

550 Jahre Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Band 4

Wegweisende naturwissenschaftliche und  
medizinische Forschung

VERLAG KARL ALBER 

## 36 Lockstoff-Fallen für das Borkenkäfer-Management

JEAN-PIERRE VITÉS (\*1923) Beitrag zum Biotechnischen Waldschutz

MICHAEL BOPPRÉ

Bei einem Waldspaziergang in Fichtenbeständen fallen oft schwarze Kunststoffbehälter mit Schlitzen auf – es sind Borkenkäferfallen. Forstleute nutzen sie als Maßnahme des Biotechnischen Waldschutzes. Die Erforschung der chemischen Kommunikationssysteme von Borkenkäfern und die Entwicklung umweltverträglicher Waldschutzverfahren geht wesentlich auf den Forstzoologen JEAN-PIERRE VITÉ zurück, der von 1973 bis 1990 in Freiburg an der Fakultät für Forstwissenschaften (heute: Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften) forschte und lehrte.

Borkenkäfer spielen in den Nadelwäldern der nördlichen Hemisphäre eine zentrale Rolle. Sie gehören neben Stürmen (Europa, Amerika) oder Waldbränden (Amerika) zu den Hauptverantwortlichen für größerflächiges vorzeitiges Absterben von Bäumen. Seit das von den Käfern ausgehende enorme Gefährdungspotential im 18. Jahrhundert erkannt wurde (GMELIN 1787), bilden Maßnahmen zur Begrenzung dieser Gefahr eine zentrale Aufgabe der Waldbewirtschaftung (VITÉ 1989) und führten bis hin zur Ausbringung von Arsen! Mit der Erfindung synthetischer Pflanzenschutzmittel im 20. Jahrhundert kam es zu ihrer Verbreitung auch im Waldschutz gegen Borkenkäfer. Erst die Aufklärung der Duftstoffkommunikation bei Insekten erlaubte die Entwicklung lockstoffbasierter Verfahren als ökologisch verträgliche Alternativen zum Insektizideinsatz.

Insekten verständigen sich untereinander und mit ihrer belebten Umwelt oft mit Duftstoffen, die für Menschen nicht wahrnehmbar sind. Diese *chemische Sprache* dient z. B. der Findung von Geschlechtspartnern und Wirtspflanzen und bietet die Basis für den Einsatz verhaltensmodifizierender Naturstoffe im *pest management*. Es begann 1956 mit ADOLF BUTENANDT (Nobelpreis 1939), dem es erstmals gelang, den Sexuallockstoff eines Nachtfalters, des domestizierten Seidenspinners *Bombyx mori*, chemisch zu charakterisieren. Einige Jahre später konnten in Nordamerika die zwei konkurrierenden Forschergruppen um ROBERT M. SILVERSTEIN und GEORGE L. MCNEW entsprechende Duftstoffe erstmalig auch bei Borkenkäfern nachweisen.

Die rasante Entwicklung der Mikroanalytik, insbesondere der Gaschromatographie und Massenspektroskopie sowie computergestützter Auswertung, ermöglicht heutzutage *chemoökologische* Forschung zur Aufklärung der vielfältigen Aspekte inner- und zwischenartlicher Kommunikation bei In-

sekten und zwischen Insekten und Pflanzen. Die erzielten Fortschritte zeigen sich daran, daß BUTENANDT für seinen Erfolg die Pheromondrüsen von 500 000 weiblichen Schmetterlingen benötigte, und zur ersten Identifikation eines Borkenkäferpheromons über 4 kg Bohrmehl der winzigen Käfer nötig waren – heute genügen hierfür Bruchteile an biologisch aktiver Substanz, oft einzelne Insekten, und auch an Zeit.

Bereits die Tatsache, daß bislang über 6 000 Borkenkäferarten beschrieben sind, macht nachvollziehbar, daß trotz modernster Analytik noch viele Fragen offen sind und zahlreiche Details der Klärung bedürfen. Jedoch können die wichtigsten Prinzipien der Duftstoff-Kommunikation bei den Borkenkäfern, die Nadelbäume als Wirte für ihre Brut nutzen, als geklärt gelten: In der Regel werden geschwächte (*gestreßte*) Baumindividuen von Borkenkäfern befallen und sterben infolge der Schädigungen durch die Käferlarven ab. Da wegen der heftigen Harzabwehr der Bäume Einbohrversuche einzelner Käfer meist tödlich enden, sind für eine erfolgreiche Besiedlung zahlreiche Käfer erforderlich. Erst wenn eine Vielzahl von Käfern einen Baum synchron attackiert, gelingt es ihnen, den Schutzmechanismus der Bäume zu überwinden. Der koordinierte Befall durch Hunderte bis Tausende von Käfern wird *Aggregation* genannt und durch das Zusammenwirken von baumspezifischen Duftstoffen und/oder käfereigenen Signalen (Pheromonen) ausgelöst und gesteuert. Dieses Zusammenwirken kann sehr unterschiedlich erfolgen: Beispielsweise wird die Aggregation beim Buchdrucker (*Ips typographus*) nach dem Einbohren einiger *Pionierkäfer* völlig ohne Einfluß von baumbürtigen Duftstoffen ausschließlich durch Pheromone ausgelöst. Beim Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) dagegen spielen Inhaltsstoffe der Wirtsbäume zusätzlich zum Aggregationspheromon eine gewisse Rolle. Beim Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendron lineatum*) ist die Bedeutung baumspezifischer Duftstoffe für die Aggregation noch ausgeprägter; hier wirken sie als obligate Synergisten des Pheromons *Lineatin*. Und der Waldgärtner (*Tomicus piniperda*) besitzt überhaupt kein eigenes Pheromon, seine Aggregation beruht ausschließlich auf volatilen Sekundärstoffen der Bäume.

Die Aufklärung der Duftstoffkommunikationssysteme wirtschaftlich bedeutsamer Borkenkäferarten – wie beispielsweise des Buchdruckers – erlaubt es, die *Duftstoffbuketts* synthetisch nachzubilden und im Biotechnischen Waldschutz zu nutzen. Möglich ist die Verwendung von Lockstoffen in Fallen zum Massenfang von Käfern. Aber auch sog. *Ablenkstoffe*, die einige Arten zur Vermeidung von Überbesiedelung produzieren, können prinzipiell zum Schutz von Bäumen oder waldlagerndem Holz eingesetzt werden.

Die Nutzung von Duftstoffen zur Manipulation von Insekten erscheint zunächst recht einfach. Tatsächlich bildet die erfolgversprechende Anwendung von Semiochemikalien jedoch eine große Herausforderung, und die ›Einzelheiten‹ der Duftstoffkommunikation sind alles andere als simpel: So zeigten VITÉS Forschungen beispielsweise, daß Borkenkäfer zum Teil pflanzli-

che Sekundärstoffe, die sie mit der Nahrung aufnehmen, chemisch zu Pheromonkomponenten umwandeln. Dabei ist nicht nur die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Duftbuketts für deren biologische Wirkung entscheidend. Für das *Feintuning* ist bei Borkenkäfern häufig sogar die Chiralität der Moleküle von zentraler Bedeutung, und die Enantiomerenzusammensetzung entscheidet in vielen Fällen über Artspezifität der Signale bzw. darüber, ob von ihnen eine anlockende oder ablenkende Wirkung ausgeht. Auch zu der schwierigen Konfektionierung hochvolatiler Stoffe zum Einsatz in Fallen, die über Wochen fängisch sein sollen, zur Optimierung der optischen Signale durch entsprechende Gestaltung des Fallendesigns und zur Entwicklung wirkungsvoller Strategien für Aufstellungsorte der Fallen lieferte VITÉ grundlegende Beiträge.

Lockstoff-Fallen haben das traditionell in der Borkenkäferbekämpfung seit dem 18. Jahrhundert praktizierte Fangbaumverfahren verdrängt. Fallen sind um ein Vielfaches flexibler einsetzbar und wirkungsvoller als der altherwürdige Fangbaum. Außerdem sind sie kostengünstiger und machen den beim *begifteten Fangbaum* üblichen Einsatz von Insektiziden überflüssig. Neben der Begleitung der Entwicklung von Lockstoff-Fallen zur Praxisreife bereiten VITÉs Arbeiten auch das Feld für eine eingehendere Beschäftigung mit den Möglichkeiten des Einsatzes von Ablenkstoffen zum Schutz von Bäumen oder waldlagerndem Holz.

Aufgrund der riesigen Anzahl von Borkenkäfern, die in Lockstoff-Fallen gefangen werden können, bestand bei Forstpraktikern vorübergehend die Hoffnung, das gewaltige Borkenkäferproblem mit Hilfe solcher Fallen elegant und unaufwendig lösen zu können. Tatsächlich sind jedoch die eine Borkenkäferkalamität auslösenden Faktoren zu vielschichtig, die Käferpopulationen zu groß und der Falleneinsatz vielfältig restringiert, als daß Lockstoff-Fallen ein Allheilmittel sein könnten. Sind VITÉs Erkenntnisse daher letztlich nutzlos? – Keineswegs! Auch wenn Lockstoff-Fallen nicht das gesamte Borkenkäferproblem lösen können, haben sie sich als wesentliches Element des integrierten Waldschutzes gegen Borkenkäfer etabliert. Ihre Bedeutung haben die Fallen vorrangig im Monitoring, bei dem die Populationen der winzigen Käfer für Forstpraktiker »sichtbar« werden, und beim gezielten Objektschutz von für Borkenkäferbefall besonders gefährdeten Bestandsrändern.

Grundsätzlich bietet der Einsatz natürlicher verhaltenssteuernder Duftstoffe im Schädlingsmanagement im Vergleich zu Insektiziden die erforderliche und geforderte Umweltfreundlichkeit, insbesondere auch wegen der typischen hohen Spezifität. Andererseits ergibt sich gerade aus dieser hohen Spezifität untrennbar ein relativ enger Anwendungsspektrum, das verhältnismäßig kleine Märkte präjudiziert und sich damit für die kommerzielle Nutzung außerordentlich ungünstig auswirkt. In Verbindung mit dem Entwicklungsaufwand und den enormen Kosten für die Zulassung von Chemikalien im Pflanzenschutz drängt dies die Pheromonforschung in Deutschland aus

ökonomischen Gründen bedauerlicherweise in den Hintergrund, obwohl verhaltensmodifizierende Naturstoffe prinzipiell erhebliche Potentiale für ein umweltfreundliches und wirkungsvolles Management von Schadpopulationen in Land- und Forstwirtschaft bieten.

JEAN-PIERRE VITÉ wurde 1923 in Groß-Jehser (Niederlausitz) geboren. Nach dem Studium der Forstwissenschaft in Tharandt, Göttingen und Hamburg promovierte er 1949 in Hann.-Münden und habilitierte sich 1954 in Göttingen für das Fach Forstzoologie. Anfänglich untersuchte JEAN-PIERRE VITÉ Spinnen, Holzschädlinge sowie Buchen- und Lärcheninsekten und erkannte frühzeitig die Bedeutung ökologischer Zusammenhänge: Der Titel seiner ersten Publikation (1949) lautet *Die ökologische Gliederung des Waldes* und das Thema seiner Dissertation *Untersuchungen über die ökologische Bedeutung der Spinnen für die Lebensgemeinschaft des Waldes*. VITÉ war damit seiner Zeit voraus. Der Begriff *Umweltschutz* existierte damals noch gar nicht, und über *Ökologie* sprach außer in eng begrenzten wissenschaftlichen Zirkeln kaum jemand – für die breite Öffentlichkeit waren Begriff und Inhalte der wissenschaftlichen Ökologie *terra incognita*.

Von 1957–1973 war VITÉ in den USA am BOYCE THOMPSON *Institute for Plant Research* tätig, wo er im Auftrag dieses Instituts forstliche Forschungsstellen in Kalifornien und Texas einrichtete, deren Direktor er war. Gleichzeitig wirkte er als Gastprofessor an den Staatsuniversitäten von Oregon (Corvallis), Kalifornien (Berkeley) und Texas (A&M-University). VITÉ war maßgeblich am Erfolg des Forschungsprogrammes beteiligt, das zur Identifizierung der ersten Borkenkäferpheromone führte (McNEW 1970). 1973 folgte VITÉ einem Ruf auf den Lehrstuhl für Forstzoologie an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg, wo er diese Arbeiten konsequent fortsetzte. Seinem Wirken in Freiburg verdanken wir vielfältige grundlegende Erkenntnisse zur Biologie der Käfer und zur chemischen Charakterisierung von Duftstoffen sowie wegweisende Technologien. Als besonders verdienstvoll muß dabei gewertet werden, daß VITÉ bei seinen grundlagenorientierten Forschungsarbeiten niemals die waldschutzpraktische Anwendung in Forstbetrieben aus dem Blick verloren hat und damit maßgeblich zum erfolgreichen Transfer wissenschaftlicher Grundlagenerkenntnisse zu praxistauglichen Umsetzungen im Wald beigetragen hat. Entsprechend finden sich unter seinen mehr als 200 Publikationen nicht nur solche in Journalen wie *Science* und *Nature*, sondern auch viele in Zeitschriften für Forstpraktiker. 1981 wurde VITÉ mit dem KARL-ABETZ-Preis und 1988 mit dem Bundesverdienstkreuz 1. Klasse ausgezeichnet.

VITÉs eigentliches Lebenswerk – seine Arbeiten über Wirtsfindung und Pheromonbiologie von Borkenkäfern und der Technologietransfer in biotechnische Waldschutzverfahren gegen Borkenkäfer – sind ein gewichtiger und moderner Beitrag zum Management von Wäldern auf ökologischer Grund-

lage. Sein hohes wissenschaftliches Renommée im In- und Ausland genießt JEAN-PIERRE VITÉ nicht alleine aufgrund dieser Verdienste, sondern ganz wesentlich wegen seiner weit über die Forstwirtschaft hinausreichenden richtungsweisenden Impulse zur Etablierung der *Chemischen Ökologie* als wissenschaftlicher Disziplin.

- GMELIN, J. F. (1787) Abhandlung über die Wurmtroknis. Leipzig: Crusius'sche Buchhandlung
- MCNEW, G. L. (1970) The Boyce Thompson Institute program in forest entomology that led to the discovery of pheromones in bark beetles. *Contr. Boyce Thompson Inst.* 24: 251–262
- VITÉ, J. P. (1967) Sex attractants in frass from bark beetles. *Science* 156: 105
- VITÉ, J. P. (1984) Biotechnischer Waldschutz gegen Borkenkäfer. *Spektrum der Wiss.* 84(8): 73–75
- VITÉ, J. P. (1989) The European struggle to control *Ips typographus* – past, present and future. *Holarctic Ecol.* 12: 520–525
- VITÉ, J. P., FRANCKE, W. (1985) Waldschutz gegen Borkenkäfer: Vom Fangbaum zur Falle. *Chemie in unserer Zeit* 19: 11–21

## **Festschrift**

Band 1

Bilder – Episoden – Glanzlichter  
Herausgegeben von Dieter Speck

Band 2

Von der hohen Schule zur Universität der Neuzeit  
Herausgegeben von Dieter Mertens und Heribert Smolinsky

Band 3

Von der badischen Landesuniversität zur  
Hochschule des 21. Jahrhunderts  
Herausgegeben von Bernd Martin

Band 4

Wegweisende naturwissenschaftliche und medizinische Forschung  
Herausgegeben von Christoph Rüchardt

Band 5

Institute und Seminare seit 1945  
Herausgegeben von Bernd Martin



550  
Jahre  
Albert-Ludwigs-  
Universität Freiburg

Band 4

## Wegweisende naturwissenschaftliche und medizinische Forschung

Herausgegeben von  
Christoph Rüchardt (Sprecher der Herausgeber),  
Wolfgang Gerok, Hans-Eckart Schaefer, Karl Decker,  
Hartmann Römer, Rainer Hertel, Klaus Sander,  
Peter Sitte, Eugen Seibold, Hans-Jürgen Steinlin [†]  
und Michael Boppré

Verlag Karl Alber Freiburg/München

Originalausgabe

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier (säurefrei)

Printed on acid-free paper

Alle Rechte vorbehalten – Printed in Germany

© Verlag Karl Alber GmbH Freiburg / München 2007

[www.verlag-alber.de](http://www.verlag-alber.de)

Satz: SatzWeise, Föhren

Druck und Bindung: fgb · freiburger graphische betriebe

[www.fgb.de](http://www.fgb.de)

ISBN 978-3-495-48254-4