



Entomologische Gesellschaft Zürich

www.insekten-egz.ch

**Auswirkungen von zunehmender Lichtverschmutzung
auf Bestäuber und ihre Bestäubungsleistung**

Eva Knop

Online via Zoom, 18. März 2021

Vorsitz: Rainer Neumeyer

Eva Knop beginnt den Vortrag mit einem Bild vom Planeten Mars, um zu veranschaulichen, dass Tag und Nacht Zyklen überall vorhanden sind, auch dort wo kein Leben präsent ist. Da der Tag-Nacht Zyklus schon vor dem Aufkommen von Leben existiert hat, hat sich das Leben an diesem Zyklus orientiert und entsprechend entwickelt. So sind Tag-Nacht Zyklen zentral für das Tierreich. Beispielsweise richten sich tägliche Aktivitäten wie Gesang, Futtersuche, Schlaf, oder auch das Öffnen und die Duftemissionen von Blüten danach. Die Veränderung der Tageslänge über das Jahr hinweg gibt das Signal für saisonale Aktivitäten, wie zum Beispiel Keimung, Blühzeitpunkt, Diapause, Überwinterung, Häutung oder Zugverhalten.

Neben Landnutzungsveränderungen, Urbanisierung, Umweltverschmutzungen chemischer Art ist die weltweite Zunahme der Lichtemissionen weiterer ein treibender Faktor des globalen Wandels. Diese künstlichen, gesteigerten Lichtemissionen bringen wichtige Funktionen der Tag-Nacht Zyklen aus dem Gleichgewicht, und stören damit diverse natürliche Prozesse.

Lichtverschmutzung ist ein Thema, welches erst seit relativ kurzer Zeit Beachtung findet. 2016 wurde der erste Weltatlas zur Lichtverschmutzung publiziert. Eva Knop zeigt anhand des Beispiels von Europa, wie stark die Lichtverschmutzung auf unserem Kontinent ist. In vielen Bereichen ist es nachts bis 200% heller als dies natürlicherweise der Fall wäre.

Kunstlicht in der Nacht ist ein relativ neuer Einflussfaktor auf die Umwelt. In London wurde 1662 die erste öffentliche Öllampe in Betrieb genommen. Anfangs 19tes Jahrhundert kamen öffentliche Gaslampen auf, und gegen Ende 19tes Jahrhundert wurden die ersten elektrischen Strassenlampen installiert. Von der heute in der Schweiz vorhandenen nächtlichen Lichtemissionen sind gut 70% erst in den letzten 30 Jahren neu hinzugekommen. Es wird geschätzt, dass die beleuchtete Fläche global jährlich um ca. 6% zunimmt. Es nimmt nicht nur die ausgeleuchtete Fläche zu, auch die Lichtintensität steigert sich. Die heute oftmals verwendeten LED-Lampen haben wohl eine bessere Energiebilanz, allerdings haben sie aber auch eine höhere Intensität. Würde man alle heute vorhandenen Leuchten mit LED ersetzen, ohne die Intensität zu regulieren, so würde sich die Lichtverschmutzung sofort verdoppeln.

Tageslicht kann, je nachdem ob der Himmel durch eine dichte Wolkenschicht bedeckt ist oder nicht, eine Intensität zwischen 1 bis 100'000 Lux umspannen. Mondlicht erreicht eine Intensität von 1 Lux, und Sternenlicht, was neben Mondlicht auch eine wichtige Information für biologische Prozesse beinhalten kann, ist noch niederschwelliger in der Intensität. Es herrscht also ein millionenfacher Intensitätsunterschied zwischen Tageslicht und dem Licht des Sternenhimmels.

Eine gewöhnliche Strassenlampe kann das ganze Spektrum zwischen Sternenlicht und Sonnenlicht abdecken, und reicht oft in den Tageslichtbereich hinein (durchschnittliche Intensität von 20-80 Lux). Der Skyglow (Kunstlichtstreuung in der Atmosphäre) kann die Stärke von Mondlicht erreichen.

LED Lampen und Natriumdampflampen sind heutzutage die verbreitetsten Lampentypen für Strassenbeleuchtung. LED-Lampen strahlen auch im Blaulichtbereich ab, was anziehend auf

diverse Insekten wirkt. Bei den Pflanzen kann dieses Licht die 24-Stunden-Rhythmen durcheinanderbringen.

Eva Knop kommt nun zum eigentlichen Thema des Vortrages: Welche Effekte hat das nächtliche Kunstlicht auf die Interaktionen zwischen Insekten und Pflanzen?

Antworten auf diese Frage sollen mittels Betrachtung von Interaktionsnetzwerken gefunden werden. Ein Insekt besucht mehrere Pflanzen im Laufe eines Tages, all diese Pflanzen sowie das Insekt befinden sich in einem Interaktionsnetzwerk. Die Betrachtung solcher Interaktionsnetzwerke ist eine Wissenschaft für sich und erlaubt Aussagen zur Resilienz eines bestimmten Netzwerkes gegenüber Veränderungen in der Umwelt. Bis vor Kurzem wurden Informationen über solche Netzwerke vorwiegend tagsüber gesammelt. Von den nächtlichen Netzwerken ist bis anhin wenig bekannt. Mit der Lichtverschmutzung besteht die Gefahr, dass das nächtliche Interaktionsnetzwerk verschwindet, ohne dass man es jemals wirklich gekannt hat. Eva Knop hat daher eine Studie ins Leben gerufen, welche darauf aus war, auch einen Überblick über die nächtlichen Interaktionen zu gewinnen.

Die Studie wurde in den Naturparks Gantrisch und Diemtigtal durchgeführt, also Orten die von nächtlichen Lichtemissionen noch relativ unberührt sind. In einem Zeitfenster von 24 Stunden wurden Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen registriert und zwar stündlich, bei Tag und bei Nacht.

Die Anzahl registrierter Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen über 24h gesehen unterscheiden sich je nach Insektenordnung. Die Dipteren haben ein Maximum am Vormittag respektive über Mittag, bei den Hymenopteren ist das Maximum am frühen Nachmittag. Coleopteren haben kein so ausgeprägtes Interaktionsmaximum, die meiste Aktivität findet aber auch um die Mittagszeit respektive am frühen Nachmittag statt. Bei den Lepidopteren ist das Maximum nach Sonnenuntergang, um Mitternacht. Fasst man alle Gruppen zusammen zeigt sich klar ein Peak um die Mittagszeit. Interessant ist, dass die Interaktionen der Insekten mit den Blüten niemals ganz eingestellt wurden, sondern dass die ganze Nacht hindurch immer eine gewisse Aktivität herrschte. Auch beim Interaktionsminimum um 2 Uhr morgens sind immer noch Bestäuber unterwegs. In der Nacht gibt es anteilmässig weniger Blütenbesucher, wobei dann vorwiegend Käfer und Nachtfalter zu den aktiven Insekten gehören. Interessant war auch, dass viele Pflanzen am Tag sowie in der Nacht von Insekten besucht wurden. Das bedeutet, dass diese Nachtbesuche für einen Grossteil der Pflanzen sicher eine wesentliche Rolle spielen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden die meisten nachfolgenden Studien in der Zeit zwischen Sonnenuntergang und 2 Uhr morgens durchgeführt.

Nun ging es also darum, den Einfluss von nächtlichen Lichtemissionen auf die Interaktionsnetzwerke zu studieren. In einem Experiment wurden sieben mobile LED-Strassenlampen an Orten im Naturpark Gantrisch und Diemtigtal aufgestellt, wo es ansonsten kein Kunstlicht gibt. Denen gegenüber standen 7 unbeleuchtete, dunkle Wiesen als Kontrollflächen. Bei nächtlicher Beleuchtung gab es bei den Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen eine Abnahme von 63%. Auf den dunklen Flächen wurden 741 Interaktionen registriert, auf den beleuchteten lediglich 281. Von dieser Abnahme waren alle Organismengruppen betroffen. Interessant war, dass Insekten, welche mit dem nächtlichen Licht umgehen konnten, weiterhin dieselbe Bandbreite an Pflanzen besuchten wie bei Dunkelheit. Allerdings hatte die generelle Interaktionsabnahme zur Folge, dass die einzelne Pflanze bei nächtlicher Beleuchtung weniger Blütenbesucher erhielt.

Hier stellt sich die Frage, ob dies einen negativen Einfluss auf den Bestäubungserfolg hat. Um dies zu untersuchen wurde die Kohldistel (*Cirsium oleraceum*) als Modellpflanze ausgewählt, da sie im Untersuchungsgebiet sehr häufig vorkam. Die Kohldistel wird sowohl tagsüber als auch nachts sehr häufig besucht. Auf den nachts beleuchteten Wiesen gab es 13% weniger Früchte. Die Tagaktiven Bestäuber können das Fehlen der Bestäubung durch nachtaktive

Bestäuber offenbar nicht kompensieren.

Eine weitere Fragestellung war, ob das nächtliche Licht indirekt auch tagsüber einen Effekt auf die Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen hat. Dazu wurden auf den beleuchteten Versuchsfeldern tagsüber die Pflanzen-Bestäuber-Interaktionen für 21 unterschiedliche Pflanzenarten aufgenommen. Bei vier Pflanzenarten konnte tagsüber eine signifikante Abnahme der Aktivität festgestellt werden. Bei einer Pflanzenart nahm die Aktivität zu. Damit konnte eine zeitliche Dimension des Effekts von künstlicher Beleuchtung aufgezeigt werden.

Ebenso existiert eine räumliche Dimension des Effekts von künstlicher Beleuchtung. Um diesen Effekt zu quantifizieren wurde ein weiteres Experiment durchgeführt, bei dem Pflanzen auf jeweils 3 Versuchsfeldern verglichen wurden, nämlich einer beleuchteten Fläche, einer direkt angrenzenden aber dunklen Fläche sowie einer weit entfernten dunklen Fläche. Dabei wurde der Effekt auf den Fortpflanzungserfolg der Modellpflanzen Weisse Lichtnelke (*Silene latifolia*) und Schmalblättriges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) untersucht.

Ein kleiner Exkurs zur Weissen Lichtnelke und ihrem Hauptbestäuber, der Lichtnelken-Eule (*Hadena bicruris*): Beim Blütenbesuch legt das Weibchen des Falters ein Ei in die Blüte, woraus sich dann eine Larve entwickelt, welche die befruchteten Samen frisst. Ist die Larve gross genug, kommt sie aus der Samenkapsel hervor und verpuppt sich dann am Boden. Dieser Zyklus kann bis zu zwei Mal im Jahr durchlaufen werden. Die Befallrate der Weissen Lichtnelke wurde in diesem Experiment ebenfalls untersucht.

Beim Weidenröschen war die Samenproduktion auf den beleuchteten Flächen tendenziell geringer als auf den angrenzenden und den weit entfernten Flächen. Bei der Weissen Lichtnelke konnte kein Effekt auf den Bestäubungseffekt festgestellt werden. Bei der Weissen Lichtnelke war der Samenfrass (der relative Anteil befallener Früchte) in den angrenzenden Flächen signifikant höher als in den weit entfernten oder in den beleuchteten Flächen. Verrechnet man die Infektionsrate durch die Falterlarven mit der Bestäubungsrate, so resultiert daraus, dass in den angrenzenden Flächen der Reproduktionserfolg der Weissen Lichtnelke deutlich geringer ist. Dies zeigt, dass die räumliche Ausdehnung des Lichteffekts grösser ist als bisher angenommen.

Zusammenfassend kann folgendes gesagt werden: die höchste Aktivität der nächtlichen Blütenbesucher ist nach Sonnenuntergang, und dann wieder vor Sonnenaufgang. Die Anzahl nächtlicher Insekten-Pflanzen Interaktionen wird durch Kunstlicht massiv reduziert, was Konsequenzen für die Bestäuberleistung nach sich zieht. Auch indirekt werden die Interaktionen durch Kunstlicht verändert. So sind Effekte von nächtlicher Beleuchtung auch tagsüber feststellbar. Zudem wirkt der Effekt von Kunstlicht nicht nur auf die unmittelbare, vom Kunstlicht betroffene Fläche, sondern auch in angrenzenden Flächen.

Protokoll: Jeannine Klaiber