

Möglichkeiten der lichtbasierten Kontrolle von herbivoren Insekten im Gartenbau

Dr. Niklas Stukenberg^{1,2} & Dr. Ole Rechner¹

Symposium zum nicht-chemischen Pflanzenschutz im Gartenbau BMEL, Berlin,
28. und 29. Mai 2019

¹Leibniz-Universität Hannover, IGPS, Abteilung Phytomedizin

²Universität Bonn, INRES, Agrarökologie und Organischer Landbau

1. Direkte Effekte – Manipulation der Wirtspflanzenfindung

Leuchtdioden (LEDs) haben sich als vielversprechende Möglichkeit zur Steigerung der Effizienz von visuellen Fallen erwiesen und bieten darüber hinaus die Möglichkeit, das visuelle Verhalten von Insekten zu untersuchen. Das Verhalten einiger Schadinsekten wurde zunächst mit experimentellen LED-Lichtfallen aus dem ultravioletten (UV) und sichtbaren Bereich des Spektrums in einer Wahlarena untersucht (Stukenberg et al. 2018; Otieno et al. 2018; Stukenberg & Poehling 2019, Stukenberg & Meyhöfer 2019). Die Gewächshaus-Weiße Fliege *Trialeurodes vaporariorum* kann als typisches Beispiel für das visuelle Verhalten und die zugrundeliegenden Mechanismen von Phloem-saugenden herbivoren angesehen werden. Ein wellenlängenspezifisches Verhalten für die Erkennung von Wirtspflanzen führt dazu, dass der grünelbe Spektalbereich attraktiv wirkt. Dem zugrunde liegt eine hemmende chromatische Interaktion zweier Fotorezeptoren im blauen und grünen Spektalbereich. Der hemmende Einfluss des Blaurezeptors führt dazu, dass der blaue Spektalbereich repellent wirkt und die Orientierung zu grünem Licht unterbindet. Ein UV Rezeptor steuert einen unspezifischen Verhaltenskomplex der mit dem Migrations- und Flugverhalten im Zusammenhang steht (Stukenberg & Poehling 2019). Aus diesem Beispiel ergeben sich drei Ansätze, die für den Pflanzenschutz genutzt werden können: Anlockung (Grün), Repellenz bzw. Fernhalten von Kulturpflanzen (Blau) und Beeinflussung des Migrationsverhaltens (UV).

Zur Optimierung des Monitorings wurden LED-verstärkte Gelbtafeln konstruiert. Diese wurden außerdem mit Kameras und einem LED-Beleuchtungssystem zur Erzeugung von Durchlicht- und Auflichtbildern zur anschließenden Zählung von Weißen Fliegen und Trauermücken ausgestattet. Es konnte eine deutlich gesteigerte Effizienz der LED-Fallen gegenüber Weißen Fliegen und Trauermücken im Vergleich zu herkömmlichen Gelbtafeln in kleinräumigen Tomatenbeständen gezeigt werden (Abb. 1). Die gewonnenen Bilder ermöglichten eine zuverlässige Zählung beider Schädlinge, vergleichbar mit der manuellen Zählung auf Fallen (Stukenberg et al. 2016).

Die repellente Wirkung blauen Lichts wurde als eine Lichtbarriere genutzt, indem blaue LEDs nach oben strahlend um die Pflanzen angeordnet wurden. In Klimakammerversuchen führte dies nahezu zur vollständigen Unterbindung des Befalls durch die Weiße Fliege (Rakoski & Stukenberg 2019). Auch in weiterführenden Gewächshausversuchen, in denen die LEDs in Konkurrenz zum natürlichen Sonnenlicht standen, konnte eine deutliche Wirkung gegen Weiße Fliegen und geflügelte Blattläuse erzielt werden (Niemann et al. 2019).

Im Gegensatz zur repellenten Wirkung blauen Lichts gegen viele herbivore Insekten, werden Blautafeln zur Anlockung des Kalifornischen Blüthentrips *Frankliniella occidentalis* genutzt. Eine attraktive blaue Hochleistungs-LED in einer einfachen Konstruktion mit einer herkömmlichen Blautafel kombiniert, was zu einer Steigerung der Attraktivität in kleinräumigen Versuchen mit Wirtspflanzen führte. Darüber hinaus konnte die Attraktivität durch Kombination mit einem handelsüblichen Lockstoff (Lurem-TR, Koppert) weiter gesteigert werden (Otieno et al. 2018).

Eine weitere Möglichkeit die Flugaktivität zu erhöhen und damit nachfolgend die Attraktivität von LED Fallen zu verbessern, ist die Kombination mit UV-LEDs. In einem Nachtversuch konnte gezeigt werden, dass grüne LEDs, die tagsüber hochattraktiv waren, in der Nacht nicht angefliegen wurden. Erst durch die Kombination mit UV LEDs, fand eine Orientierung zu den Fallen statt (Stukenberg et al. 2015).

Mit LED verstärkten Fallen ist grundsätzlich ein effizienteres Monitoring möglich. Eine direkte Bekämpfung liegt im Bereich des Möglichen, wenn Methoden (Anlockung & Repellenz) kombiniert werden. Da die Flugaktivität entscheidend für die Effizienz ist, sollten Methoden zur Steigerung der Flugaktivität entwickelt, sowie das Flug- und Dispersionsverhalten grundlegend erforscht werden. Weiterhin sollten die Systeme unter Anbaubedingungen evaluiert werden. Die Bildverarbeitung sollte weiterentwickelt und in Automatisierung und Robotik eingebettet werden. Für eine Entscheidungshilfe sollten Relationen zwischen der Fallenanzahl, gefangenen Individuen und der Populationsdichte müssen etabliert werden (Böckmann et al. 2015).

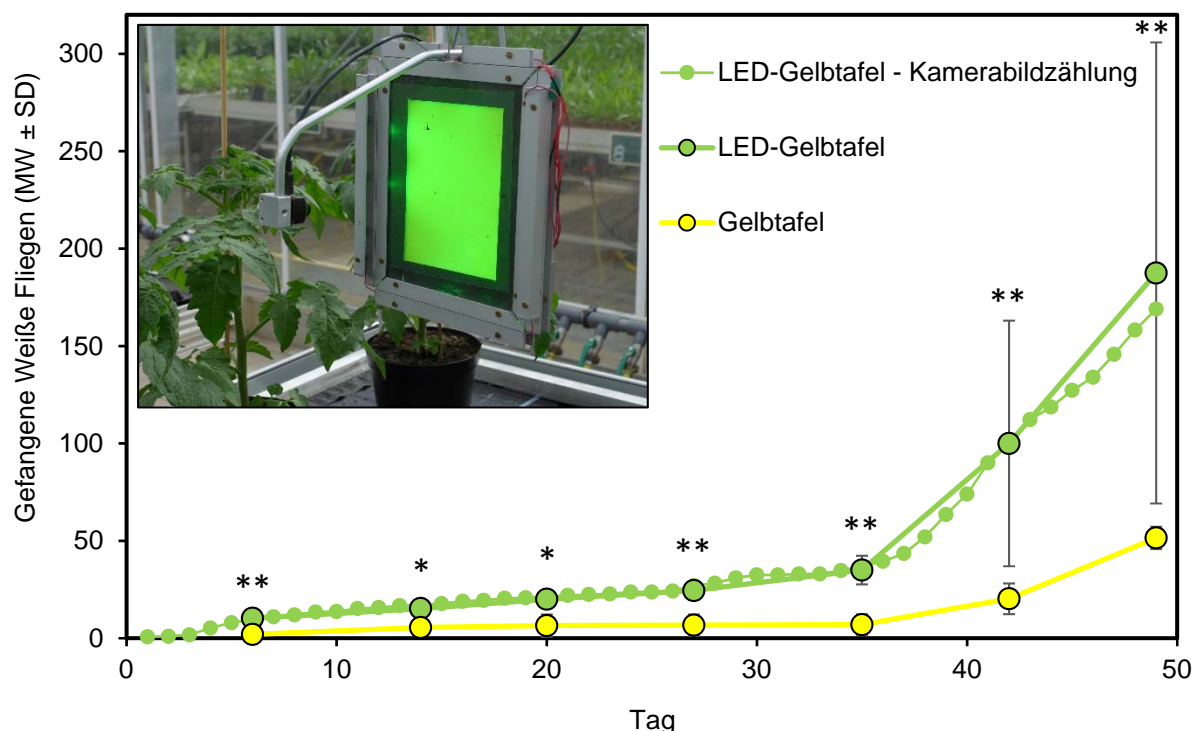


Abb. 1: Gefangene Weiße Fliegen auf LED verstärkten Gelbtafeln (eingefügtes Bild) und herkömmlichen Gelbtafeln (n=4) in einem kleinräumigen Buschtomatenbestand (35 m²). Zu Beginn des Experiments wurde der Bestand gleichmäßig mit 180 weißen Fliegen infiziert. LED-Gelbtafeln wurden mit Kameras für die tägliche Bilderfassung bei Nacht ausgestattet. Weiße Fliegen wurden wöchentlich auf Fallen und nach dem Experiment zusätzlich auf Bildern gezählt. Sternchen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Fallentypen zu jedem (* P=0,05; ** P=0,01; GLM; F-Test).

Teil 2: Indirekte Lichteffekte – Induzierte Resistenz

Die Aktivierung pflanzlicher Photorezeptoren mit unterschiedlichen Lichtqualitäten steuert neben dem Wachstum auch die Pflanzenabwehr (Resistenz) gegen herbivore Schadinsekten (Ballare 2014). Insbesondere energiereiche, kürzere Wellenlängen (UV-B, UV-A) besitzen ein großes Potential die pflanzliche Abwehrantwort einzuleiten und sekundäre Pflanzenmetabolite oder Phytohormone und damit die Abwehr gegen herbivore Insekten zu beeinflussen (Ballare 2014; Christie et al. 2012; Schreiner et al. 2012). Wir haben in Klimakammer- und Gewächshausversuchen Brokkoli- und Rosenkohlpflanzen mit unterschiedlichen Lichtqualitäten bestrahlt (Abb. 1). UV-B und UV-A Strahlung sind sehr effektiv um den sekundären Stoffwechsel der Pflanze zu verändern. Die zusätzliche Pflanzenbeleuchtung mit UV-B kann die Resistenz gegen spezialisierte Insekten erhöhen, sowohl bei stechend-saugenden wie Blattläusen (*Brevicoryne brassicae*) als auch bei beißend-kauenden wie Schmetterlingslarven (*Plutella xylostella* und *Pieris brassicae*). Die indirekten Effekte waren systemisch und hatten für mindestens 30 Tage Bestand. Generalisierte Insekten (*Myzus persicae*) zeigten positive Reaktionen und konnten in ihrer Entwicklung nicht so stark beeinflusst werden wie spezialisierte Schadinsekten. Das Pflanzenwachstum von Brokkoli war mit steigender UV-B Strahlung vermindert und so wurde die gesteigerte Resistenz gegen spezialisierte Schadinsekten mit einem verminderten Wachstum bezahlt (Rechner et al. 2016; 2017). Von 16 vorgestellten Studien sind 10 aus Sicht des Pflanzenschützers positiv zu werten, da die Populationen der Schadinsekten negativ beeinflusst werden konnten. So können gezielt applizierte Lichtszenarien den nicht-chemischen Pflanzenschutz unterstützen und den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln reduzieren. Weiterführende Studien sollten sich auf die Entwicklung von praktikablen Lichtszenarien konzentrieren. Hierbei sollte vor allem die Erhöhung des Pflanzenwachstums mit einer gesteigerten Resistenz im Vordergrund stehen. Pflanzen und Insektenart spezifische Forschung im Unterglasanbau sollte von Einzelpflanzenebene auf Bestandesebene expandiert werden und phytopathogene Pilze, Viren und Bakterien berücksichtigen.

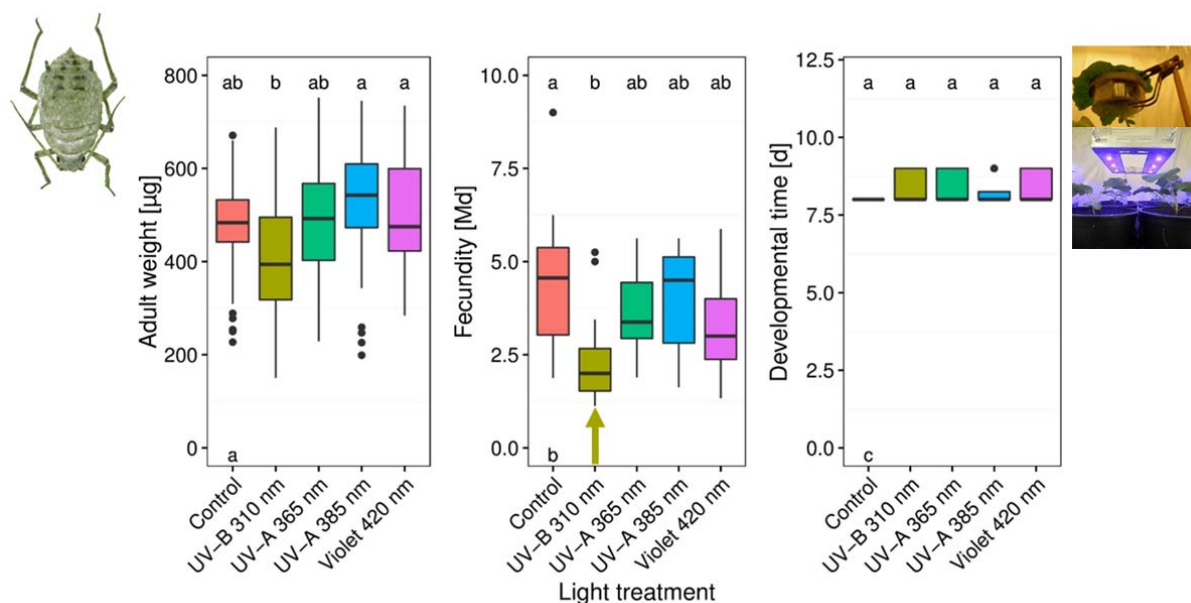


Abb. 2: Einfluss von unterschiedlichen Lichtqualitäten auf die Entwicklungsparameter der mehligten Kohlblattlaus *Brevicoryne brassicae* in Clipkäfigen auf Brokkolipflanzen und LED-Anlage für die Pflanzenbelichtung (GLM (a), GLMM (b, c) Tukey post hoc tests; $P < 0.05$; $N = 8$).

Literaturverzeichnis

Teil 1:

Böckmann, E., Hommes, M., Meyhöfer, R. (2015). Yellow traps reloaded. What is the benefit for decision making in practice? *J. Pest Sci.* 88, 439–449.

Niemann, J.-U., Rakoski, M., Poehling, H.-M. (2019). Manipulation des Landeverhaltens von *Trialeurodes vaporariorum* und *Nasonovia ribisnigri* mit engbandigen LEDs. Entomology Congress 2019, March 11-14, 2019, Halle (Saale), Germany.

Otieno, J. A., Stukenberg, N., Weller, J., Poehling, H.-M. (2018). Efficacy of LED-enhanced blue sticky traps combined with the synthetic lure Lurem-TR for trapping of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *J. Pest Sci.* 91, 1301–1314

Rakoski, M., Stukenberg, N. (2019). Deutsche Patenanmeldung: DE10 2018 208 424.6. Vorrichtung und Verfahren zum Schutz von grünen Pflanzen vor herbivoren Insekten. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Stukenberg, N., Gebauer, K., Poehling, H.-M. (2015). Light emitting diode(LED)-based trapping of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). *J. Appl. Entomol.* 139, 268–279.

Stukenberg N., Bialon J., Korzeng O., Poehling, H.-M. (2016). Abschlussbericht BLE-Projekt: Entwicklung von selbstadaptierenden LED-Fallen für den Unterglasanbau. Förderkennzeichen: 2815411110

Stukenberg N. (2018). LED based trapping of whiteflies and fungus gnats: From visual ecology to application. Dissertation. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover. <https://doi.org/10.15488/4144>

Stukenberg, N., Poehling, H.-M. (2019). Blue-green opponency and trichromatic vision in the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) explored using LEDs. *Ann. Appl. Biol. Manuscript accepted*

Stukenberg, N., Ahrens, N., Poehling, H.-M. (2018). Visual orientation of the black fungus gnat, *Bradysia difformis*, explored using LEDs. *Entomol. Exp. Appl.* 166, 113–123.

Stukenberg, N., Meyhöfer, R. (2019). Blue-green opponency in the cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella*) explored using LEDs. Entomology Congress 2019, March 11-14, 2019, Halle (Saale), Germany.

Teil 2:

Ballare, C.L. (2014). Light regulation of plant defense. *Annual Review of Plant Biology* 65, 335–363.

Rechner, O., Neugart, S., Schreiner, M., Wu, S., Poehling, H.-M. (2016). Different Narrow-band Light Ranges Alter Plant Secondary Metabolism And Plant Defense Response To Aphids. *Journal of Chemical Ecology* 42(10), 989–1003. DOI 10.1007/s10886-016-0755-2

Rechner O., Neugart S., Schreiner M., Wu S., Poehling H.-M. (2017). Can narrow-bandwidth light from UV-A to green alter secondary plant metabolism and increase Brassica plant defenses against aphids? *PLoS ONE* 12(11): e0188522. DOI 10.1371/journal.pone.0188522

Rechner O. (2017). Increasing Plant Defense Mechanisms against Herbivorous Insects by Tailored Narrow-Bandwidth Supplementary Light. Dissertation, Leibniz Universität Hannover.

Schreiner, M., Mewis I., Huyskens-Keil, S., Jansen, M.A.K., Zrenner, R., Winkler, J.B., O'Brien, N., Krumbein, A. (2012). UV-B-Induced Secondary Plant Metabolites - Potential Benefits for Plant and Human Health. *Critical Reviews in Plant Sciences* 31, 229-240.