

## Die Vitalität der Kiefernkrone in ihrer Wechselwirkung mit der Phytophagenfauna

U. Simon und M. Barsig

### Synopsis

A combined investigation of phytophagous insects and of vitality of pine-tree canopy does not show a correlation between damage degree and herbivor-activity. But some groups of insects seem to react to changes in needle nutrition. Tree climbing with Alpine methods and the use of eclectors in the canopy mean a new approach in forest-decline research.

*canopy exploration, herbivorous insects, needle-vitality, nutrition, pine-trees*

### 1. Einleitung

Bisherige Untersuchungen zur Fauna und Nadelvitalität von Kiefernkrönen wurden immer nur getrennt durchgeführt (HÖREGOTT 1960, KLOMP & TEERINK 1973, SOIKKELI 1981, HAFNER & al. 1989). Ebenso ist eine zusammenhängende Untersuchung zwischen cytologischer Diagnostik und biochemischen Analysen an demselben Probenmaterial im Rahmen der Waldschadensforschung an Kiefernadeln bisher nicht geleistet worden. Nur wenige Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Themenkomplex "Arthropodenfauna der Baumkrönen" (u. a. ENGEL 1941; KLOMP & TEERINK 1973; BORKOWSKI 1986). Alle bisher beschriebenen Techniken der Faunenerfassung haben Diskontinuität gemeinsam. In unserem Projekt werden die zoologischen und botanischen Untersuchungen gleichzeitig und an denselben Probenbäumen durchgeführt. Folgende Fragen werden untersucht:

1. Beeinflussen unterschiedliche Immissionsbelastungen an unterschiedlichen Standorten die Dynamik der Phytophagenpopulationen auf Kiefern und die Morphologie und Physiologie von Waldkiefern (*Pinus silvestris* L.)?

2. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Vitalität einer Kiefer und ihrer Besiedelung durch pflanzenfressende Insekten?

3. Kann mit Hilfe der Erfassung der Phytophagen und der Nadelvitalität eine Verschlechterung der Vitalität von Kiefern oder ihr Regenerationspotential prognostiziert werden?

### 2. Standorte

Untersucht werden acht 100-130 jährige Altkiefern (*Pinus silvestris* L.) der Schadstufen 0-1 bzw. 2 an zwei Standorten: im Berliner Grunewald, Jagen 91, BallWös-Gelände, sowie in Eberswalde (Forstrevier Britz Abt.482 a1) 60 km NNO von Berlin. Sie unterscheiden sich in zwei wesentlichen Parametern:

#### 1. N-Eintrag:

Eberswalde ca. 30 kg N/ha\*a, v. a. als  $\text{NH}_4$  und  $\text{NH}_3$  (nah gelegene Schweinemastanlage mit hohem Tierbestand bis 1990) (HOFMANN & HEINSDORF 1990).

Berlin ca. 20 kg N/ha\*a

#### 2. $\text{SO}_2$ -Immission:

in Berlin deutlich höher (46  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Jahresmittel 1989) und hohe Schwebstaubbelastung.

(Alle Daten für Berlin: Abschlußbericht Ballungsraumnahe Waldökosysteme [BallWös]. Hrg.: UMWELTBUNDESAMT & SEN. STADT. UM . BERLIN. 1990)

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1 Methodik zum Erreichen des Kronenraumes (nach PERRY 1981).**

Von jeweiligen "Aufstiegsbäumen" wurden Bergseile transversal zu den Untersuchungskiefern verlegt. An den Seilen kann mit Steigklemmen und einem Sitz-/Brustgurt geklettert werden. Dadurch kann ohne teure Gerüstkonstruktionen die Kronenregion unter weitgehender Schonung des Stammes erreicht werden.

#### **3.2 Faunenerfassung**

In Zusammenarbeit mit der Firma ecotech in Bonn wurden Asteklektoren entwickelt. Die Fanggefäße sind mit heißgesättigter Pikrinsäure (in der Kopfdose) und mit 4%igem Formalin (im Becher am Trichter) gefüllt. In jedem Untersuchungsbaum wurden je sechs Fallen im Kronenraum installiert. Die Leerung erfolgt 14-tägig. Erfasst werden Insekten aus den Gruppen Coleoptera, Heteroptera und Homoptera sowie Lepidoptera.

#### **3.3 Methoden zur Erfassung der Baumvitalität**

Schwerpunkt der Untersuchungen sind die Kiefernadeln als Nahrungsgrundlage (Aktivatoren) für phytophage Insekten. Nadeln von westexponierten Zweigen der Licht- und Schattenkrone werden auf folgende Parameter untersucht:

Makroskopische Schäden (Binokular), Mineralstoff- und Stärkegehalte, C/N-Verhältnisse, mikroskopische Schäden (Gefriermikrotomschnitte - Vitaluntersuchungen: FSA-Färbung und UV-Fluoreszenz; fixiertes Material: TEM-Untersuchungen). Auswertung der fluoreszenzoptischen Bilder mit Hilfe des BIOQUANT<sup>R</sup>-Verfahrens.

### **4. Ergebnisse und Auswertung**

#### **4.1 Botanische Untersuchungsergebnisse**

##### **C/N-Verhältnisse**

Die C/N-Analysen der Nadeln zeigen im Winter engere C/N-Verhältnisse als in der nachfolgenden Vegetationsperiode mit dem jeweiligen neuen Nadeljahrgang. Dies spricht für einen "Verdünnungseffekt" der Stickstoffgehalte nach Neuaustrieb der jüngsten Nadeln (s. Abb. 1 a/b, Ausnahme: Baum E4!).

Unerwartet war, daß die C/N-Verhältnisse der Nadeln am Standort Eberswalde trotz der größeren N-Immissionen nicht deutlich enger sind als bei Nadeln aus dem Grunewald. Obwohl die Nadelbiomasse der Kiefern aus Eberswalde augenscheinlich geringer ist als bei den Vergleichskiefern aus dem Grunewald, gelingt es den dortigen Probenkiefern (mit einer Ausnahme), den Stickstoff während der Vegetationsperiode im Kronenraum zu verteilen. Eine direkte Korrelation zwischen der Kronen- Schadstufe und den C/N-Verhältnissen der Nadeln ist bisher nicht eindeutig nachzuweisen.

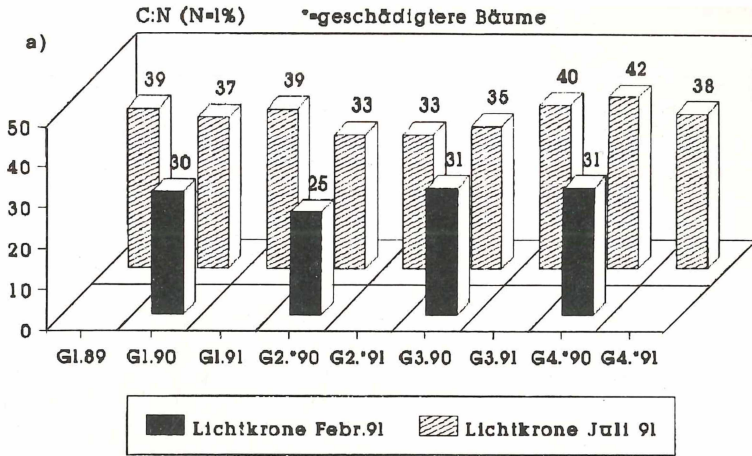
##### **Mineralstoffgehalte der Nadeln**

Beim Mg sind bei Licht- und Schattennadeln häufig Mangelerscheinungen anzutreffen, selbst bei Heranziehung der recht kritischen Toleranzwerte von FIEDLER & al. (1973).

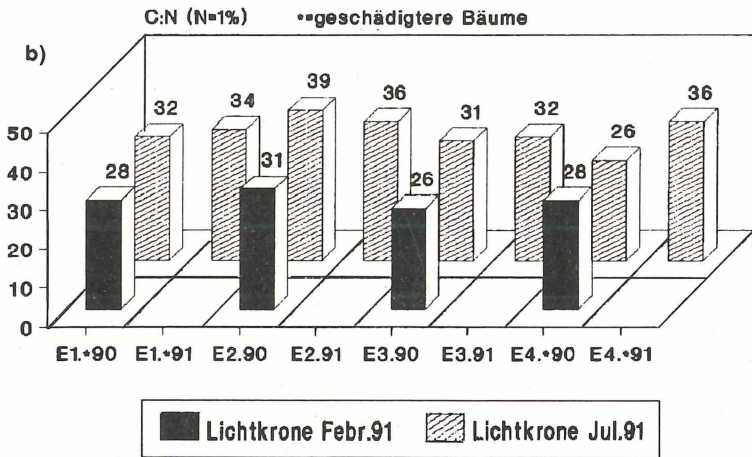
Danach sind Nadeln der meisten Grunewald-Kiefern als auch der meisten Eberswalder Bäume mit Mg unterversorgt, z. T. sogar auch die jüngsten Nadeln. Beim Element P sind generell niedrige Spiegelwerte festzustellen. In einigen Nadeljahrgängen kann bereits von Phosphor-Mangel gesprochen werden!

##### **Mikroskopische Befunde**

Die quantitative und qualitative Auswertung der licht- und fluoreszenzoptisch untersuchten Nadelquerschnitte ergab bei ein Jahr alten Nadeln z. T. erhebliche Zellschäden in Mesophyll, Endodermis und Transfusionsparenchym, z. T. auch im Phloem der Leitbündel. Somit kann nach bisherigem Wissensstand festgehalten werden, daß alle wichtigen lebenden Gewebe der Kiefernadel von feinstrukturellen Schäden betroffen sind. Sie stehen im deutlichen Zusammenhang mit der vorzeitigen Alterung und der im September 1991 beobachteten außergewöhnlich umfangreichen Schütte des 1990 gebildeten Nadeljahrgangs. Die Region unterhalb der Nadelspitze ist dabei prozentual stärker geschädigt als die Nadelmitte.



Jahreszeitlicher Vergleich mehrerer Nadeljahrgänge;  
G1 - G4 = Probenbäume; .89/.90/.91 = Nadeljahrgänge 1989 - 1991.



Jahreszeitlicher Vergleich mehrerer Nadeljahrgänge;  
E1 - E4 = Probenbäume; .90/.91 = Nadeljahrgänge 1990 - 1991.

Abb. 1: Die C/N-Verhältnisse der untersuchten Einzelbäume am Standort Grunewald (a) und am Standort Eberswalde (b).

## 4.2 Ergebnisse der zoologischen Untersuchungen

Besiedelung der Probenbäume durch Wanzen (Heteroptera)

Im Grunewald werden die Kiefern von wesentlich mehr Wanzen besiedelt als in Eberswalde. Der im Juni und Juli auftretende Anstieg der Aktivität in den Kronen der Grunewaldbäume ist in Eberswalde nur ganz schwach ausgeprägt. Daraus resultiert vor allem der Unterschied bei der Gesamtindividuenzahl (Abb. 2). Bäume mit der höchsten Mobilisierungsrate von Stickstoff und Magnesium scheinen bevorzugt besiedelt zu werden. Dieses Phänomen zeigt sich besonders deutlich am Baum G2. Dieser reduziert den N-Gehalt in den Nadeln des Jahrgangs 1990 von ca. 2% im späten Winter auf etwa 1,5% im Sommer. Die Aktivität der phytophagen Wanzen ist an ihm am höchsten im Vergleich aller untersuchten Bäume (Abb. 3).

Die Rüsselkäferpopulationen zeigen die bei den Wanzen geschilderten Phänomene bisher nicht. Es wurden nur relativ große Arten häufiger gefunden (*Brachyderes incanus*, *Strophosoma capitatum*). Diese nehmen un-

abhängig vom aktuellen N-Gehalt der Futterpflanze soviel Nahrung auf, bis sie die benötigte N-Menge inkorporiert haben (MATTSON 1980).

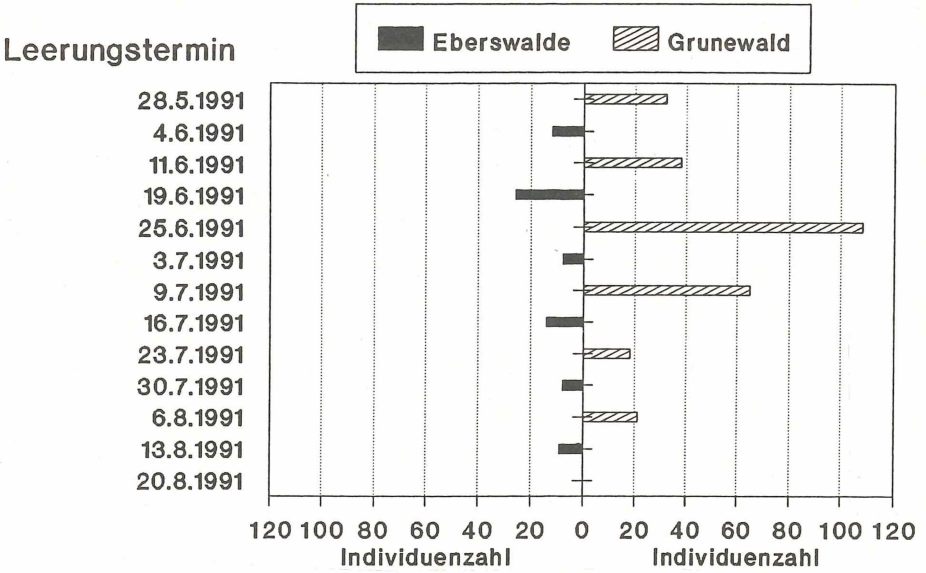


Abb. 2: Vergleich der Wanzenbesiedelung in den Kronen der untersuchten Altkiefern in Eberswalde und im Grunewald.

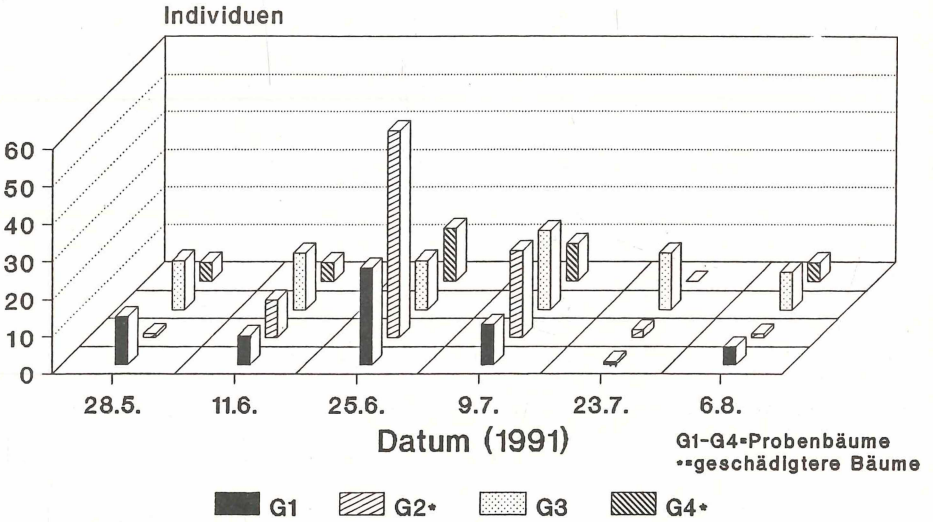


Abb. 3: Der Aktivitätsverlauf der Wanzen in den Kronen der Untersuchungskiefern am Standort Grunewald.

## 5. Diskussion

Im Vergleich zu globalen Untersuchungen zum Stickstoffgehalt von Kiefernadeln (CLÜSENER-GODT 1989) sind die N-Gehalte in mitteleuropäischen Waldökosystemen deutlich erhöht. Auch im Berliner Grunewald zeichnet sich eine allmähliche Akkumulation ab (CORNELIUS & FAENSEN-THIEBES 1989). Für die Insekten war unsere Hypothese, daß sie Nadeln mit engerem C/N-Verhältnis oder erhöhten N-Gehalten bevorzugt als N-Quelle nutzen, weil N der limitierende Faktor in ihrer Ernährung ist, bzw. weil N-reiches Pflanzengewebe

weicher und damit zugänglicher ist. Diese Hypothese läßt sich nach unseren bisherigen Ergebnissen für Kiefernadeln nicht aufrecht erhalten. Vielmehr scheint die Mobilisierungsfähigkeit von verwertbarem Stickstoffverbindungen (Strukturproteine, Aminosäuren, heterocyclische N-Verbindungen) für saftsaugende Insekten relevant zu sein. Hierzu wäre eine gesonderte Untersuchung von großem Wert.

Die Wanzen bevorzugen möglicherweise auch Kiefern mit besserer Mg-Versorgung. Ob ein solcher Zusammenhang ebenso für die Kohlenhydratgehalte gilt, müssen weitere Untersuchungen klären.

In Eberswalde waren in Relation zum massiven N-Eintrag keine entsprechenden N-Gehalte in den Nadeln zu finden. HOFMANN & HEINSDORF (1990) postulieren ein Kiefernsterben ab einem N-Gehalt in den Nadeln von 2%. Wir beobachten dagegen eine Degeneration der Kiefern bereits bei niedrigeren N-Werten. Diese sind aber doch so erhöht, daß sie Grund für ein Ungleichgewicht der Nährstoffverteilung in den Nadeln sein könnten. FIEDLER & al. (1973) wie auch BERGMANN (1988) weisen auf einen möglichen P-Mangel nach N-Eutrophierung hin (Rückgang der vitalen Mykorrhizen). Wir fanden generell erniedrigte P-Werte in den Nadeln unserer Probenkiefern. Ein weiterer festgestellter Nährstoffmangel betrifft Mg. Dieser wurde im Grunewald vorher nicht festgestellt (CORNELIUS & FAENSEN-THIEBES 1989).

Für ein sinnvolles Waldschadensmonitoring bringt eine einmalige Schaderfassung kaum Information über den Zustand des Waldökosystems. Vielmehr sind über die Vegetationsperiode verteilte Erhebungen von Phytophagen und Nadelvitalität an repräsentativen Bäumen notwendig, um den weiteren Schadverlauf bzw. die Regenerationsfähigkeit prognostizieren zu können.

## Literatur

- BERGMANN, W., 1988: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Entstehung, visuelle und analytische Diagnose. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BORKOWSKI, K., 1986: Przyczynę do znajomości entomofauny koron sosny zwyczajnej. - Bull. Ent. Pol. 56: 667-676.
- CLÜSENER-GODT, M., 1989: Beziehungen zwischen den Mineralstoffen in Pflanzen und Böden am natürlichen Standort am Beispiel des Stickstoffs. - Poster zu Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie (Essen 1988) Band 18: 523-28.
- CORNELIUS, R. & A. FAENSEN-THIEBES, 1989: Photosynthese, Wasserhaushalt, Biomasseproduktion und Pflanzeninhaltsstoffe. - Abschlußbericht FE-Vorhaben Ballungsraumnahe Waldökosysteme: 65 - 79.
- ENGEL, H., 1941: Beiträge zur Faunistik der Kiefernkrone in verschiedenen Bestandstypen. - Beitr. Forstwirtschaft. Forstwiss. 4 : 334-361.
- ETZOLD, H., 1983: Eine kontrastreiche, simultane Mehrfachfärbung für pflanzenanatomische Präparate. - Mikrokosmos 72, p. 213-219.
- FIEDLER, H. J., NEBE, W. & W. HOFFMANN, 1973: Forstliche Pflanzenernährung. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- HAFNER, L., ENDLER, W., WENDERING, R., BARSIG, M., FREITAG, G., KLEIN, G. & G. WEESE, 1989: Feinstruktur der geschädigten Kiefernadel. - Abschlußbericht FE-Vorhaben "Ballungsraumnahe Waldökosysteme" i. A. des Umweltbundesamtes & der Senatsverw. f. Stadtentwicklung u. Umweltschutz Berlin: 91 - 96.
- HÖREGOTT, H., 1960: Untersuchungen über die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Arthropodenfauna in der Kiefernkrone. - Beitr. Entomologie 10 (7/8): 891-916.
- HOFMANN, G. & D. HEINSDORF, 1990: Zur landschaftsökologischen Wirkung von Stickstoff-Emissionen aus Tierproduktionsanlagen, insbesondere auf Waldbestände. - Tierzucht 44 (11): 500-504.
- KLOMP, H. & B. J. TEERINK, 1973: The density of the invertebrate summer fauna on the crowns of pine tree, *Pinus silvestris*, in the central parts of the Netherlands. - Beitr. Entomol. 23 (5/8), p. 325-340.
- MATTSON, W. J., 1980: Herbivory in relation to plant nitrogen content. - Ann. Rev. Ecol. Syst. 11: 119-161.
- PERRY, D. R. & J. WILLIAMS, 1981: The tropical rain forest canopy: A method providing total access. - Biotropica 13(4): 283-285.
- SOIKKELI, S., 1981: Comparison of cytological injuries in conifer needles from several polluted industrial environments in Finland. - Ann. Bot. Fennici 18: 47-61.
- UMWELTBUNDESAMT & SEN. STADTENTW. UMWELTSCH. BERLIN (Hg.), 1990: Abschlußbericht Ballungsraumnahe Waldökosysteme (BallWös): 248 S.

**Adresse**

U. Simon  
M. Barsig  
Institut für Biologie  
TU Berlin  
Franklinstraße 28/29

D-W-1000 Berlin 10

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [21\\_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Simon Uwe, Barsig M.

Artikel/Article: [Die Vitalität der Kiefernkrone in ihrer Wechselwirkung mit der Phytophagenfauna 187-192](#)