

Aufdeckung historischer Insektenkalamitäten an *Pinus sylvestris* L. im Nordostdeutschen Tiefland mit Hilfe des Nadelspurverfahrens (NTM)

Petra Thiele¹), Patrick Insinna²), Andreas Linde³)

¹) Fachhochschule Eberswalde, ²) Forstbotanischer Garten, Fachhochschule Eberswalde

³) Fachgebiet Angewandte Ökologie, Fachhochschule Eberswalde

Abstract: Revealing Historic insect damage of *P. sylvestris* L. in the northeast lowlands of Germany by means of the Needle Trace Method (NTM)

Until recently, information on historic insect damage to forest trees could not be obtained unless exact documentations, e.g. by the forest service existed. The needle trace method, NTM, reveals the past needle retention of conifers over a trees lifetime (KURKELA & JALKANEN 1990). These needle parameters can be used for dendro-ecological research as well as for the detection of insect outbreaks in forest stands (INSINNA et.al. 2004). In 2004, a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stand in north eastern Germany near Müllrose was investigated. We demonstrate that the long-term needle age and needle loss patterns can be correlated with recorded historical outbreaks of *Bupalus piniarius* L., *Lymantria monacha* L. (Lepidoptera) and *Diprion pini* L. (Hymenoptera). A differentiation between biotic (insect) and abiotic (e.g. drought) damage is possible with NTM, but not by use of the previously applied tree ring analysis. The average needle age correlates well with the outbreak situation of a defoliator as documented in the records of the local forest service. Years of insect damage can also be identified by calculating the percentage of needle loss. We conclude from our results that NTM is a suitable tool for the detection of insect damage for example in areas where no records are available. An identification of specific insect species responsible for the damage is possible.

Key words: Insect outbreaks, *Bupalus piniarius* L., *Diprion pini* L., *Lymantria monacha* L., Needle Trace Method (NTM), *Pinus sylvestris* L., Brandenburg

Dipl. Ing. (FH) P. Thiele, Fachhochschule Eberswalde, Alfred-Möller-Str.1, D-16225 Eberswalde; E-mail: pthiele@fh-eberswalde.de

Dipl. Forstw. (Univ.) P. Insinna, Fachhochschule Eberswalde, Forstbotanischer Garten, Am Zainhammer 5, D-16225 Eberswalde; E-mail: pinsinna@fh-eberswalde.de

Prof. Dr. A. Linde, Fachhochschule Eberswalde, Fachgebiet Angewandte Ökologie und Zoologie, Alfred-Möller-Str.1, D-16225 Eberswalde; E-mail: alinde@fh-eberswalde.de

Informationen zu historischen Fraßschäden durch Forstinsekten konnten in der Vergangenheit allein über die Anlage von Langzeituntersuchungsflächen erhoben oder mit Hilfe von Jahrringanalysen abgeschätzt werden. Ein Langzeitmonitoring, wie es auch seit 1984 auf Level II - Flächen in Bundesforsten durchgeführt wird, ist allerdings mit hohem zeitlichen und finanziellem Aufwand verbunden und deckt zudem nur einen kurzen Zeitraum ab. Mittels Jahrringanalysen erhält man zwar weiter zurückreichende Informationen, diese sind jedoch mit einer gewissen Unsicherheit behaftet, da nur über ein Ausschlußverfahren klimatische bzw. abiotische Ursachen für Zuwachsstörungen ausgeschlossen werden. Eine Methode, mit der man direkt dort ansetzen kann, wo der Schaden passiert – an der Belaubung eines Baumes – war in der Vergangenheit nicht gegeben.

Seit Anfang der 1990er Jahre ist dies jedoch mit dem sog. Nadelspurverfahren (KURKELA & JALKANEN 1990) möglich. Mit Hilfe dieser Technik kann die Benadelung von Koniferen retrospektiv entlang von Hauptachsen (Stamm, Äste) über das gesamte Lebensalter eines Baumes aufgedeckt werden, wobei die erhobenen Benadelungsparameter eine direkte Auskunft über Auffälligkeiten im Benadelungsmuster geben (JALKANEN 1995, SANDER 1997) können.

Am Beispiel eines, durch die Forstverwaltung hinsichtlich der biotischen und abiotischen Schädigungen lückenlos dokumentierten Kiefernbestandes in Brandenburg wurde nun geprüft, ob sich das Nadelspurverfahren zur Aufdeckung von Fraßschäden durch die im nordostdeutschen Tiefland immer wieder auftretenden Forstschädlingen *Lymantria monacha* L [Gradationen 1983 und 1984], *Diprion pini* L. [1991 und 1992], sowie von *Bupalus piniarius* L. [1996 und 1997] eignet. Zum Vergleich mit Schädigungen durch abiotische Faktoren wurden das in den Untersuchungszeitraum fallende Trockenjahr 1976 herangezogen. Zudem wurden Jahrringanalysen, als bisheriges Verfahren zur retrospektiven Bestimmung von Insektenkalamitäten durchgeführt. Folgende Hypothesen galt es im Rahmen der vorliegenden Arbeit zu prüfen:

1. Historische Insektenkalamitäten lassen sich mit dem Nadelspurverfahren (NTM) retrospektiv aufdecken.
2. Die von den einzelnen Schadinsekten verursachten Entnadlungsmuster sind so typisch, dass man sie einer Insektenart zuordnen kann.

Material und Methoden

Die exakte Dokumentation der Schadereignisse durch Insektenkalamitäten im Forstamt Müllrose, Brandenburg durch die Landesforstanstalt Eberswalde (LFE) bietet optimale Voraussetzungen zur Prüfung der Hypothesen. Für die nachfolgenden Untersuchungen wurden sechs Probebäume aus einem 1955 begründeten Kiefernbestand (311a²) im Revier Callinberg ausgewählt, gefällt und entsprechend dem standardisierten Verfahren ausgewertet. Detaillierte Informationen über die Methodik mit einzelnen Arbeits- und Auswertungsschritten sind in der Literatur umfassend beschrieben (INSINNA et al. 2004; AALTO & JALKANEN 1998, JALKANEN 1995), weshalb im Folgenden nur kurz auf die fundamentalen Punkte des Verfahrens eingegangen werden soll.

Physiologische Grundlage des Nadelspurverfahrens ist das Leitbündelsystem. Die Verbindungselemente zwischen Belaubung und Leitgewebe (Nadelspuren), werden im Zuge der Dilatation verlängert und nach dem Absterben der Assimilationsorgane vom sekundären Xylem überwachsen (Abb. 1). Bei Pinus-Arten folgt die Benadelung der Triebe einem strengen Muster aus spiralig angeordneten Reihen (SCHÜTT et al., 1992). Durch das Freilegen dieser Nadelspuren in den aufeinander folgenden Jahrringen (Abb. 2) innerhalb eines Mess-Sektor von 70°, lassen sich retrospektiv eine Vielzahl an Benadelungsgrößen und deren Veränderung über die Zeit erfassen. Aus diesem Pool der Nadelparameater (SANDER 1997) sind vor allem die Größen *mittleres Nadelalter* (mittlere Verweildauer der Nadeln am Trieb in Jahren) sowie *prozentualer (%)* und *absoluter (N/Trieb) jährlicher Nadelverlust* zur Aufdeckung von Unregelmäßigkeiten geeignet. Parameter-Definitionen werden bei JALKANEN (1995) ausführlich beschrieben.

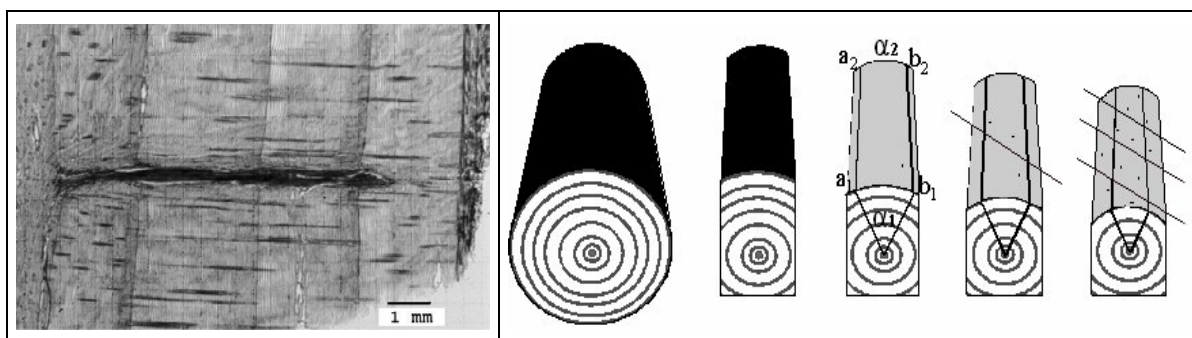


Abb. 1: Nadelspur im mikroskopischen Querschnitt

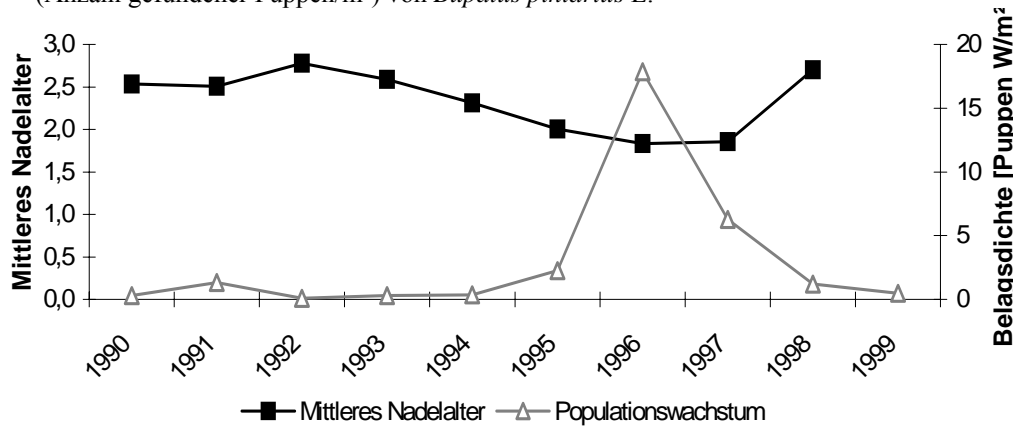
Abb. 2: Schematischer Ablauf des NTM; $\alpha/2 = 70^\circ$ Winkel, a und b = Verbindungslinien die den Mess-Sektor einschließen.

Ergebnisse und Diskussion

Das *mittlere Nadelalter* konnte als wichtige Benadelungsgröße für die Aufdeckung historischer Fraßschäden identifiziert werden. Abbildung 3 zeigt den kausalen Zusammenhang des *mittleren Nadelalters*

der Probebäume mit der Populationsentwicklung von *Bupalus piniarius* L. in den Jahren 1990 bis 1999. Mit Beginn der Progradation im Jahr 1994 sinkt das *mittlere Nadelalter* kontinuierlich ab, erreicht in den Jahren der maximalen Befallsdichte (1996 und 1997) das Minimum, um nach dem Zusammenbruch der Kiefernspannerpopulation wieder rasch auf das Niveau des langjährigen Mittels anzusteigen.

Abb. 3: Darstellung des *mittleren Nadelalters* und der Populationsentwicklung anhand der Belagsdichte (Anzahl gefundener Puppen/m²) von *Bupalus piniarius* L.



Auch im prozentualen *Nadelverlust* (Tab. 1) spiegeln sich dokumentierten Schadjahre wider. Die durch *Bupalus piniarius* L. verursachten Schäden in den Jahren 1996 und 1997 lassen sich an den grau hinterlegten Feldern ablesen und zeigen – bedingt durch den Komplettfraß der Nadeln – auch Verluste bei den jüngsten Mainadeln (1996) mit 32% an. Ein solches Entnadelungsmuster erlaubt die Identifizierung der schädigenden Insektenart, da dies bei Schäden durch *Lymantria monacha* L [1983 und 1984] und *Diprion pini* L [1991 und 1992] aufgrund des anders gearteten Fraßverhaltens (kein Nadelverlust im Jahr der Triebbildung) nicht beobachtet werden kann (o. Abb.).

Tab. 1: Übersicht der prozentualen Nadelverluste von Baum 4 zwischen 1990 und 1998

Bildungsjahr	5.	4.	3.	2.	1.
von Trieb Nadelverlust [%] während der und Nadeln Vegetationsperiode					
1998	0	77	24	0	0
1997	0	13	17	70	0
1996	0	9	23	36	32
1995	0	0	67	33	0
1994	0	22	48	19	11
1993	0	53	20	27	0
1992	39	52	9	0	0
1991	0	0	40	60	0
1990	0	5	76	19	0

Beim absoluten *Nadelverlust* zeichnen sich insbesondere die Jahre 1976 (Trockenstress) und 1992 (*Diprion pini* L.) ab (Abb. 4), weniger deutlich die Schadjahre von *Lymantria monacha* L. (1983/84). Trotz eines verschwenderischen Fraßes von *Diprion pini* L im Jahr 1992, bei dem nicht die gesamte Nadel abgefressen wird, lässt sich dieses Ereignisjahr durch die Darstellung des absoluten *Nadelverlustes* deutlich erkennen (Abb. 4, Pfeil). Die Untersuchung der Klimadaten (THIELE 2005) zeigt, dass im gleichen Jahr zudem verminderte Niederschlagsmengen – deutlich unter dem langjährigen Mittel – zu verzeichnen sind und somit die Nadelverluste zusätzlich verstärkt haben können. Somit liegt eine Kombination aus biotischen und abiotischen Faktoren vor. Eine exakte Bestimmung der jeweiligen Anteile ist jedoch nicht möglich.

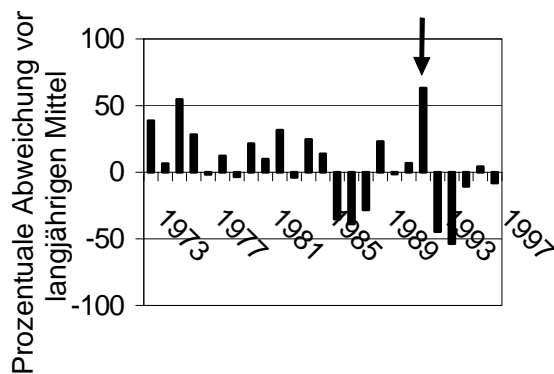


Abb. 4: Absoluter jährlicher Nadelverlust dargestellt als proz. Abweichung vom langjährigen Mittel

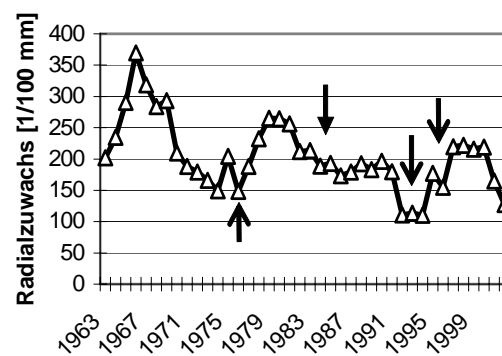


Abb. 5: Radialzuwachs im Mittel aller Probestämme in 1/100 mm.

Herkömmlich verwendete Hilfsverfahren wie Jahrringanalysen vermögen im Gegensatz zum Nadelspurverfahren nicht alle biotischen Ereignisjahre gesichert zu datieren. So lässt der unauffällige Verlauf des Radialzuwachses (Abb. 5) in den Jahren 1983 und 1984 (geschlossener Pfeil) nicht offenkundig auf eine Kalamität von *Lymantria monacha* L. schließen. Witterungsbedingte Einflüsse wie Trockenstressereignisse in den Jahren 1976 sowie 1992 und 1996 zeichnen sich hingegen deutlich besser ab (offene Pfeile).

Zusammenfassung

Aufgrund der vorgestellten Ergebnisse erscheint das Nadelspurverfahren als geeignetes Mittel zur Aufklärung historischer Fraßschäden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Jahrringanalysen war es mit den gewählten Benadelungsparametern möglich, alle dokumentierten Schadensereignisse der verschiedenen Insektenarten sicher zu datieren. Den einzelnen Arten konnte zwar kein spezifisches Entnadelungsmuster zugeordnet werden, jedoch ist es möglich, die in der Region vorkommenden Forstschädlinge in zwei Gruppen mit verschwenderischem und nicht verschwenderischem Fraß einzuteilen und diese eindeutig über die prozentualen Nadelverluste zu differenzieren. Eine Unterscheidung zu abiotischen Schadursachen kann z.B. durch einen Vergleich mit dokumentierten, witterungsbedingten Einflussfaktoren (z.B. Trockenjahre) erfolgen, welche sich gut durch Jahrringanalysen bestimmen lassen.

Literaturhinweise

- AALTO, T. & JALKANEN, R. (1998): Neulasjätkimenetelmä – The needle trace method. – Finnish Forest Research Institute, Research Papers 681.
- INSINNA, P., JALKANEN, R. & LINDE, A. (2004): Aufdeckung historischer Fraßschäden an *Pinus sylvestris* L. mit Hilfe dendrochronologischer Methodik. – Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent. 14: 249-252.
- JALKANEN, R. (1995): Needle trace method (NTM) for retrospective needle retention studies on Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). – Acta Universitatis Ouluensis A264: 38 + 40 S.
- KURKELA, T. & JALKANEN, R. (1990): Revealing past needle retention in *Pinus* spp. – Scand. J. For. Res. 5: 481-485.
- SANDER, C. (1997): Retrospektive Erfassung der Benadelung von Fichten (*Picea abies* (L.) Karst.) mit Hilfe des Nadelspurverfahrens. – Dissertation, Univ. Hamburg: 150 S.
- SCHÜTT, P., STIMM, B. & SCHUCK, H.J. (1992): Lexikon der Forstbotanik. 1. Aufl. – Ecomed, Landsberg: 581 S.
- Thiele, P. (2005): Aufdeckung historischer Insektenkalamitäten an *Pinus sylvestris* L. mit Hilfe des Nadelspurverfahrens. – Diplomarbeit, Fachhochschule Eberswalde: 76 S.