

Methode zur **A**ktivitätsmessung von nachtaktiven **I**nsekten mittels **V**ideoequipment (**VIA**)

Eine Auftragsstudie der Wiener Umweltschutzgesellschaft

Verfasser

Martin Soneira



In Zusammenarbeit mit



Kontakt:

Martin Soneira

Büro für angewandte Ökologie

Au 94

2880 Kirchberg am Wechsel

martin@soneira.at

Bericht im Auftrag der Wiener Umweltschutzbehörde.

Die Kopierrechte der verwendeten Logos am Deckblatt liegen nicht beim Autor, wurden aber im Wissen der jeweiligen Stellen verwendet.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	4
EINLEITUNG	5
MATERIAL UND METHODEN	6
UNTERSUCHUNGSGEBIET (DONAUINSEL)	6
UNTERSUCHUNGSZEITRAUM / WETTER	7
LICHTQUELLE.....	8
VIDEOAUFNAHME	8
VIDEOAUSWERTUNG.....	9
ERGEBNISSE	10
DURCHSCHNITTLICHE AUFENTHALTSZEIT	10
AUSWERTUNG INSEKTENANZAHL.....	10
FEHLERANALYSE.....	12
AUSWERTUNG INSEKTENAKTIVITÄT	14
DISKUSSION	15
CONCLUSIO.....	17
LITERATURVERZEICHNIS	18

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorgestellte Methode zur Auswertung des Anflugs von Insekten anhand von Videomaterial erwies sich als effektive Alternativmethode zu konventionellen Lichtfallen.

Folgende Vorteile sind zu nennen:

1. Zeitliche Aktivitätsmuster von nachtaktiven Insekten an Straßenbeleuchtungen können am Niveau der Klasse gewonnen werden.
2. Die Untersuchungsmethode ist vergleichsweise weniger letal, wodurch Auswirkungen auf zu schützenden Populationen, auch in Naturschutzgebieten, vertretbarer werden.
3. Der methodisch wichtigste Vorteil liegt im Fehlen einer zusätzlichen Anlockwirkung, welche bei konventionellen und indirekten Lichtfallen (Luftklektoren) in Form von Lichtreflexionen gegeben ist. Die neue Methode lässt sich dadurch für Fragestellungen anwenden, bei welchen Beeinflussungen durch die Fangmethode eine Rolle spielen.

Folgendes ist bei dieser Methode zu beachten:

1. Es ist essenziell, dass die Vorrichtung zur Videoaufnahme und die Lichtquelle miteinander in starrer Weise montiert werden oder zumindest bei parallel betriebenen Kameras unterschiedliche Kamerawinkel vermieden werden.
2. Das unter Punkt 1 Beschriebene sollte durch zusätzliche Streulichtblenden vor dem Kameraobjektiv ergänzt werden. Durch diese Vorgehensweise werden Linsenlichtreflexionen begrenzt, welche die Datenauswertung erschweren.
3. Gegenlicht durch andere Lichtquellen sollte im Vorhinein ausgeschlossen werden. Hierbei spielt auch die Lichtglocke über dem Standort eine Rolle (Stichwort: Lichtverschmutzung). Videoaufnahmen ohne Horizont im Hintergrund sind empfehlenswert, erreichbar beispielsweise durch dichte Vegetation, künstliche Objekte oder hügeliges Gelände.

EINLEITUNG

Im Auftrag der Wiener Umweltschutzanstalt wurde eine Methode entwickelt, die neue Forschungsschwerpunkte im Themenfeld Lichtverschmutzung & Naturschutz ermöglicht und gleichzeitig eine Alternative zu den etablierten Lichtfangmethoden für Insekten bietet. Erreicht wurde dies durch Aufzeichnung der Insektenaktivität an Straßenbeleuchtungsmitteln mittels Videoequipment, kurz VIA (Video-Insekten-Aktivitätsmessung). Mit VIA lassen sich sowohl Aktivität im Sinne von Bewegungsintensität als auch im Sinne von Ausmaß und Vorhandensein von Insekten messen. Auf Letzteres wird in dieser Studie fokussiert.

Um den Anflug von nacht- und dämmerungsaktiven Insekten an künstlichen Beleuchtungseinrichtungen zu quantifizieren, werden üblicherweise Luftelektoren als indirekte Lichtfallen verwendet. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn unterschiedliche Leuchtenformen miteinander verglichen werden (Eisenbeis und Hassel 2000; Eisenbeis und Eick 2011; Soneira 2013a). Ein entscheidender Nachteil dieser Lichtfallen liegt jedoch in der zusätzlichen Anlockwirkung durch die Lichtreflexionen der Falle. Mit der hier vorgestellten Methode wird ein Weg aufgezeigt, wie dieser Verzerrungsfaktor bei Vergleichen von Leuchten eliminiert werden kann. Zusätzlich bietet die neue Methode zwei weitere Vorteile gegenüber der beschriebenen: es werden keine Insekten mehr gefangen und die zeitliche Dimension kann besser dargestellt werden. Beides ist naturschutzrelevant, da dadurch Populationen den geringsten Eingriff durch Forschungsarbeiten erfahren und durch die verbesserte zeitliche Auflösung Informationen für Naturschutzstrategien gewonnen werden können. Ein mögliches Anwendungsbeispiel sind Schaltzeiten bei Halbnachtschaltungen von Straßenbeleuchtungen.

Die hier gezeigten Ergebnisse basieren auf der Auswertung von drei Nächten, dies ist suffizient zur Evaluierung der Methode selbst, kann jedoch kein Ersatz für weitere Studien sein, insbesondere dann nicht, wenn naturschutzrelevante Aussagen getroffen werden sollen.

Nachfolgend sollen nicht nur die Vorteile herausgearbeitet werden, sondern natürlich auch die Grenzen des Machbaren erörtert werden.

MATERIAL UND METHODEN

UNTERSUCHUNGSGEBIET (DONAUINSEL)

Eine genaue Beschreibung des Untersuchungsgebiets findet sich in der Studie von SONEIRA (2013a). Von den am nördlichsten Teil der Donauinsel (ca. Str.-km 1933,0 bis 1934,2) liegenden sechs Arealen wurde nur der südlichste verwendet. Abbildung 1 zeigt eines der Pumpwerke, die durch Stahlgitter-Absperrungen begrenzt sind. Mit freundlicher Genehmigung der MA 31 (Wiener Wasser) wurde auf diesem Areal ein Lichtmast installiert. Für den Zeitraum der Untersuchung wurden überdies die auf diesem Areal befindlichen Beleuchtungseinheiten deaktiviert. Durch die Lage abseits der nächtlichen Beleuchtung Wiens, kann eine Beeinflussung durch direkte Lichtkonkurrenz vernachlässigt werden. Die nächstgelegene Uferanschlagslinie (Entlastungsgerinne Neue Donau) liegt weniger als 120m entfernt vom Untersuchungspunkt.



Abbildung 1: Pumpwerksareal der Donauinsel (© Martin Soneira, Januar 2012)

UNTERSUCHUNGSZEITRAUM / WETTER

Für jede Untersuchungsnacht wurden Wetterverhältnisse sowie Mondphase und Sonnenuntergangszeit dokumentiert. Zur Beschreibung des mittleren Windgeschwindigkeitsbereiches einer Untersuchungsnacht wurde die Beaufort-Skala (Bft.) herangezogen.

Meteorologisch unterschied sich der zweite Probesternin von den beiden anderen durch die höheren Windgeschwindigkeiten und die etwas niedrigere Minimaltemperatur. In diesem Temperaturbereich kann der Unterschied von 2°C als nicht signifikant beeinflussend angenommen werden (SONEIRA 2013b).

Tabelle 1: Wetterdaten: Bft = Beaufort-Skala, min. Temp. = niedrigste gemessene Temperatur.

Datum	Sonnenuntergang	Bft	Niederschlag	min. Temp.	Bewölkung	Mondphase
26.07.13	20:41	1	0 mm/h	20 °C	wolkenlos	drittes Viertel
28.07.13	20:38	4	0 mm/h	18 °C	wolkenlos	drittes Viertel
01.08.13	20:33	1	0 mm/h	20 °C	wolkenlos	letztes Viertel

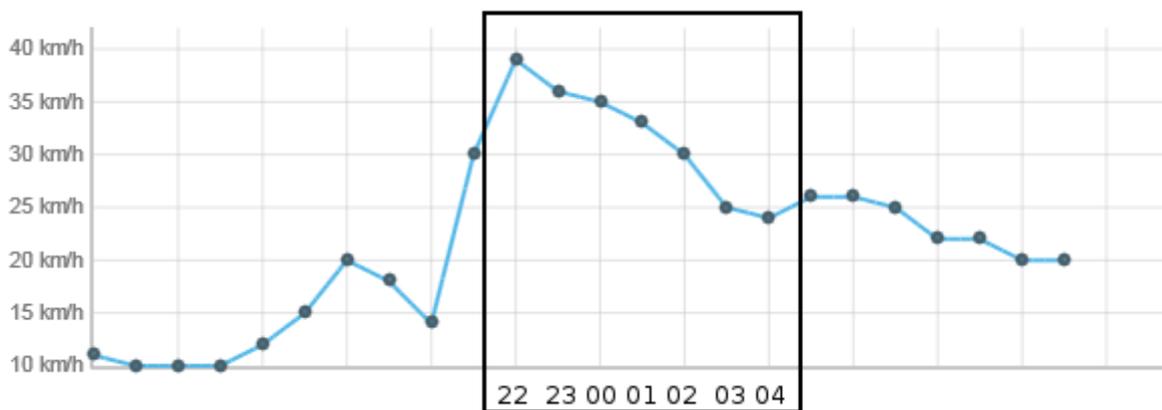


Abbildung 2: Windgeschwindigkeiten der zweiten Untersuchungsnacht (28-29.07.2013). Hervorgehoben ist der Zeitbereich zwischen 22 Uhr und 4 Uhr.

Zur weiteren Auswertung der Videos wurde der jeweilige Zeitraum zwischen 22 Uhr nachts und 4 Uhr morgens gewählt. Dieser Zeitraum ist durch einheitliche Helligkeit geprägt, wodurch die Auswertung erleichtert wird. Mit zusätzlichem Arbeitsaufwand und gleichzeitigem Anstieg der Zählgenauigkeit wäre auch der Dämmerungszeitraum auswertbar.

LICHTQUELLE

Als Lichtquelle diente eine LED-Straßenleuchte, die freundlicherweise von der Firma Philips bereitgestellt wurde. Die Bauart entsprach jenen Leuchten, die auf der Donauinsel verwendet werden.

Abbildung 3: Eisenmast mit installierter Leuchte (MileWide) und Videoaufnahmeeinrichtung (© Martin Soneira, 2013).



VIDEOAUFNAHME

Zur Videoaufnahme wurde eine Sony Handycam® HDR-CX 190 verwendet. Die Spezifikationen sind über die Homepage des Herstellers abrufbar. Das Videorohmaterial wurde in full-HD-Qualität (2.073.600 Pixel), bei 25 Einzelbildern pro Sekunde (Frames) aufgenommen. Folgende Einstellungen wurden verwendet:

- Weißabgleich – Auto
- Belichtung – Auto
- Focus – manuell ∞
- Low Lux – eingeschaltet
- Videoblende – ausgeschaltet
- Tele-Makro – ausgeschaltet
- SteadyShot – eingeschaltet
- Autom. Gegenlicht – eingeschaltet
- Aufnahmemodus – hohe Qualität (FH) in HD Qualität
- x.v. Color – eingeschaltet
- Bildgröße – 16:9 L (5,3 M)

Die Distanz der Vorderkante des Aufnahmegeräts zur Vorderkante der Leuchte betrug ca. 78 cm, bei einer Höhendifferenz von ca. 22 cm zwischen Vorderkante der Leuchte und Mitte der Objektivlinse.

VIDEOAUSWERTUNG

Im ersten Schritt wurde das Videomaterial in Einzelbilder konvertiert. Als Bildformat diente JPG mit 1920 x 1080 Pixel, einer Auflösung von 96 dpi und einer Bittiefe von 24. Das Zeitintervall zur Einzelbilderstellung wurde mit einer Sekunde bzw. 25 Frames gewählt.

Im Analysetool (ImageJ) wurden die Parameter schrittweise getestet, um optimale Ergebnisse zu erzielen. Hierbei wurden die Parameter so gewählt, dass die Anzahl der gezählten Punkte (Insekten, siehe Abb. 4) möglichst genau getroffen wird bzw. eher unterschätzt als überschätzt wird (siehe Kap. Fehleranalyse).

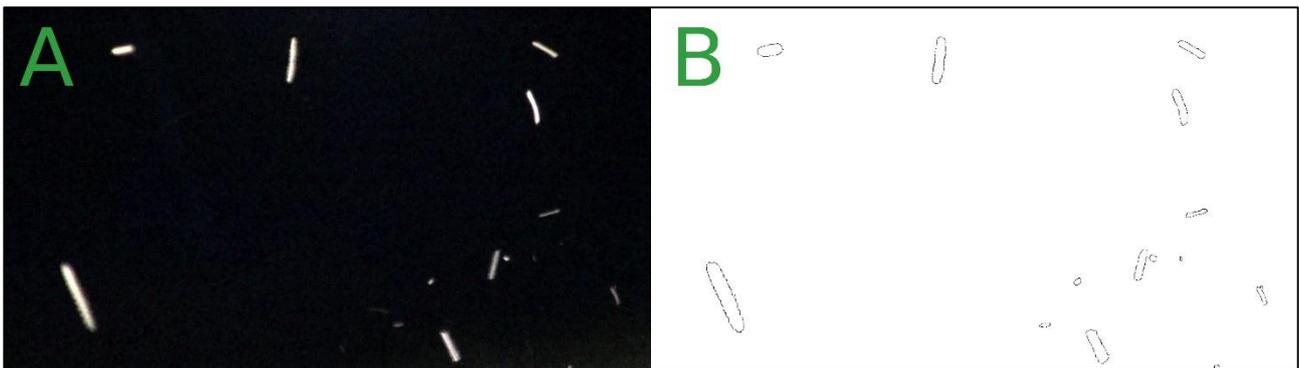


Abbildung 4: Veranschaulichung der Auswertungsmethode. A: Ausgangsbild, in dem Insekten als helle Lichtpunkte bzw. -spuren erkennbar sind; B: Nach Einstellung passender Parameter im Analysetool können einzelne Individuen extrahiert, gezählt und vermessen werden. Abbildung B zeigt hier nur noch die Insekten bzw. deren Umrisse.

Kleinste Veränderungen des Kamerawinkels können Helligkeitsunterschiede im auszuwertenden Bild verursachen. Aus diesem Grund sind Anpassungen nötig, um vorzeitig Zählungenauigkeiten zu minimieren. Eine weitere Ursache für Helligkeitsunterschiede kann darüber hinaus witterungsbedingt sein und durch unterschiedliche Sonnenuntergangszeiten entstehen. Letzteres ist mit Eintreten der astronomischen Nacht vernachlässigbar. Aus diesem Grund eignet sich die Zeit ab Sonnenuntergang + 1½ h für Helligkeitsanpassungen und als genereller Startpunkt des Untersuchungszeitraums. Als Endpunkt eignet sich somit die Zeit des Sonnenaufgangs - 1½ h.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Untersuchungstage 26.07 und 01.08 an den 28.07 angepasst. Der Helligkeitsbereich wurde um 2% verkürzt (fünf Stufen von 255; von Min. 40 auf 45). Die Streuung der ausgewerteten Datenpunkte durch kleine Luftstaubpartikel

wurde dadurch erheblich reduziert. Darüber hinaus wurden die eingestellten Parameter des Analysetools so gewählt, dass nur Punkte $\geq 20^2$ Pixel gezählt wurden.

ERGEBNISSE

DURCHSCHNITTLICHE AUFENTHALTSZEIT

Die durchschnittliche Aufenthaltszeit der Insekten im Blickfeld der Kamera betrug 11 Frames bzw. 0,44 Sekunden (Median; siehe Abb. 5). Die zugrundeliegende Zufallsstichprobe ($n = 60$) umfasst alle drei Nächte, wobei Insekten in unterschiedlichen Distanzen berücksichtigt wurden.

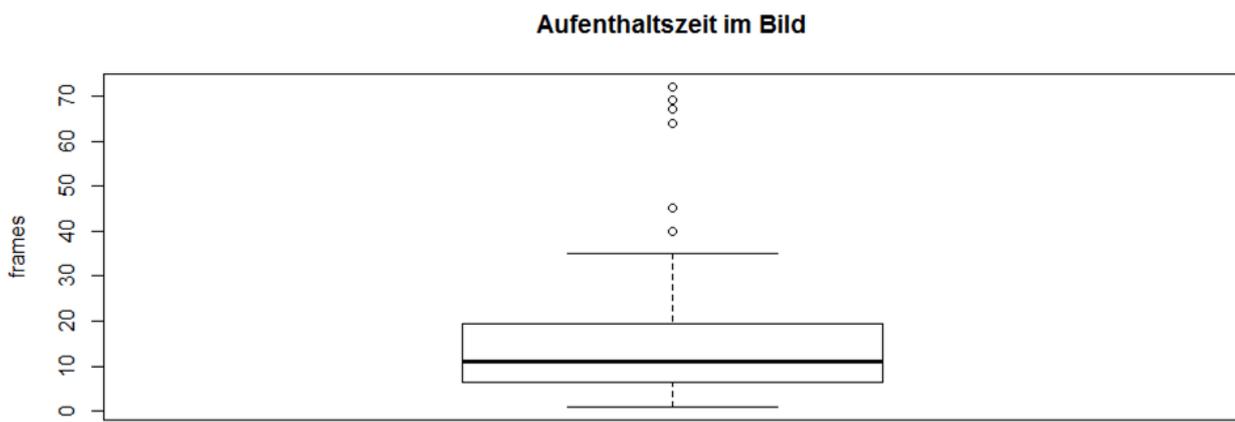


Abbildung 5: Aufenthaltszeit der Insekten im Bild. Alle drei Nächte berücksichtigt, $n = 60$.

AUSWERTUNG INSEKTENANZAHL

Die grafische Auswertung der drei Untersuchungs Nächte spiegelt Ähnlichkeiten zwischen der ersten und der letzten Nacht wider, ebenso wie bei der Betrachtung der Wetterdaten (vgl. Kap. Untersuchungszeitraum/Wetter & Abb.6).

Markante Spitzen im Anflug von Insekten wurden näher untersucht. So zeigte sich, dass die Spitze um 23 Uhr, am 01.08.13, durch ein Insekt verursacht wurde, das den Lichtkegel der Leuchte über mehrere Sekunden direkt in die Kamera reflektierte. Die Anomalie ist dadurch gekennzeichnet, dass die Spitze keine direkte Verbindung zu den restlichen Datenpunkten erkennen lässt. Dieser Umstand wäre durch eine größere Distanz des Aufnahmegeräts zur Lichtquelle vermeidbar.

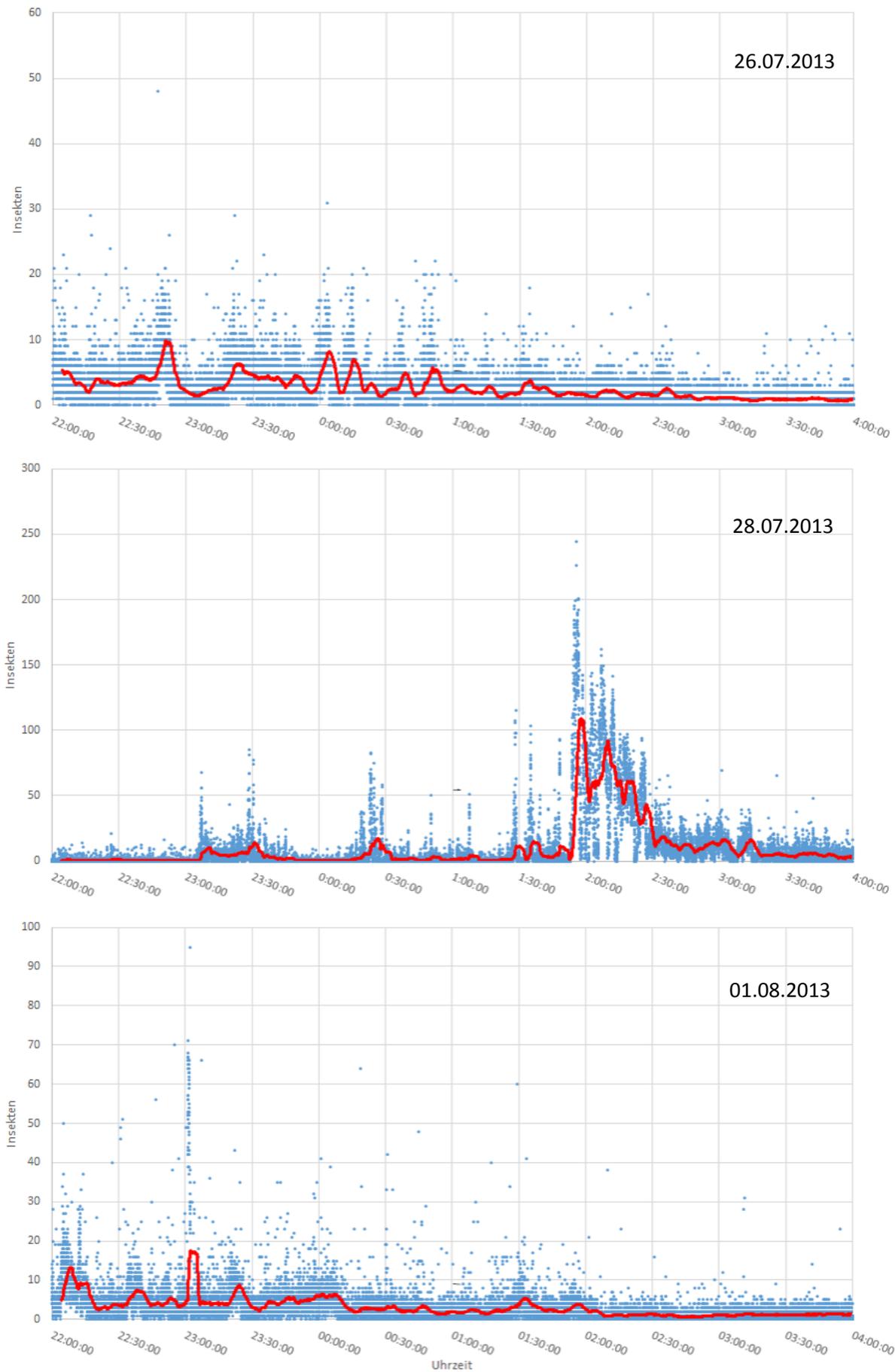


Abbildung 6: Grafische Auswertung der drei Nächte. Jeweils im Zeitraum von 22 Uhr bis 4 Uhr des Folgetages. Rot: Trendlinie gebildet aus dem gleitenden Durchschnitt (255 Werte).

FEHLERANALYSE

Aus der Gesamtheit der 64800 Bilder die mittels Zählautomatik ausgezählt wurden, wurde eine Zufallsstichprobe von 24 Bildern gezogen. Auf Gleichmäßigkeit über die erzielten Werte der Automatik wurde geachtet. Hierzu wurden vier Wertebereiche (0-59, 60-119, 120-179, 180-244) gebildet. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der visuellen Auszählung der Bilder, wobei die y-Achse die Abweichung der Automatik vom visuell gezählten Wert darstellt. Bei der Einstellung der Automatik wurde darauf geachtet, dass bei wenigen Insekten (<50) möglichst hohe Genauigkeit erzielt wurde. Am besten erwies sich die Annäherung der optimalen Einstellung mittels einer kleinen Stichprobe und anschließender Feinjustierung anhand von Ausreißern. Wie Abbildung 7 zeigt, folgt der Fehler einer quadratischen Gleichung. Betrachtet man Abbildung 8 A und B, kann man die Ursache hierfür erkennen. Bei steigender Insektenanzahl im Bild ergeben sich zunehmend Überschneidungen von Flugbahnen. Diese sind für die Automatik nicht als einzelne Insekten erfassbar, sehr wohl jedoch durch die visuelle Betrachtung.

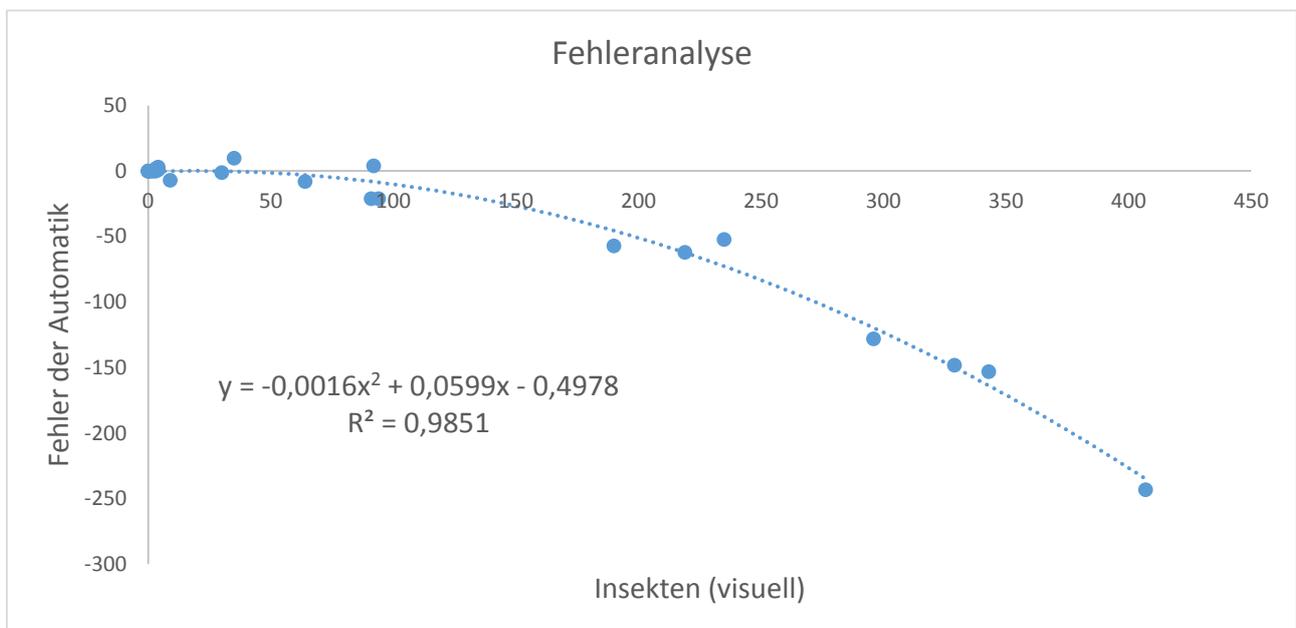


Abbildung 7: Fehleranalysegrafik: Gezeigt wird die Zählgenauigkeit der Automatik bei 24 visuell ausgezählten Stichproben.

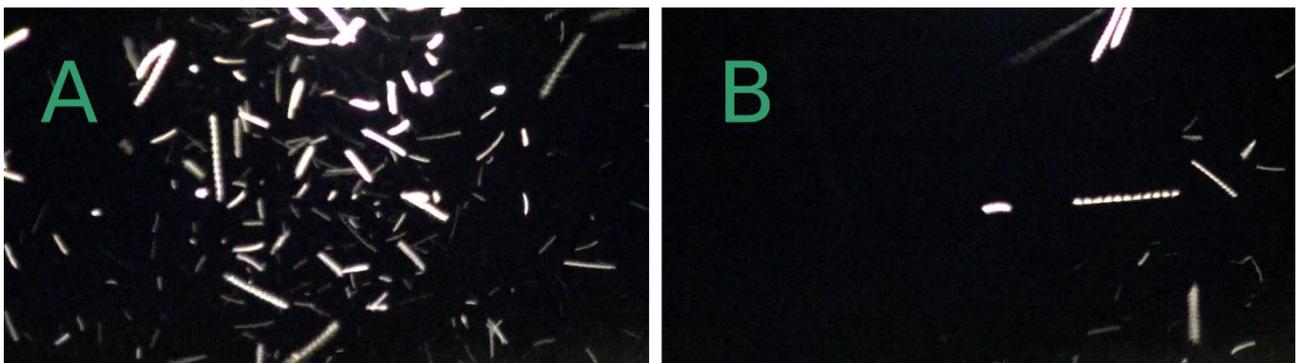


Abbildung 8: Ursachenbeispiel für Zählgenauigkeit: Gezeigt werden zwei Einzelbilder (A & B) der Videoaufnahmen. A zeigt Insekten, die sich optisch in ihrer Flugbahn überschneiden, wodurch Fehler in der Zählautomatik auftreten.

Durch entsprechende Fehlerkorrekturmaßnahmen lassen sich die Abweichungen bei steigender Individuenanzahl in den Griff bekommen. Dies ist vor allem durch die Natur des systematischen Fehlers bedingt, der sich durch Formeln beschreiben lässt. Durch die Anpassung der Werte mittels einer empirisch gefundenen Formel lassen sich Höchstwerte im Insektenanflug besser bestimmen. Wie Abbildung 9 zeigt, können so um mehr als 50% präzisere Zahlen realisiert werden, wobei hohe Werte eher unterschätzt als überschätzt werden (vgl. Abb. 7).

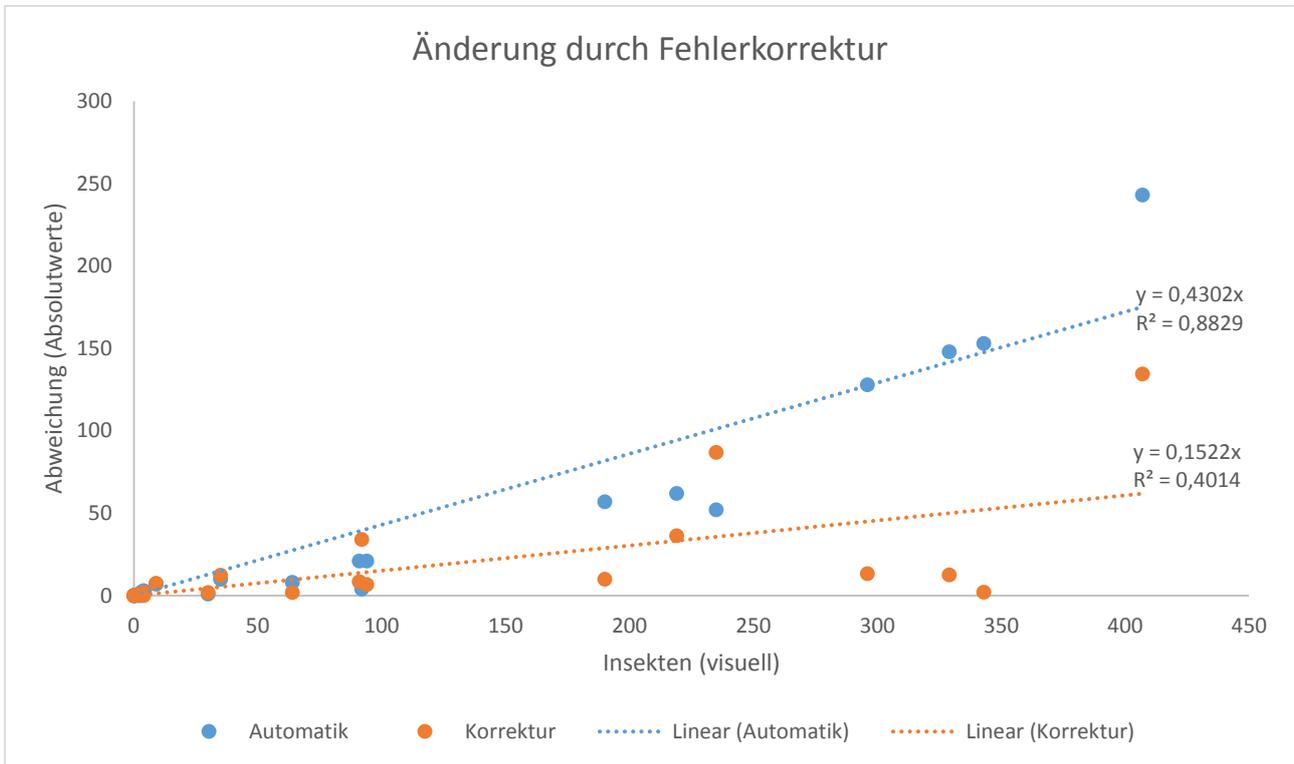


Abbildung 9: Präzisionsverbesserung der Zählwerte durch Fehlerkorrektur. In Blau werden die Ausgangswerte der Zählautomatik dargestellt. In Orange werden die gleichen Werte in korrigierter Weise dargestellt, wobei die Korrektur anhand einer quadratischen Gleichung erfolgte (siehe Text). Die linearen Trendlinien zeigen, dass sich die Abweichungen (Absolutwerte) durch die Korrektur deutlich an die tatsächlichen Zählwerte (Insekten visuell gezählt) annähern.

AUSWERTUNG INSEKTENAKTIVITÄT

Für die Beurteilung der Aktivitätsmuster der angelockten Insekten lassen sich, neben den konkreten Insektenzahlen, auch andere Parameter heranziehen. Abbildung 10 zeigt die Beziehung zwischen der Anzahl an hellen Pixeln und der erfassten Insektenanzahl. Die inhomogene Streuung verhindert eine präzise Schätzung der Insektenanzahl anhand der erhellten Pixel. Dieser Umstand ist durch fehlende Information zur Größe und Distanz der Insekten erklärbar. Wenige große Insekten würden somit zur gleichen Interpretation wie viele kleine Insekten führen.

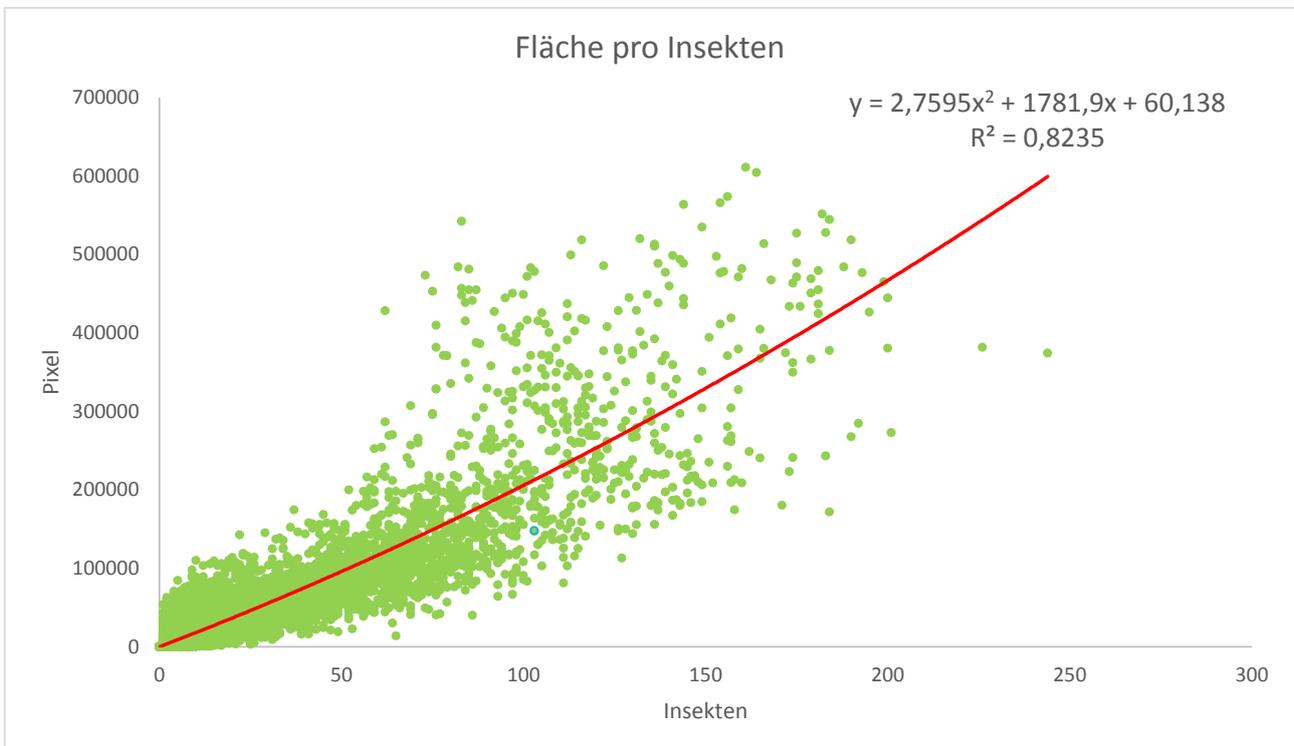


Abbildung 10: Beziehung zwischen der Anzahl insgesamt gezählter erhellter Pixel und der dazugehörigen Anzahl der Flächen (Insekten, vgl. Abb.4).

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, ist die Auswertung in Form von Insekten je Bild technisch gesehen aufwendiger und benötigt je nach Fragestellung Angaben zur Messgenauigkeit. Zur Beurteilung der Aktivitätsstärke ließe sich auch die Summe der erhellten Pixel je Bild in einfacherer Weise heranziehen. Eine andere Möglichkeit, bei der sowohl die Anzahl an Pixeln als auch die Zählwerte der Insekten als Ausgangsdaten herangezogen werden können, ist die Angabe der Aktivität über Prozentwerte. Auf diese Weise lassen sich auch unterschiedliche Tage in eine kombinierte Grafik vereinen, die sich so die gleiche Skalierung teilen (Abb. 11). Starke Peaks, die z.B. auf Wetterphänomene zurückzuführen sind, beeinflussen die Kurve der Flugzeitenaktivität dadurch weniger stark. Für die Grafik wurden die relativen Prozentwerte der einzelnen Datenpunkte je Sekunde vom Nachtmaximum über die drei Nächte gemittelt. Bei ausreichender Stichprobenanzahl glätten sich Einzelpeaks und Hauptflugzeiten können sich deutlicher abzeichnen.

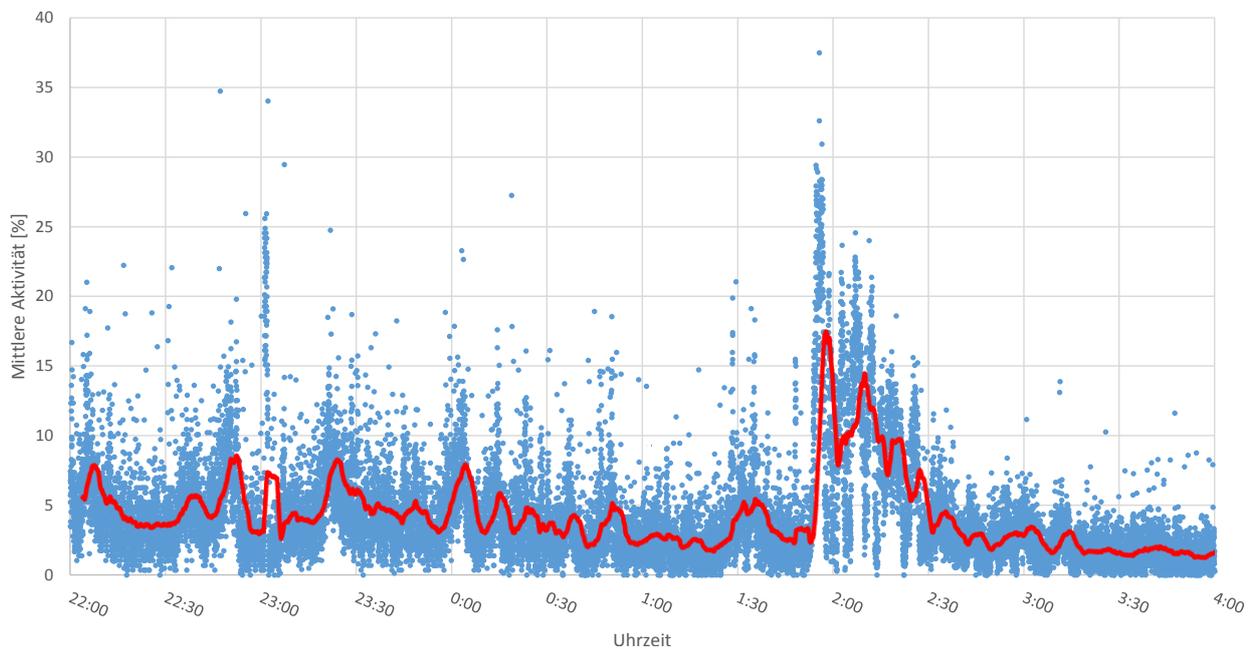


Abbildung 11: Kombinierte mittlere Aktivität der drei Untersuchungstage in Prozentwerten (errechnet relativ zum jeweiligen Nachtmaximum). Rote Linie: gleitender Durchschnitt (255 Werte).

DISKUSSION

Die Wahl der Auswertungsmethode ist diktiert durch die zu beantwortende Fragestellung. Zwei Möglichkeiten wurden im Ergebnisteil näher dargestellt: die Auswertung der Anzahl der Lichtflächen (Insekten) sowie die Gesamtanzahl der hellen Pixel. Je nach Fragestellung und Qualität des Bildmaterials eignen sich die beiden Darstellungsvarianten unterschiedlich gut, wobei der Auswertung anhand von Insektenzahlen Vorzug gegeben werden sollte.

Die Quantifizierung der angelockten Insekten lässt sich, wie dargestellt, durch Optimierungsmaßnahmen verbessern, wodurch sich gute Rückschlüsse über den Effekt von künstlichen Lichtquellen auf Insekten ergeben. Auch ohne Optimierung liefert die Methode hervorragende Informationen, um Fragestellungen zu bearbeiten, die auf Vergleiche von Lichtquellen und deren Anlockwirkung abzielen. Die Auswertungsmöglichkeiten der generierten Daten sind im Vergleich zu anderen Lichtfangmethoden groß. Vor allem die freie Wahl des zu untersuchenden Zeitrahmens, von Sekundenbruchteilen bis hin zu Stunden, bietet neue Möglichkeiten bei der Formulierung von Fragestellungen.

Versuche den Anflug von Insekten in Form von stündlichen Probennahmen zu tätigen, wurden auch mit etablierten Lichtfang- und anderen Fangmethoden realisiert. Beispielsweise wurden zeitgesteuerte Probengefäß-Wechselmechaniken in einigen Studien verwendet, um Flugzeitrhythmen zu untersuchen. Der Fokus der Studien liegt jedoch selten auf Lichtquellen und ist gleichzeitig häufig auf spezifische Insektenordnungen bzw. Arten ausgerichtet (Corbet 1964; Thiele und Weber 1968; Waringer 1989; Wright Jr, Pytel, und Houghton 2013). Hervorhebenswert ist, dass im Unterschied zu Melasse-, Klebe- und Lichtfallen bei vorliegender Methode nicht nur die

„Unglückseeligen“, Hungrigen oder „Ungeschickten“ erfasst werden, sondern alle ins Blickfeld der Kamera fliegenden Insekten.

Ob wirklich alle Insekten ausgewertet werden, ist abhängig vom verwendeten Zeitintervall der Einzelbilder. In der vorliegenden Studie wurde das Zeitintervall mit einer Sekunde gewählt, da die mittlere Aufenthaltszeit der Insekten im Bild mit 0,44 Sekunden bestimmt wurde. Der Großteil der Insekten (50 von 60 der Zufallsstichprobe) blieb weniger als eine Sekunde im Blickfeld der Videokamera. Diese Zeit ist stark von der Größe des Blickfelds und der Distanz der Insekten abhängig. Darüber hinaus ist auch das Wetter von entscheidender Rolle, da Temperatur und Wind die Fluggeschwindigkeit beeinflussen können (Taylor 1974).

Der systematische Fehler der Zählautomatik ist berechenbar und je nach Fragestellung mehr oder weniger entscheidend. Durch die verwendeten Parameter können Insektenzahlen umso präziser erfasst werden, je gleichmäßiger sie sich im Bild verteilen. Dies ist für natürliche Systeme nicht erreichbar, jedoch auch nicht zwingend erforderlich, da keine Fangmethode alle Insekten anlocken bzw. fangen kann. Für sich allein stehend können Ergebnisse, die durch die VIA-Methode gewonnen werden, in Form von Grafiken einzelner Tage oder kombinierter Tage (siehe Abb. 6 & 11) herangezogen werden.

Welcher Parameter sich zum Vergleich mit anderen Lichtfangmethoden am ehesten eignet und inwieweit eine Optimierung überhaupt nötig ist, sollte durch andere Studien überprüft werden. Mögliche Vergleichsparameter wären: der nächtliche Maximalwert, Median oder der Mittelwert der stündlichen Durchschnittswerte der erfassten Insekten. Eine derartige Vergleichsstudie wäre auch für Untersuchungen mit etablierten Lichtfallen, bei denen Informationen zur Insektenzusammensetzung erwünscht sind, empfehlenswert. Dadurch werden Schätzungen ermöglicht, wie effektiv bzw. fängig die entsprechenden Lichtfallen überhaupt sind (vgl. Muirhead-Thompson 1991).

Aufgrund des Fehlens der Tiefeninformation lassen sich bei Unkenntnis der absoluten Größe der abgebildeten Insekten keine genauen Aussagen zur Fluggeschwindigkeit machen. Für die Analyse der Flugbahnen wäre neben entsprechender Software eine höhere Bildaufnahmezeit des Videoequipments empfehlenswert. Andere Studien zeigen diesbezüglich mögliche Vorgehensweisen auf: so wurden dreidimensionale Flugbahnauswertungen mittels Wärmebildkameras bei Fledermäusen durchgeführt (Therault u. a. 2010) oder unter Laborbedingungen das Flugverhalten eines Nachtfalters (*Lobesia botrana* Denis & Schiffermüller (1776)) untersucht (El-Sayed, Gödde, und Arn 2000).

CONCLUSIO

Die vorliegende Studie zeigt, dass VIA ein praktikables Analysetool ist. Hiermit kann die Flugaktivität von Insekten an künstlichen Lichtquellen mittels Videoequipment und softwaregestützter Auszählung durchgeführt werden. Durch die vorgestellten Anwendungsfälle lassen sich Fragestellungen zur Attraktivität von Straßenbeleuchtungen ohne störende Lichteinflüsse von Lichtfallen realisieren. Die zusätzlich gewonnene zeitliche Skalierung bietet neue Wege um Untersuchungsdesigns zu entwickeln. Vergleichsstudien mit etablierten Lichtfallen werden Aufschluss über die Qualität dieser sowie über die bereits bestehenden Methoden geben.

Um optimale Zählergebnisse zu erlangen sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Die Distanz des Aufnahmegeräts zur Lichtquelle sollte möglichst groß sein (abhängig von der Lichtverteilung bzw. Leuchtgeometrie), damit sich keine Insekten auf der u.U. nötigen Blende des Gerätes niederlassen können (vgl. Peak 01.08. um ca.: 23:00 in Abb. 6, der durch Lichtreflexion an einem Insekts entstand).
- Der Bildausschnitt sollte trotz möglichst großer Distanz (siehe vorheriger Punkt) des Aufnahmegeräts von der Lichtquelle möglichst klein gehalten werden, um auch kleinste Insekten deutlich sichtbar zu machen (optischer Zoom).
- Eine fixe Montage des Aufnahmegeräts ist nötig, um Änderungen im Kamerawinkel und damit eventuelle Helligkeitsunterschiede zwischen den zu vergleichenden Videos zu vermeiden.
- Der Hintergrund im Aufnahmebild sollte homogen sein, d.h. keine Abbildung des Horizonts und Vermeidung von möglichen Lichtquellen in der Distanz (Himmelsobjekte, beleuchteter Boden, Verkehrsflächen, usw.).
- Die Einstellparameter der Zählsoftware sollten anhand eines Testvideos optimiert werden. Zu beachten sind die Einstellungen zur Erfassung des kleinstmöglichen eindeutigen Insekts (auch Staubpartikel leuchten) und die dazu passenden Kontrastierungswerte.
- Um Helligkeitsunterschiede zwischen Videos unterschiedlicher Tage zu vermeiden, wird eine Aufnahmezeit zwischen Sonnenuntergang $+1\frac{1}{2}$ h und max. Sonnenaufgang $-1\frac{1}{2}$ h empfohlen.
- In städtischen Gebieten ist an Tagen mit nächtlichen Stratuswolken (Thema: Lichtverschmutzung) und generell in Vollmondnächten, der Einfluss auf die Umgebungshelligkeit zu prüfen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Corbet, P. S. 1964. „Temporal patterns of emergence in aquatic insects“. *The Canadian Entomologist*, Nr. 96 (1-2): 264–79.
- Eisenbeis, G., und K. Eick. 2011. „Studie zur Anziehung nachtaktiver Insekten an die Straßenbeleuchtung unter Einbeziehung von LEDs“. *Natur und Landschaft* 86 (Heft 7): 298–306.
- Eisenbeis, G., und F. Hassel. 2000. „Zur Anziehung nachtaktiver Insekten durch Straßenlaternen—eine Studie kommunaler Beleuchtungseinrichtungen in der Agrarlandschaft Rhein Hessens“. *Natur und Landschaft* 75 (4): 145–56.
- El-Sayed, Ashraf M., Josef Gödde, und Heinrich Arn. 2000. „A Computer-Controlled Video System for Real-Time Recording of Insect Flight in Three Dimensions“. *Journal of Insect Behavior* 13 (6): 881–900. doi:10.1023/A:1007866602219.
- Muirhead-Thompson, R. C. 1991. *Trap responses of flying insects: the influence of trap design on capture efficiency*. Academic Press.
- Soneira, Martin. 2013a. *Auswirkungen auf die Insekten-Fauna durch die Umrüstung von Kugelleuchten auf LED-Beleuchtungen*. Wien Leuchtet (MA 33; online). <http://www.wien.gv.at/verkehr/licht/pdf/studie-insekten.pdf>.
- . 2013b. „Anlockwirkung unterschiedlicher Beleuchtungsmittel auf Insekten (Insecta) unter besonderer Berücksichtigung der Köcherfliegen (Trichoptera)“. Diplomarbeit an der Universität Wien. Uni-Bibliothek Wien.
- Taylor, L. R. 1974. „Insect migration, flight periodicity and the boundary layer“. *The Journal of Animal Ecology*, 225–38.
- Theriault, Diane, Zheng Wu, Nickolay Hristov, Sharon Swartz, Kenneth Breuer, Thomas Kunz, und Margrit Betke. 2010. „Reconstruction and analysis of 3D trajectories of Brazilian free-tailed bats in flight“. CS Department, Boston University.
- Thiele, Hans-Ulrich, und Friedrich Weber. 1968. „Tagesrhythmen der Aktivität bei Carabiden“. *Oecologia* 1 (4): 315–55. doi:10.1007/BF00386688.
- Waringer, J.A. 1989. „The Abundance and Temporal Distribution of Caddisflies (Insecta: Trichoptera) Caught by Light Traps on the Austrian Danube from 1986 to 1987“. *Freshwater Biology* 21 (3): 387–99. doi:10.1111/j.1365-2427.1989.tb01371.x.
- Wright Jr, Daniel R., Angelica J. Pytel, und David C. Houghton. 2013. „Nocturnal flight periodicity of the caddisflies (Insecta: Trichoptera) in a large Michigan river“. *Journal of Freshwater Ecology* 28 (4): 463–76.