese Methoden informieren will, dem empfehle ich die Zusammenfassung bei LÖDL (1989) oder die ausführliche Arbeit von MUIRHEAD-THOMSON (1991) bzw. die Arbeit von JUILLET (1963) oder JOHNSON (1950b).

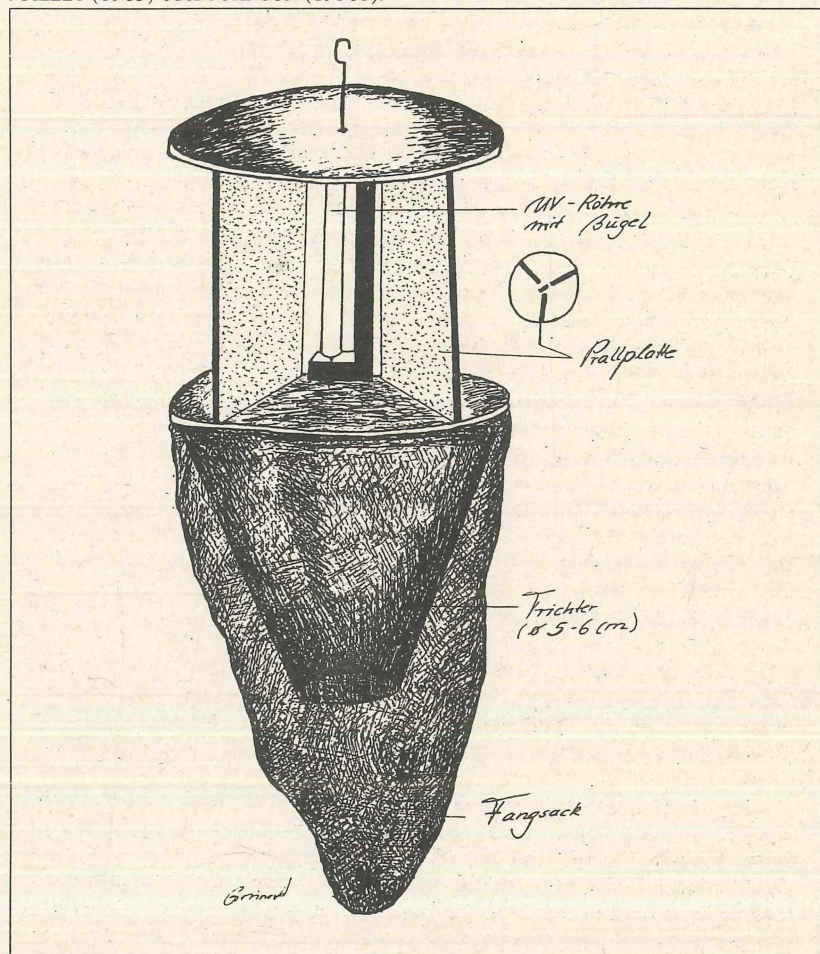


Abb. 4: Minnesota- (bzw. Pennsylvania-) Lebendlichtfalle (verändert nach REICHHOLF, 1984).

Besonders interessant ist die Beschreibung einer kombinierten Saug-Lichtfalle für Moskitos von WILTON & FAY (1972). In diesem Fall ist ein Propeller im Fang-Trichter eingebaut, der die Insekten in den Sack saugt. Mit einer modifizierten Anlage für Schmetterlinge sollte es möglich sein, die Fangdaten von halbautomatischen Fallen denen von betreuten Geräten mit Handabsammlung anzugleichen. Möglich wäre auch der Einbau einer Schaltuhr, die zur Morgendämmerung die Öffnung des Trichters verschließt und so das Entweichen der Falter in der Morgendämmerung verhindert.

Lichtfallen werden sowohl auf dem Land als auch unter Wasser eingesetzt. Zu Land hat sich in erster Linie der persönliche Handfang am Licht durchgesetzt, der bis heute unbestritten die größten Artenzahlen erbringt und großen Erkenntniswert besitzt. Um den Zeit- und Kostenaufwand zu verringern und die Ergebnisse von verschiedenen Orte vergleichbarer zu machen, verwendet man seit ca. 1930 halbautomatische Fallen, bei denen die Falter i. d. R. durch einen Trichter in einen Sack oder einen Tötungsbehälter fallen (s. Abb. 4). Setzt man mehrere Fallen ein, spricht man vom "Vergleichenden Lichtfang". Man unterscheidet zwischen der Simultanmethode, bei der mehrere Geräte in unmittelbarer Nähe aufgestellt werden, und der Rotationsmethode, bei der mehrere Anlagen in größerer Entfernung aufgestellt werden und möglichst jeden Tag von Standort zu Standort rotieren. Ziel dieser Methoden war früher oft, die Effizienz verschiedener Fallentypen miteinander zu vergleichen. In neuerer Zeit macht man sich solche Parallelfänge zu nutzen, um möglichst objektiv faunistisch-ökologische Vergleiche zwischen zwei oder mehreren Biotopen machen zu können (s. u. bei Bioindikation).

Unterwasserfallen werden naturgemäß nicht für Nachtfalter eingesetzt (s. Arbeiten von ENGELMANN). Die Wahl der richtigen Leuchtquelle ist entscheidend für den Fangerfolg. Es wurde beobachtet, dass v. a. superaktinische Leuchtstoffröhre (Blaulicht) zu hohem Nachtfalteranflug führen (u. a. CLEVE 1964). V. a. Quecksilberdampflampen, aber auch Schwarzlicht- und Mischlichtlampen werden gerne benützt. Es gibt zwar viele Untersuchungen über die Effizienz verschiedener Lampentypen (FROST 1953 & 1954, VAN DE POL 1956, CLEVE 1964, MIKKOLA 1972, JERMY 1974, BETTMANN 1987, FREUNDT & SCHANOWSKI 1991, SCHMIEDEL 1992, BAUER 1993), die Ergebnisse sind aber z. T. widersprüchlich. So kommt FROST (1953) zu dem erstaunlichen Ergebnis, dass über alle Insektengruppen gemittelt, weißes Licht (100 Watt) etwas attraktiver ist als Schwarzlicht (100 Watt). Kleinschmetterlinge zeigten allerdings eine hohe Präferenz für Schwarzlicht, während man bei Großschmetterlingen keinen Unterschied erkennen konnte. VAN DE POL (1956) ermittelte dagegen, dass Kleinschmetterlinge kaum angelockt werden durch UV-Licht, Schwärmer (Sphingidae), Zahnspinner (Notodontidae), Bärenspinner (Arctiidae), Eulen (Noctuidae) und Spanner (Geometridae) dagegen stark. JERMY (1974) stellte fest, dass das Anflugverhalten an Lampen mit unterschiedlichem Spektrum art- und jahreszeitspezifisch ist. In einer methodisch nicht ganz einwandfreien Arbeit

ermittelte BETTMANN (1987) die Verteilung von verschiedenen Eulenarten (Noctuidae) an einer UV-Birne und einer superaktinischen Röhre. Ein besonders aus der Reihe fallendes Ergebnis schildert MIKKOLA (1972). Er fand, dass der Adlerfarn-Wurzelbohrer (*Hepialus fusconebulosus*) mit Vorliebe zu gelbem Licht fliegt (Dämmerungsart!). Fast alles was denkbar ist, scheint in der Natur verwirklicht zu sein. In einer Testreihe mit fünf verschiedenen Birnentypen ermittelten BELTON & KEMPSTER (1963) die größte Wirkung bei einer Schwarz- und Weißlicht emittierenden Lampe (Typ: H100 BL38-4 100W Ultraviolett). Eine Kombination verschiedener Lampentypen stellt wahrscheinlich die wirkungsvollste Lösung dar (z. B. 15 bzw. 20 Watt-Weißlichtröhre und je einer entsprechende Blaulicht- und Schwarzlichtröhre). Quecksilberdampflampen sind augenschädlich und sollten nur mit UV-Filter-Sonnenbrillen benutzt werden. Eine Verdopplung des Leuchteffektes bzw. der Watt-Zahl der Birnen führt zu einer ca. 70 %igen Steigerung des Anfluges (CLEVE 1964). Zu starke Lampen können aber auch dazu führen, dass die Falter sich schon einige Meter vor der Anlage im Gras niederlassen. Eine intensive Absuche der Umgebung ist daher sehr zu empfehlen. Erlöschen die Leuchtstoffröhren allmählich, wenn die Batterie leer ist, kommt es nach meiner Erfahrung erstaunlicherweise zu einem kurzfristig verstärkten Anflug (Dämmerungseffekt?).

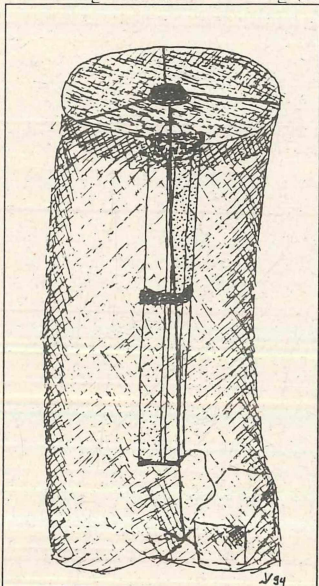


Abb. 5: "Leuchtturm" nach KOCH

An dieser Stelle soll erwähnt werden, dass es eigentlich sinnvoller wäre, den Quanten- bzw. Photonenfluß einer Lichtquelle anzugeben, da die einzelnen Photonen und nicht deren Energie von den Photorezeptoren der Insekten registriert wird (ENDLER 1990). Diese Angaben sind allerdings sehr unüblich.

Am gängigsten sind unter Sammlern sogenannte Großanlagen (Abb. 5). An einem ca. 1,80 m hohem Eisengestell werden drei bis vier 20 oder 15 Watt-Neonröhren mit Weiß-, Blau- und Schwarzlicht aufgehängt. Oben befindet sich ein kreisförmiger Eisenring mit ca. 90 cm Durchmesser, über den ein Gazezylinder gestülpt wird. Statt Gaze kann auch weißer feiner Gardinstoff verwendet werden. Die Fallen werden die ganze Nacht durch oder mindestens vier bis fünf Stunden nach Sonnenuntergang betreut. MEIER (1992) schätzt, dass bereits in den ersten drei Stunden nach Dunkelwerden 80 % der in der Nacht anfliegenden Arten erscheinen. Entweder sammelt man alle Falter ab oder man notiert

nur die verschiedenen Arten. Mittels einer Stirntaschenlampe kann man die Falter gut am GazeNetz betrachten. Falls man die Falter nicht abtöten will, lohnt sich v. a. in warmen Nächten die Zwischenlagerung der Falter in kleinen Schnappdeckelgläschen, die man in eine Kühltasche steckt. Nach ca. 5 bis 10 Minuten haben sich die Tiere beruhigt oder sind durch die Kälte immobilisiert und können so meistens problemlos bestimmt werden (am besten im Lichtschatten mit Stirnleuchte). Eine andere Möglichkeit ist, die Falter kurz in einem Essigätherglas zu betäuben (5 Sekunden bis 1 min) und anschließend zu bestimmen bzw. auf einem Makrostand kurz aufzuspannen und zu fotografieren. Bei schwierigen Gruppen empfiehlt sich aber immer die Abtötung und späteres Aufspannen auf Spannbrettern (s. KOCH 1984). Es erleichtert die Arbeit vor Ort sehr, wenn man zu zweit arbeitet und eine Liste mit den häufigsten Arten vorbereitet hat. Dies ist v. a. sinnvoll, wenn man jeden Anflug mit genauer Uhrzeit aufschreiben will. Der beste Zeitraum für Lichtfang ist Mitte/Ende März (Frühlingspeak), Mitte Mai und Juni bis September mit einem Höhepunkt Ende Juli/Anfang August (u. a. MEIER 1992).

Die Stromversorgung ist das entscheidende technische Problem. Das kostspieligste bei den 100 bis 1000 DM teuren Anlagen ist ein Transformator, der den 12 Volt-Strom von einer Autobatterie auf 220 Volt umstellt. Ein Selbstbau ist schwierig und einfache Transformatoren für 20 Watt-Neonröhren für 20,- DM gehen nach drei- bis fünfmaligen Gebrauch kaputt. Steht ein Stromanschluß zu Verfügung, sollte dieser unbedingt genutzt werden. Mit Autobatterien kann man maximal 100 bis 120 Watt-Neonröhren betreiben. Eine große Autobatterie (150 bis 200,- DM) mit 88 Amperestunden (Ah) kann z. B. eine 80 Watt-Anlage ca. 8 bis 9 Stunden mit voller Lichtleistung betreiben. Eine 45 Ah-Batterie liefert für eine halbautomatische Falle (15 Watt) drei bis vier Nächte lang Strom. Sehr praktisch, weil leicht, sind kleine Motorradbatterien (60 bis 90,- DM) mit 12 bis 16 Ah. Diese genügen gerade um letztens erwähnte Falle eine Nacht lang zu betreiben. Wer Geld sparen will und ein wenig basteln kann, kauft sich vier bis fünf wiederaufladbare 4 Ah-Monobatterien. Die teuerste und nicht ganz umweltfreundliche Methode (ab 1200,- DM), Strom auch für wattstarke Birnentypen zu erhalten, sind mit Benzin zu bereibende Stromgeneratoren. Der Nachteil ist u. a. das große Gewicht solcher Generatoren (ab 8,5 kg, i. d. R. über 20 kg). Halbautomatische Fallen spielen bei ökologischen Fragestellungen und bei kommerziell arbeiteten Büros eine entscheidende Rolle. Man hängt abends die Falle auf und kontrolliert diese in der Morgendämmerung. Fallen mit Dämmerungsschalter schalten sich automatisch in der Abenddämmerung an und in der Morgendämmerung aus. Dabei sollte man die Falle nicht in unmittelbarer Nähe von weißen Wänden aufhängen, da sonst - während der Dämmerung - die Lampe flackern kann.

Die Entwicklung der Robinson-Lichtfalle stellte einen entscheidenden Fortschritt in der Entwicklung von effektiven halbautomatischen Lichtfallen dar (ROBINSON & ROBINSON, 1950; s. Abb. 2). Dieser Typ ist quasi eine umgedrehte Form der

Rothamsted-Falle und ist für Großschmetterlinge laut WILLIAMS (1954) fängiger als ihr Vorgänger. Die Insekten können von allen Seiten anfliegen und fallen durch einen Trichter in den Fangsack bzw. Tötungsglas. Der Einbau von vier kreuzweise stehenden Plastik- oder Plexiglasscheiben um die Neonröhre hat sich sehr positiv auf die Fangergebnisse ausgewirkt, da so auch Insekten in die Falle geraten, die sonst knapp an der Lichtquelle vorbeifliegen würden (FROST 1958). Steht die Lampe genau im Zentrum dieser "Prallplatten", gibt es kaum eine störende Reflexion. Schwarze Platten erhöhen den Anflug, während Aluminium aufgrund seiner UV-Resorption diesen erniedrigt (FROST 1957). Dagegen stellten FOSTER et al. (1977, zitiert in BAUER 1993) und LÖDL (1984) den positiven Effekt der Prallplatten nur für große Falter fest. Eine Fortentwicklung von der Robinson-Lichtfalle ist die Pennsylvania-Falle (Abb. 4), die immer noch als eine der erfolgreichsten Lichtfallen gilt (u. a. FROST 1957). Eine schwach kegelförmige Abdachung weist die ebenfalls weitverbreitete, ähnliche Minnesota-Falle auf. Früher wurde diese i. d. R. mit kugelförmigen Birnen bestückt. Eine bisher wenig oder gar nicht diskutierte Frage ist die Verwendung von Plastikteilen für die Lichtfalle, die möglichst wenig UV-Strahlung absorbieren. Je nach Typ absorbiert Plastik unterhalb von 390 oder 300 nm (BAUER 1993), was sich auf die Attraktivität der Falle für die Nachtfalter deutlich auswirken könnte. Im folgenden möchte ich noch einige spezielle Lichtfallentypen vorstellen. Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen halbautomatischen Fallen. Manche eignen sich z. B. zum Fang von Kleinschmetterlingen. Eine weitere spezielle Lichtfangmethode ist die Verwendung von Transmissions-Farbschalen. Dabei wird einfarbiges Licht von unten durch Plexiglasfangschalen gestrahlt. Dieser Fallentyp kann bodennah aufgebaut werden, ist gut fängig und eignet sich sehr für windreiche Standorte oder für die Bestimmung von potentiell autochthonen Arten. Bei der Remissions-Kunstlichtfalle strahlt eine normale Glühbirne eine Farbschale von oben in einem Abstand von 20 cm an. Die Methode ist sehr einfach und solide, funktioniert aber nur bei wenig Störlicht in der Umgebung. Die Photoelektor-Methode kommt gar ganz ohne künstliches Licht aus. Man legt einen flachen Kasten, der oben mit einem Leinen abgedeckt ist, auf die Vegetation und wartet, bis die Insekten, durch das Tageslicht angelockt, durch eine kleine Seitenöffnung in das Sammelglas gelangen. Die Indigenität einer Art und die totale aktivitätsbezogene Besiedlungsdichte lassen sich so ermitteln. Diese ausgefalleneren Methoden kann man bei HEYDEMANN, HOFMANN & IRMLER (1988) nachlesen. Ausgehend von SOMMER & MEYER (1978) konstruierte ich während meiner Diplomarbeit eine neuartige bodennahe Lichtfalle mit geringem Einzugsbereich (s. Abb. 6). Das Licht kann nur senkrecht nach oben austreten. Über einen durchsichtigen Plastiktrichter gelangen die Falter in 0,78 l große Fanggläser. Der Boden der Fanggläser und die Innenseite der Fallen wurden zur Reflexion des Lichtes und zur Abschirmung der Lampen-Wärme mit Aluminiumfolie ausgelegt.

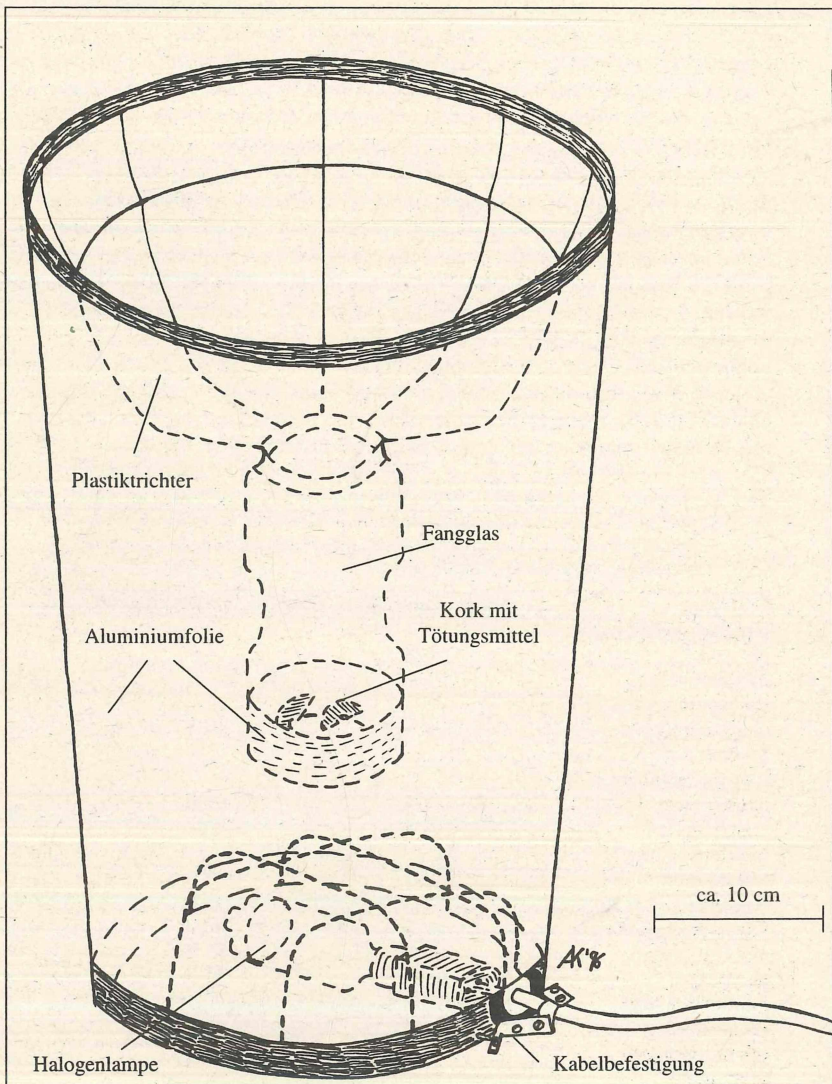


Abb. 6: Transmissions-Bodenlichtfalle (aus KRISMANN 1996a)

Als Lichtquelle dienten 60 Watt-Halogenbirnen (Philips/Sunlux). Die Lufttemperatur im Fangglas beträgt im oberen Drittel bei 4 °C Umgebungstemperatur ca. 64 °C und 70 bis 75 °C bei einer Außentemperatur von 20 °C. Diese Temperaturen liegen noch unter dem Siedepunkt der verwendeten Betäubungs- und Tötungsflüssigkeit Trichlorethylen (CCl_3H_3). Pro Falle und Lichtfangabend sollten 15 ml Trichlorethylen auf vier Korkhalbkreise ins Fangglas gegeben. In Tests wurde ermittelt, dass bereits 5 ml Trichlorethylen nach sechs Stunden noch eine ausreichende Giftwirkung besitzen. Ab ca. 30 ml bleiben Flüssigkeitsreste im Fangglas zurück, die die Falter verkleben können. Zur Stromversorgung wird ein eigener Stromanschluß benötigt. Bis zu drei Fallen können auch von kleinen Stromgeneratoren betrieben werden. Eine einzelne Falle benötigt pro Fangnacht ca. 40 bis 50 Ah, da bedeutet man bräuchte eine große Autobatterie und einen Transformator. Es sollte mit mindestens drei Fallen pro Biotop gearbeitet werden, ein Stromgenerator ist dann die beste Wahl. Ein Stromanschluß kostet mit Abnahme durch einen Elektriker ca. 600 bis 700,- DM plus Zuleitungskabel. Bei meiner Diplomarbeit habe ich mit 56 Fallen gearbeitet und mußte dazu 1298 m Stromkabel verlegen.

Tab. 1: Vergleich von Minnesota- und Transmissions-Bodenlichtfallen an Hand ökologischer lepidopterologischer Kennwerte am Beispiel von Zillhausen/Zollernalbkreis (die Prozentzahlen geben jeweils den Anteil an den insgesamt gefangenen Faltern an)

Individuen	Minnesota-Fallen	Transmissions-Bodenfallen
Großschmetterlinge		
polyphage	90 %	37 %
indifferente bzgl. Raupenfraß- pflanzengruppen	46 %	17 %
Stratum der Raupenfraßpflanzen:		
Krautschicht	74 %	68 %
Kulturfolger	50 %	8 %
indifferente bzgl. Mikroklima	69 %	16 %
Noctuidae	76 %	41 %
Kleinschmetterlinge:	31 %	62 %
dto. bzgl. Arten	35 %	55 %
polyphage	67 %	53 %
indifferente bzgl. Raupenfraß- pflanzengruppen	1,1 %	0,2 %
Stratum der Raupenfraßpflanzen:		
Krautschicht	35 %	81 %

Die Minnesota-Fallen sind im Durchschnitt wesentlich fängiger als die Transmissionsfallen (z. B. während meiner Diplomarbeit in Zillhausen 9,5 Arten pro Fangnacht zu 5,6 Arten). Bei den Individuenzahlen ist der Unterschied noch größer (21,4 Exemplare zu 9,0). Mit den Minnesota-Fallen werden allerdings anteilmäßig mehr "Allerweltsarten" ohne große ökologische Aussagekraft gefangen (s. Tab. 1).

Da sich dieser Fallentyp sehr gut in meiner Diplomarbeit bewährte, fasse ich im folgenden einige interessante Ergebnisse zusammen: „Nachtfalter, insbesondere Kleinschmetterlinge, sind gute Bioindikatoren, um Biotope oder verschiedene Bewirtschaftungstypen zu unterscheiden. Die neu konstruierten Transmissions-Bodenlichtfallen waren bei ökologisch interessanten Fragestellungen den Minnesota-Lichtfallen überlegen. Mit den Transmissionsfallen können ebenso kleinräumige Habitatunterschiede festgestellt werden, wie mit Barberfallen und Gelbschalen. Klassische Auswertungsmethoden, wie die Zuteilung der Falter zu trophischen oder vertikalen Strukturen oder die Leitartenmethode, waren nur geeignet, grundverschiedene Biotope zu unterscheiden.

Der individuenmäßige Anflug von Nachtfaltern korrelierte in erster Linie mit der Tageshöchsttemperatur des Vortags. Eine direkte Verbindung der Kleinschmetterlingsarten mit den Gefäßpflanzen der Versuchsflächen konnte nachgewiesen werden. Die Falter reagieren empfindlich auf Bewirtschaftungsunterschiede, nicht dagegen auf eine einfache strukturelle Veränderung der Vegetation (Vegetationshöhe).

Die Differenzierung der Funde der Barberfallen, Gelbschalen und Transmissions-Lichtfallen um eine taxonomische Hierachiestufe führte beim Biotopvergleich zu einer „Steigerung“ der Signifikanz um eine Stufe.“

Die Effizienz einer Lichtfalle beschreibt, wie vollständig die Nachtfalterfauna mit einem Fallentyp erfaßt wird. Es gibt eine Vielzahl von methodischen Ansätzen, die diese Effizienz berechnen wollen, sei es um Lichtfallen zu vergleichen oder um die Populationsgröße besser schätzen zu können. Mit der Wiederfangmethode schätzen z. B. BUCHER & BRACKEN (1979) die Effizienz von UV-Fallen auf 28 %. Eine sehr direkte Methode wandte MCGEACHIE (1988) an. Mittels einer speziellen Videokamera wurden die Nachtfalter beim Anflug an eine mit einer Quecksilberdampflampe bestückten Robinson-Falle gefilmt. Die Falleneffizienz lag je nach Windstärke zwischen 12 und 39 %.

Wo sollte man die Lichtfalle am besten aufstellen?

Auch hier gehen die Angaben recht weit auseinander. JALAS (1960) empfiehlt die Anlagen i. d. R. dicht über den Boden zu positionieren. An hellen Sommerabenden sollte man eher dunkle schattige Plätze aufzusuchen, an dunklen eher offene. Die meisten Autoren empfehlen allerdings, die Lichtfalle möglichst hoch (2 bis 3 m) aufzustellen bzw. aufzuhängen. Die direkte Nähe von Baum-

stämmen und Büschen ist zu meiden, genauso wie dichte hochstehende Grasfluren, da dort die Falter viele Versteckmöglichkeiten finden. Ist es relativ windig, muß ein Kompromiß gefunden werden, weil man dann auf jeden Fall windgeschützte Orte wählen sollte. Schon ein Unterschied von 1 m kann in windigen Nächten den Anflug deutlich beeinflussen! HOLLINGSWORTH, BRIGGS, GLICK & GRAHAM (1961) bestätigen diesen Befund, weisen aber auch daraufhin, dass es zu einer Abnahme des Anfluges kommen kann, wenn der Windschutz sich direkt neben der Lichtfalle befindet. Es ist ratsam, die Umgebung des Leuchtturmes mit weißen Laken auszulegen. Auf diese Weise findet man leicht die Falter, die nicht ganz bis zur Lichtfalle gelangen. Gleichzeitig wird die Attraktivität der Falle erhöht. Gewisse "Weißmacher" sollen die Attraktivität der Laken erhöhen, aber auch hier gibt es konträre Erfahrungen. Letztendlich sollte jeder seine eigenen Erfahrungen mit der Wahl des Fallenstandortes machen. Will man ein Gebiet faunistisch erfassen, empfiehlt sich die Standorte möglichst oft zu wechseln (MEIER 1992). Intuition und Erfahrung spielen die entscheidende Rollen. Eine Übersicht über die Auswahl des Lichtfallenstandorte findet man bei HAUSMANN (1990b).

Im Literaturverzeichnis befindet sich eine Auswahl geeigneter Bestimmungsliteratur. Für den Anfänger reicht der Band von KOCH (1984, 1991). Leider kostet dieses Standardwerk inzwischen 80 bis 100,- DM. Einfachere Bestimmungsbücher sind nicht zu empfehlen. Das klassische Bestimmungswerk ist immer noch FORSTER & WOHLFAHRT (1960-1981). Der Preis liegt leider bei über 700 DM (nur noch über manche Händler erhältlich, Neuauflage nicht geplant). Dort sind die meisten Varietäten abgebildet und auch ziemlich viele Genitale. Über die Brauchbarkeit der Aquarelle kann man allerdings streiten. Ich persönlich benutze es nur für Nachbestimmungen bei schwierigen Gruppen. Der Anfänger wird sich schwer tun, aus der Vielfalt der Abbildungen die richtige Art herauszufinden. Mittlerweile gibt es aber auch exzellente Werke mit Farbfotos. Die besten Abbildungen für Eulenfalter findet man im SKOU (1991), das Werk ist allerdings dänisch geschrieben und nur für Norddeutschland vollständig. Der Preis von 168,- DM ist für die Qualität der Fotos angemessen. Das Spannerbuch von SKOU (1986) ist ebenfalls zu empfehlen (220,- DM). Für die schwierige aber für die Bioindikation wichtige Gruppe der Blütenspanner (*Eupithecia*) liegen mittlerweile die fantastisch guten Arbeiten von WEIGT (1987-1993) vor. Dort wird sehr ausführlich auf die Ökologie aller mitteleuropäischen Arten eingegangen und es werden zusätzlich brillante Farbfotos aller Formen und Raupen geliefert. Weiter sind alle weiblichen und männlichen Genitale exakt abgebildet. Der Preis der Einzelhefte liegt zwischen 15 und 25,- DM, leider sind fast alle schon vergriffen. Als Sonderangebot erhält man jetzt den sehr guten Schwärmer- und Spinner-Band von ROUGEOT & VIETTE (1986) für 19,80 DM. Eine günstigste Alternative zum KOCH ist das Buch von BROOKS (1991), das ebenfalls brillante Farbfotos enthält. Aber

dieses Buch ist wie der SKOU nur für Norddeutschland zu gebrauchen. Im KOCH sind dagegen auch die Tagfalter inbegriffen, leider nicht ganz vollständig und mit weniger guten Abbildungen.

Tab. 2: Bestimmungsliteratur v. a. für Kleinschmetterlinge (Nomenklatur n. BROHMER 1993)

Taxa	Spannweite[mm]	Artenzahl	Gattungen	Autoren
ZEUGLOPTERA				
Micropterigidae (Urmotten)	5-12	10	1	HEATH, PIERCE
GLOSSATA				
ERIOCRANIOIDEA				
Eriocraniidae (Trugmotten)	9-16	8	1	HEATH, PIERCE
HEPIALOIDEA				
Hepialidae (Wurzelbohrer)	25-50	7	wenige	HEATH u. a.
NEPTICULOIDEA				
Nepticulidae (Zwergmotten)	3-7	150	wenige	HEATH, JOHANSSON ET AL., PIERCE
Opostegidae	7-12	5	1	HEATH, JOHANSSON ET AL.
Tischeriidae (Schopfstimmotten)	6-11	7	1	HEATH
INCURVARIOIDAE				
Incurvariidae (Miniersackmotten)	7-18	20	wenige	HEATH, PIERCE
Adelidae (Langhornmotten)	8-23	30	3	HEATH, PIERCE
Heliozelidae (Erzglanzmotten)		7	2	HEATH, PIERCE
COSSOIDEA				
Cossidae (Holzbohrer)	30-95	6	5	HEATH u. a.
Limacodidae (Asselspinner)	14-32	2	2	HEATH u. a.
TORTRICIDAE				
Tortricidae (Wickler)	9-30	>500	120	HANNEMANN, BRADLEY, PIERCE, (AMSEL ET AL.)
TINEOIDEA				
Tineidae (Echte Motten)	8-45	60	25	HANNEMANN, PETERSON, PIERCE
Psychidae (Sackträger)	7-28	40	20	HANNEMANN, PETERSON
Roeslerstammiidae	12-15	2	2	
Lyonetiidae (Langhorn-Blattminiermotten)	5-10	6	2	HEATH, PIERCE
Bucculatricidae (Zwergwickler)	6-10	20	1	
Gracillariidae (Miniermotten)	5-16	115	13	HEATH, PIERCE
YPONOMEUTOIDEA				
Plutellidae	12-30	25	5	PIERCE
Yponomeutidae (Gespinstmotten)	9-25	23	11	HANNEMANN, PIERCE
Argyresthiidae	5-15	30	2	
Ochsenheimeriidae (Bohrmotten)	10-14	5	1	
Douglasiidae	8-10	4	2	HEATH, PIERCE
Acrolepiidae	10-15	10	3	
Heliodinidae (Sonnenmotten)	10	1	1	HEATH

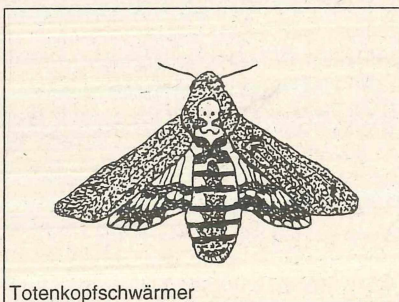
Schreckensteiniidae	12	1	1	PIERCE
Orthotaeliidae (Schilfwickler)	18-30	1	1	
GELECHIOIDEA				
Oecophoridae	10-30	130	30	PIERCE, (AMSEL ET AL.)
Elachistidae (Grasminiermotten)	6-12	65	6	NIELSEN, PIERCE
Coleophoridae (Sackträgermotten)	8-18	>150	4	BARASCH, BENANDER, HACKMANN, PIERCE
Blastobasidae	10-15	5	2	PIERCE
Gelechiidae (Palpenmotten)	8-20	250	70	PIERCE, (AMSEL ET AL.), POVOLNY, SATTLER
Momphidae (Fransenmotten)	10-20	40	1	
Cosmopterigidae	9-20	15	8	PIERCE
Scythrididae	10-20	40	1	BENGTTSSON, PIERCE
COPROMORPHOIDEA				
Alucitidae (Federmotten)	10-15	6	1	
Carposinidae („Traubenwickler“)	16-16	2	1	HANNEMANN
Epermeniidae	7-16	10	4	PIERCE
Glyphipterigidae (Rundstirnmotten, tagaktiv)	6-15	8	1	HEATH, PIERCE
SESIOIDEA				
Brachodidae (Schwärmermotten)	12-20	2	1	
<i>Sesiidae (Glasflügler)</i>	15-45	30	7	HEATH, PIERCE u. a.
Choreutidae (tagaktiv)	9-18	9	5	AMSEL ET AL.
ZYGAENOIDEA				
<i>Zygaenidae (Widderchen, tagaktiv)</i>	18-40	9	3	HEATH u.a.
PYRALOIDEA				
<i>Thyrididae (Fensterschwärmer)</i>	15	1	1	HANNEMANN u. a.
Pyralidae (Zünsler)	10-35	300	110	HANNEMANN, GOATER & PALM, AMSEL ET AL., (PETERSON ET AL.)
PTEROPHORIDEA				
Pterophoridae (Federgeistchen)	13-30	55	15	HANNEMANN, HUEMER
<i>PAPILIONOIDEA (tagaktiv)</i>	20-70	177	5 Familien	viele Autoren
<i>GEOMETROIDEA</i>	15-85	420	7 Familien	dto.
<i>SPHINGOIDEA</i>	40-135	215	1 Familie	dto.
<i>NOCTUOIDEA</i>	15-100	480	4 Familien	dto.

Anmerkung: kursive Gruppen zählen zu den sogenannten „Großschmetterlingen“

Kleinschmetterlinge sind eine sehr schwierige und heterogene Gruppe. Oft kommt man ohne Genitalbestimmungen nicht aus. Die Einarbeitung in diese Gruppe sollte man nicht ohne einen erfahrenen Experten wagen. Für Kleinschmetterlinge gibt es das Standardwerk von AMSEL et al. (1965-1995ff.). In den ersten neun Doppelbänden werden bestimmte Familien umfassend für die ganze Palaearktis beschrieben. Die Farbabbildungen der Falter übertreffen alles an Bildbestimmungsliteratur. Bisher sind noch nicht einmal ein Viertel aller in Mitteleuropa vorkommenden Arten behandelt. Durch den großen Geltungsbereich der Arbeit sind die meisten aufgenommenen Arten nicht in Deutschland heimisch. Der Abschluß dieses Werkes wird wohl noch etliche Jahrzehnte benötigen. Der Anschaffungspreis aller bisher erschienenen Bände beträgt jetzt schon ca. 3000,- DM. Eine ähnlich empfehlenswerte Bandreihe wurde vor kurzem für Europa gestartet (HUEMER 1996). Ein recht günstiges (120,- DM) und ziemlich umfassendes Werk stellt der Reprint von SPULER (1910, 1983) dar. Viele ökologische Angaben und eine gute Auswahl von häufigen Arten findet man in KALTENBACH & KÜPPERS (1987). Ich würde das dreibändige Werk von HANNEMANN (1961, 1965, 1977) empfehlen. Hier sind fast alle deutschen Arten beschrieben und mit brauchbaren Schwarzweißbildern dargestellt. Da die Literatur für die Kleinschmetterlinge sehr verstreut ist, habe ich die wichtigsten in Tab. 2 zusammengefaßt.

Zur Präparation von Falter reichen die Angaben bei KOCH (1984) völlig aus. Falls man ausnahmsweise in schwierigen Fällen die Bestimmung mittels eines dichotomen Schlüssels vornimmt (z. B. mit STRESEMANN 1986), kann man sich bei der Präparation des Flügelgeäders nach HÄNDEL (1989) richten. Für die Raupenbestimmung gibt es kein brauchbares umfassendes Buch, das ich empfehlen könnte.

Die Genitalpräparation ist ein Thema für sich, das ich hier nicht ausführlich besprechen will. Näheres kann man bei KOCH (1984) nachlesen. Eine Methode, mit einfachen Mitteln gute Genitalpräparate herzustellen, erläutert PIMPL (1987). Bei größeren Faltern kann man meistens das männliche Genital aus dem Hinterleib ohne chemische Behandlung herausziehen. Die Größe der männlichen Genitale reicht von fast 10 mm bis zu 0,2 mm und weniger bei Kleinschmetterlingen. Das Aushärten der kleinen Genitale sollte mit Alkohol unter einem Deckgläschen erfolgen.



Totenkopfschwärmer

Was kann man nun mit Nachtfaltern alles anfangen?

Am aktuellsten ist die Verwendung der Nachtfalter als Bioindikator. Unter Bioindikator versteht man ein Lebewesen, das bestimmte Umweltfaktoren gut anzeigt bzw. auf Änderungen schnell reagiert. Besonders wichtig ist bei der Bioindikation die Auswahl des Lichtfallenstandortes (s. o.). Zunächst muß berücksichtigt werden, dass nur ein sehr kleiner Anteil der Tiere aus der nahen Umgebung wirklich in eine Lichtfalle gelangt (PLAUT 1971, STEWART et al. 1969, zitiert in MALICKY 1974) und dass die verschiedenen Arten eine unterschiedliche Präferenz für das Licht besitzen (s. o.). Weiter haben verschiedene Nachtfaltergruppen verschieden große Aktionsradien. Die Eupitheciiden (Blütenspanner), die Tortriciden (Wickler) und Pyraliden (Zünsler) sind meist standortstreu, während v. a. Noctuiden (Eulen) weit herumvagabundieren (u. a. MALICKY 1974, WEIGT 1987, MEINEKE 1984). Bioindikation ist im engeren Sinne also nicht möglich. MALICKY (1965) schlägt daher den Begriff der "Landschaft" als Bezugsgröße für die zoözoologische Klassifizierung der Lichtfallenfauna vor. Das hieße, man könne mittels Nachtfalterfängen ein Gebiet nicht genauer beschreiben, als z. B. "Auwald", "Wiese" oder "Steppe". Schenkt man allerdings den besonders standortstreuen Faltern besondere Aufmerksamkeit, so kann man nicht nur den Gesamtcharakter eines Gebietes beurteilen, sondern auch die speziellen Umweltbedingungen an einem bestimmten Ort. Man kann z. B. sogar grobe lufthygienische Aussagen treffen, indem man die Gruppen der flechtenfressenden Arten, v. a. die Flechtenspinner (*Lithosia*), berücksichtigt. Die Grundlage solcher Untersuchungen ist, dass die Biologie und Ökologie aller Nachtfalterarten möglichst umfassend bekannt ist. Da dies bei weitem noch nicht der Fall ist, muss die Bioindikation mittels Nachtfalter immer ein wenig hypothetisch bleiben. Allerdings haben die Nachtfalterbände von EBERT (1994 ff.) hier zumindest für Baden-Württemberg genauso Abhilfe geschaffen, wie die bereits veröffentlichten Tagfalterbände. Interessant sind die Raupenfraßpflanzen, das/die Habitat(e) der Falter, die zoogeografische und vertikale (Höhenstufen-) Zuordnung der Arten und die Aufklärung von speziellen Lebensansprüchen, wie z. B. kleinklimatische Bedingungen für die Eiablageplätze. Das grundlegende und bisher einzige vollständige und seriöse Werk stellen die Bände von BERGMANN (1951-1955) dar. Daneben gibt es viele neue Arbeiten die sich mit der Bioindikation beschäftigen (u. a. FREUNDT & PAUSCHERT 1992, 1990, CARTER & HARGREAVES 1986, EBERT 1978, FORSTER & WOHLFAHRT 1960-81, KOCH 1984, MALICKY 1965, MEINEKE 1984, MÖRTTER 1988, PAVOLNY et al. 1965, PRETSCHER 1981, RETZLAFF 1987, WOLF 1992 und ZINNERT 1983).

Eine weitere Auswertungsmöglichkeit ist die Einteilung der Falter in fünf "Lebensformgruppen" (u. a. MÉSZÁROS & VOJNITS 1974). Dabei unterteilt man die Arten nach ihrem Generationswechsel und der Überwinterungsform. Wiederfang- bzw. Rückfangmethoden sind geeignet um z. B. die Populationsdichte zu schätzen. Bei Nachtfalter ist dies nur mit einem relativ

großen apparativen und zeitlichen Aufwand durchzuführen. Ein gutes Beispiel bringt AMBRUS & CSÓKA (1992). Dort werden die verschiedenen mathematischen Modellrechnungen miteinander verglichen. Am besten erschienen die Formeln nach BAILEY. Die theoretischen Grundlagen kann man in SOUTHWOOD (1978), BLOWER, COOK & BISHOP (1981) oder BAKER (1985) nachlesen. Ein eigenes Beispiel habe ich im NaBei 30 anhand der Zebraschnecke ausführlich besprochen. Neuere theoretische Abhandlungen über Wiederfundmethoden sind CHAO (1989), WOLTER (1990), YIP (1991), CHAO, LEE & JENG (1992) und YAMAMURA, WAKAMURA & KOZAI (1992). Diese Arbeiten setzen allerdings nicht unwesentliche mathematische Kenntnisse voraus. Praktische Arbeiten mit Anwendungsbezug, z. B. Populationsdichteschätzung, wären u. a. SIVAPRAGASAM, SAITO & ITO (1988) oder AMBRUS & CSÓKA (1992).

Mit der Parallellichtfangmethode ist es nicht nur möglich Unterschiede zwischen Biotopen objektiv herauszuarbeiten, sondern es sind die verschiedensten autökologischen Fragestellungen denkbar. Z. B. haben JONES, MAJERUS & TIMMINS (1993) die Habitatwahl von polymorphen, d. h. hier Arten mit Melanismus, Nachfalterarten untersucht.

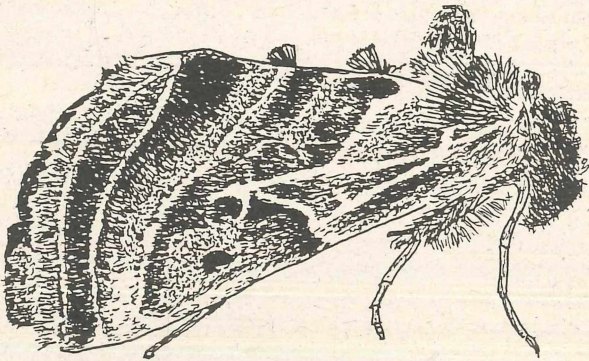
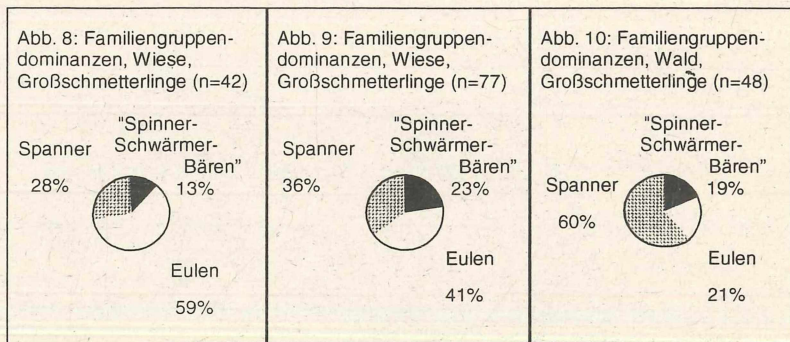


Abb. 7: Die Höckereule (*Plusia variabilis*) findet man entlang von Bächen

Weitere ökologische Auswertungsmöglichkeiten sind die Berechnung von Gruppendominanzen, Verteilung der Raupenfraßpflanzengruppen (trophische Zuordnung) oder zoogeografische Zuordnungen.

Unter Gruppendominanzen versteht man, inwieweit eine Nachfalter-familiengruppe dominant am Licht erscheint. Diese Hauptgruppen sind die "Spinner und Schwärmer", Eulen (Noctuidae) und Spanner (Geometridae). MEINEKE (1984) fand bei einer breit angelegten Untersuchung für Südniedersachsen Gruppendominanzen von 11 - 35 % für Spanner, 1 - 16 % für "Spinner-Schwärmer" und 50 - 88 % für Eulen (BRD-Artenschnitt: 52 % Eulen, 41 % Spanner, 11 % "Spinner-Schwärmer"). Die Familien (gruppen) "Spinner-Schwärmer", und "Spanner" zeigen während ihres Larvalstadiums hohe Präferenz zu Laubholzbeständen, "Eulen" bevorzugen Kraut-, Gras- und Hochstaudenfluren.

Die Gruppendominanzen eignen sich zur Unterscheidung von Landschafts- aber nicht von Biotoptypen. In den Abb. 8 - 10 aus meiner Diplomarbeit werden drei benachbarte Biotope unterschieden: Eine extensive Galloway-Weide, eine zwei- bis dreischürige Salbei-Glatthaferwiese und eine Traubeneichen-Hutewald. Man erkennt mit den Gruppendominanzen nur den grundsätzlichen Unterschied zwischen Wald und Grünland.



Auch das Fraßverhalten der Raupen kann sinnvoll ausgewertet werden, zum einem nach dem Grad der Polyphagie oder der Zuordnung zu Straten (hier: Vegetationsschichten). Ein Orientierungswert: bei MEINEKE (1984) waren 17,4% der Raupen monophag, 25,4% oligophag und 57,2 % polyphag. Ca. 16 % bevorzugten die Strauchschicht, 35 % die Baumschicht und 49 % die Krautschicht.

5. Diskussion

Über Sinn und Zweck des Lichtfangs kann lange diskutiert werden. Eine kritische Auflistung über die Möglichkeiten des Lichtfangs machen VOJNITS & MÉSZÁROS (1974) und JERMY (1974). Folgende (ergänzte) Auflistung zeigt die begrenzten Aussagemöglichkeiten von klassischen Lichtfallendaten:

1. Es wird nur ein sehr kleiner Teil der Falter aus der näheren Umgebung gefangen.
2. Für zöologische Untersuchungen besitzen Lichtfallenergebnisse nur Orientierungscharakter.
3. Lichtfallenfänge sind nur halbquantitativ und sagen wenig über die wahren Aktivitätsdichten der Falter aus, geschweige denn über die Populationsdichte.
4. Es gibt noch keine geeichte Lichtfalle.
5. Wetter- und andere Umwelteinflüsse haben einen deutlichen Einfluß auf den Lichtfang. Es gibt noch keine allgemeinen Faustregeln, um diese Einflüsse zu korrigieren.

Vorteile sind:

1. Neue Arten wurden mit Lichtfallen gefunden.
2. In kurzer Zeit erhält man eine Vielzahl von Arten und Individuen (bis zu 200 Arten pro Nacht in Mitteleuropa).
3. Für die Zoogeographie und Phänologie lassen sich durch Dauerlichtfallen wertvolle Ergebnisse liefern.
4. Halbautomatische Fallen bieten einen objektiven Vergleich verschiedener Biotope (Parallelfänge).

Umstritten sind die Fragen, ob man Tot- oder Lebend(halbautomatik)fallen benutzen bzw. Halbautomatikfallen oder Handlichtfang betreiben soll. Das Abtöten der Falter beeinflusst die lokalen Populationen nur unwesentlich. Wird einmal pro Woche ein Lichtfang durchgeführt, werden nur ca. 1 % der lokalen Populationen getötet (KRISMANN 1996a). Vorteile des Lebendfanges und der Halbautomatikfallen sind (erweitert nach BAUER 1993):

1. Tiere können wieder freigelassen werden.
2. Anwesenheit während des Fanges nicht erforderlich: Arbeits- und Zeitersparnis.
3. Standardisierte Lichtfalle.

Nachteile sind:

1. Falle ist selektiv.
2. Fangeffizienz ist geringer als beim Handlichtfang.
3. Falter sind in einem schlechteren Zustand (für Dokumentations- und Bestimmungszwecke).

4. Eine Vorsortierung und eine zeitliche Differenzierung der Anflüge ist nur mit großem apparativen Aufwand möglich.

Ein weiteres Problem beim Lichtfang ist der relativ große Aufwand. Um einen einigermaßen vollständigen Überblick über die Nachtfalter-Artenzahl eines Biotopes zu erhalten, sollte man mindestens alle fünf Tage während der Flugzeit leuchten (HAUSSMANN 1991). Derselbe Autor zeigte, dass man, selbst wenn jede zweite Nacht ein Jahr lang geleuchtet wird, nur 80 bis 85 % der Gesamtartenzahl erfaßt.

6. Literaturverzeichnis

Aufgenommen wurden nur neuere Angaben im Vergleich zu KRISMANN 1994 mit Ausnahme der ergänzten Bestimmungsliteratur.

- EBERT, G. (1994-1997): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Bd. 3-8: Schwärmer. Bären. Eulen. Verlag Ulmer
- KRISMANN, A. (1994): Der Lichtfang von Nachtfaltern: Theorie - Methodik - Beispiele. Naturkundl. Beitr. DJN 29, Hamburg, S. 28-63
- KRISMANN, A. (1996): Nachtfalter (Lepidoptera) als Bioindikatoren für extensiv genutzte Biotope – mit Vergleichen von Lichtfallentypen, Barberfallen und Gelbschalen. Diplomarbeit Universität Zürich, Zoologisches Museum
- LÖBF (1997): Praxishandbuch Schmetterlingsschutz. LÖBF-Reihe Artenschutz Bd.1, Recklinghausen, 286 S.

Taxonomische Literatur:

- AMSEL, H. G., GREGOR, F. & REISSER, H. (Hrsg.)(1965,1967,1970,1973,1978): Microlepidoptera Palaearctica. Bd. 1 BLESZYNSKI, S.: Crambinae. Bd. 2 SATTLER, K.: Ethmiidae. Bd. 3 RAZOWSKI, J.: Cochylidae. Bd. 4 ROESLER, R. U.: Phycitinae, 1. Teilband. Bd. 5 GOZMANY, L.: Lecithoceridae. Wien
- AMSEL, H. G., GREGOR, F., REISSER, H. & ROESLER, R. U. (Hrsg.)(1984,1986,1993,1995): Microlepidoptera Palaearctica. Bd. 6 RAZOWSKI, J.: Tortricini. Wien. Bd. 7 DIAKONOFF, A.: Glyphipterigidae s. l. Bd. 8 ROESLER, R. U.: Phycitinae, 2. Teilband. Bd. 9 Arensberger, E.: Pterophoridae. Karlsruhe
- BENANDER, P. (1938): Die Coleophoriden Schwedens. Opusc. ent. 3, S. 107-124
- BENANDER, P. (1939): Die Coleophoriden Schwedens. Opusc. ent. 4, S. 30-110
- BERGMANN, A. (1951-55): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands, 5 Bde, Urania, Leipzig, Jena
- BROOKS, M. (1991): A complete guide to british moths (Macrolepidoptera). Jonathan Cape, London

- CARTER D.-J. & HARGREAVES, B. (1986): Raupen und Schmetterlinge Europas und ihre Futterpflanzen. Parey, Hamburg, Bremen
- EMMET, A. M. (1988): A field guide to the Smaller British Lepidoptera. New rev. edition. 285 S.
- FORSTER, W. & WOHLFAHRT, T. A. (1960-1981): Die Schmetterlinge Mitteleuropas. 5 Bde, Stuttgart
- FRIESE, G. PETERSEN, G. & RINNHOFFER, G. (1973): Beiträge zur Insektenfauna der DDR. Lepidoptera-Crambidae. Beitr. Ent. 23, S.4-55
- GOATER, B. (1986): British Pyralid Moths. A guide to their identification. 175 S.
- HACKMANN, W. (1945): Die Coleophoriden Finnlands. Notul. ent. 25, S. 1-63
- HANNEMANN, H.-J. (1961,1964,1977): Kleinschmetterlinge oder Microlepidoptera. I. Die Wickler. II. Die Wickler und Zünslerartigen. III. Federmotten, Gespinnstmotten, Echte Motten. IN DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands 48,50,63. Jena
- HEATH & EMMET (1976): The Moths and Butterflies of Great Britain und Ireland. Bd 1: Micropterigidae to Heliozelidae. 344 S.
- HEINICKE, W. (1987 & 1988): Beiträge zur Kenntnis der Genitalstrukturen schwer unterscheidbarer Eulenfalter-Arten der DDR-Fauna (Lep., Noctuidae) I-VI. Ent. Nachr. u. Ber. 31 & 32
- HUEMER, D. (Hrsg.)(1996): Microlepidoptera of Europe Bd. 1. GIELIS, C.: Pterophoridae. Apollo Books
- KALTENBACH, T. & KÜPPERS, P. V. (1987): Kleinschmetterlinge. Neumann-Neudamm, Melsungen
- KOCH, M (1955-1961, 1984, 1991): Wir bestimmen Schmetterlinge. Versch. Verlage
- PETERSEN, G. (1969): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lep.-Tineidae. Beitr. Ent. 19, S. 311-388
- PETERSEN, G., FRIESE, G. & RINNHOFFER, G. (1973): Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Lepidoptera-Crambidae. Beitr. Ent. 23, S. 4-55
- PIERCE, F. N. & METCALFE, J. W. (1960): The Genitalia of The Group Tortricidae of the British Islands. Reprint, Feltham
- PIERCE, F. N. (1967): The Genitalia of The Group Geometridae of the British Islands. Reprint, Hampton
- PIERCE, F. N. (1967):The Genitalia of The Group Noctuidae of the British Islands. Reprint, Feltham
- PIERCE, F. N. & BEIRNE, B. P. (1938, 1975): The Genitalia of The British Rhopalocera and The Larger Moths. Reprint, Faringdon
- PIERCE, F. N. & METCALFE, J. W. (1935, 1968): The Genitalia of The Tineid Families of the Lepidoptera of the British Islands. Reprint, Hampton
- PIERCE, F. N. & METCALFE, J. W. (1938, 1975): The Genitalia of The British Pyrales with The Deltoids and Plumes. Reprint, Hampton

- POVOLNY, D. (1967): Ein kritischer Beitrag zur taxonomischen Klärung einiger palaeartischer Arten der Gattung *Scrobipalpa* (Lepidoptera, Gelechiidae). Acta sc. nat. Brno 1, S. 209-250
- ROUGEOT, P. C. & VIETTE, P. (1983): Die Nachtfalter Europas und Nordafrikas. 1. Schwärmer und Spinner. Keltern, 281 S.
- SAUER, F. (1985): Raupe und Schmetterling. 3. Aufl., Karlsfeld, 372 S.
- SATTLER, K. (1960): Generische Gruppierung der europäischen Arten der Sammelgattung Gelechiidae (Lepidoptera, Gelechiidae). Dt. ent. Z. N. F. 7, S. 10-118
- SKOU, P (1986): The Geometroid Moths of North Europe. Entomograph Vol. 6, Leiden, Copenhagen
- SKOU, P. (1991): Nordens Ugler (Herminiidae og Noctuidae). Leiden, 566 S.
- SPULER, A. (1910, 1983): Die Schmetterlinge Mitteleuropas Kleinschmetterlinge. Nachdruck, Bauer
- SVENDSEN & FIBIGER (1992): The Distribution of European Macrolepidoptera. Noctuidae. Vol. 1: Noctuinae I. 293 S.
- TRAUGOTT-OLSEN, E. & SCHMIDT NIELSEN, E. (1977): The Elachistidae (Lepidoptera) of Fennoscandia and Denmark. Fauna ent. scand. 6, S. 1-299
- WEIGT, H.-J. (1987,1988,1990,1991,1993): Die Blütenspanner Mitteleuropas (Lepidoptera, Geometridae: Eupitheciini). Teil 1-5: Dortm. Beitr. Landeskd 21,22,24,25,27, Dortmund

Anschrift des Verfassers:

Alfons Krismann
Bergstr. 24 a
79843 Löffingen-Göschweiler

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliche Beiträge des DJN](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Krismann Alfons

Artikel/Article: [Methoden zum Lichtfang von Nachtfaltern 6-34](#)