©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at



# EINBLICK IN DIE ENTOMOLOGISCHE FORSCHUNG

## Die chemische Kommunikation durch Pheromone bei Borkenkäfern

Bakke, A.: Mass trapping of the spruce bark beetle Ips typographus in Norway as part of an integratet control program. In: Kydonieus, A. F., Beroza, M.: Insect suppression with controlled release pheromone systems, II. CRC Press, Boca Raton, Florida 1982. S. 17-25

Bakke, A., Riege, L.: The pheromone of the spruce bark beetle Ips typographus and its potential use in the suppression of beetle populations. In: Kydonieus, A. F., Beroza, M.: Insect suppression 1982 S. 3-15

Bakke A., Saether, T., Kvamme, T.: Mass trapping of the spruce bark beetle Ips typographus. Pheromone and trap technology.
Norsk Institutt for Skogforskning 38,3. Oslo 1983.
S. 1-35

Francke, W., Vité, J.P.: Oxygenated terpenes in pheromone systems of bark beetles. Symposion 'Insect and Host Interaction' Freiburg i. Br. 1983
S. 146-156

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

Gauss, R.: Für Borkenkäfer (Col., Ipidae) tödlicher Fraß im oder am nicht ansprechenden Wirt. Mitt. d. Deutsch. Ges. f. allgem. und angew. Entomologie, Band 1, Heft 2-4. Gießen 1978. S. 31-33

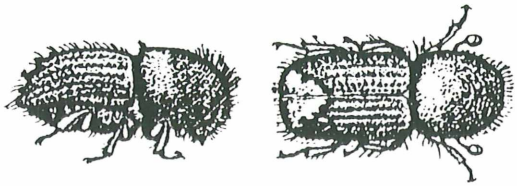
Hackstein, E., Vité, J.P.: Pheromonbiosynthese und Reizkette in der Besiedlung von Fichten durch den Buchdrucker Ips typographus. Mitt. d. Deutsch. Ges. f. allgem. und angew. Entomologie, Band 1, Heft 2-4. Gießen 1978 S. 185-188

Hansen, K.: Reception of bark beetle pheromone in the predaceous clerid beetle, Thanasimus formicarius (Col., Cleridae) Journ. of Comparative Physiology 150. 1983. S 371-378

Renwick, J.A.A., Vité, J.P.: Biology of pheromones. In: Wegler, R.: Chemie der Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel. Band 6. Berlin 1981. S 1-28

Wie jeder weiß, gibt es eine Reihe von Insektenarten, die durch Massenvermehrung der menschlichen Wirtschaft große Schäden zufügen können. Die primäre Ursache liegt in einer Verschiebung des natürlichen Gleichgewichtes zugunsten menschlicher Interessen. So darf man sich eigentlich nicht wundern, wenn Borkenkäfer beispielsweise dort in ungeheuren Mengen auftreten, wo die Forstwirtschaft aus ursprünglichen Mischwäldern mehr oder weniger reine Fichten-Monokulturen gemacht hat. Mit der starken Vermehrung des Schädlings können meist die natürlichen Feinde nicht Schritt halten. Deshalb ist der Mensch dazu übergegangen, Schädlingsbekämpfungen durchzuführen. Von der zunächst angewandten Methode der unspezifischen "Chemischen Keule" (z. B. DDT) ist man inzwischen vielfach zum Schädlings-spezifischen "Pest-Management" umgeschwenkt. Diese erheblich umweltfreundlichere Methode setzte allerdings ein intensives Erforschen des Schädlings in seinem Lebensraum voraus.
Am Beispiel des Buchdruckers soll hier über die neuen Forschungsergebnisse besonders der letzten Jahre berichtet werden.

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at



Buchdrucker (Ips typographus)

Der Buchdrucker Ips typographus ist ein Vertreter der Familie der Borkenkäfer Scolytidae. Der dunkelbraun gefärbte kleine Käfer wird 3 (♂) bis 4 (♀) mm lang und sein walzlicher Körper hat einen Durchmesser von 1,5 bis 2,5 mm. In Mitteleuropa kommt die Art in zwei Generationen vor. Ihr Erscheinen richtet sich nach der Temperatur (nicht unter 20° Mittagstemperatur) und liegt etwa zwischen Mitte April und Ende Mai und noch einmal zwischen Ende Juli und Mitte September. Bei zusagenden Umweltbedingungen kann sich der Käfer in manchen Jahren ungeheuer vermehren.

In welchen Größenordnungen sich die Schäden bei einem Massenbefall durch den Buchdrucker bewegen, zeigen Untersuchungen Südnorwegen (Bakke 1982):

In einem 117000 ha großen Fichtenwald wurden im Schadensjahr 1978 fast 10 % aller erwachsenen Fichten durch Borkenkäfer abgetötet! Die Anzahl der für diese Zerstörung verantwortlichen Buchdrucker lag weit über einer Milliarde, denn in 100 000 aufgestellten Fallen konnte man rund 700 Millionen Käfer fangen!!

Normalerweise sucht der Buchdrucker für seine Vermehrung geschwächte Fichten, die z. B. durch Krankheiten, andere Schädlinge, Windwurf oder Schneebruch durch verminderten Harzfluß für den Käfer leichter zugänglich sind. Diese Erkenntnis hat man sich schon frühzeitig im Forst zunutze gemacht, indem man vor dem ersten Borkenkäferflug einige Fichten als Fangbäume gefällt oder mit Insektiziden getränkte Baumstücke ausgelegt hat. Solange noch genügend Harz (s. u.) darin vorhanden ist, wird der Anflug erfolgen und die Käfer können anschließend vernichtet werden.

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

Nur bei einem Massenflug greifen die Borkenkäfer auch gesunde Bäume an. In gemeinsamer Aktion müssen dann möglichst viele Käfermännchen ihre Löcher durch die Rinde bohren. Der gesunde Baum verliert dadurch soviel Harz, daß er sich der Übermacht nicht mehr erwehren kann. Jeder einzelne Käfer hat somit die Chance, nicht mehr im Harzfluß zu ertrinken oder kleben zu bleiben, sondern die für die Vermehrung notwendigen Vorbereitungen zu beginnen (Bakke & Riege 1982, Francke & Vité 1983, Hackstein & Vité 1981, Renwick & Vité 1981).

Im Hinblick auf eine Verwendung bei der Schädlingsbekämpfung wurden seit rund 20 Jahren die artspezifischen Duftstoffe (Pheromone) auch der Borkenkäfer untersucht. 1968 gelang die erste künstliche Synthese des Pheromons Ipsdienol. Um die Bedeutung dieser Substanzen zu verstehen, sollen hier kurz die neuesten Erkenntnisse zusammengefaßt werden.

Zur ersten Hauptflugzeit im Mai suchen die überwinterten Käfer eine für die Brut geeignete nicht zu junge Fichte. Hat ein Männchen eine solche gefunden, bohrt es sich durch die Rinde des Stammes bis zur Saft führenden Bastschicht. Ab dem Zeitpunkt der Landung sendet das Männchen das sog. Kontaktpheromon Methylbutenol (genauer: 2-Methyl-3-buten-2-ol) aus, das sich als leicht flüchtige Substanz in der umgebenden Luft verteilt und andere Buchdrucker-Männchen anlockt.

Die Produktion speziell dieses Pheromons ist bemerkenswerterweise an das Aktivwerden eines Juvenil-Hormons gebunden. Dieses in allen Insekten auftretende Hormon dient in erster Linie der Steuerung der Metamorphose (Ei Larve Puppe Imago). Darüberhinaus hat es aber auch einen Anteil bei der Reifung der Ei- bzw. Samenzellen im erwachsenen Insekt, bei der Diapause (Entwicklungsunterbrechung B. im Winter), bei der Pigmentierung (Ablagerung von Farbstoffen in der Außenhaut) und bei einigen Verhaltensweisen. Das Juvenil-Hormon wird im Insektenkörper in den sog. Corpora allata (Drüsenpaar im Bereich des Insektengehirns Oberschlundganglion) gebildet, deren Hormonproduktion von Außenfaktoren B. Nahrungsaufnahme abhängt.

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

Der Kontakt mit dem Fichtenharz (speziell mit dessen Gehalt an α-Pinen) versetzt die Buchdrucker-Männchen eventuell unter Mithilfe von Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen in die Lage, weitere Pheromone (besonders cis-Verbenol und Ipsdienol) herzustellen, die die Weibchen anlocken (Francke & Vité 1983).
Man stellt sich vor, daß die Bildung von Pheromonen durch Umbau pflanzlicher Rohstoffe in der Evolution als Entgiftungsmechanismus begonnen hat, denn α-Pinen wirkt auf Nicht-Borkenkäfer tödlich. Erst nachdem der Insektenorganismus "gelernt" hatte, diese Substanzen chemisch zu verändern und dadurch zu entgiften, konnte sich die heute zu beobachtende Brutbiologie entwickeln. Daß diese Käfer einen Teil dieser Spezial-Pheromone notfalls auch noch ohne Harzeinfluß selbst herstellen können, ließ sich im Experiment nachweisen (Francke & Vité 1983). Besonders raffiniert mutet es an, daß die Borkenkäfer aus dieser ursprünglichen Abwehrreaktion ihr System der chemischen Kommunikation (Pheromone) optimiert haben, das von körpereigenen Hormonen wahrscheinlich durch die Bildung spezifischer Enzyme kontrolliert wird (Hughes, P.R., Renwick, J.A.A.: Physiologic Entomology 2, 1977, S. 117).

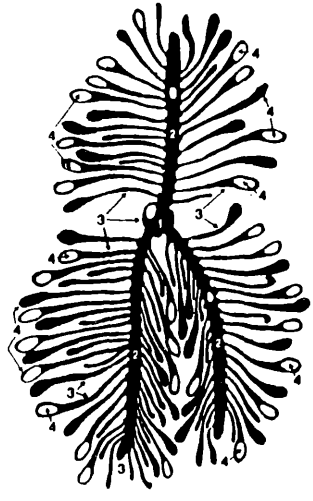



**Abb. 2.**
Schema des Buchdrucker-Brutbildes:
1 Rammelkammer mit Einbohrloch;
2 = Muttergänge mit Einischen und Luftlöchern; 3 = Larvengänge;
4 Puppenwiegen

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

In dem vom Männchen gebohrten Gang, der Rammelkammer, kommt es zur Begattung. Das Weibchen bohrt daraufhin in die Bastschicht des Baumes mehrere Muttergänge, in deren Seiten sie Taschen nagt, die jeweils mit einem Ei bestückt werden. Ein Gelege kann über 100 Eier beinhalten. Die schlüpfenden Larven bohren bis zu ihrer Verpuppung im Bast einen eigenen Gang, von dem aus sich die neue Käfergeneration einen Weg ins Freie nagt. Das führt zur zweiten Hauptflugzeit.

Das folgende Schema versucht die recht komplizierten Vorgänge zu verdeutlichen.

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

Harzgeruch (α-Pinen, Monoterpene) und Baumsilhouette lokken Käfermännchen an

↓

Landen Baum

↓

Einbohren in die Rinde und Fressen

↓

falscher Baum führt zum Tod des Käfers ← Darmerweiterung setzt Juvenil-Hormon-Produktion in Gang

↓

zu hohe Konzentration in der Luft bewirkt bei anderen Männchen Flucht ← starke Produktion des Kontakt-Pheromons Methylbutenol → Anlocken weiterer Männchen zur Überwindung des Widerstandes des Wirtsbaumes

↓

Berührung mit dem Baumharz (±α Pinen, Monoterpene) in der Bastschicht

↓

+α Pinen wird umgewandelt in (R)cis-Verbenol

↓

Abschrecken weiterer Männchen und Weibchen. mit der Botschaft "Baum ungeeignet"

-α Pinen wird umgewandelt in Lockpheromone (S)cis-Verbenol und (R)trans-Verbenol. Fernwirkung mit der Botschaft "Baum geeignet"

↓

Aggregation von vielen Männchen

↓

Nach Fertigstellung der Hochzeitskammer Produktion weiterer Pheromone durch Umwandlung des Harzes, und zwar v.a.

Anlocken des Weibchens ← Ipsdienol

Ablenken anderer Männchen. Botschaft "Baum besetzt" oder "Brutende nahe" ← Ipsenol und Verbenon

(S)cis-Verbenol und Ipsdienol locken als Kairomone natürliche Borkenkäferfeinde an, z.B. Erzwespen (Tomicolia) und Ameisenbuntkäfer (Thanasimus). Gute Fernwirkung auf diese Insekten, da sie z.T. niedrigere Pheromonkonzentrationen wahrnehmen können als die Borkenkäfer selber.

↓ nach zwei Tagen

Weibchen hat Brutgänge gebohrt und legt Eier

↓

Männchen stoppt Abgabe von cis-Verbenol und Methylbutenol

↓

bei guter Witterung Weiterflug zum nächsten Baum und Anlage einer Geschwisterbrut

↓ nach 8 bis 10 Tagen

keine Pheromonabgabe mehr

Zusammenstellung der obigen Reizkette des Buchdruckers Ips typographus nach den vorne genannten Arbeiten. v.d.Dunk 2/86

©Kreis Nürnberger Entomologen; download unter www.biologiezentrum.at

Die Pheromonforschungen führten zur Entwicklung einer speziell für Borkenkäfer konstruierten Duftfalle. Seit rund 10 Jahren versucht man im ständigen Kontakt mit der Forschungsfront die Fallen zu optimieren. Aus der Vielzahl von Problemen seien nur wenige genannt: Das richtige Mischungsverhältnis der verschiedenen Pheromone, ihre Konzentration und ihre gleichbleibende Duftabgabe über längere Zeiträume, die für die Anlockung der Käfer wirksamste Form, Farbe, Höhe über der Erde, Entfernung zum nächsten Baum, und die Berechnung der für die erwartete Kalamität ausreichenden Fallenanzahl. Die Forscherteams zur Lösung dieser Fragen arbeiten in Norwegen (Oslo), in der Bundesrepublik (Freiburg, Gießen mit Unterstützung der Chemiker in Erlangen und München) und in USA und Kanada.

Sozusagen nebenbei beschäftigte man sich auch mit den natürlichen Feinden der Borkenkäfer (u. a. Hansen 1983). Da sie darauf angewiesen sind, ihre Hauptbeutetiere, die Buchdrucker also, aufzuspüren, war es keine Überraschung, daß sie auch auf die Pheromone reagieren. Da diese in einem solchen Fall für den Borkenkäfer zum Nachteil und für ihren Feind zum Vorteil werden, verwendet man für die Lockstoffe aus der Sicht des Feindes den Begriff 'Kairomone'.

Für die Unterstützung bei der Beschaffung der Literatur für dieses interessante Kapitel der Entomologie bedanke ich mich besonders bei Herrn Dr. O. Vostrowsky, der sich schon seit längerem am Organisch-chemischen Institut der Universität Erlangen Nürnberg mit der Untersuchung und der Synthese der Borkenkäfer-Pheromone beschäftigt.

Verfasser: Dr. Klaus von der Dunk
Ringstr. 62
8551 Hemhofen

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Galathea, Berichte des Kreises Nürnberger Entomologen e.V.

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Dunk Klaus von der

Artikel/Article: Die chemische Kommunikation durch Pheromone bei Borkenkäfern 27-34