

Zum Flächenbezug von Lichtfangartenspektren (Lepidoptera, Macroheterocera)

Ludger Wirooks

Abstract: The object of this study was to evaluate the suitability of light-trapping methods for mapping and monitoring moths in the context of nature conservation and managing. The chief aim was to evaluate the size of a reference area the light-trap catches of moths can refer to as an area in which the light-trapped species can be regarded as indigenous in a synecological sense.

To answer this question the small-scale spatial distributions of pre-imaginal and imaginal stages of moths were compared on the basis of field data obtained in a 16.8 ha study area situated to the west of the city of Aachen, Germany. Whilst pre-imaginal stages were searched by means of many different methods for a period of six years (1993–1998) throughout the whole study area, adult moths were light-trapped at a few selected sites during the years 1994 to 1995. They were sampled with the help of six weekly and simultaneously operated Minnesota-type light-traps equipped with 8-W blacklight lamps. In addition a so-called “gauze tower” with high-powered light sources was used fortnightly at one site in the centre of the study area.

The results show that the species overlapping between the adult fauna of the light-trap sites and the pre-imaginal fauna of the related surrounding areas at first increased with expanding radius of the reference area, but eventually often met a maximum at a radius of about 50 to 200 m. This was due to the fact that the proportion of light-trapped species which can obviously reproduce within the related area increased with expanding radius while the proportion of the pre-imaginal fauna actually recorded in the associated light-traps decreased with increasing size of the reference area.

Although the bigger proportion of light-trapped species can be assumed to be indigenous within the closer surroundings of a light trap there is a high probability of catching single non-indigenous species too. Therefore it is always necessary to differentiate the light-trapped species individually by their synecological status whatever the size of the chosen reference area may be.

However, light-trapping cannot substitute the labour-intensive search for the larval stages in the context of ecological basic research, but it can nevertheless be a useful tool in applied ecological field studies.

Key words: light-trapping, moths, preimaginal stages, nature conservation, synecology

Wirooks, Ludger, Steinkaulstr. 46, D-52070 Aachen, E-mail: Ludger.Wirooks@bio7.rwth-aachen.de

Die gebräuchlichste und effektivste Methode zur Erfassung von Nachtfaltern ist der Lichtfang (MEIER 1992). Dieser Methode mangelt es allerdings an dem speziell in der Naturschutzpraxis wichtigen, unmittelbaren Flächenbezug. Dies liegt zum einen daran, dass es sich dabei um eine Anlockmethode handelt, zum anderen aber auch daran, dass bei Nachtfaltern noch weitgehend unbekannt ist, ob und inwieweit sich die Fluggebiete der Imagines mit den entsprechenden Präimaginalhabitaten decken.

Aus diesen Gründen schlug MALICKY (1965: 371) vor, als Bezugsgröße von Lichtfangartenspektren gar nicht einzelne Biotope zu betrachten, sondern die „Gesamtheit der in der betreffenden Landschaft vorhandenen Biotope“, in denen dann alle Arten sicher bodenständig wären. Da bei naturschutzfachlichen Bewertungen aber normalerweise Biotope oder Biotopkomplexe und nicht Großlandschaften zu bewerten sind, wäre ein solcher bioökologischer Flächenbezug im praktischen Naturschutz kaum von Nutzen. In der vorliegenden Untersuchung wurde die mittels Lichtfang ermittelte räumliche Verteilung von Nachtfalterimagines mit der Verteilung ihrer Präimaginalstadien verglichen, um auf diesem Wege zu einer quantitativen Abschätzung des ökologischen Flächenbezugs von Lichtfangdaten zu gelangen.

Material und Methoden

In einem 16,8 ha großen und aus einem Mosaik unterschiedlicher Biotoptypen bestehenden Untersuchungsgebiet im Westen Aachens wurden im Rahmen einer mehrjährigen Freilandstudie sowohl die Präimaginalstadien als auch die Imagines von Nachtfaltern kartiert. Dabei wurden die Präimaginalstadien im Zeitraum 1993–1998 mittels einer Vielzahl von Methoden wie Raupenleuchten, Raupenklopfen u. a. flächendeckend erfasst. Die Methoden wurden so angewandt, dass sowohl verschiedene Flächen als auch verschiedene Arten möglichst miteinander vergleichbar waren. Dennoch konnten nicht alle Arten gleich gut erfasst werden, da eine gezielte Suche mancher Arten den Rahmen der Untersuchung bei weitem gesprengt hätte. Aus diesem Grunde wurden alle nachgewiesenen Arten hinsichtlich ihrer Erfassbarkeit im Präimaginalstadium in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Für die 1994 und 1995 erfolgte Erfassung der Nachtfalterimagines wurden sechs einmal wöchentlich zeitgleich an verschiedenen Standorten betriebene und mit einer 8-W-Schwarzlichtröhre bestückte Lebendlichtfallen verwendet, und zwar Trichterfallen mit 4 Prallblechen und großem Fangsack vom Minnesota- bzw. Jermy-Typ. Ferner kam auch ein mit leuchtstärkeren Lampen (160-W-Mischlichtbirne, 18-W-Schwarzlichtröhre und 30-W-superaktinische Röhre) ausgestatteter Leuchtturm zum Einsatz, der alle zwei Wochen an einem im Zentrum des Untersuchungsgebiets gelegenen Standort betrieben wurde (Abbildungen der verwendeten Fangapparaturen in WIROOKS 2005, eine ausführliche Darstellung verschiedenster Lichtfangapparaturen findet sich bei LÖDL 1984).

Um die räumliche Verteilung der Präimaginalstadien mit der im Rahmen des vergleichenden Lichtfangs 1994/1995 ermittelten Verteilung ihrer Imagines vergleichen zu können und darüber einen Flächenbezug der Lichtfangdaten herstellen zu können, wurden die punktgenauen Erfassungsdaten der Präimaginalstadien zu Flächendaten transformiert, und zwar mit räumlichen Bezugsflächen in Form von jeweils drei kreisförmigen Flächen mit einem Radius von 25 m, 50 m und 100 m um die Lichtfangstandorte herum (Abb. 1).

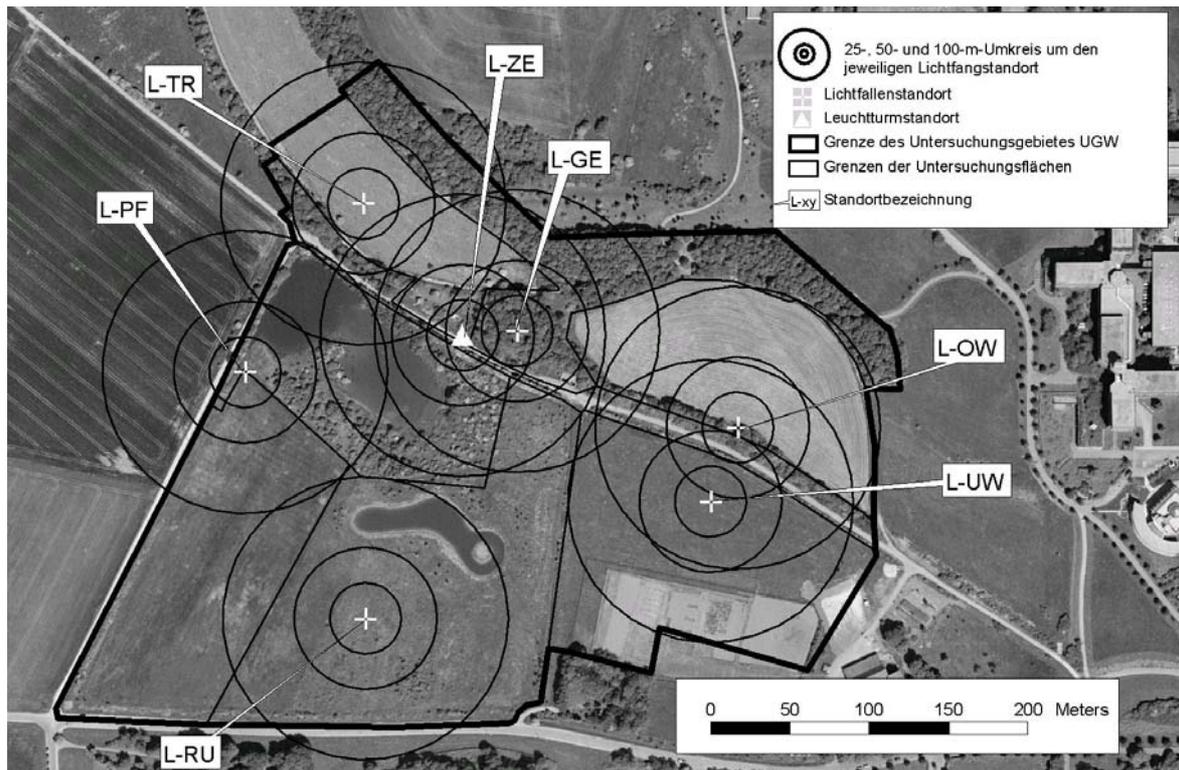


Abb. 1: Luftbild des Untersuchungsgebiets Wilkensberg mit den sieben Standorten des vergleichenden Lichtfangs 1994/95 und den jeweiligen 25-, 50- und 100-m-Umkreisen

Ergebnisse

Im Untersuchungsgebiet wurden mit den verschiedenen Methoden der Präimaginalstadienerfassung 215 Arten mit 8089 Exemplaren nachgewiesen. Im Rahmen der vergleichenden Lichtfanguntersuchung wurden an den 60 Lichtfallen- und 31 Leuchtturmterminen 1994/95 insgesamt 15519 Falter aus 277 Arten gefangen. Dabei konnten in den 6 Lichtfallen 246 Arten mit 11077 Falterindividuen gefangen werden und am Leuchtturm 4442 Falter aus 218 Arten.

Infolge der begrenzten Arbeitskapazität war es nicht möglich, die Präimaginalstadien aller Nachfalterarten gleich gut quantitativ zu erfassen. Auf der Grundlage der Erfassbarkeitsbewertung können aber immerhin 59,2% der in irgendeinem Stadium nachgewiesenen Arten im Präimaginalstadium als gut und weitere 19,3% als mäßig gut erfassbar angesehen werden; nur 15,6% der Arten waren lediglich sporadisch erfassbar während 5,8% der Arten als mit den angewandten Methoden kaum erfassbar eingestuft werden mussten.

Trägt man bei den 6 Lichtfallenstandorten den Anteil der Falterarten mit Präimaginalnachweisen gegen die Flächengröße auf, so zeigt sich, dass dieser in Form einer Sättigungskurve anwächst: Je größer die zur Lichtfalle in Beziehung gesetzte Fläche ist, desto größer ist der Anteil an der Lichtfangfauna, der in der Fläche auch in einem Präimaginalstadium belegt werden konnte (Abb. 2a). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass einige Arten im Präimaginalstadium nicht optimal nachweisbar waren, darf man annehmen, dass die Kurven bei einer optimalen Erfassbarkeit aller Arten sogar noch höher gelegen hätten.

Umgekehrt sinkt nun mit steigendem Radius allerdings auch der Anteil an der Präimaginalstadienfauna, der in der zugehörigen Falle überhaupt als Falter nachgewiesen wurde (Abb. 2b). Dies ist ein Indiz dafür, dass die Nachweiswahrscheinlichkeit einer Falterart abnimmt, je weiter entfernt von der betrachteten Lichtfalle sich die nächsten Reproduktionsstätten der Art befinden.

Tatsächlich waren unter den bei Vergrößerung der Flächen neu hinzukommenden Arten viele, die sich in den kleineren Radien nicht reproduzieren könnten und in der jeweiligen Falle auch gar nicht als Falter nachgewiesen wurden. So gab es z.B. am Standort L-RU 11 Arten, die erst im 100m-Umkreis im Präimaginalstadium gefundenen wurden und sich wegen des Fehlens ihrer Futterpflanzen im 50m-Umkreis gar nicht hätten entwickeln können. Von ihnen konnte nur eine einzige in der entsprechenden Falle nachgewiesen werden.

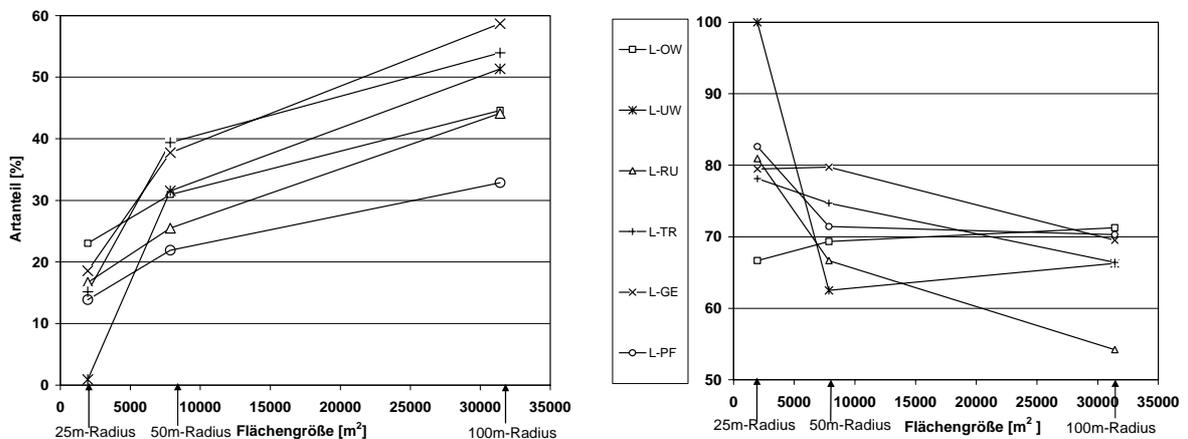


Abb. 2a–b: Anteil an der Lichtfallenfauna pro Standort, der in einem Präimaginalstadium belegt wurde (a) bzw. Anteil an der Präimaginalstadienfauna pro Umkreis, der auch in der entsprechenden Lichtfalle nachgewiesen wurde (b)

Wenn man die Übereinstimmung zwischen den Falter- und Präimaginalstadienfaunen in den Umkreisen um die Lichtfangstandorte näher analysiert, so beobachtet man bei Vergrößerung der Bezugsfläche also zwei gegenläufige Tendenzen, die sich noch einmal etwas deutlicher in Abb. 3 erkennen lassen: Einerseits sinkt zwar die Anzahl potenziell „biotopfremder“ Arten mit alleinigem Falternachweis, andererseits wächst gleichzeitig auch die Zahl der überhaupt nur noch im Präimaginalstadium nachgewiesenen Arten. Dementspre-

chend folgt der Anteil der in beiden Entwicklungsstufen nachgewiesenen Arten an der Gesamtfau­na einer Optimumkurve: Es gibt also eine Flächengröße, bei der eine weitere Vergrößerung der Bezugsfläche zwar immer noch weitere im Präimaginalstadium nachgewiesene Arten erbringen würde, die Übereinstimmung zwischen Lichtfallen- und Präimaginalstadienfauna aber nicht mehr steigern, sondern nun sogar senken würde. Dieser Wert liegt bei den verwendeten Lichtfallen im Bereich von ca. 50–200 m und ist beim Leuchtturm­fang deutlich höher angesiedelt.

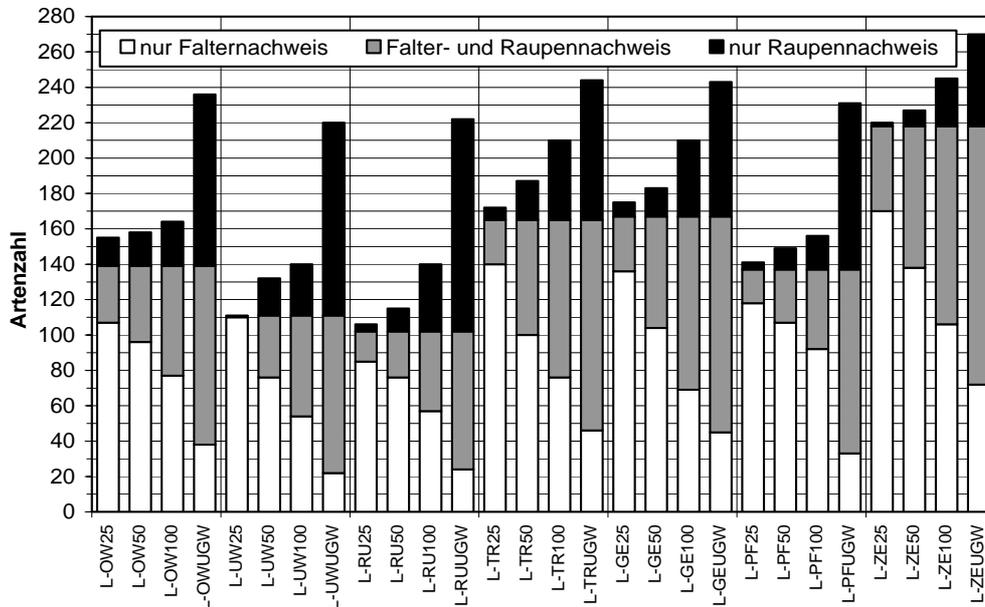


Abb. 3: Übereinstimmung zwischen den Falter- und Präimaginalstadienfaunen in den Umkreisen um die Lichtfangstandorte (Standorte s. Abb. 1, jeweilige Bezugsflächen: 25 = 25 m-Umkreis, 50 = 50 m-Umkreis, 100=100 m-Umkreis, UGW=Untersuchungsgebiet Wilkensberg)

Diskussion

Viele Untersuchungen konnten zwar eine gewisse Orts- und Habitatreue von Nachtfaltern belegen (z.B. HAUSMANN 1990, WIROOKS 2005a), doch beruhten „prozentuale Aussagen zum Anteil der aus dem untersuchten Gebiet stammenden Arten“ bisher nur „auf mehr oder weniger zutreffenden Vermutungen über die Habitatbindungen bzw. Zönosezugehörigkeit der festgestellten Falter“ (MEINEKE 1995: 88). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit haben nun gezeigt, dass zumindest der Großteil der Lichtfallenfauna in der näheren Umgebung als bodenständig (= indigen) anzusehen ist, sich also dort auch erfolgreich reproduzieren kann. Dennoch wird man unabhängig von der Größe der gewählten Bezugsfläche stets auch „biotopfremde“ Falter am Licht fangen, also solche, die sich in der betrachteten Fläche nicht reproduzieren.

In der gängigen Literatur werden häufig alle außerhalb des jeweiligen Larvalhabitats angetroffenen Falter als „biotopfremd“ bezeichnet, was bei strenger Auslegung der synökologogischen Definitionen von SCHWERDTFEGER (1975) freilich nicht ganz korrekt ist. So sollte der Begriff „biotopfremd“ nach MEIER (1992) nur mit Vorsicht angewandt werden, da die Lichtfangdaten aufgrund der indirekten Beobachtungsmethodik ja keine direkten Aussagen darüber erlauben, ob und in welcher Weise ein Falter einen Biotop überhaupt zu nutzen vermag. Die Frage, ob es sich bei einem außerhalb seines Larvallebensraums angetroffenen Falter z. B. um einen wirklich biotopfremden Nachbarn oder Durchzügler oder um einen den Biotop gezielt aufsuchenden und nutzenden Besucher (im Sinne von SCHWERDTFEGER 1975) handelt, kann mittels alleinigen Lichtfangs also gar nicht beantwortet werden.

Aus diesen Gründen muss man sich darauf beschränken, die Falter dahingehend zu differenzieren, ob sie sich im betrachteten Biotop reproduzieren können oder nicht. Eine solche nur auf der Eignung des Biotops als Larvallebensraum basierende Einteilung in biotopeigene und biotopfremde Arten mag zwar im synöko-

logischen Sinn nur ein Provisorium darstellen, ist für die naturschutzfachliche Bewertung von Biotopen bzw. der dazugehörigen Nachfalterfaunen aber ausreichend – zumindest, wenn man die Raupe infolge ihrer Langlebigkeit und ihrer speziellen Nahrungsansprüche als das für den Bestand der Art wesentliche Entwicklungsstadium ansieht, wie es z.B. BERGMANN (1951–55) im Rahmen seiner ökologischen Klassifikation von Schmetterlingsarten getan hat.

Dennoch muss man sich die Frage stellen, ob es nicht unter den Nachfaltern genau wie unter den Tagfaltern neben „Einbiotop-Bewohnern“ auch „Biotopkomplex-Bewohner“ gibt. Erstere halten sich nach der Definition von WEIDEMANN (1995) in allen Entwicklungsstadien in einem einzigen Biotop auf und verlassen diesen in der Regel nicht; Biotopkomplex-Bewohner sind hingegen Arten, deren Lebensfunktionen sich über mehrere Biotope erstrecken, zwischen denen das einzelne Individuum je nach Entwicklungsstadium und Lebensfunktion wechseln muss. Tatsächlich gibt es wohl auch bei Nachfaltern eher selten eine vollständige Übereinstimmung von Larval- und Imaginalhabitat, und viele Ergebnisse deuten darauf hin, dass sie bei sehr differenzierter ökologischer Betrachtung ihrer Habitatansprüche in diesem Sinne eher als „Biotopkomplex-Bewohner“ anzusprechen sind (vgl. HAUSMANN 1990, KÖPPEL 1997, WIROOKS 2005a). Dennoch deckt sich nach WIROOKS (2005a) aber bei vielen Nachfalterarten das Falterhabitat zumindest räumlich weitgehend mit dem Larvalhabitat, so dass ein Schutz des letzteren meist auch den Erhalt der Art an sich gewährleisten sollte. Jene Arten, die als Imago gezwungen sind, ihre Lebensbedürfnisse gänzlich außerhalb des von der Raupe besiedelten Biotops zu befriedigen, sind ohnehin meist mobil genug, um ihre Bedürfnisse in etwas weiter entfernten Biotopen befriedigen zu können.

Da es sich bei dem zur Erfassung der Falter benutzten Lichtfang nur um eine relative Methode handelt, kann ein direkter Flächenbezug im klassischen Sinne gar nicht hergestellt werden (KOVÁCS 1958). Der bei ökologischen Bewertungen dennoch notwendige Raumbezug könnte beim Lichtfang aber z. B. darin bestehen, dass man durch den Vergleich verschiedener Lichtfangstandorte Rückschlüsse auf die von den nachgewiesenen Faltern als Reproduktionshabitat genutzten Biotope zieht. Eine diesbezügliche Auswertung der hier vorgestellten Daten zeigte nämlich bei den meisten Arten eine deutliche positive Korrelation der räumlichen Verteilung von Präimaginalstadien und Faltern: Je mehr Präimaginalstadien einer Art um einen bestimmten Lichtfangstandort herum gefunden wurden, desto mehr Falter der entsprechenden Art wurden dort auch am Licht nachgewiesen (WIROOKS 2005b). Dennoch wird sich die Frage der Habitatbindung auf ökologisch-wissenschaftlicher Basis natürlich nur über die Suche der Larvalstadien zweifelsfrei beurteilen lassen (MEINEKE 1995).

Eine weitere Möglichkeit eines Flächenbezugs liegt darin, eine Flächengröße zu definieren, bei der einerseits möglichst wenige Falterarten „biotopfremd“ sind und andererseits die dort vorhandene Präimaginalstadienfauna in der Lichtfalle noch angemessen repräsentiert ist. Diese Flächengröße liegt bei den verwendeten Lichtfallen in einer Größenordnung von etwa 50–200 m. Bei einer größeren Bezugsfläche, wie z.B. der von MALICKY (1965) vorgeschlagenen „Landschaft“, gäbe es zwar einerseits keine biotopfremden Falter mehr, jedoch wäre die Lichtfangfauna eines einzelnen Standortes dann kaum noch repräsentativ für die gesamte Indigenfauna einer so großen Bezugsfläche und viele dort indigene Arten wären gar nicht in ihr vertreten. Unabhängig vom gewählten Flächenbezug wird man um eine unterschiedliche Bewertung der einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Biotopzugehörigkeit aber letztlich nicht ganz umhin kommen – zumindest dann, wenn es um die Bewertung bestimmter konkreter Flächen und Biotope geht wie besonders im Naturschutz.

Die Größe einer solchen „Bezugsfläche“ muss im Übrigen nicht überall gleich sein, sondern kann theoretisch auch noch von vielerlei Standortfaktoren abhängen wie z. B. Wald/Offenland, wobei sich die Faktoren Behinderung der Lichtausbreitung durch Gehölze im Wald sowie Vergrößerung der Anlockreichweite durch die größere Dunkelheit im Wald womöglich gegenseitig kompensieren (ausführliche Erörterungen zu den beim Lichtfang zu berücksichtigenden Faktoren finden sich u. a. bei STEINER 1994, NOWINSKY 2003 sowie WIROOKS 2005a). Man muss dabei sogar Faktoren berücksichtigen, die über zweidimensionale Betrachtungsweisen hinausgehen, wie z. B. den Hanglageneffekt. Dieser bestand in der vorliegenden Untersuchung darin, dass in der auf halber Höhe an einem offenen Steilhang oberhalb einer hohen Hecke gelegenen Lichtfalle L-TR ausgesprochen viele Individuen von Arten vertreten waren, die von KÖPPEL (1997) als „Kronentiere“ oder „Überflieger“ charakterisiert wurden, also als Arten, die sich in Waldbiotopen vorwiegend im Wipfelbereich aufhalten und weniger am Waldboden. Eine in Hanglage oberhalb eines Gehölzes befindliche Falle vermag die in den Baumkronen fliegenden Waldarten und die hoch

über dem Boden fliegenden Offenlandarten offenbar weitaus effektiver zu erfassen als eine Falle in ebenem Gelände.

Da man bei Gutachten aus Zeitmangel kaum Raupensuche betreiben kann, wird man aufgrund von Literaturangaben versuchen müssen, die am Licht registrierten Arten einem in der Umgebung existierenden Entwicklungsbiotop zuzuweisen (STEINER 1994). Dies ist zwar insofern problematisch, als der Kenntnisstand zur Larvalökologie bei den meisten Arten denkbar gering ist (WIROOKS & THEISSEN 1998–99), doch wäre eine solche Zuordnung bei parallelem Lichtfallenfang immerhin mit Einschränkungen möglich, bei alleinigem Leuchtturmfang an einem einzigen Standort im Gebiet aber gar nicht. Der parallele Lichtfallenfang erbrachte unter zusätzlicher Berücksichtigung der größeren Fangfrequenz eine im Vergleich zum Leuchtturmfang ähnlich hohe Gesamtartenzahl bei deutlich höherer ökologischer Aussagekraft. Da er vom Arbeitsaufwand her vergleichbar ist, sollte ihm vor diesem Hintergrund in der Naturschutzpraxis der Vorzug gegeben werden. Ohnehin ist es auch im Hinblick auf eine vollständigere Artenerfassung in einem größeren Biotopkomplex zweckmäßiger, eine größere Anzahl von Standorten zu wählen als nur einen einzigen intensiv zu befangen (MEIER 1992).

Dank

Für die vielfältige Hilfe – insbesondere bei der Freilandarbeit – möchte ich allen meinen Helfern danken.

Literatur

- BERGMANN, A. (1951–1955): Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. Bände 1–5. – Urania-Verlag, Jena bzw. Leipzig/Jena.
- HAUSMANN, A. (1990): Zur Dynamik von Nachtfalter-Artenspektren: Turnover und Dispersionsverhalten als Elemente von Verbreitungsstrategien. – Spixiana, Suppl. 16: 222 pp.
- KOVÁCS, L. (1958): Quantitative Untersuchungsmethoden bei Schmetterlingen. – Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 4: 191–206.
- KÖPPEL, C. (1997): Die Großschmetterlinge (Makrolepidoptera) der Rastatter Rheinaue: Habitatwahl sowie Überflutungstoleranz und Überlebensstrategien bei Hochwasser. – Neue entomol. Nachr. 39: 624 pp.
- LÖDL, M. (1984): Kritische Darstellung des Lichtfanges, seiner Methoden und seine Bedeutung für die ökologisch-faunistische Entomologie. – Dissertation, Universität Wien.
- MEIER, M. (1992): Nachtfalter. Methoden, Ergebnisse und Problematik des Lichtfangs im Rahmen landschaftsökologischer Untersuchungen. – Ökologie in Forschung und Anwendung 5: 203–218.
- MEINEKE, T. (1995): Nachtfalter in der naturschutzrelevanten Raumplanung: Grundlagen, Methoden, Auswertung. – Schr.-R. Landschaftspfl. Naturschutz 43: 79–106.
- MALICKY, H. (1965): Freilandversuche an Lepidopterenpopulationen mit Hilfe der Jermyschen Lichtfalle mit Diskussion bioökologischer Gesichtspunkte. – Z. angew. Ent. 56: 358–377.
- NOWINSKY, L. (ed.) (2003): The handbook of light trapping. – Savaria University Press, Szombathely (Ungarn): 276 pp.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1975): Ökologie der Tiere. Band 3: Synökologie. – Parey-Verlag, Hamburg/Berlin.
- STEINER, A. (1994): Anlockung durch Licht. – In: EBERT (Hrsg.): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Band 3: Nachtfalter I. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 28–37.
- WEIDEMANN, H.-J. (1995): Tagfalter: beobachten, bestimmen. 2. Aufl. – Naturbuch-Verlag, Augsburg.
- WIROOKS, L. (2005 a): Ökologische Aussagekraft des Lichtfangs – Eine Studie zur Habitatbindung und kleinräumigen Verteilung von Nachtfaltern und ihren Raupen. – Verlag Wolf & Kreuels, Havixbeck-Hohenholte: 320 pp.
- WIROOKS, L. (2005 b): Ökologische Aussagekraft des Lichtfangs – räumliche Verteilung von Nachtfalter-imagines und ihren Präimaginalstadien. – Entomologie heute 17: 183–194.
- WIROOKS, L. & THEISSEN, B. (1998–1999): Neue Erkenntnisse zur Nahrungsökologie und Phänologie von Makrolepidopterenraupen – Eine Zusammenfassung der Ergebnisse langjähriger Raupensuche unter besonderer Berücksichtigung ihrer Nahrungspflanzen und ihrer Phänologie. – Melanargia 10: 69–109, 11: 1–79, 147–224, 241–279.