

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG VON LED-EIGENSCHAFTEN

Fokussierte, nach unten gerichtete LED-Leuchten und eine Halbierung der Lichtstärke senkt die Anzahl Insekten an den Lampen deutlich. Eine Kombination aus gezielter Lichtlenkung und Dimmung ist damit ein wirksamer Ansatz für eine umweltverträgliche Aussenbeleuchtung, während die Rolle der Lichtfarbe noch weiter erforscht werden muss.

VON JANINE BOLLIGER, FEDERICO FERRARI, MARTIN GOSSNER, MICHAEL EISENRING, JÖRG HALLER UND NICOLA VAN KOPPENHAGEN

Lichtverschmutzung durch künstliches Licht in der Nacht ist eine der Hauptursachen für den Rückgang vieler Insekten (Owens et al. 2020). Über 60 Prozent der wirbellosen Tiere, darunter viele Insekten, sind nachtaktiv und somit an geringe Lichtverhältnisse bestens angepasst (Warrant 2017). Nachtinsekten werden von künstlichen Lichtquellen angezogen und umkreisen diese bis sie zur leichten Beute für Fressfeinde werden oder an Erschöpfung sterben. Nächtliches Licht wirkt so auch als Barriere, welche die räumliche Vernetzung der Insektenbestände unterbricht (Bolliger et al. 2022). Diese lokalen Veränderungen setzen sich über mehrere Ebenen fort – von der Physiologie einzelner Individuen (Desouhant et al. 2019) über Artengemeinschaften (Grubisic und Grunsven 2021, van

Kopenhagen et al. 2025) bis hin zu Ökosystemleistungen (Gavi et al. 2021).

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG VON LED-EIGENSCHAFTEN

Fortschritte in der Beleuchtungstechnologie haben zielgerichtete, langlebige und energieeffiziente LED-Lichtsysteme hervorgebracht. Diese erlauben bei hoher Lichtausbeute eine gezielte, bedarfsgerechte Beleuchtung. Präzise Lichtsteuerung wird durch flexible Lichtabstrahlwinkel, Dimmfunktionen und variable Lichtfarben erreicht. Verschiedene Kombinationen dieser LED-Eigenschaften ermöglichen optimierte Beleuchtungssysteme, sodass negative Auswirkungen durch nächtliche Lichtverschmutzung auf die Umwelt verringert werden können, während für den Menschen Sicherheit und visueller Komfort erhalten bleiben.

Im Projekt ALANeX der WSL wurden die Wirkungen von drei LED-Eigenschaften – Lichtstärke, Leuchtenform und Lichtfarbe – auf die Häufigkeit und die Zusammensetzung von Nachtinsektengemeinschaften untersucht. Als Indikatoren für die ökologische Bewertung von Auswirkungen des Nachtlichts wurden Fluginsekten und bodenaktive Gliederfüsser gewählt.

Neben direkten Auswirkungen der Lichtverschmutzung durch die verschiedenen LED-Eigenschaften wurden auch mögliche indirekte Einflüsse untersucht. So ist es denkbar, dass Kunstlicht sich auf die Zusammensetzung der Blattchemie auswirkt, was wiederum einen Einfluss auf pflanzenfressende Insekten und deren Fressverhalten hat. Um diesen indirekten Lichteffekten auf den Grund zu gehen, wurden junge Buchenbäumchen über 43 Nächte unterschiedlichen Nachtlicht-Intensitäten ausgesetzt. Anschliessend wurden die Blattinhaltsstoffe sowie der insektenverursachte Blattschaden an den Bäumchen erhoben (siehe Abb. 1).

AUSWIRKUNGEN KÖNNEN MINIMIERT WERDEN

Die wirksamste Massnahme, um ökologische Auswirkungen zu minimieren, ist der komplette Verzicht auf künstliches Licht: Ohne Licht wurden nur sehr wenige Insekten gefangen. Doch auch gezielte technische Anpassungen zeigen Wirkung. Eine Reduktion der Lichtstärke um 50 Prozent verringerte die Anzahl gefangener Individuen um fast einen Viertel im Vergleich zu ungedimmten Leuchten (siehe Abb. 2).



Abb. 1: Erhebung der durch Insekten verursachten Frassspuren und anderen Blattschäden. Foto Julia Kappeler/WSL

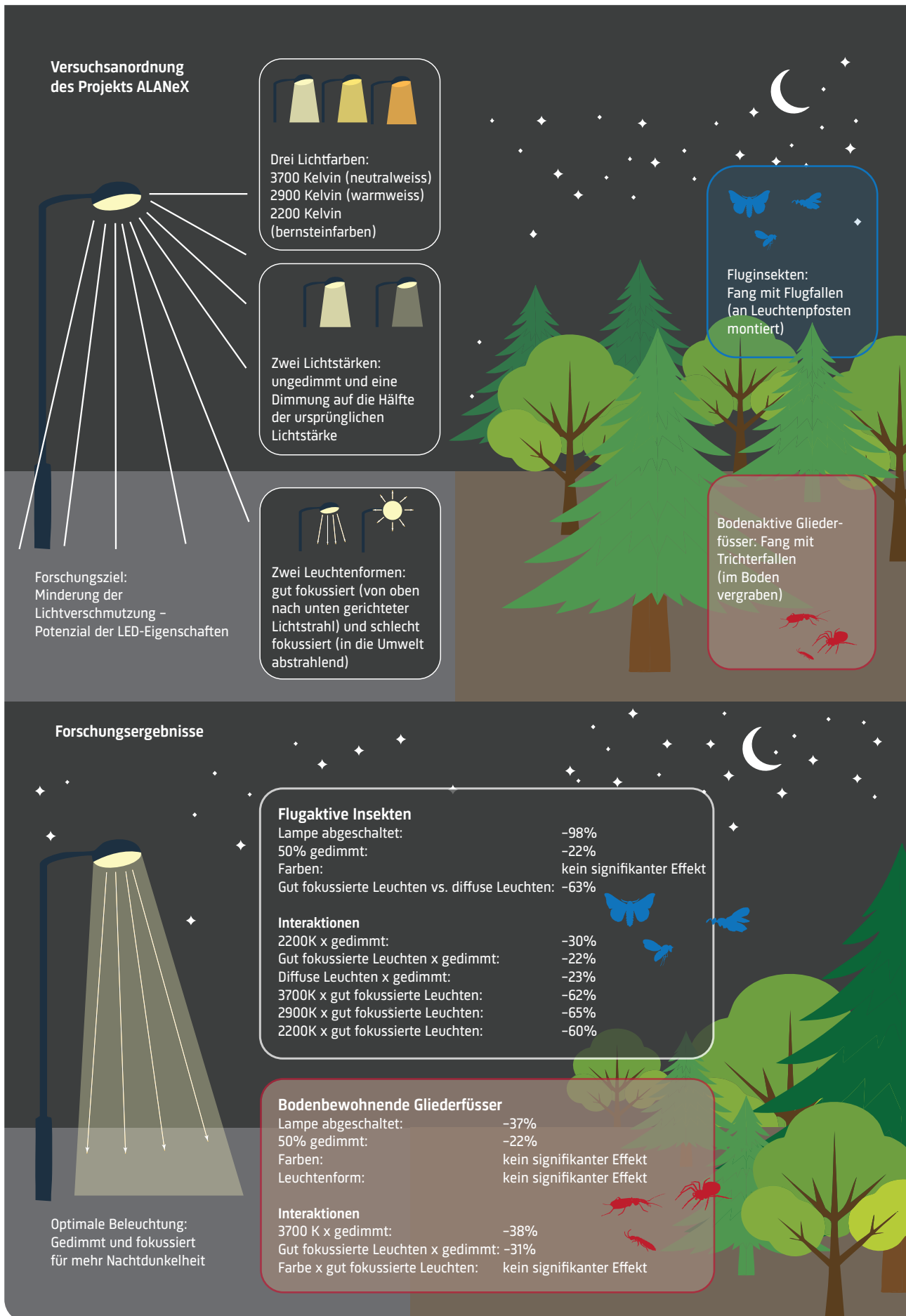


Abb. 2: Versuchsaufbau und wichtigste Resultate des Projekts ALANeX der WSL. Quelle: van Koppenhagen et al. 2025

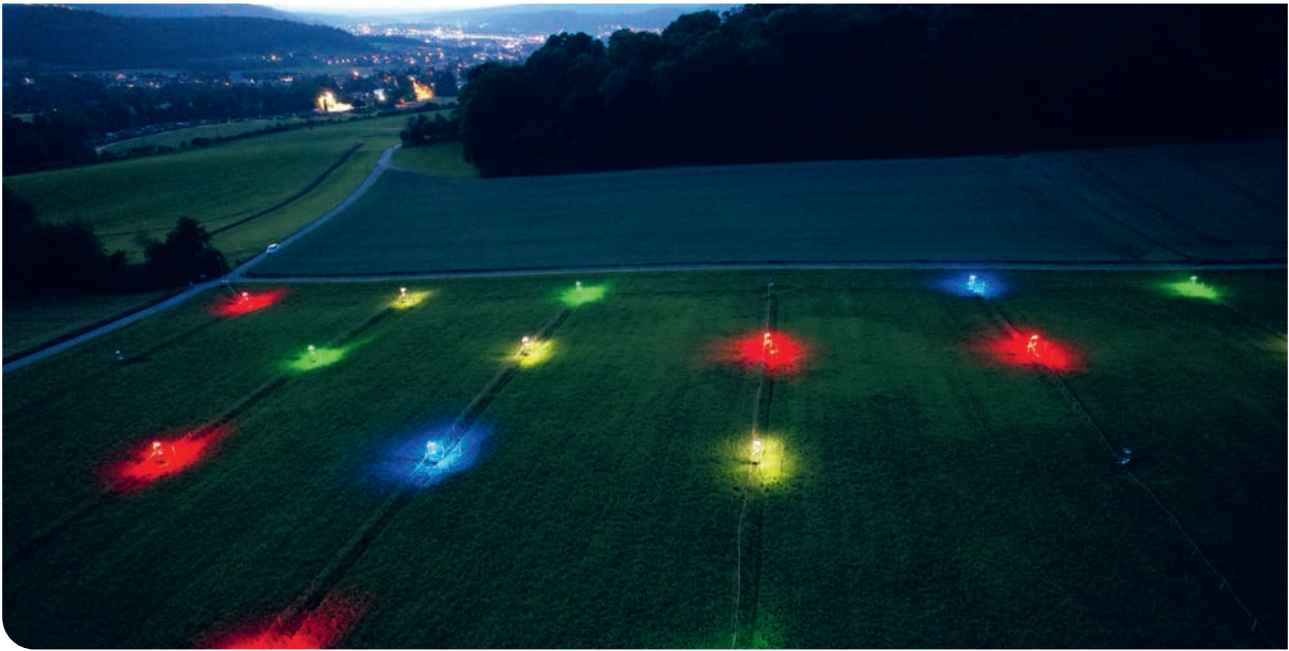


Abb. 3: Im Rahmen des Projekts Spotlight werden die Auswirkungen von RGB und weisser Lichtfarbe auf verschiedene ökologische Prozesse untersucht. Foto: Valentin Queloz/WSL

Dimmung konnte auch den Einfluss von künstlichem Licht auf die Blattchemie und deren Auswirkungen auf blattfressende Insekten reduzieren. Allerdings zeigte sich, dass viele Blattinhaltsstoffe auch unter starker Dimmung des Lichts beeinflusst waren und deshalb signifikant höhere oder tiefere Werte aufwiesen als in Bäumchen, die keinem künstlichen Licht ausgesetzt waren.

Leuchten, die das Licht fokussiert von oben nach unten abstrahlen (Standard-Strassenleuchten), führten zu mehr als einem Viertel weniger gefangenen Individuen als Leuchten, die das Licht unfokussiert in die Umwelt abstrahlen (siehe Abb. 2). Besonders gross war dieser Effekt bei Fluginsekten, deren Anzahl bei gut fokussierten Leuchten um fast zwei Drittel sank. Bei bodenaktiven Gliederfüssern hatte die Leuchtenform allein keinen Einfluss, doch die Kombination aus fokussierten Leuchten und einer Dimmung um die Hälfte reduzierte die Anzahl gefangener Individuen um fast einen Drittel.

Die LED-Farbe allein hatte in unserem Versuch keinen Einfluss. Allerdings zeigte sich eine Wechselwirkung zwischen LED-Farbe und Dimmung: Um die Hälfte gedimmte Leuchten lockten klar weniger Individuen an in Kombination mit neutralweissen LED (3700 Kelvin) und mit bernsteinfarbenen Leuchten (2200 Kelvin). Wechselwirkungen zwischen LED-Eigenschaften spielen für nachhaltige Lösungen bei Aussenbeleuchtungen also eine wichtige Rolle.

Aus unseren Resultaten schliessen wir, dass die Verwendung von Leuchten mit gut fokussierter, nach unten gerichteter Lichtabstrahlung und gedimmter Lichtstärke vielversprechende Strategien für eine nachhaltige LED-Aussenbeleuchtung sind. Die Auswirkungen unterschiedlicher LED-Farben bleiben

jedoch unklar und erfordern weitere Untersuchungen zur Sensitivität gegenüber spektraler Zusammensetzung des Lichts, insbesondere in Kombination mit der Lichtintensität. Dies geschieht im Folgeprojekt Spotlight (siehe Abb. 3). ■

JANINE BOLLIGER, FEDERICO FERRARI, MARTIN GOSSNER, MICHAEL EISENRING und **NICOLA VAN KOPPENHAGEN** arbeiten an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL und untersuchten unter anderem im Rahmen des ALANeX-Projekts, wie die negativen Auswirkungen von Licht in der Nacht reduziert werden können.

JÖRG HALLER von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich EKZ war an dem Projekt ebenfalls beteiligt.



KONTAKT

janine.bolliger@wsl.ch



WEITERE INFORMATIONEN

ALANeX Projekt
wsl.ch/de/projekte/artificial-light-at-night-mitigating-an-extreme-environmental-disturbance-for-humans-and-the-environment-alanex

Spotlight Projekt

wsl.ch/de/projekte/spotlight



LITERATUR

biodiversitaet.scnat.ch/hotspot