

Über den Einfluss von Straßenbeleuchtung auf aquatische Insekten

(Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera: Simuliidae, Chironomidae, Empididae)

On the influence of streetlighting upon aquatic insects

(Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera: Simuliidae, Chironomidae, Empididae)

Mark Andreas Scheibe

Vorwort

Die folgende Darstellung ist Teil einer umfangreichen, dreijährigen Studie zur Frage, in welchem Maße aquatische Insekten von künstlichem Licht angelockt werden und welche Faktoren dafür ausschlaggebend sind bzw. wie ein Anflug verhindert werden kann (vollständig bei SCHEIBE 2001).

Dieser Aufsatz beschäftigt sich in einer Kurzfassung mit der Beziehung zwischen den Schlupfzahlen der Insekten und der Zahl der an einer Straßenleuchte gefangenen Tiere. Eine Quantifizierung zwischen Schlupf und Lichtfang ist hiermit zum ersten Mal untersucht worden.

Einleitung

An einem rhithralen Bachlauf des Tannus, 20 km nordwestlich von Frankfurt/Main, wurden von August 1998 bis August 2000 Versuchsreihen zum Fang aquatischer Insekten mit Hilfe von Straßenbeleuchtungen betrieben. Die Hauptfrage war, wie groß die Zahl aus dem Wasser schlüpfender (= aquatischer) Insekten war, und wie viele von ihnen von

dem Licht einer Straßenbeleuchtung angelockt wurden.

In diesem Zusammenhang sollte auch festgestellt werden, ob es eine generelle „Lichtfängigkeit“ unter den Insekten gibt oder ob hier erhebliche artspezifische Unterschiede vorliegen.

Material und Methode

A) Emergenzfänge

Vier mit Gaze (0,5 mm Maschenbreite) bespannte „Zelte“ mit einer Grundfläche von 1,5 m² und einer zum Ufer hin ansteigenden Höhe von 1 m wurden am Bachufer aufgestellt, so dass aquatische Insekten bei ihrem Schlupf aus dem Wasser in diesen Zelten gefangen wurden (Abb. 1).

Im wöchentlichen Turnus wurden die Zelte nach dreitägigem Fang geleert. Bei Regenwetter fand kein Fang statt, im Winter wurden die Fangintervalle in größeren Abständen durchgeführt. Bei einer Fließgeschwindigkeit von 0,5 bis 1 m/sec konnte eine Emergenz in der Bachmitte nicht nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Emergenz wurden somit auf die Länge des Ufers und nicht auf die Gewässerfläche übertragen.

B) Lichtfänge

Zum Insektenfang am Licht wurde eine herkömmliche Straßenleuchte (sog. Pilzleuchte; Typ SITECO, Modellnr. 5LA522 O-OXH05, Plastikabdeckung 5LA5322-OXG) neben den Emergenzzelten aufgestellt (Abb. 2).

Als Lichtquelle diente eine Quecksilberdampfampe OSRAM HQL 125 W, die niedrigwellige UV-Strahlung wurde durch die Abdeckung der Leuchte herausgefiltert (Abb. 3).

Der Fang am Licht wurde in der Nacht nach der (wöchentlichen) Leerung der Emergenzzelte durchgeführt, wobei die

angelockten Insekten über einen Sauger in eine Alkohollösung gezogen wurden. Bei Schlechtwetter (Wind, Regen) fand kein Fang statt. Alle aquatischen Insekten wurden bis zur Art determiniert. Anschließend wurde die Fangrelation aus den Ergebnissen des Emergenz- und des Lichtfangs errechnet. Dieser Vergleich sollte nicht nur dazu dienen, den Einfluss der Straßenleuchte auf die vorhandenen Insektenpopulationen zu erhellen, sondern es sollte auch die unterschiedliche Anlockwirkung auf verschiedene dominante Arten der aquatischen Insekten ermittelt werden.

Ergebnisse

Abb. 4 gibt einen Überblick über die Fangrelationen bei einzelnen Insektengruppen: **Das Ergebnis zeigt, inwieweit durch einen nächtlichen Lichtfang die Emergenz von x m Bachufer/24 Std. angelockt wurde.**

Mit Hilfe dieser Versuchsanordnung sollte die enorme Attraktivität künstlichen Lichts für einige Gruppen aquatischer Insekten deutlich gemacht werden.

Der oberste Balken zeigt den Einfluss des Lichts auf alle aquatischen Insekten, es folgen nach die Ordnungen der Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Simuliidae, Chironomidae, Empididae.

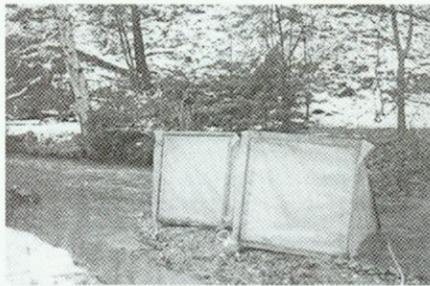


Abb. 1: Die Emergenzzelte (Aufnahme Winter 1998/99 mit Schnee im Hintergrund) (Fotos 1 und 2: M. A. Scheibe)

Fig. 1: Emergence tents (winter 1998/99, with snow in background)

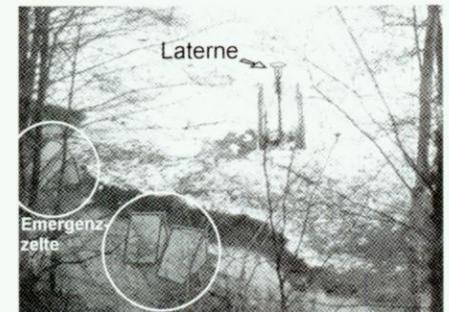


Abb. 2: Emergenzzelte und Straßenleuchte (Aufnahme im Januar 1999 nach Schneefall)

Fig. 2: Emergence tents and streetlight (January 1999 after snowfall)

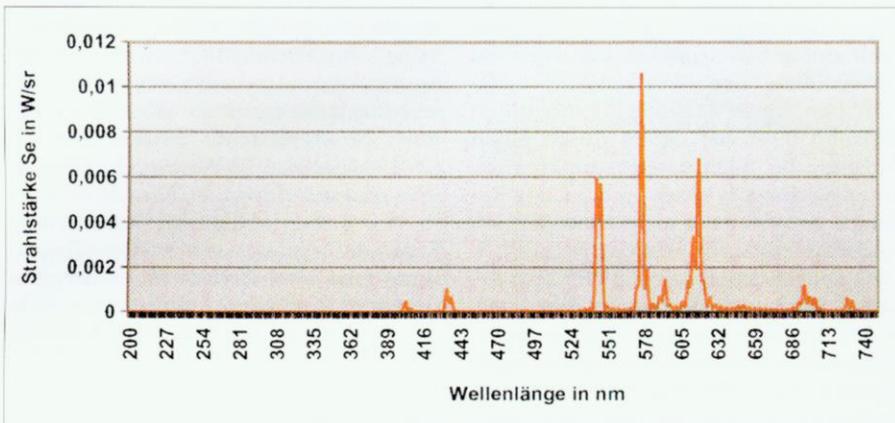


Abb. 3: Emissionsspektrum der OSRAM HQL 125 W in der Pilzleuchte
 Fig. 3: Spectral emission of the OSRAM HQL 125W in the streetlight with cover



Abb. 4: Das Anflugverhalten aquatischer Insekten an die Straßenleuchte: Die Balken zeigen, wieviel Insektenschlupf von x Metern Bachufer in einer Nacht eine Straßenleuchte anflug.

Fig. 4: Aquatic insects' flight to light: The bars indicate the length of riverbank (in metres) from which emergent insects flew to a streetlight in on night (N = overall numbers of insects).

meropteren (Eintagsfliegen), Plecopteren (Steinfliegen), Trichopteren (Köcherfliegen) und Dipteren (Fliegen und Mücken i. e. S.), die Dipteren-Familien der Simuliiden (Kriebelmücken), Chironomiden (Zuckmücken) und Empididen (Tanzfliegen). Es schließen sich Unterfamilien der Chironomiden (Zuckmücken) an: die Tanypodinen, Orthoclaadiinen und Chironominen (♂♂ und ♀♀). Unten folgen die zehn häufigsten Vertreter der Chironomiden (nur ♂♂, ein Intersex).

Die Ergebnisse in Abb. 4 sind Mittelwerte, gebildet aus den Fangelationen von 24 Emergenz- und Lichtfängen vom 8. Mai bis 18. September 1999 und 4. Mai bis 16. Juli 2000. Aus ihnen ergibt sich, dass durchschnittlich in einer Nacht so viele (aquatische) Insekten am Licht gefangen wurden, wie es einer Emergenz von 21,9 m Bachufer in 24 Stunden entspricht (vergl. SCHEIBE 1999). Einige Insektengruppen wie Ephemeropteren (Eintagsfliegen), Plecopteren (Steinfliegen), Simuliiden (Kriebelmücken), Empididen (Tanzfliegen) u. a. wurden vom künstlichen Licht nur in geringem Maße angelockt. Die Lichtfänge entsprechen einer Emergenz von weniger als 3 m/24 h.

Andere Insekten wurden vom künstlichen Licht geradezu „magisch“ angezogen, insbesondere Trichopteren (Köcherfliegen) und die Chironomide (Zuckmücke) *Rheotanytarsus pentapoda* (mit einer Zahl am Licht gefangener Individuen, die einer Emergenz von 180 m Bachufer/24 h entsprach).

In warmen Sommernächten wurden besonders große Zahlen von aus dem Wasser geschlüpfter Insekten vom Licht angelockt: Spitzenergebnisse einzelner Fänge lagen bei einer Emergenz von 1 300 m Bachufer/24 h in einer Nacht am Licht!

Anders ausgedrückt heißt das, es wurden so viele Insekten einer Art in einer Nacht an einer Straßenleuchte gefangen, wie es der Schlupfrate an 1 300 m Bachufer der letzten 24 Stunden entsprach.

Die Emergenz- und Lichtfänge zeigen, dass nach absoluten Zahlen die Familie der Chironomiden (Zuckmücken) mit ca. 90 % und 97 % aller Insekten dominierte.

In aquatischen Ökosystemen stellen Chironomiden mit großem Abstand die zahlenmäßig größte Gruppe aquatischer Insekten dar (vergl. RÖSER 1980 im Westerwald, JACOB 1986 in der Rhön, allg. PINDER 1983, 1986). Leider werden bei Untersuchungen bezüglich der aquatischen Insektenfauna immer noch vorzugsweise Ephemeropteren (Eintagsfliegen), Trichopteren (Köcherfliegen) und Plecopteren (Steinfliegen) behandelt, die jedoch auf Grund ihrer geringen Gesamtzahl und der dadurch bedingten geringen

Biomasse immer zurückgestellt werden sollten (die dazu angestellten Rechnungen bei SCHEIBE 2001).

Diskussion

Der Vergleich der Zahlen aus Emergenz und Lichtfang beruht auf der Überlegung, dass die Ergebnisse den Einfluss künstlichen Lichts auf Insekten erstmals auf eine nachvollziehbare Grundlage stellen. Mehrere Problempunkte müssen dabei berücksichtigt werden:

- 1) Nur durch quantitative, regelmäßig ausgeführte Fänge über längere Zeiträume können valide Ergebnisse erzielt werden. Stichprobenfänge berücksichtigen nicht den Einfluss unterschiedlicher Wetterfaktoren auf den Insektenflug (s. SCHEIBE 2001). Deshalb wurden in der vorliegenden Untersuchung über drei Jahre hinweg wöchentlich Fänge unternommen.
- 2) Eine geringe Anzahl von Emergenzzellen kann zwar keinen repräsentativen Querschnitt der Emergenz erbringen, andererseits ist bei einem zu intensiven Absammeln der Emergenz ein geringerer Lichtanflug und damit ein verfälschtes Ergebnis zu erwarten. Hier ist es nicht möglich, eine ideale Lösung zu finden.

Die Emergenz eines Zertes ist auch nur ein Ausschnitt der örtlichen Biomasse-Produktion, da das Benthos ein „ständig änderndes Mosaik verschiedener Mikrohabitate wie Steine, Sand, Pflanzen, Schlamm usw.“ darstellt (ILLIES 1982, 1983). Die gewonnenen Messwerte zeigen also nur die „Als-Ob“-Situation und lassen zunächst keine Aussage zu, ob diese Ergebnisse in der Art auch wiedergewonnen werden können bzw. ob sie auf den umliegenden Gewässerbereich übertragen werden können.

Die hier gewonnenen Ergebnisse weisen aber deutliche Trends auf, die durch die hohen Fangzahlen und den über drei Jahre hinweg durchgeführten (wöchentlichen) Fang unterstrichen werden. **Es wird deutlich erwiesen, dass künstliche Lichtquellen in Fließgewässernähe einen erheblichen Eingriff in die aquatische Insektenfauna darstellen.**

Schlussbemerkung

Nach den durchgeführten Tests ist davon auszugehen, dass das Aufstellen von Straßenbeleuchtungen in Gewässernähe zu einer katastrophalen Artenverschiebung zu Ungunsten lichtempfindlicher Arten und damit zu einer Artenverarmung führen kann.

Zum Schutz naturnaher Gebiete sind Kommunen in den vergangenen Jahren

dazu übergegangen, ausschließlich nach unten abstrahlende Leuchten zu verwenden. Die Verwendung von Leuchten, deren Lichtkegel nach unten abstrahlt bzw. bei denen durch einen Aufsatz der Lichtaustrittspunkt nach unten verlängert wird, so dass der Reflektor von der Seite nicht einsehbar ist, erscheint zunächst insektenfreundlich. Die Lichtreflektion selbst bleibt aber erhalten. Das führt dazu, dass Wasserinsekten ihre Eipakete auf trockenem Asphalt oder parkenden Autos ablegen (KRISKA et al. 1998 bez. Asphalt; eigene Beobachtung SCHEIBE bez. parkender Autos).

Was für den Menschen jedoch hell erscheint, blendet dämmerungsaktive und nachtaktive Insekten, die sich abends bzw. nachts mit Hilfe des natürlichen Restlichts am Himmel orientieren.

Die Lockwirkung des Lichts beruht einerseits auf der hohen Sensivität der abend- bzw. nachtaktiven Insekten hierfür und andererseits auf dem Phänomen der Blendwirkung künstlicher Lichtquellen (SCHACHT & WITT 1986): Durch den hellen Schein eines Lichts erscheint der außerhalb der Beleuchtung liegende Raum dunkel; je heller das Licht beim Anflug wird, umso „unsichtbarer“ der nicht ausgeleuchtete Raum. Es entsteht somit ein ausgeleuchteter Lichtkorridor. Für das fliegende Insekt scheint nur noch dieser Lichtraum zu existieren. Da Insekten ihre Augen niemals in ihren Körperschatten halten, fliegen die Tiere immer weiter in den Lichtkorridor hinein und somit zur Lampe hin (eine Zusammenfassung zur Problematik findet sich bei SCHEIBE 2001).

Die Verwendung von gelbem Licht (Natriumdampflicht) in Straßenbeleuchtungen ist in der Nähe aquatischer Ökosysteme nicht zu empfehlen (ausführlich SCHEIBE 2001). Zur Schonung schützenswerter naturnaher Gebiete mit reicher aquatischer Entomofauna kann also nur ein Vorschlag gemacht werden: Licht aus!

Das Ergebnis dieser Untersuchung verdeutlicht, dass künstliche Beleuchtung einen erheblichen Eingriff in naturnahe Bereiche darstellen kann. Dies ist insbesondere relevant für städtebauliche Vorhaben und die Bewertung von deren Auswirkungen auf die Natur.

Ein Ausgleich dieser Negativeffekte auf die Fließgewässerfauna durch ersatzweise Anlage von Stillgewässern ist nicht möglich, da Letztere eine völlig anders geartete Fauna aufweisen.

Zusammenfassung

Künstliches Licht hat gegenüber verschiedenen Gruppen aquatischer In-

sekten eine sehr starke Anlockwirkung. Durchschnittlich wurden in den Sommermonaten in einer Nacht so viele aquatische Insekten von dem Licht einer Straßenleuchte (Pilzleuchte mit OSRAM HQL 125 W) angelockt, wie dies einem Schlupf an 22 m Uferlänge in 24 Stunden entsprach. An warmen Sommerabenden konnten diese Ergebnisse um ein Vielfaches übertroffen werden. Darüber hinaus zeigte sich, dass selbst nahe verwandte Arten in sehr unterschiedlichem Maß auf das Licht einer Straßenleuchte reagieren. Die Gefährdung von aquatischen Insekten ist deshalb im Einzelfall zu untersuchen. In naturnahen aquatischen Ökosystemen ist künstliche Beleuchtung aber als erheblicher Eingriff im Sinne der Naturschutzgesetzgebung zu qualifizieren.

Summary

The study was carried out on a third order stream in the Taunus uplands (in central western Germany). Results were obtained from August 1998 to August 2000.

The main question was how many insects emerged from the stream and how many of them were attracted by a nearby street lamp. In summertime aquatic insects were attracted by one streetlight in one night in a quantity corresponding to the emergence of 22 m of riverbank/24 hs (average results of weekly catches). Quantities varied greatly: During warm evenings the emergence of insects from up to several hundred metres of river bank was caught at one lamp. The study also found that closely related species differ substantially in their inclination to fly to light. In near-natural aquatic ecosystems, artificial light must be viewed as a substantial impact within the meaning of German of German nature conservation law.

Literatur

- ILLIES, J. (1982): Längsprofil des Breitenbachs im Spiegel der Emergenz (Ins.: *Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera*); Arch. Hydrobiol. 95: 157–168.
- ILLIES, J. (1983): Ökosystemforschung an einem Mittelgebirgsbach (Emergenzanalyse); Verh. Ges. f. Ökol., 10: 247–253.
- JAKOB, U. (1986): Analyse der *Ephemeroptera*-Jahresemergenz des Breitenbachs bei Schlitz/Hessen (Bundesrepublik Deutschland); Arch. Hydrobiol. 107 (2): 215–247.
- KRISKA, G. et al. (1998): Why do mayflies lay their eggs en masse on dry asphalt roads? Water-imitating polarized light reflected from asphalt attracts *Ephemeroptera*; J. exp. Biol. 201 (15): 2273–2286.

PINDER, L. C. V. (1986): Biology of freshwater *Chironomidae*. Ann. Rev. Entomol. 31: 1–23.

RÖSER, B. (1980): Emergenz eines Mittelgebirgsbaches des Vorderwesterwaldes. Arch. Hydrobiol./Suppl. 58: 56–96.

SCHACHT, W. & WITT, T. (1986): Warum künstliche Lichtquellen nachtaktive Insekten anziehen. Entomofauna 7 (9): 121–128.

SCHEIBE, M. A. (1999): Über die Attraktivität von Straßenbeleuchtungen auf Insekten aus nahe gelegenen Gewässern unter Berücksichtigung unterschiedlicher UV-Emission der Lampen; Natur u. Landschaft 74 (4): 144–146.

SCHEIBE, M. A. (2001): Quantitative Aspekte der Anziehungskraft von Straßenbeleuchtun-

gen auf die Emergenz aus nahe gelegenen Gewässern (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Diptera: Simuliidae*, *Chironomidae*, *Empididae*) unter Berücksichtigung der spektralen Emission verschiedener Lichtquellen. Diss. Mainz.

Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. G. Diefenbach und der RWE AG, Essen, für die Förderung dieser Studie. Die Arbeit wurde betreut von Herrn Prof. Dr. R. Rupprecht, Institut für Zoologie, Universität

Mainz. Die Arbeiten im Photometerlabor wurden ermöglicht durch Frau Prof. Chr. Neumeyer, ebenfalls Mainz. Beiden gilt mein ausdrücklicher Dank. Die naturschutzrechtlichen Ausnahmegenehmigungen erteilte das Regierungspräsidium Darmstadt.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Biol. Dr. rer. nat. Mark A. Scheibe
Institut für Zoologie
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
55099 Mainz
E-Mail: schem003@mail.uni-mainz.de