

***vur | ade | ada***

# Konsequenzen von Lichtverschmutzung für Pflanzen und Insekten

EVA KNOP

PD, Dr., Agroscope und Department of Evolutionary Biology  
and Environmental Studies, Universität Zürich

Lichtemissionen – Rechtliche Instrumente zur Verhinderung von  
unerwünschtem Licht in der Umwelt/

Emissions lumineuses – Instruments juridiques visant à éviter la  
lumière indésirable dans l'environnement

---

5. November 2021, Kursaal Bern | 5 novembre 2021, Kursaal Bern



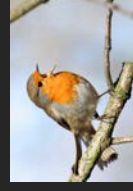
# Konsequenzen von Lichtverschmutzung für Pflanzen und Insekten

PD Dr. Eva Knop



## Tag-Nachtzyklen als wichtigster Zeitgeber für Pflanzen und Tiere

- Timing von Aktivitäten und physiologischen Prozessen
- tägliche Veränderungen von Licht (24 h) → zirkadiane Events
  - Gesang, Futtersuche, Tagesbewegungen
  - Schlaf, physiologische Regenerationsprozesse
  - Öffnen von Blüten, Duftemissionen
  - ....
- Veränderung der Tageslänge → saisonale Events
  - Keimung, Knospenaufbruch, Blühzeitpunkt, Seneszenz
  - Diapause, Überwinterung, Häutung, Fortpflanzung
  - Zugverhalten
  - ....



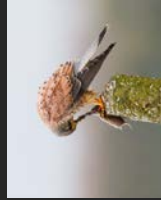


## Licht als Ressource

- Photosynthese

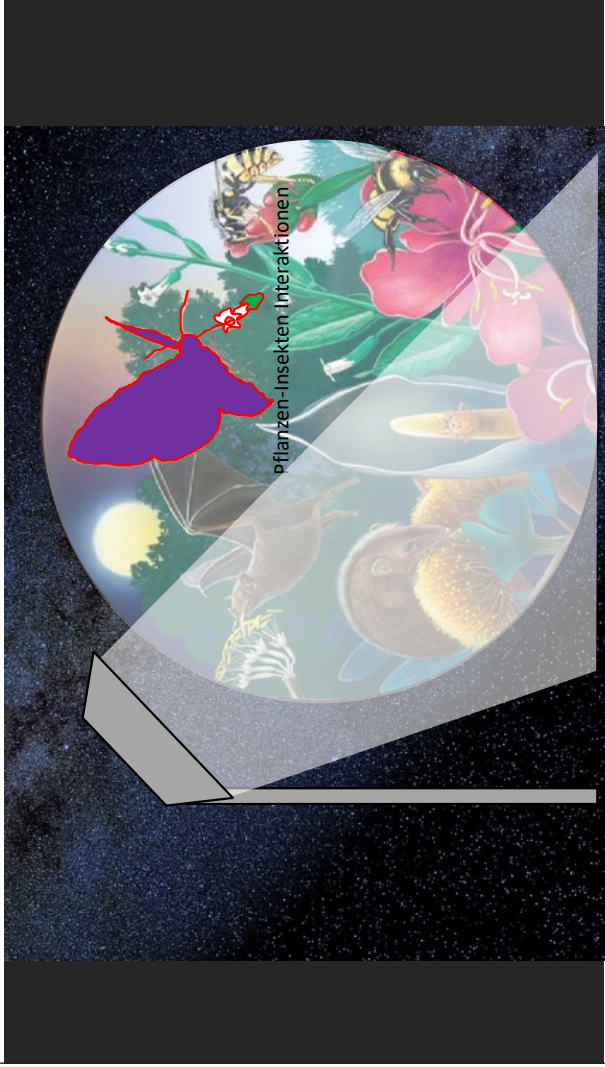


- Tag/Nacht als zeitliche Abgrenzung eines Lebensraumes



- 60% wirbellose Tiere nachtaktiv
- 30% Wirbeltiere nachtaktiv (Hölker *et al.* (2010) TREE)
- CH: ~20'000 Insekten





### Effekt von Kunstlicht nachts auf das Verhalten von Insekten



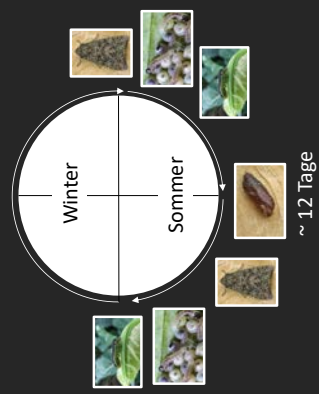
1000nde von Eintagsfliegen

- phototaktisches Verhalten in vielen Organismengruppen (z.B. Nachtfalter, Käfer)
- aufgrund Verhaltensänderung können auch andere Aspekte betroffen sein, wie z.B. Fortpflanzung

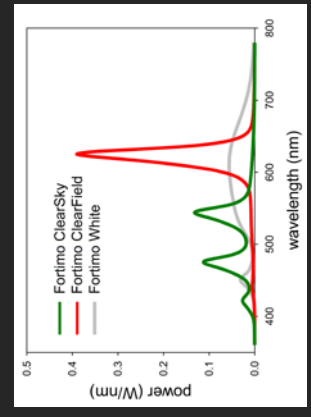
Longore & Rich (2004) *Frontiers in Ecology and the Environment*

### Physiologische Effekte auf Insekten: Beispiel Kohleule (*Mamestra brassicae*)

~ 130 Tage (Diapause): Entscheidung ob Diapause abhängig von Tageslänge

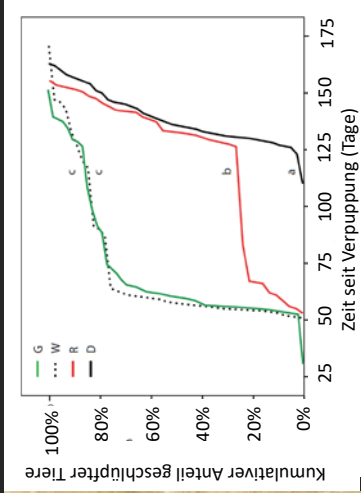


### Experiment mit 3 LED Farbtypen





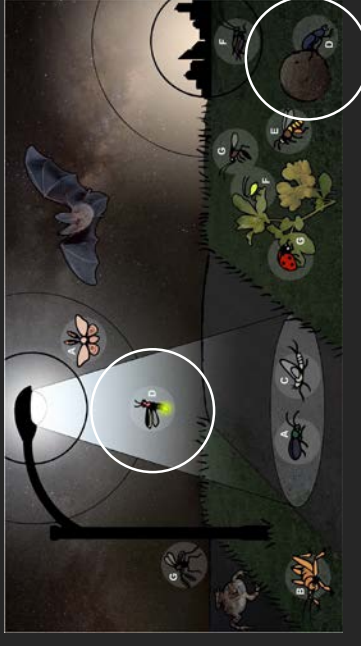
## Unterdrückung der Diapause der Kohleule



→ Unterdrückung Diapause bei Kunstlicht nachts

van Geffen *et al.* (2014) Ecology and Evolution

## Verschleiern natürlicher Lichtinformation nachts



- Glühwürmchen (Leuchtkäfer) leuchten um sich gegenseitig zu finden
- Dungkäfer orientieren sich am Sternbild beim Rollen der Dungballen

Owens *et al.* (2020) Biological Conservation

## Experiment mit 5 verschiedenen Lichtfarben

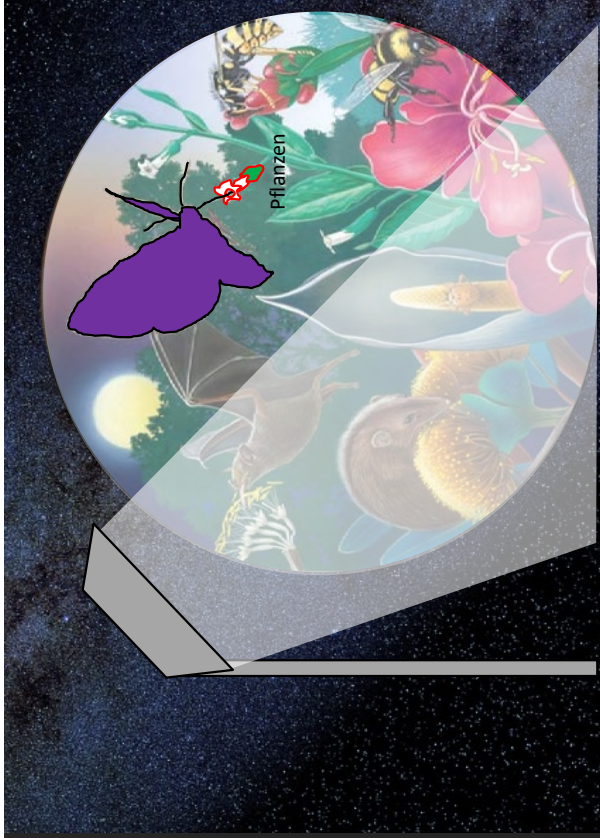


- reduzierte «flash rate» der Männchen, reduzierte «response rate» der Weibchen unter allen Lichtkonditionen, kein eindeutiger Effekt der Lichtfarbe
- mehrheitlich keine Verbesserung durch geringere Intensität

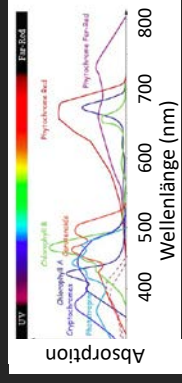
Owens & Lewis (2021) Insect Conservation and Diversity



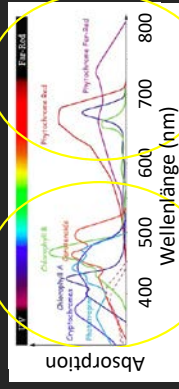
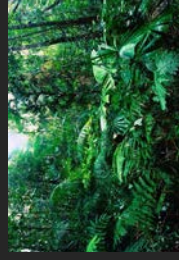
- Kunstlicht nachts kann verändern:
  - Verhalten (z.B. Anziehung zu Licht)
  - physiologische Prozesse
  - Wahrnehmung natürlicher Lichtinformation
  - ...
- Reduktion Fortpflanzung und Überleben



### Effekt von Kunstlicht auf Pflanzen: Sensitivität von Photorezeptoren



### Effekt von Kunstlicht auf Pflanzen : Sensitivität von Photorezeptoren



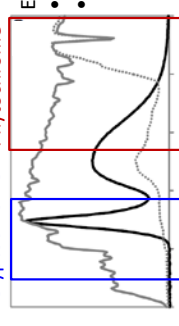
zirkadiane Rhythmen

saisonale Prozesse

LED-Lampe



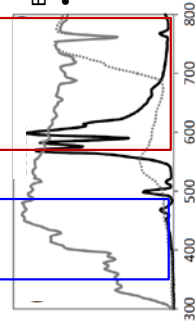
Cryptochrome Phytochrome



Einfluss auf:

- saisonale Effekte
- zirkadiane Rhythmen

Natriumdampflampe



Einfluss auf:

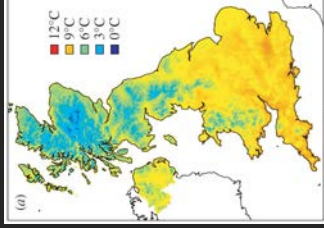
- saisonale Effekte

### Spektrum des Tageslichts im Vergleich zu häufigen Strassenlampen

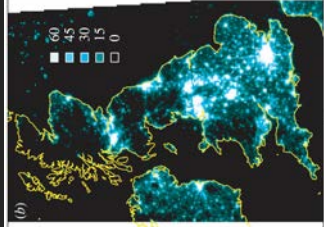


## Früheres Austreiben der Blätter im Frühling

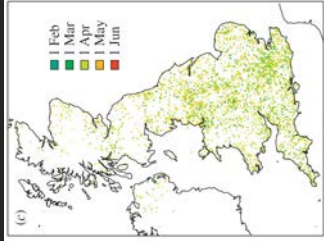
Frühlingstemperatur



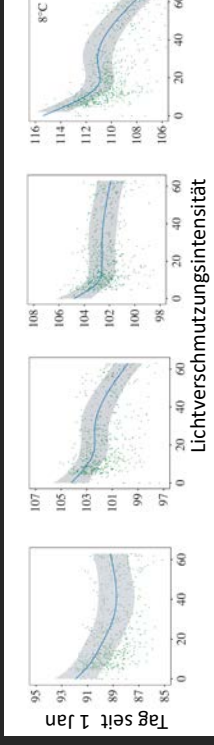
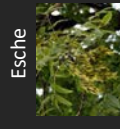
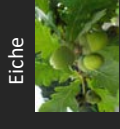
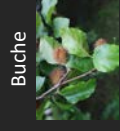
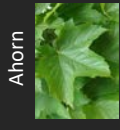
Lichtverschmutzung



Austreiben der Blätter

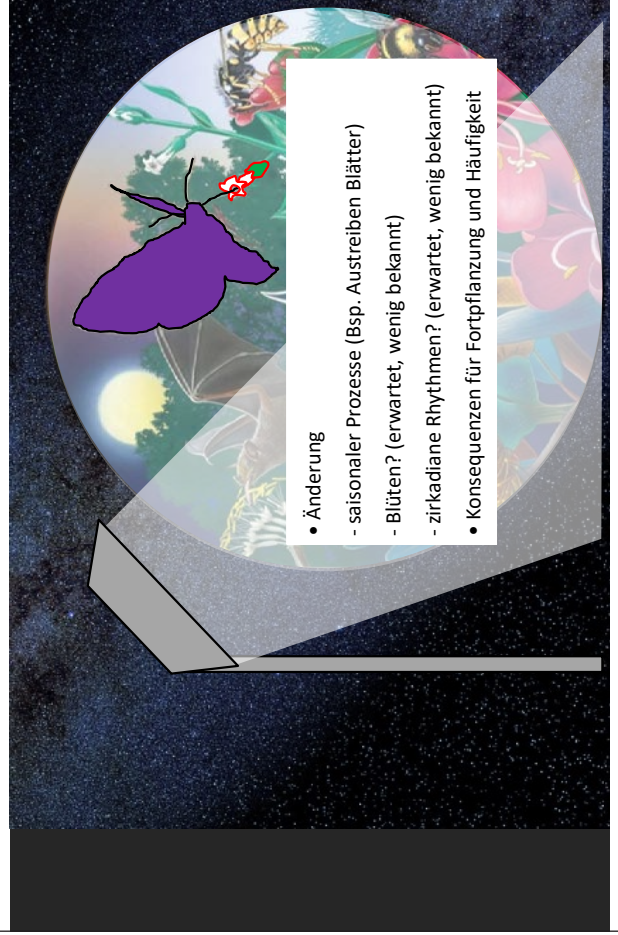


## Früheres Austreiben der Blätter im Frühling

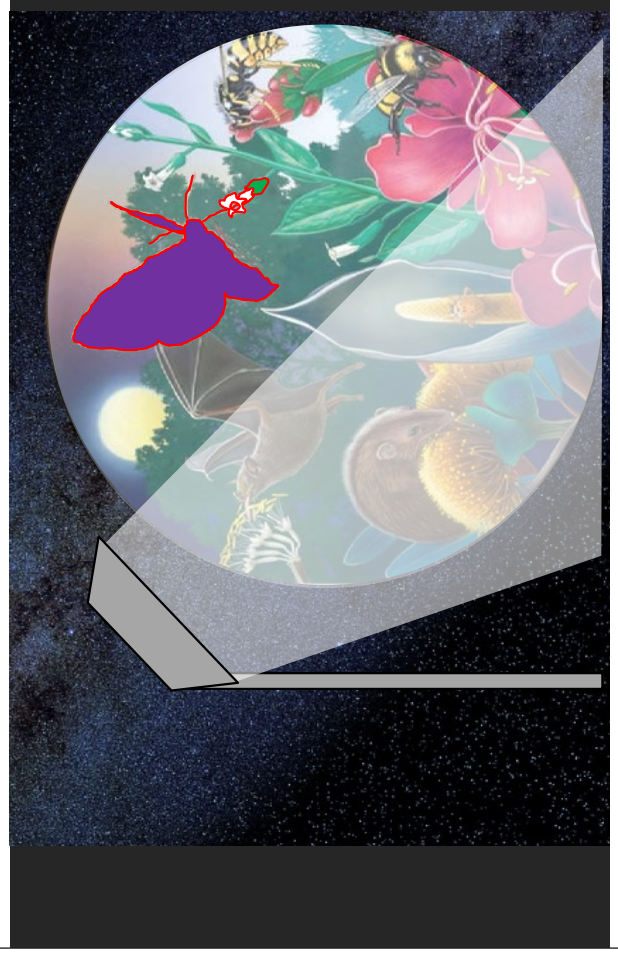


- Effekt stärker für Bäume die später austreiben
- Blühverhalten: keine gute Studie, Effekt erwartet

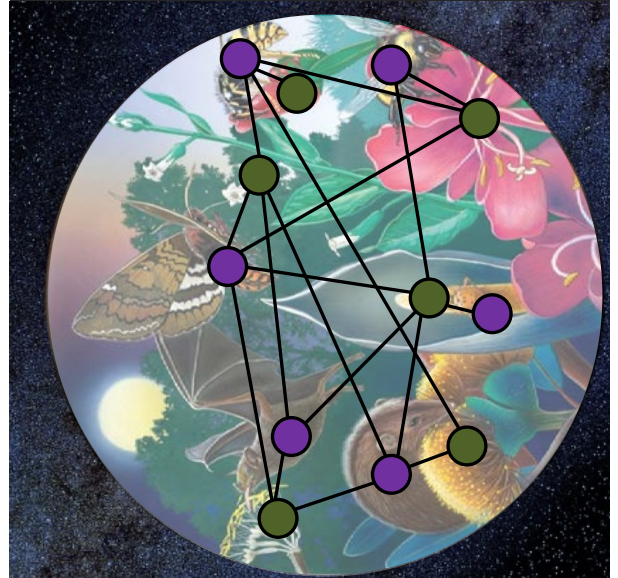
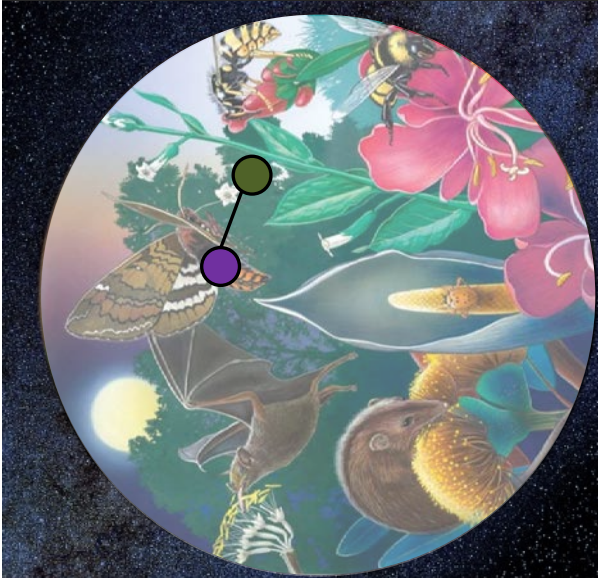
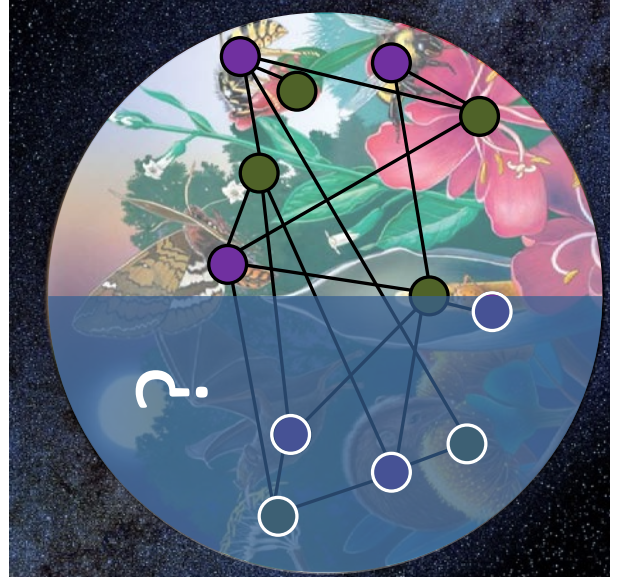
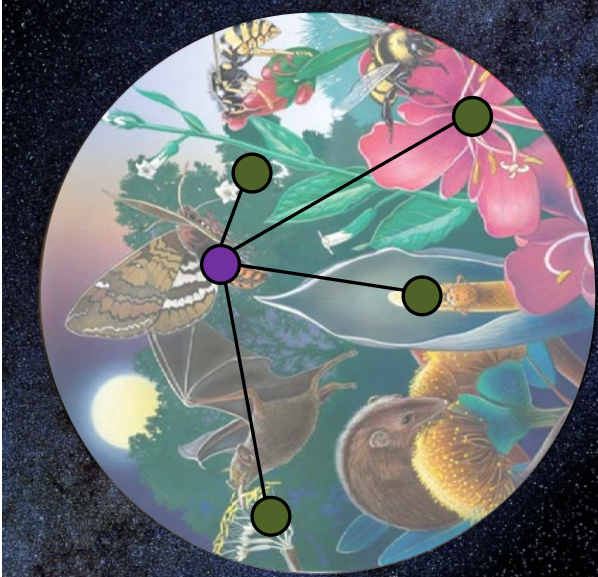
ffrench-Constant et al. (2018) PRSB



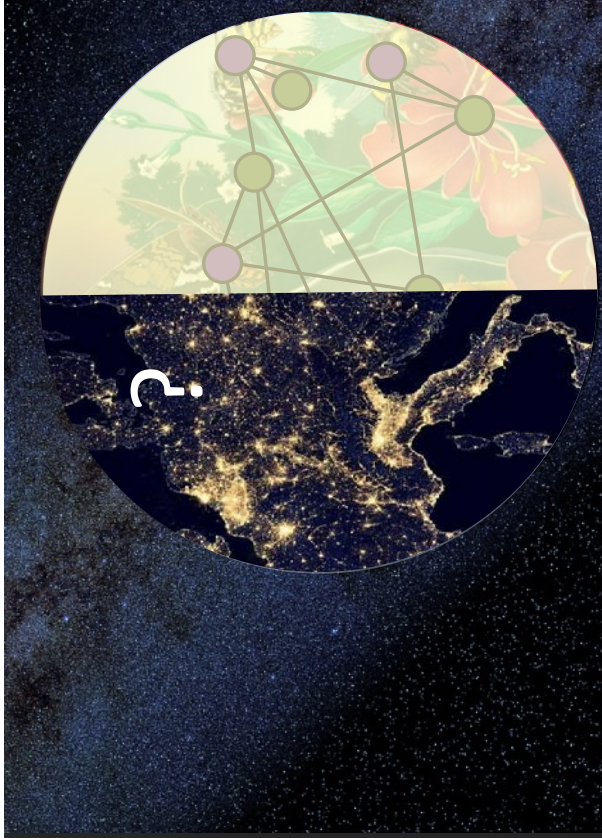
- Änderung
- saisonaler Prozesse (Bsp. Austreiben Blätter)
- Blüten? (erwartet, wenig bekannt)
- zirkadiane Rhythmen? (erwartet, wenig bekannt)
- Konsequenzen für Fortpflanzung und Häufigkeit



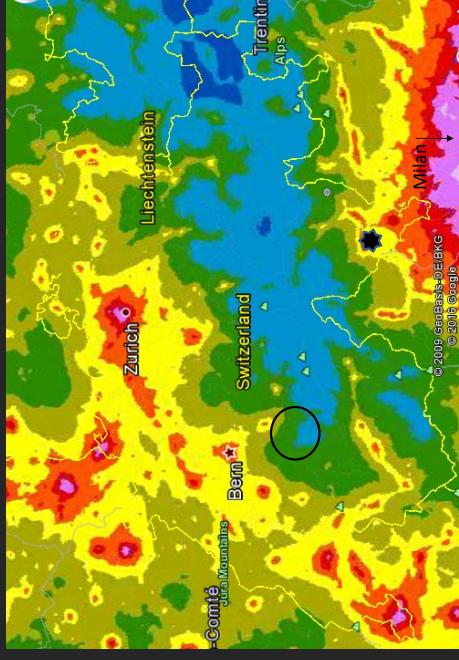








## Naturpärke Gantrisch und Diemtigtal

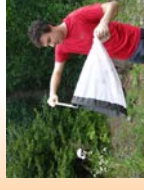


## Experiment im Naturpark Gantrisch und Diemtigtal

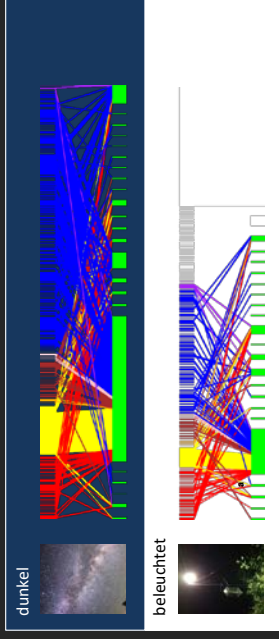


→ Unabhängige und vergleichbare Wiesen mit kommerziellen LED Leuchten beleuchtet, andere als dunkle Kontrollen gelassen

## Quantifizierung von Pflanzen-Bestäuber Interaktionen



### 63% weniger Pflanzen-Bestäuber Interaktionen bei Beleuchtung



- alle Organismengruppen betroffen, einzelne Pflanze bekommt weniger Besuche
- reduzierte Bestäubung (Früchte) einer Modelnpflanze (*Cirsium oleraceum*)

→ Verlust Nachtbestäubung kann durch Tagbestäubung nicht kompensiert werden

Knop *et al.* (2017) Nature

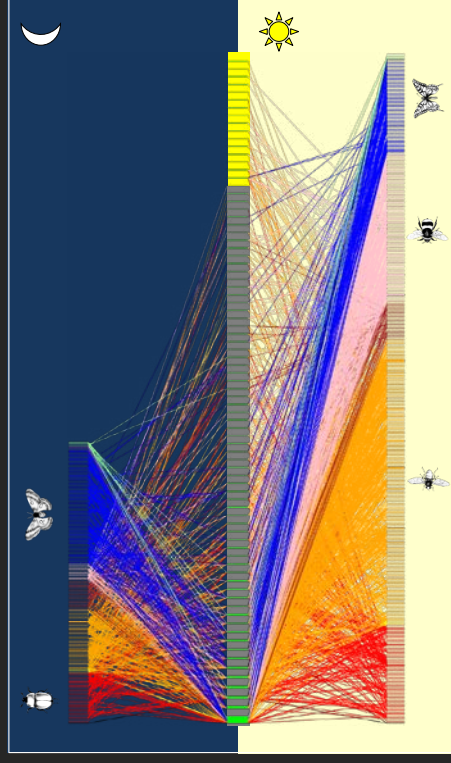
### Bestäubung ist eine sehr wichtige Ökosystemleistung



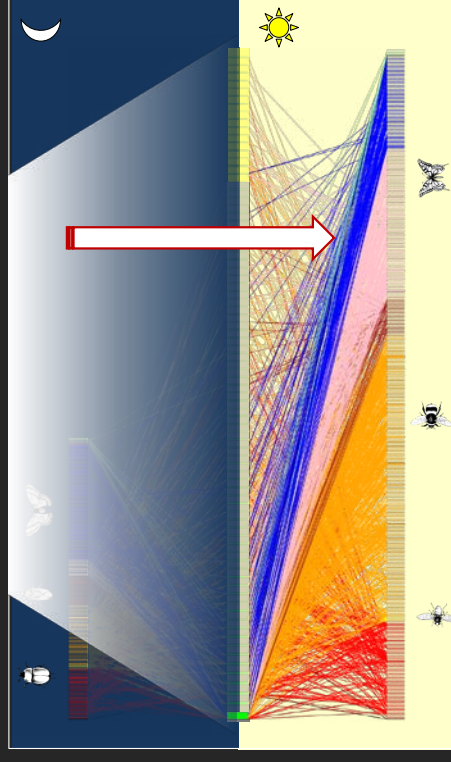
- weltweiter Rückgang Bestäuber und Insekten
- 30% der Kulturpflanzen von Bestäubung abhängig
- 75% der Kulturpflanzen brauchen Bestäubung für maximale Ernte

→ CH: 350 Mio CHF Mehrwert/Jahr durch Bestäubung (Sutter *et al.* 2017 Agrarforschung)

### Gemeinsame Tag-Nacht-Bestäubernetzwerke

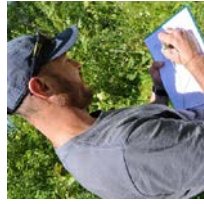
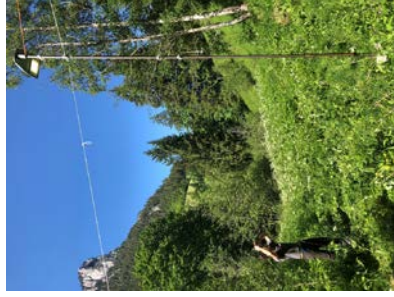


### Effekt von Licht auf Pflanzen-Bestäuber Interaktionen tagsüber





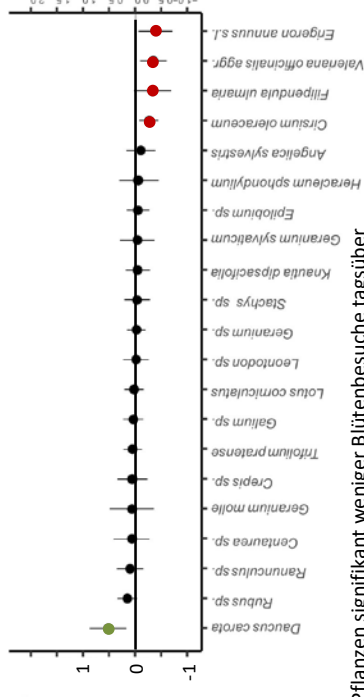
### Experiment im Naturpark Gantrisch und Diemtigtal



Dr. Simone Giavi

- tagsüber Pflanzen-Bestäuber Interaktionen quantifiziert und analysiert
- auf experimentell beleuchteten und dunklen Flächen

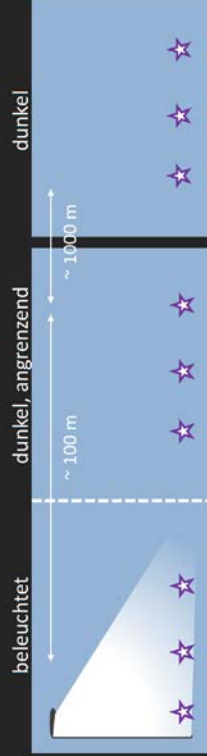
### Effekt von Licht auf Pflanzen-Bestäuber Interaktionen tagsüber



- bei ca. 20% der Pflanzen signifikant weniger Blütenbesuche tagsüber
  - vereinzelt auch positiver Effekt von Kunstlicht nachts auf Blütenbesuche tagsüber
- auch Prozesse tagsüber durch Kunstlicht nachts verändert!

Giavi et al. (2021) Nature Communications

### Räumliche Dimension des Effekts von künstlicher Beleuchtung



Weisse Lichtnelke (*Silene latifolia*)



Lichtnelken-Eule (*Hadena bicurvis*)

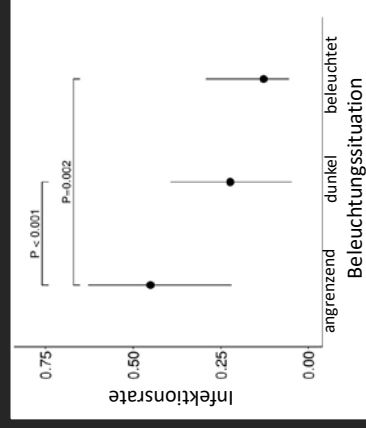


Eiablage Samenfrass



Dr. Simone Giavi

### Samenfrass: relativer Anteil befallener Früchte



- Experimente im Labor zeigen, dass Nachtflüger von Licht wegfliegt und möglichst dunkle Orte für Eiablage sucht
- Effekt von Licht nicht auf beleuchtete Fläche begrenzt

Giavi et al. (2021) Scientific Reports

## Zusammenfassung

- Kunstlicht nachts verändert Verhalten, Physiologie, Wahrnehmung von natürlichen Lichtsignalen von Insekten mit negativen Konsequenzen für Orientierung, Fortpflanzung und Überleben
- Kunstlicht nachts beeinflusst saisonale und vermutlich auch tageszeitliche Prozesse in den Pflanzen, bisher schlecht untersucht
- nachtaktive Pflanzen-Bestäuber Interaktionen durch Kunstlicht massiv gestört mit teilweise Konsequenzen für Bestäubungsleistung, respektive Fortpflanzungserfolg der Pflanze
- indirekt kann Kunstlicht nachts auch die Interaktion von Pflanzen und Bestäuber tagsüber beeinflussen
- Effekt von Kunstlicht nachts nicht nur auf die beleuchtete Fläche beschränkt, sondern kann indirekt auch umliegende Gebiete betreffen

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Studentinnen, Feldassistentinnen, Kolleginnen, insbesondere Colin Fontaine, Leana Zoller, Remo Ryser, Christopher Gerpe, Maurin Hörler, Nadia Munthassim, Sandra Trösch, Sina Blösch, Simone Giavi
- Landbesitzerinnen, Gemeinden, Wiederkehr&Partner, Naturpark Gantrisch, Naturpark Diemtigtal
- Insektenexpertinnen, insbesondere Hans-Peter Wymann









