

**Stadt Hannover**  
**Dezernat V/67**  
**Postfach 125**  
**(per E-Mail)**  
**30001 Hannover**

28. Februar 2014

**Betreff:** Ihr Schreiben vom 17. Januar, Ihr Zeichen Dez. V/67 (Unterschrift Erste Stadträtin Tegtmeyer-Dette), Frau G. Böker  
Anhörung im Ausschuß für Umweltschutz und Grünflächen, Thema „Lichtverschmutzung“  
**Hier:** Skript zu meinem Vortrag, den ich nicht halten kann

## Kurzvortragsskript (für Handout)

### Nachtaktive Insekten und künstliches Licht — eine kurze Einführung

Wolfgang A. NÄSSIG, Entomologie II, Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main

#### Einleitung

Ich selbst arbeite zwar seit über 40 Jahren *mit künstlichem Licht zum Nachweis von Nachtfaltern* (Lichtfang im In- und Ausland, für systematische und faunistische Zwecke), aber nicht *direkt über die Wirkungen künstlichen Lichts auf nachtaktive Insekten*. Trotzdem kann man auf der Basis jahrzehntelanger Erfahrung und aufgrund der Beobachtung des Verhaltens anfliegender Insekten an den Leuchtstellen sowie allgemeinem Wissen über Insekten gewisse Rückschlüsse zu ebendiesem Verhalten ziehen. Darauf basieren diese Zeilen.

#### Wie sehen Nachtfalter beziehungsweise Insekten allgemein?

Alle Insekten haben Facettenaugen. Bei Nacht fliegende (nachtaktive) Arten gibt es in fast allen Insektenordnungen. Meine eigenen Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf Nachtfalter (Schmetterlinge oder Lepidoptera); in anderen Insektenordnungen können teilweise Unterschiede zum Verhalten der meisten Lepidoptera festzustellen sein, meist durch abweichende spektrale Empfindlichkeitsmaxima oder abweichende Verhaltensmuster.

Nachtfalter sind nachtaktive Schmetterlinge. Viele, jedoch beileibe nicht alle, dieser Arten kann man mit künstlichen Lichtquellen anlocken. Dabei sind insbesondere Lichtquellen mit kurzwelligem Licht und hohem UV-Anteil besonders wirksam. Das spektrale Empfindlichkeitsspektrum von Nachtfalteraugen liegt in der Regel (bisher nur bei wenigen Arten tatsächlich gemessen) bei Wellenlängen von zwischen 350 und 550 Nanometer (mit besonderer Wirksamkeit um 420 Nanometer: FACETTENAUGE 2014), also besonders im nahen UV- und Blaubereich. Dies korreliert stark mit der spektralen Lichtemission von Quecksilberdampf, der den größten Teil seiner Energie in genau diesem Bereich abstrahlt. Deswegen sind alle auf Quecksilberdampf-Lichtemission basierende Lampen (also insbesondere Quecksilberdampflampen, Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen etc.) besonders attraktiv für Nachtfalter. Nur Lampen mit einem Emissionsspektrum im eher langwelligen Bereich, ohne UV-Anteil, sind wenig bis gar nicht attraktiv (Beispiele: monochromatisch gelbe Natriumdampf-Niederdrucklampen; bestimmte Typen von modernen LEDs). (Manche — wenige — Wasserinsekten reagieren allerdings besonders stark gerade auf gelbes Licht.)

#### SENCKENBERG FORSCHUNGSINSTITUT UND NATURMUSEUM FRANKFURT

Dr. Wolfgang A. Nässig | Entomologie II | Senckenberg  
Senckenberganlage 25 | D-60325 Frankfurt | Deutschland  
Tel. +49 (0) 69/75 42-1323 wnaessig@senckenberg.de www.senckenberg.de/entomologie-II  
Publikationsliste: www.saturnia.de/publications

SENCKENBERG Gesellschaft für Naturforschung | Senckenberganlage 25 | D-60325 Frankfurt am Main

Mitglied der Leibniz Gemeinschaft

Die meisten Nachtfalter haben optische Superpositionsaugen (FACETTENAUGE 2014), die durch Helligkeitsgesteuerte Verschiebung der Pigmente, die die Rhabdome der Einzelommatidien des Facettenauges optisch voneinander trennen, ihre Augen in Tagesverlauf an unterschiedliche Lichtintensitäten anpassen. Bei nächtlicher Dunkeladaptation fällt das Licht nicht nur auf das Rhabdom des jeweiligen Einzelauges, sondern kann auch von Nachbarrhabdomen aufgefangen werden. Dies ermöglicht eine bessere Lichtwahrnehmung und -ausnutzung (besseres Sehen bei Dunkelheit), geht aber zu Lasten der Sehschärfe und Auflösung.

Eine schöne Übersicht über schädliche Einflüsse von Licht auf nachtaktive Insekten gibt zum Beispiel auch EISENBEIS (2013).

## Warum fliegen Nachtfalter (und andere nachtaktive Insekten) überhaupt zum Licht?

Hierzu gibt es eine Hypothese, die zwar in allen Lehrbüchern steht und auch überall im Internet als Haupterklärung verbreitet wird (siehe etwa LICHTFALLE 2014), die aber auf einigen eher unnatürlichen Annahmen über das Verhalten von Insekten zu und am Licht basiert und sicher nicht die wichtigste und einzige Erklärung liefert, sondern nur einen kleinen Teilaspekt erklärt:

- Die sogenannte **Kompaßhypothese** oder **Mond-Menotaxis-Hypothese**. Darin wird angenommen, daß Insekten nachts meist geradeausfliegen, nur in offenem Gelände oder oberhalb des Kronendachs der Wälder unterwegs sind und sich dabei an der einzigen natürlichen Lichtquelle orientieren, die nachts zu sehen war, bevor es Menschen gab: dem Mond. Der Mond ist so weit weg, daß ein konstanter Winkel zu ihm unter natürlichen Bedingungen die Einhaltung eines Geradeausflugs ermöglicht. Ist die Lichtquelle näher, etwa also eine Straßenlaterne, so wird bei Beibehaltung des konstanten Winkels dazu eine spiralförmige Annäherungskurve zur Laterne geflogen. — Leider treffen aber diese Grundannahmen nur in Ausnahmefällen zu: Die überwältigende Mehrzahl der Nachtfalter ist keineswegs bemüht, jede Nacht so viele Kilometer in gerader Linie hinter sich zu bringen wie möglich; im Gegenteil, die überwältigende Anzahl der Arten fliegt nachts ausschließlich chemisch orientiert im Kurzstreckenbereich, zu Beginn der Nacht meist erst mal auf der Suche nach Futterquellen (wie Nektar in Blüten oder ähnlich), später dann auf der Suche nach dem Geschlechtspartner (angelockt über Sexualpheromone) oder nach Eiablagepflanzen; das Mond- und Sternenlicht wird dabei nur benutzt, um sich räumlich im Wald, im Buschwerk oder auf einer Wiese zurechtzufinden und nicht ständig mit Pflanzen zu kollidieren — im Unterholz und anderer Vegetation kann man einfach nicht geradeausfliegen. Auch fliegen meist wesentlich mehr Nachtfalter (Arten wie Individuen) im Waldesinneren als im Offenland, außer zur Nektarsuche auf Wiesen. Wegen der chemotaktischen Steuerung des Fluges wird ständig die Flugrichtung geändert; eine Menotaxis zum Mond mit gezieltem Geradeausflug findet überhaupt nicht statt. Der einzige Flug, der potentiell menotaktisch gesteuert wird, ist nur ein geradeausgerichteter Langstrecken-Wanderflug. Jedoch sind nur wenige Nachtfalter (ca. unter 10% der Arten) tatsächlich regelmäßige Wanderfalter, und auch diese Arten fliegen nicht jede Nacht ständig lange Wanderstrecken, sondern fliegen auch einen größeren Teil ihres Lebens insgesamt genauso wie auch Teile von tatsächlichen Wanderflug-Nächten nur im Nahbereich zur Futterbeschaffung, Paarung oder Eiablage. Auch fliegt die überwältigende Mehrzahl der Wanderfalter gern bei „angenehmem Flugwetter“ mit dem (nicht gegen den) Wind und damit gern (in Europa) auf der Vorderseite von Tiefdruckgebieten, nämlich mit der feuchten Warmluft, also unter Wolken, wenn nicht gar in Regen und/oder Nebel; die Kaltluft der Rückseite der Tiefdruckgebiete oder auch trockene, klare Hochdruckgebietenwetterlagen sind wesentlich schlechter geeignet für Wanderflüge. Schließlich ist der Mond sowieso nicht jede Nacht zu sehen (Mondphasen, Wolken). Schmetterlingswanderflüge generell sind mit wenigen Ausnahmen in der Regel kleinräumige Binnenwanderungen; nur eine Handvoll Arten in Europa fliegen regelmäßig lange Strecken, dann aber durchaus auch in Einzelfällen von Nordafrika bis Skandinavien in wenigen Tagen. — Diese Kompaßhypothese wird also sicher nur für einen prozentual ganz kleinen Sonderfall (sowohl was Arten wie Individuen angeht!) der Attraktivität von Straßenlaternen für Nachtfalter sorgen. Das generelle Phänomen läßt sich damit nicht erklären.

Überzeugender ist eine Hypothese, die mit dem tatsächlichen Verhalten der Nachtfalter besser übereinstimmt; es werden auch noch andere Hypothesen gehandelt, und es ist dabei durchaus nicht unwahrscheinlich, daß es gar keine *einheitliche* Erklärung gibt, die für alle Arten in allen Lebensumständen zuträfe (LICHTFALLE 2014, dort weitere Zitate).

- In den letzten Jahren wenden sich viele Forscher, insbesondere solche, die real im Feld mit Nachtfaltern (oder auch anderen nachtaktiven Insekten) arbeiten und sich mit den natürlichen Verhaltensweisen tatsächlich auskennen, einer anderen, deutlich plausibleren Hypothese zu: der **Blendungshypothese**. Diese basiert darauf, daß bei Dunkelheit die Augen der Nachtfalter dunkeladaptiert sind (die Ommatidienpigmente werden zur Linse hin hochgezogen, so daß das Licht besser ausgenutzt wird und mehrere Ommatidien gleichzeitig ansprechen kann). Dies ist im Prinzip ein ähnlicher Vorgang wie bei vielen Wirbeltieraugen, wenn auch anders im Detail. In jedem Fall ist diese Adaptation aber keine schnell variable Angelegenheit. — Kommt also ein dunkeladaptierter Falter in die Nähe (der Begriff „Nähe“ variiert hierbei von etwa 2–3 m bis ca. 150 m und hängt sicher neben artspezifischen Verhaltensweisen und physiologischen Fähigkeiten und Zuständen sowie individueller Verhaltensmotivierung noch von vielen anderen Faktoren mit ab!) einer hellen künstlichen Lichtquelle mit hohem Blau- und UV-Anteil, überstrahlt diese alle anderen Lichtquellen in der Umgebung (einschließlich des Mondes) und führt dazu, daß der Falter durch Blendung orientierungslos wird. Er erkennt wegen der Blendung keine Strukturen außerhalb des hellen Lichtscheins und kann sich deswegen nicht wieder gezielt zurück ins Dunkle wegbewegen. Er fliegt dann entweder wild herum, ohne den Lichtschein verlassen zu können, oder setzt sich irgendwo in

# SENCKENBERG

## world of biodiversity

geringer bis etwas größerer Entfernung zum Licht hin. Die andauernde Helligkeit verhindert, daß seine Augen wieder dunkeladaptieren können.

Übrigens: Man sollte nicht fragen, warum „**Motten**“ zum Licht fliegen, denn das deutsche Wort „Motten“ bezeichnet korrekterweise nur einen verschwindend geringen Anteil der Kleinschmetterlinge (zum Beispiel Kleidermotten und einige wenige andere Gruppen). Der Gebrauch von „Motten“ für korrekt **Nachtfalter** im Deutschen ist wieder einmal ein falsch übersetzter Amerikanismus: Im Englischen bezeichnet „moths“ zwar tatsächlich alle Nachtfalter (im Gegensatz zu „butterflies“ = Tagfalter), aber im Deutschen ist es eben anders.

### Was passiert mit den Nachtfaltern, die vom künstlichen Licht angelockt wurden?

Hat sich ein an einer Lichtquelle angeflogener Nachtfalter (oder andere, sich ähnlich verhaltende Insekten) erst einmal irgendwo in geringer bis etwas größerer Entfernung zum Licht hingesezt (was früher oder später für die meisten zutrifft), so ist er gefangen. Wird die Lampe nicht rechtzeitig (mehrere Stunden!) vor der Morgendämmerung ausgeschaltet, hat der angelockte Falter keine Chance mehr, seine Augen wieder an die Dunkelheit zu adaptieren und vor Tagesbeginn den Lichtschein zu verlassen und sich an besser „ausgesuchten“ Orten in der Natur zu verstecken; oft ist durch das künstliche Licht sogar das normale Verhalten so gestört, daß der Falter selbst nach dem Abschalten der Lampen nicht mehr wegfiegt. Wenn der Nachtfalter nicht schon in der Nacht durch die vielen Spinnen, die sich regelmäßig unter Lampen einrichten, gefangen und gefressen wird, dann passiert das im Regelfall spätestens am frühen Morgen, noch vor Sonnenaufgang in der allerersten Dämmerung: alles, was im hellen Lichtkegel oder am Rand davon sitzt, landet dann prompt im Magen von einem der Vögel aus der Umgebung, die sehr schnell lernen, an welchen Stellen sie frühmorgens ihr regelmäßiges Frühstück finden können. Vögel verbringen im Nahbereich von Beleuchtung sowieso nur eine viel kürzere Nachtruhe als in dunkler Umgebung. Allnächtlich permanent erleuchteten Stellen (unter Straßenlaternen, an weißen, nachts bestrahlten Hauswänden etc.) werden schon weit vor der normalen Aufwachzeit von Vögeln besucht — eine reine „Futterdressur“, um morgens schnell satt werden zu können, in Konkurrenz mit den Kollegen von nebenan. Die gefressenen Falter sind damit dem Vermehrungsgeschäft endgültig entzogen. Dies stellt einen empfindlichen allnächtlichen Aderlaß für wildlebende Nachtfalterpopulationen dar. Damit werden helle, besonders blautrichige, UV-Licht-emittierende Straßenlaternen, Parkplatzbeleuchtungsanlagen, beleuchtete Tankstellen an Autobahnraststätten mitten in Wald und Feld oder auch Fußwegbeleuchtungen am Rande von Parks oder Stadtparkwegen, genauso wie hellerleuchtete Hauswände, Schaufenster, Kirchen und so weiter gewissermaßen zu „Staubsaugern“, die einen hohen Prozentsatz der nachtaktiven Falter- und andere Insekten-Populationen aus der Umgebung allnächtlich „absaugen“ und die Populationsdichten damit durch konkrete massenhafte Vernichtung der Individuen immer weiter herunterdrücken — und zwar um so intensiver, je heller und UV-haltiger die Lichtemissionen sind. Man kann tatsächlich beobachten, daß an einer neu eingerichteten Tankstelle am Waldrand der Nachtfalteranflug im ersten Jahr an höchsten ist und dann von Jahr zu Jahr ständig weniger wird und nach 5–15 Jahren schließlich nur noch alljährlich eine geringe Zahl von Arten und Individuen kommt, eben weil die unmittelbare Umgebung bereits „leergesaugt“ ist.

Dabei sind Beleuchtungsanlagen, die bauartbedingt oder durch Löcher und Defekte in der Umhüllung der Lampen Falter tatsächlich in den heißen Innenraum der Beleuchtung hineinlocken und dort durch Hitze direkt abtöten, noch gar nicht berücksichtigt.

Zur Wirkung verschiedener Leuchtmittel auf Insekten siehe auch HUEMER et al. (2010), EISENBEIS (2013).

### Ausblick und Forderungen

Generell sind hellerleuchtete Lebensräume neben der Störung der astronomischen Sternensichtbarkeit und neben der verhaltensstörenden Wirkung auf Menschen und Wirbeltiere (insbesondere ziehende Vögel) für Nichtwirbeltiere, insbesondere Insekten, echte Todesfallen, die um so gewichtigere Wirkungen zeigen, je weiter die Leuchtanlagen aus der unmittelbaren, fast vegetationsfreien „Betonwüste“ der Innenstädte in die grünen Randbereiche, Parks oder gar in die freie Landschaft hinauswuchern. Deswegen sollten folgende Gesichtspunkte beachtet werden:

1. Leuchtanlagen sollten von der spektralen Zusammensetzung der Lichtemission und genauso von der Intensität her insektenfreundlicher gemacht werden: keine Lichterzeugung auf der Basis von Quecksilberdampf mit hohem UV- und Blauanteil, sondern nur Lampen mit langwelligem Licht: Natriumdampf-Niederdrucklampen oder UV- und blaulichtfreie LEDs; dabei insgesamt immer nur so wenig Lichtintensität wie sachgemäß tatsächlich unbedingt nötig. — Da diese UV-freien Lampen stets bei gleicher Lichtabgabe auch deutlich weniger Strom verbrauchen, verringert dies auch merklich die Kosten für den Strom, der zur Beleuchtung benutzt wird, und trägt damit auch signifikant zur Energieeinsparung bei.
2. Alle Lampen zumindest im öffentlichen Raum sollten ihr Licht nur tatsächlich auf die zu beleuchtende Fläche (Straße, Gehweg) richten und nicht durch Lichtabstrahlung zur Seite oder gar nach oben völlig sinnlos in der Umgebung verpulvern. Modisch-schicke Kugelleuchten oder Straßenlaternen, die mindestens genausoviel Licht seitlich in die Schlafzimmer der Anwohner hineinschicken, wie im eigentlichen Zielraum auf der Straße landet, sind Energievergeuder und einfach falsch konstruiert.
3. Speziell Auswüchse wie die sogenannten „Skybeamer“ (helle „Flugabwehrscheinwerfer“ oder gar Laser), die nachts über Diskos den Himmel mit drehenden und zuckenden Lichtstrahlen verunzieren und damit insbeson-

dere nachwandernde Vogelschwärme so nachhaltig aufschrecken, daß sie sich nicht weitertrauen und irgendwo nach langem Kreisen erschöpft meist in bewohntem Gebiet „Notlandungen“ unternehmen, gehören grundsätzlich ganz verboten.

4. Grundsätzlich sollte der Beleuchtungsaufwand im Außenbereich, an der Bebauungsgrenze sowie an und in Gärten, Parks, Anlagen etc., also überall dort, wo Beleuchtung auf „Restnatur“ trifft, so gering wie nur irgend möglich gehalten werden. Eine starke Beleuchtung mitten im Wald oder gar an Trockenhang-Naturschutzgebieten richtet unverhältnismäßig sehr viel mehr Schaden an als ein hellerleuchteter, aber weitgehend vegetationsfreier Platz an einer Straßenkreuzung in einer Großstadt.
5. Schließlich sollte jede Art Beleuchtung in Naturnähe den größten Teil der Nacht ganz ausgeschaltet sein: ab 22, 23 oder spätestens 0 Uhr sollten die Lampen komplett abgeschaltet werden, im Sommer morgens gar nicht mehr angeschaltet werden (Sonnenaufgang ist im Sommer in der Regel lange vor dem Berufspendelverkehr). Wo möglich, sollten die Lampen auch innerhalb der Bebauung spätnachts wenigstens heruntergeschaltet werden, also etwa zum Beispiel 50% der Straßenlaternen zu einer gewissen Zeit ganz ausschalten. Gebäudebeleuchtung im Außenbereich (freistehende Burgen, Kirchen etc.) sollte wenigstens in der zweiten Nachthälfte komplett abgeschaltet werden; wer frühmorgens im Dunklen zur Arbeit fährt, hat in der Regel eh kein besonderes Interesse an touristischer Scheinromantik.

- Dies alles reduziert nicht nur den unmittelbaren Schaden für nachtaktive Insekten, sondern hilft auch allen anderen Betroffenen: der Astronomie (weniger Streulicht!), den Städten und Gemeinden (Reduktion des Stromverbrauchs und der Kosten), den Anwohnern (besserer, gesünderer Nachtschlaf) — und insbesondere eben der gesamten Tier- und Pflanzenwelt!

## Literaturzitate, Links

(Nicht alle Quellen auch im Text zitiert, als Informationsgrundlage gedacht.)

EISENBEIS, G. (2011): Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs. — *Natur und Landschaft* **86** (7): 298–306.

EISENBEIS, G. (2013): Lichtverschmutzung und die Folgen für nachtaktive Insekten. — S. 53–56 in: HELD, M., HÖLKER, F., & JESSEL, B. (Hrsg.), *Schutz der Nacht — Lichtverschmutzung, Biodiversität und Nachtlandschaft. Grundlagen, Folgen, Handlungsansätze, Beispiele guter Praxis.* — BfN-Skripten (Bundesamt für Naturschutz, Bonn) **336**, 189 S. (kostenloser Download von [http://www.bfn.de/0502\\_biodiv\\_vilm-reports.html](http://www.bfn.de/0502_biodiv_vilm-reports.html), Stand 27. II. 2014).

FACETTENAUGE (2014): Facettenauge. — URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Facettenauge> (zuletzt aufgesucht: 24. II. 2014).

HUEMER, P., KÜHTREIBER, H., & TARMANN, G. (2010/2011): Anlockwirkung moderner Leuchtmittel auf nachtaktive Insekten — Ergebnisse einer Feldstudie in Tirol. — *Wissenschaftliches Jahrbuch Tiroler Landesmuseen 2011* [kostenloser Download: a) separate Broschüre von 2010, b) Separatfile Veröffentlichung aus *Wiss. Jahrbuch 2011* auf: <http://www.hellenot.org/weiterfuehrende-infos/downloads/>, Stand 27. II. 2014].

LICHTFALLE (2014): Lichtfalle. — URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Lichtfalle> (zuletzt aufgesucht: 24. II. 2014).

## Weiterführende Webseiten mit vielen interessanten Links:

- <http://lichtverschmutzung.de/> (Website der VdS-Fachgruppe Dark Sky).

<http://www.hellenot.org/> (Website der Tiroler Umweltanwaltschaft des Tiroler Landesmuseen, Innsbruck).

<http://www.naturschutz-frankfurt.de/DarkSky/Lichtverschmutzung.html> (meine eigene Seite im Netz zu diesem Thema — Vorsicht: der Inhalt wurde vor 1999 erstellt; letzte Aktualisierung ca. 2005, seit damals keine neuen Fakten aufgenommen, ich arbeite aus Zeitgründen nicht aktuell auf dem Gebiet).

<http://www.verlustdernacht.de/> (Berliner interdisziplinärer Forschungsverbund).