

Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 69, 183–185 (1996)
 © 1996, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin
 ISSN 0340-7330

Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, Abt. Waldschutz, Freising

Untersuchungen zum Einfluß von Sonnenlicht auf das Schwärmverhalten von Borkenkäfern

Von GABRIELA LOBINGER und U. SKATULLA

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

Abstract

Influencing the flight behaviour of bark beetles by light conditions

With the aid of electronic registration equipment and other experimental methods, it could be shown that the flight behaviour of spruce bark beetles to pheromone sources is strongly influenced by the prevailing light conditions. There is a definite preference for sunny conditions. Even during sunny periods of only a few minutes, significantly more beetles were flying than during overcast periods.

A similar pattern of behaviour was observed for *P. chalcographus*, but there was no statistical evidence.

This preference was also seen when pheromone baited traps were set up in a northerly direction with low sunlight levels and a southerly direction with strong sunlight. In the traps facing south 4,2 times more *Ips typographus* were caught than in the north facing traps. *P. chalcographus* preferred the sunnier traps at a ratio of 1,66.

These results confirm the fact that at the beginning of an infestation of forest the southerly regions were first to be attacked by spruce bark beetles. Even there trees were first affected where they were exposed to sun during the daily main period of flight activity.

1 Einleitung

Nach den Frühjahrsstürmen von 1990 kam es im südbayerischen Raum infolge des großen Anfalls von Bruchholz zur Massenvermehrung der beiden rindenbrütenden Fichtenborkenkäfer *Ips typographus* (Buchdrucker) und *Pityogenes chalcographus* (Kupferstecher).

Im Rahmen dieser Kalamität wurden detaillierte Untersuchungen zu Schwärmaktivität und Anflugverhalten von Borkenkäfern an Pheromonquellen durchgeführt. Freilandbeobachtungen im Befallsgebiet zeigten, daß Stehendbefall zunächst bevorzugt an südexponierten Bestandesrändern auftrat. Es liegt also eine Präferenz besonnener Standorte vor, die zum einen auf die dort höheren Temperaturen, zum anderen aber auch durch die Lichtintensität an Südrändern bedingt sein kann. Auch BOMBOSCH et al. (1994) beobachteten eine Bevorzugung von süd- bis westlich exponierten Rändern bzw. besonnten, freistehenden Stämmen.

Bisher gibt es vorwiegend Laborkenntnisse zur optischen Reaktion von Borkenkäfern auf Licht verschiedener Wellenlängen (z. B. SCHÖNHERR, 1971). CHOUDHURY et al. (1980) und GRAHAM (1959) stellten im Labor sowie im Windkanal eine positive Phototaxis bei einigen Borkenkäfern fest.

Die im folgenden beschriebenen Versuche sollten Informationen über den Einfluß von Licht auf das Schwärmverhalten und die Anflugaktivität an Pheromonquellen im Freiland erbringen.

2 Material und Methoden

Als Untersuchungsgebiet diente der Ebersberger Forst, ein Fichtenaltholzgebiet von ca. 9.000 ha südöstlich von München sowie der Thalhauser Forst, ein Fichtenwald westlich von Freising.

Im Thalhauser Forst wurden die Anflüge von Buchdrucker und Kupferstecher an Pheromonfallen mit Hilfe eines neu entwickelten, computergesteuerten Meßgerätes (SKATULLA et al., 1992) detailliert aufgezeichnet. Zu diesem Zweck wurden handelsübliche Trichterfallen (Theysohn) mit einem Infrarotsensor ausgerüstet. Dieser Sensor ermöglichte es, jeden Käferanflug zu erfassen und zeitlich genau in der Meßstation abzuspeichern.

Zur Unterscheidung zwischen Borkenkäfern und anderen die Falle anfliegenden Insekten wurden die Käfer nach Passage des Sensors in einen elektronisch gesteuerten Fraktionator geleitet, so daß hiermit eine weitere zeitliche Differenzierungsmöglichkeit zwischen Käfern und Beifängen gegeben war.

Die Erfassung der bewölkten bzw. sonnigen Witterungsabschnitte erfolgte mit einem speziell entwickelten Sensor, der die entsprechenden Phasen unterschied und an die Meßstation zur Abspeicherung weiterleitete. Zusätzlich wurde in 15minütigen Intervallen die Luft- und Falltemperatur registriert. Mit Hilfe dieser Versuchsanordnung war es möglich, die Anflughäufigkeit von Borkenkäfern an Pheromonfallen während der gesamten Schwärmperiode bei Sonnenschein oder bewölktem Himmel zu ermitteln.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde auf einer Freifläche im Ebersberger Forst eine Reihe von insgesamt 8 Kastenfallen im Abstand von 30 m aufgebaut. Die Fallen waren an 80 x 80 cm großen Holztafeln angebracht und abwechselnd nach Süden bzw. Norden exponiert. Auf diese Weise wurden 4 der Fallen besonnt, die anderen 4 Fallen waren auch bei Sonnenschein durch die Holztafeln immer beschattet.

Alle Fallen waren mit den handelsüblichen Lockstoffen „Pheroprax“ bzw. „Chalcoprax“ bestückt.

3 Ergebnisse

Die im folgenden dargestellten Ergebnisse zum Einfluß der Lichtintensität auf das Anflugverhalten von Buchdrucker und Kupferstecher beziehen sich auf Tagesabschnitte der Hauptschwärmzeit (zwischen 12.00 und 15.00 Uhr). Des weiteren wurden nur Tage ausgewählt, an denen sowohl in sonnigen als auch in bewölkten Phasen die erforderlichen Temperaturschwellen (16,5 °C für Buchdrucker, mindestens 16,8 °C für Kupferstecher, LOBINGER 1994) deutlich überschritten waren. Zur Auswertung kamen die Anflugzahlen in direkt aufeinanderfolgenden sonnigen bzw. bewölkten Phasen, wobei immer Abschnitte von gleicher Zeitdauer verglichen wurden.

Somit war gewährleistet, daß die beobachteten Unterschiede in den Anflughäufigkeiten allein auf die Besonnung der Falle und nicht auf grundsätzlich unterschiedliche Schwärmaktivität (z. B. aufgrund der Tageszeit oder unter dem Einfluß anderer Faktoren) zurückzuführen sind.

Die Abb. 1 zeigt – sortiert nach Anflughäufigkeiten – die durchschnittlichen Fangzahlen pro Minute für Buchdrucker und Kupferstecher in sonnigen und bewölkten Zeitabschnitten für mehrere Stichproben. Dabei liegen jedem Wertepaar unmittelbar aufeinanderfolgende Phasen (sonnig/bewölkt) zugrunde, wobei jeweils zeitlich übereinstimmende Abschnitte zur Auswertung kamen.

Es konnte statistisch nachgewiesen werden, daß beim Buchdrucker in sonnigen Abschnitten signifikant mehr Anflüge stattfanden als bei Bewölkung. Die Fangzahlen lagen in Sonnenscheinphasen um den Faktor 1,71 höher.

Für den Kupferstecher konnte zwar tendenziell eine leicht gesteigerte Anflughäufigkeit bei Sonne im Gegensatz zu bewölktem Himmel beobachtet werden (Fangzahlen ca. 1,2mal höher als bei Bewölkung), doch war dieser Unterschied statistisch nicht abzuschern.

In einem Parallelversuch ließ sich der Nachweis erbringen, daß die verstärkte Flugaktivität beim Buchdrucker auf die Lichtstärke an der Falle zurückzuführen ist und

nicht, wie ebenfalls gemutmaßt werden könnte, auf eine Erwärmung von Falle und Lockstoff bei Sonnenbestrahlung und damit auf eine höhere Flüchtigkeit des Pheromons.

Permanente Messungen ergaben, daß das Falleninnere auch bei längerer Sonneneinstrahlung (> 30 min) maximal um 4,4 °C höhere Temperaturen aufwies als bei Beschattung. Bereits die Tatsache, daß schon bei kurzen Sonnenphasen (ab 5 Minuten) deutlich mehr Anflüge zu verzeichnen waren, spricht gegen einen temperaturbedingten Effekt.

Durch künstliche Erwärmung des Pheromonköders um ca. 5 °C gegenüber der Umgebungstemperatur in 30-Minuten-Intervallen mittels einer elektronisch gesteuerten Heizvorrichtung konnten zwischen erwärmten und nicht beheizten Phasen keine Unterschiede bezüglich der Anflughäufigkeit festgestellt werden.

Eine eindeutige Präferenz für lichtexponierte Fallen ließ sich beim Buchdrucker auch in einer weiteren Versuchsanordnung mit nur nord- bzw. südseitig exponierten Fallen nachweisen (s. Material und Methoden).

Abb. 2 stellt die Fangergebnisse der wöchentlichen Leerungsintervalle für die gesamte Beobachtungszeit dar.

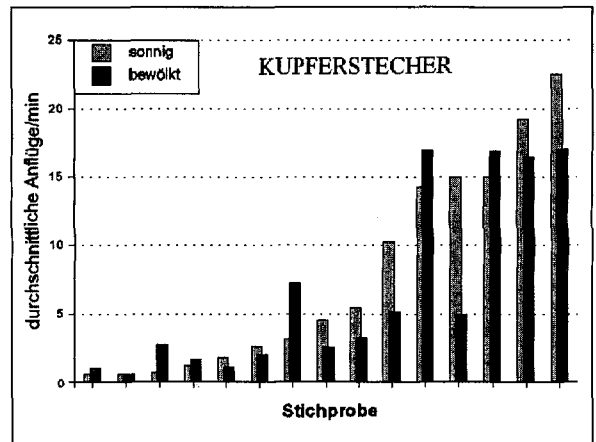
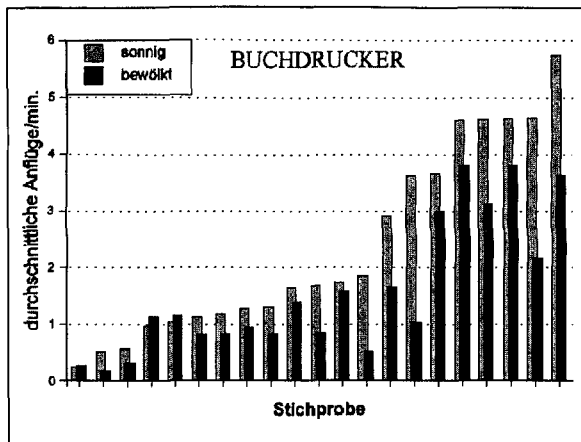


Abb. 1. Durchschnittliche Anflüge/Minute an Pheromonfallen in Abhängigkeit von der Besonnung der Falle bei Buchdrucker und Kupferstecher

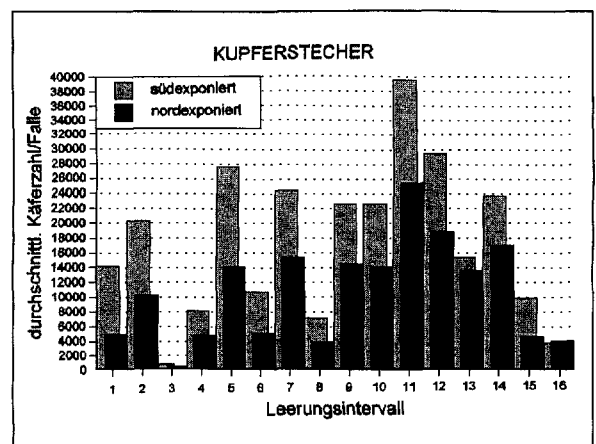
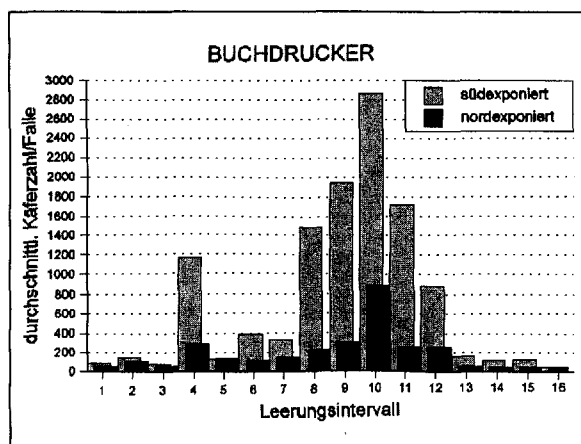


Abb. 2. Fangzahlen pro Falle der einzelnen Leerungsintervalle zwischen Mai und August an nord- bzw. südexponierten Fallen

In Tab. 1 sind die Fangzahlen pro Falle für den gesamten Beobachtungszeitraum (Mai einschl. August) für Buchdrucker und Kupferstecher zusammengefaßt.

Für den Buchdrucker ist der Unterschied der Fangzahlen in den einzelnen Fangintervallen zwischen nord- und südexponierter Falle statistisch signifikant für $\alpha = 0,01$, beim Kupferstecher konnte ein Unterschied für $\alpha = 0,05$ gesichert werden. Der deutlich höhere Faktor bei den besonnten Fallen (4,22) gegenüber dem Faktor 1,72 für Buchdrucker, der für die Einzelbeobachtungen mit Hilfe der Meßstationen beschrieben wurde, ist dadurch bedingt, daß bei der Erfassung an der Meßstation jeweils nur ein Vergleich von sonnigen bzw. bewölkten Zeitabschnitte gleicher Länge zulässig war. Bei den hier beschriebenen Fallenreihen dagegen wurden die Anflüge über die gesamte Schwärmzeit erfaßt, wobei mehr als $\frac{2}{3}$ der Tage mit Flugaktivität durchgehend sonnig waren.

4 Diskussion

Aus den Versuchsergebnissen wird ersichtlich, daß das Schwärmverhalten von Buchdrucker und Kupferstecher stark durch die jeweils herrschenden Lichtverhältnisse beeinflusst wird. Besonders beim Buchdrucker war eine deutliche Präferenz sonniger Tagesabschnitte feststellbar, wobei bereits kurze sonnige Phasen (ab 5 Minuten) zu deutlich mehr Anflügen an die Pheromonfallen führten.

Die Bedeutung dieses Sachverhalts für die Befallssituation im Bestand zeigte sich besonders eindrucksvoll in den Stehendbefallsflächen im Ebersberger Forst. Der Befall ging anfänglich fast ausnahmslos von den nach Süden exponierten Bestandesrändern aus, was durch Befliegungen des Befallsgebietes auch großflächig Bestätigung fand.

Durch regelmäßige Markierung der jeweils neu befallenen Bäume zeigte sich darüber hinaus, daß auch an solchen Südrändern in der ersten Schwärmwelle zunächst nur die Fichten befallen wurden, die während der tageszeitlichen Hauptschwärmzeit, zwischen 12.00 und 15.00 Uhr besonnt waren. Stämme, die während dieser Zeitphase im Schatten anderer Bäume standen, wurden erst im weiteren Verlauf der Gradation angefliegen.

Des weiteren ließ sich feststellen, daß zuerst und insgesamt in höherem Maße die südseitige Stammhälfte besetzt wurde, was ebenfalls durch Markieren an stehenden Stämme sowie durch Auszählen von Brutbildern bestätigt werden konnte. Für eine andere Borkenkäferart (*Ips curvidens*) liegen aber gegensätzliche Beobachtungen vor. Nach HIERHOLZER (1950) werden von dieser Art die dunklen Stammseiten bevorzugt.

Die beschriebenen Ergebnisse erlangen praktische Bedeutung bei der Interpretation von Fangzahlen beim Einsatz von Lockstoff-Fallen zur Borkenkäferprognose. Danach ist der Aufstellungsort bzw. die Besonnung oder Beschattung der Falle entscheidend für ihre Attraktivität.

Bei der Suche und Abgrenzung von Stehendbefall im Zuge von Bekämpfungsmaßnahmen müssen nach Süden ausgerichtete Bestandesränder besonders sorgfältig beobachtet werden.

Tab. 1. Anflughäufigkeit von Buchdrucker und Kupferstecher an besonnten und beschatteten Pheromonfallen

| Borkenkäferart | Fangzahl pro Falle | | Faktor(N:S) |
|----------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|
| | beschattet (nordexponiert) | besonnt (südexponiert) | |
| Buchdrucker | 2.689 | 11.348 | 1 : 4,22 |
| Kupferstecher | 166.285 | 276.013 | 1 : 1,66 |

Zusammenfassung

Mit Hilfe elektronischer Meßmethoden sowie durch verschiedene weitere Versuchsanordnungen konnte gezeigt werden, daß der Buchdrucker in seinem Anflugverhalten an Pheromonquellen maßgeblich durch die jeweils herrschenden Lichtverhältnisse beeinflusst wird. Es bestand eine deutliche Präferenz von besonnten Standorten. In sonnigen Zeitabschnitten, auch innerhalb von nur wenigen Minuten, waren signifikant höhere Anflugszahlen zu verzeichnen als in Phasen mit Bewölkung. Für den Kupferstecher gilt dies nur in eingeschränktem Maße.

Diese Zusammenhänge konnten auch anhand von nord- bzw. südexponierten Fallen aufgezeigt werden. Die besonnte Fallenseite fing 4,2mal mehr Buchdrucker als die der Sonne abgewandte Seite. Beim Kupferstecher betrug der Faktor nur 1,66. Die beschriebenen Ergebnisse fanden ihre Bestätigung auch in der Befallssituation im Kalamitätsgebiet. Bei beginnendem Stehendbefall wurden vom Buchdrucker zunächst südexponierte Bestandesränder und hier die zur tageszeitlichen Hauptschwärmzeit besonnten Stämme besetzt.

Literatur

- BOMBOSCH, S.; DEDEK, W., 1994: Über eine Strategie zur Bekämpfung von *Ips typographus* zu Beginn einer Gradation. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 165 (11–12), 185–192.
- CHOUHDURY, J. H.; KENNEDY, J. S., 1980: Light versus pheromone-bearing wind in the control of flight direction by bark beetles. *Scolytus multistriatus*. *Physiol. Entom.* 5, 207–214.
- GRAHAM, K., 1959: Release by Flight Exercise of a Chemotropic Response from Photopositive Diminution in a Scolytid Beetle. *Nature* 4682, 283–284.
- HIERHOLZER, Q., 1950: Ein Beitrag zur Frage der Orientierung von *Ips curvidens* Germ. *Z. Tierpsych.* 7, 588–620.
- LINDGREN, B. S.; BORDEN, J. H.; CHONG, L.; FRISKIE, L. M.; ORR, D. B., 1983: Factors influencing the efficiency of pheromone-baited traps for three species of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Ent.* 115, 303–313.
- LOBINGER, G., 1994: Die Lufttemperatur als limitierender Faktor für die Schwärmeaktivität zweier rindenbrütender Fichtenborkenkäferarten, *Ips typographus* L. und *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 67, 14–18.
- SCHÖNHERR, J., 1971: Beobachtungen über die Empfindlichkeit von Borkenkäfern gegenüber kurzweiligem Licht. *Z. Ang. Ent.* 68, 244–250.
- SKATULLA, U.; FEICHT, E., 1992: Untersuchungen zum Anflugverhalten des Kupferstechers und einiger Beifänge an Pheromonfallen mit Hilfe eines neuartigen elektronischen Meßgerätes. *Anz. Schädlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz* 65, 4–7.

Anschrift der Verfasser: Dr. GABRIELA LOBINGER, Prof. Dr. Dr. U. SKATULLA, Bayer. Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, Hohenbachernstr. 20, D-85354 Freising.