Ber. Naturhist. Ges. Hannover	139	243–258	Hannover 1997

Ein Beitrag zur Überlebensstrategie des Buchdruckers *Ips typographus L.* im hochmontanen Fichtenforst des Harzes[1]

von

WERNER SANDERS

mit 8 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung: Aus dem Lebenszyklus des Buchdruckers werden Ausbreitungs- und Suchverhalten sowie Windwurfbesiedlung und Brutherdentwicklung an ausgewählten Beispielen beschrieben und die Bedeutung naturbelassener Ökosysteme als Bezugsgröße und Bewertungsmaßstab für Nutzung und Schutz kurz erörtert.

Summary: Some selected experiments and observations about the dispersal-, selection- and colonizing-behaviour of *Ips typographus L.* were described and the function of natural ecosystems for management and life protection was briefly discussed.

Einleitung

Buchdrucker sind beständige Mitglieder der Lebensgemeinschaft Fichtenwald. Sie sind als Rindenbrüter auf die Fichte spezialisiert und besiedeln vornehmlich frisch abgestorbene oder lebende, aber geschwächte Bäume. In der frischen, weißen Bastschicht von Stämmen im Baumholzalter finden sie geeignetes Futter und günstige Brutbedingungen. Die natürlichen Lebensräume von Fichte und Buchdrucker sind in Mitteleuropa vor allem oberhalb 700 m zu finden (HARTMANN U. JAHN 1967). Dazu zählen auch die hochmontanen Fichtenforste im Nationalpark Harz. Das Klima dieser Region ist gekennzeichnet durch niedrige Durchschnittstemperaturen, Windexposition, hohe Niederschläge, kurze Vegetationszeiten und schneereiche Winter.

Der Buchdrucker bevorzugt dagegen windgeschützte Lagen und hohe Wärmegrade um +28°C, Bedingungen, die offenbar nicht zum rauhen Harzklima passen. Als Bewohner nur kurzfristig nutzbarer und unregelmäßig verteilter Brutbäume ist der Buchdrucker auf eine hohe Beweglichkeit und eine leistungsfähige Suchstrategie angewiesen. Seine weite Verbreitung und die häufigen Massenvermehrungen auch in hochmontanen Fichtenbeständen (RIEHL 1968) deuten auf eine sehr anpassungsfähige Überlebensstrategie hin. Er gilt als das aggressivste Tier unter den Insekten Europas, weil er nicht nur geschwächte, sondern bei hoher Käferdichte auch gesunde Fichten überwältigen kann.

[1] Dem Leiter des Nationalparks Harz, Herrn FD Dr. W.-E. Barth danken wir für die Bereitstellung von Beobachtungsflächen.

Der Buchdrucker ist deshalb gefürchtet. Er wird immer wieder bekämpft und bildet immer wieder ausgedehnte Brutherde. Unklar ist, ob die Massenvermehrungen als endogene oder exogene Störungen zu deuten sind, zumal die geltenden Vorstellungen über Stabilität und Dynamik der Wälder der Wirklichkeit offensichtlich nicht immer entsprechen. Welche Funktionen der Buchdrucker bei der Entwicklung und Erhaltung intakter Lebensräume erfüllt, ist umstritten. Erste Einblicke kann vielleicht seine Überlebensstrategie bieten, wie sie sich im Ablauf seines Lebenszyklus widerspiegelt. Über einige Versuche und erste Freilandbeobachtungen im Harz wird kurz berichtet.

Lebenszyklus

Der Lebenszyklus des Buchdruckers läßt sich in folgende Abschnitte gliedern: Reifungsfraß, Ausbreitungsphase, Suchphase und Brutbaumwahl, Besiedlung der Wirtsbäume und vorzeitige Abwanderung, Brutphase sowie Überwinterung.

Ausbreitungsphase

Hat der Buchdrucker seinen Reifungsfraß im Brutsystem beendet, ist er ausgefärbt, flugfähig und kann einige Zeit hungern. Bei günstiger Witterung – mindestens +16°C, Sonne, kurzfristige Windstille – fliegt er los. Das erste Flugziel sind meist nicht Fichten, sondern helle, strukturlose Horizontausschnitte. Er sucht das Weite. Denn ein gut ernährter Buchdrucker begibt sich auf Wanderschaft, ehe er in Brutstimmung gerät. Am Waldrand gelangt der Käfer dadurch auf das freie Feld, im dichteren Bestand zunächst in die Kronenregion. Er fliegt dann, bei Windgeschwindigkeiten über 2 m/sec mit dem Wind, in 3–8 m Höhe in die Ferne. Nach einer bestimmten Hunger- oder Flugzeit schlägt die Stimmung des Käfers um. Der Ausbreitungsflug wird zum Suchflug und andere Signalreize werden bedeutsam: Kontrastreiche Silhouetten, Streifenmuster, Wärmeinseln und Harzdüfte.

Wie aus umfassenden Situationsanalysen im Labor hervorgeht, erfolgt dieser Stimmungswechsel, nachdem jeder Käfer seine während des Reifungsfraßes im Körper gespeicherten Energievorräte auf ein bestimmtes Niveau abgebaut hat (GRIES 1984). Je größer die einsetzbaren Energievorräte sind, umso größer ist das Hungervermögen, umso länger kann die Ausbreitungsphase oder der Ausbreitungsflug dauern. Die Individuen zeigen dabei beachtliche Unterschiede, wie folgende Beispiele verdeutlichen:

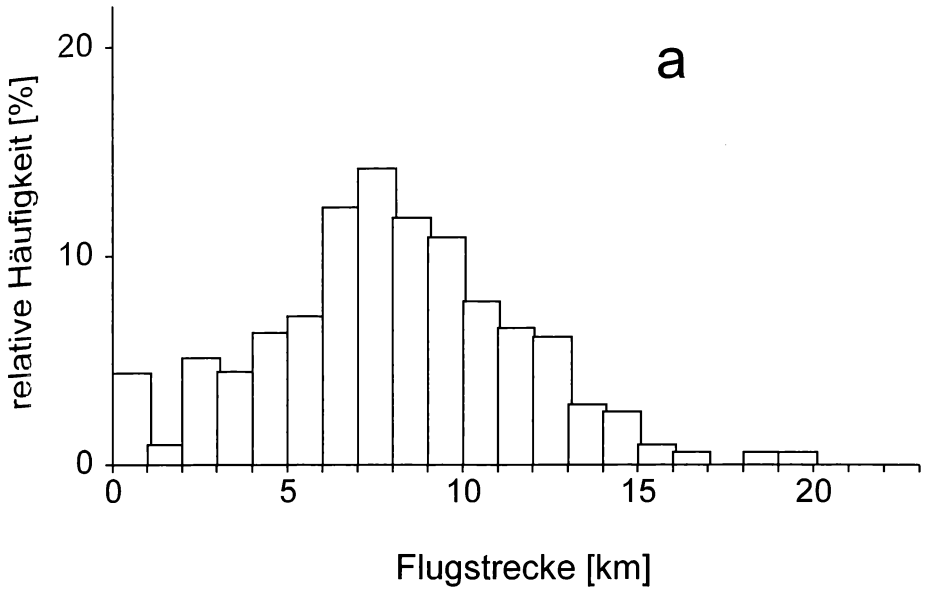
Von 716 Jungkäfern, deren Ausgangsgewichte von 5 bis 15 mg schwankten, reagierten am 1. Hungertag nur 4,2 % positiv auf einen frischen, unbesiedelten Fichtenstammabschnitt. Sie waren ortstreu. Alle anderen einzeln auf den Stamm gesetzten Käfer flogen innerhalb von 5 Min. ab. Die meisten verblieben erst nach 4–5 Hungertagen am Stamm, einige erst nach 9 Tagen, wenn sie bei +20°C und 80 % r.F. in engen Boxen einzeln gehalten wurden.

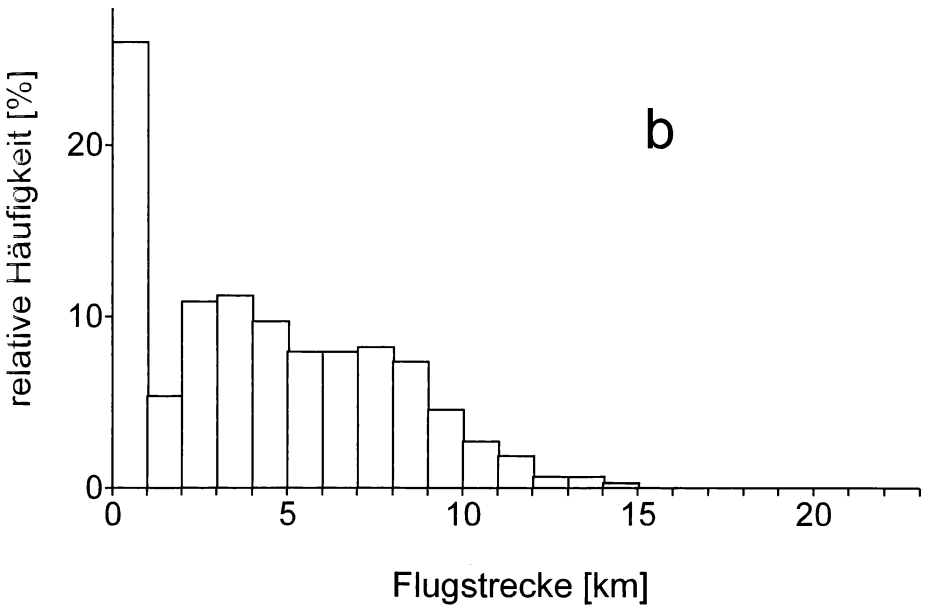
Unter Pheromoneinfluß reagierten von 126 Jungkäfern am 1. Hungertag bereits 26 % mit „Verbleiben am Stamm" und verhielten sich ortstreu. Die anderen meist kräftigeren flogen ab, trotz der attraktiven Duftwolke. Sie zeigten die Reaktion „Verbleiben am Stamm" erst nach 1–7 Hungertagen.

Die möglichen Flugstrecken, die die Käfer ohne Pheromoneinfluß mit dem jeweils einsetzbaren Energiepotential zurücklegen konnten, schwankten von wenigen 100 m bis zu 19 km. Die meisten Käfer reagierten nach einem Flug von 6–7 km mit „Verbleiben am Stamm".

Unter Pheromoneinfluß verkürzten sich die Flugstrecken erheblich. Die meisten Käfer reagierten dann bereits nach einer Flugstrecke von 2–3 km positiv auf Lockstoff und Wirtsbaum. Männchen und Weibchen verhielten sich stets ähnlich (Abb. 1).

Abb. 1: Relative Häufigkeit verschiedener Dispersionsflugstrecken ohne (a) und mit (b) Pheromoneinfluß.


a
relative Häufigkeit [%]
20
10
0
0
5
10
15
20
Flugstrecke [km]


b
relative Häufigkeit [%]
20
10
0
0
5
10
15
20
Flugstrecke [km]

Auch andere Umwelteinflüsse wie hohe Siedlungsdichte oder Überwinterung können die Ausbreitungsphase wegen verringerter Energievorräte verkürzen (BOTTERWEG 1983). Wurden auf dem Quitschenberg Buchdrucker gleich nach dem Verlassen ihres Winterquartiers in der Bodenstreu auf einen bereits frisch besiedelten, attraktiven Windwurf gesetzt, reagierten von 300 Käfern 94 % mit „Bleiben und Brüten". Von einem unbesiedelten Windwurf ohne Pheromonwirkung flogen 300 andere Überwinterer dagegen allesamt ab. Nach einer energiezehrenden Überwinterung können sich unter Pheromoneinfluß bereits am Überwinterungsort starke Käferschwärme bilden.

Die unterschiedlichen Flugleistungen der Individuen ermöglichen eine weit gestreute Verteilung der Population und begünstigen dadurch das Auffinden auch weit gestreuter Brutbäume. Offensichtlich bleiben die schwächeren am Geburtsort, während die stärkeren, besser ernährten Käfer häufiger abwandern. Das „Suchen und Finden" ist beim Jungkäfer somit keine Fluchtreaktion, sondern ein Zeichen von „Kompetenz". In der Praxis wird meist nur die ortstreue Fraktion des Buchdruckers beachtet. Die Abwanderer oder ihre Nachkommen geben dann oft an einem anderen Ort Anlaß zu weiteren Bekämpfungsmaßnahmen.

Die ausgeprägte Neigung zur Dispersion bedingt die weite Verbreitung des Buchdruckers. Mit Hilfe von Pheropraxfallen läßt er sich nicht nur in der Nähe von Fichtenbeständen fangen, sondern auch in Buchenbeständen und auf freiem Feld, z. B. inmitten des baumarmen Untereichsfeldes.

Suchphase

Die sich anschließende Suchphase leitet einen gegenläufigen Prozeß ein: Die räumliche Konzentration, die Bildung von Brutkolonien. Der Suchflug ist notwendig, weil nicht jede Fichte von vornherein ein Brutbaum ist.

Fichten können sich wehren. Ihre wichtigste Waffe ist das Harz. Es wirkt als mechanische Barriere und durch einige flüchtige Komponenten in hoher Konzentration als Insektizid (REDDEMANN 1993).

Die Gründer eines Brutherdes sind deshalb umso erfolgreicher, je sicherer sie geschwächte Fichten mit geringem Harzdruck zu erkennen und zu orten vermögen.

Das ergibt sich aus einer Computersimulation, in der vier verschiedene Suchstrategien in ihrer Wirkung auf Wirtsbaumfindung und Bruterfolg miteinander verglichen werden: Zufallssuche, Gegenwindsuche, Zufallssuche mit Duftwirkung aus 4 m Entfernung und Gegenwindsuche mit Duftwirkung aus 4 m Entfernung. Die imaginären Versuchstiere entsprachen Käfern von mittlerer Leistungsfähigkeit. Das Brutbaumangebot im 900 Hektar großen Modellwald war mit 54–99 Bäumen gering.

Werden die Bruterfolge unter gleichen Umweltbedingungen, aber mit unterschiedlichen Suchstrategien miteinander verglichen, erwies sich die Gegenwindsuche um das 4-fache wirksamer als die Zufallssuche, die Duftsuche um das 7-fache und die Gegenwindsuche mit Duftwirkung aber um das 27-fache (GRIES et al. 1989).

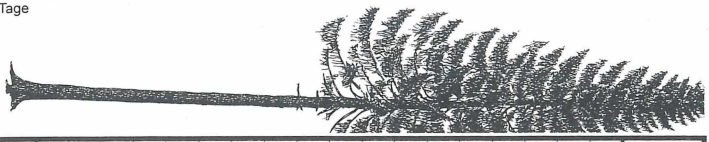
Die Gegenwindsuche mit Duftwirkung war den anderen geprüften Strategien konkurrenzlos überlegen. Je besser die Käfer über ihre Umweltqualität informiert sind, umso sicherer können sie auch ein sehr geringes Brutbaumangebot nutzen. Die Gegenwindsuche mit Duftwirkung sollte daher selektionsbegünstigt sein. Dies wird durch Freilandbeobachtungen an Fangbäumen bestätigt.

Aus Rindenanalysen und Siedlungsdichtebestimmungen geht hervor, daß brutgestimmte Buchdrucker sich bei der Auswahl und Besiedlung von Fangbäumen durch rindenbürtige Duftstoffe leiten lassen (FÜHRER et al. 1991, REDDEMANN 1993).

Die flüchtigen Harzkomponenten -a-Pinen und +Limonen erwiesen sich als Lockstoffe, andere wie +a-Pinen und Myrcen als Abschreckstoffe. Die Lockwirkung hängt vom Mischungsverhältnis ab und wird als Primärattraktivität bezeichnet.

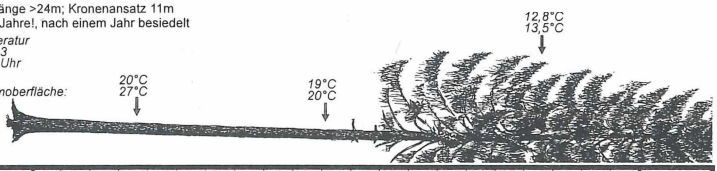
Die Reizschwelle für diese Terpene ist hoch, die Lockkraft daher schwach und die Reichweite gering. Das erleichtert die Ortung eines Brutbaumes, führt aber nicht zu einem starken Zuflug. Den müssen die Erstbesiedler selber auslösen durch die Bildung hochwirksamer Pheromone (BAKKE 1983, VITÉ 1987). Einige der dazu notwendigen Bausteine liefert die Fichte in Form der Rindenterpene.
Das Harz der Fichte kann somit als Lock- und Abschreckstoff, als Insektizid und als mechanische Barriere wirken. Außerdem ist es notwendig für die Bildung bestimmter Pheromonkomponenten. Eine erfolgreiche Such- und Besiedlungsstrategie muß auf diese gegensätzlichen Wirkungen situationsgerecht reagieren.

Gesamtlänge 24m; Kronenansatz 8m
einsetzender Massenanflug: 52 Bohrlöcher = 52 Männchen
nach 2 Schüben Baum besiedelt
Dauer 8 Tage



Länge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Σ
25.4.93									1										1
26.4.93									4										4
27.4.93					5	2	3		15	1									26
28.4.93				1		4	2	2	10	1									20
29.4.93	22	20	56	61	73	55	60	48	67	32						5	4		503
2.5.93	1	67	103	121	80	71	93	84	111	87	31	36	45	29	21	24	16		1020
Σ	23	87	159	183	158	132	158	134	208	121	31	36	45	29	21	29	20		1574

Gesamtlänge >24m; Kronenansatz 11m
Dauer 2 Jahre!, nach einem Jahr besiedelt
Temperatur
10.5.93
12.00 Uhr
Luft:
Stammoberfläche:
20°C
27°C
19°C
20°C
12,8°C
13,5°C



Länge	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Σ	
6.5.93			13	8																		21	
19.5.93	1	9	19	23																		52	1. Schub
7.6.93		10	1	2	15	7																35	2. Schub
3.8.93		4	3	4	7	6																24	
18.8.93		1	2		1	3																7	3. Schub
Σ	1	24	38	37	23	16																139	Fichtenkrone grün !
16.5.94		13	30	18	10	8	4															83	
13.6.94	2	40	54	167	121	129	140	171	110	137	115	117	111	142	118	24	16					1714	4. Schub + Massenanflug
Σ	2	53	84	185	131	137	144	171	110	137	115	117	111	142	118	24	16					1797	

Abb. 2 u. 3: Besiedlung eines Windwurfes unter gleichförmigen und ungleichförmigen Wärmebedingungen, Frühjahr 1993.

Wirtsbaumbesiedlung

Wie der Buchdrucker Brutbäume besiedelt und wie sich Brutherde bilden, wird seit 1993 auf dem Quitschenberg/Harz beobachtet und dokumentiert. Die von Herbst- und Winterstürmen geworfenen Fichten bieten den Käfern im folgenden Frühjahr geeignete Fraß-, Balz-, Brut- und Versteckplätze sowie den Entomologen zugängliche Beobachtungsplätze.

Die Besiedlung eines Windwurfes erfolgt nicht wahllos, sondern nach bestimmten Regeln. Die ersten Männchen versuchen meist unterhalb des Kronenansatzes in die Rinde einzudringen (Abb. 2), vielleicht mitbedingt durch den erhöhten Terpengehalt dieser Zone (REDDEMANN 1993). Die Verteilung der Einbohrlöcher ist anfangs geklumpt. Hat die Brutkolonie eine kritische Größe überschritten, löst das von den Siedlern produzierte Aggregationspheromon einen massiven Zuflug aus. Die meisten Käfer fliegen gezielt die bereits besiedelte Stammregion an und bohren sich bevorzugt in den Randzonen der Kolonie ein. Die besiedelte Zone weitet sich schrittweise aus, rasch oder allmählich, so daß der gesamte Stamm innerhalb von 2 Tagen oder erst nach 2–3 Wochen bevölkert ist. Die mittlere Stammregion weist oft die höchste Bohrlochdichte auf (vgl. Abb. 7).

Bei veränderten Wärmebedingungen verändert sich auch der Besiedlungsverlauf (Abb. 3). War nur die Stammbasis der Sonne ausgesetzt, der übrige Stamm und die Krone aber ständig beschattet, siedelten die Buchdrucker sich nur in der Basiszone an, die sie unter gleichförmigen Bedingungen stets zuletzt und oft nur schwach befallen. Die Siedlungsdichte nahm nur schubweise zu, die Kolonie blieb klein. Im nächsten Frühjahr zeigten sich hellbraune, noch nicht flugfähige Jungkäfer auf der Stammoberfläche, die nach neuen Brutplätzen suchten. Die Pheromonproduktion konnte auch ohne Zuflug zeitig einsetzen. Im Juni war der Stamm vollständig besiedelt (Abb. 3). Unter stärkerem Pheromoneinfluß verliert die Wärme an Bedeutung (HURLING, mündl. Mittlg.).

An ausgewählten Windwürfen wurden die verschiedenen Phasen der Besiedlung registriert: Der Zuflug mit Hilfe von sechs um den Stamm angeordneten schwarzen Kreuzfallen, die Besiedlungsdichte durch den wöchentlichen Zuwachs an Einbohrlöchern in drei ausgewählten Stammregionen, die vorzeitige Abwanderung der Altkäfer und die abwandernden Jungkäfer mit Hilfe von 1 m langen Stammeklektoren, die installiert wurden, sobald die Bohrlochdichte kaum noch anstieg.

In einigen Fällen wurden die umstehenden Fichten mit je zwei Kreuzfallen am Stamm unterhalb des Kronenansatzes und in 2 m Höhe versehen, um den Zuflug zu registrieren.

Eine Lockstoffalle im Bestand gab mit ihren wöchentlichen Fangquoten Anhaltspunkte über die Aktivitätsdichte der Buchdrucker während der gesamten Vegetationsperiode. Das Mikroklima am Bestandesrand und im Bestandesinneren wurde mit Hilfe von zwei Klimameßstationen erfaßt.

Der Windwurf 1 (Abb. 4) zeichnete sich durch ein für den Buchdrucker günstiges Mikroklima aus: Windgeschützte Senke und Mittagssonne. Die wöchentlichen Fangquoten in den Kreuzfallen (linke Säulenreihe) verdeutlichen die Dauer der Lockphase von Mai bis Juni. Die Fallen erfaßten nur einen Bruchteil des Zuflugs, weil die meisten Käfer den Stamm direkt ansteuerten. Der wöchentliche Zuwachs an Einbohrlöchern verdeutlicht die Dauer der Siedlungsphase (Kurvenverlauf rechts) von Anfang bis Ende Mai. Die höchsten Fangquoten zufliegender Käfer wurden in der ersten Junihälfte registriert, als der Stamm bereits dicht besiedelt war und die ersten Siedler ihre Fraßgänge wieder verließen (rechte Säulenreihe). Zuflug und Abwanderung ließen sich zu dieser Zeit gleichzeitig nebeneinander am Stamm beobachten. Oft bildeten sich kleine Käferschwärme, ausgelöst durch die kurzfristig wechselnde Sonneneinstrahlung.

Die „vorzeitige" Abwanderung dauerte den Juni über an. In den zwei Stammeklektoren fingen sich 4689 Käfer. Daraus ergibt sich eine Siedlungsdichte von im Durchschnitt 1 Buchdrucker auf 4 cm² Rindenfläche, eine Dichte, die normalerweise erst gegen Ende der Brutphase erreicht wird.

Diese starke räumliche Konzentration wurde 1994 in drei weiteren der Sonne ausgesetzten Windwürfen registriert, ein Zeichen für eine hohe Dichteverträglichkeit. Sie wird ausgenutzt durch die Neigung der angelockten Männchen und Weibchen, bei hoher Bohrlochdichte in bereits besetzte Brutsysteme einzudringen, auch wenn die ansässigen Männchen den Eingang mit ihrem Absturz versperren. Diese Neigung verstärkt sich, wenn die Witterung rasch wechselt und für die suchenden Buchdrucker ungünstiger wird (Wolken, Wind).

Bei der hohen Siedlungsdichte finden die Käfer zwar Futter und Versteck, aber keine oder geringe Brutmöglichkeiten. Die mehr oder minder ausgehungerten Überwinterer können in diesem durch Pheromone markierten und für viele leicht und schnell auffindbaren Wirtsbaum ihre Energievorräte ergänzen und eine günstige Witterung abwarten, um die Suche

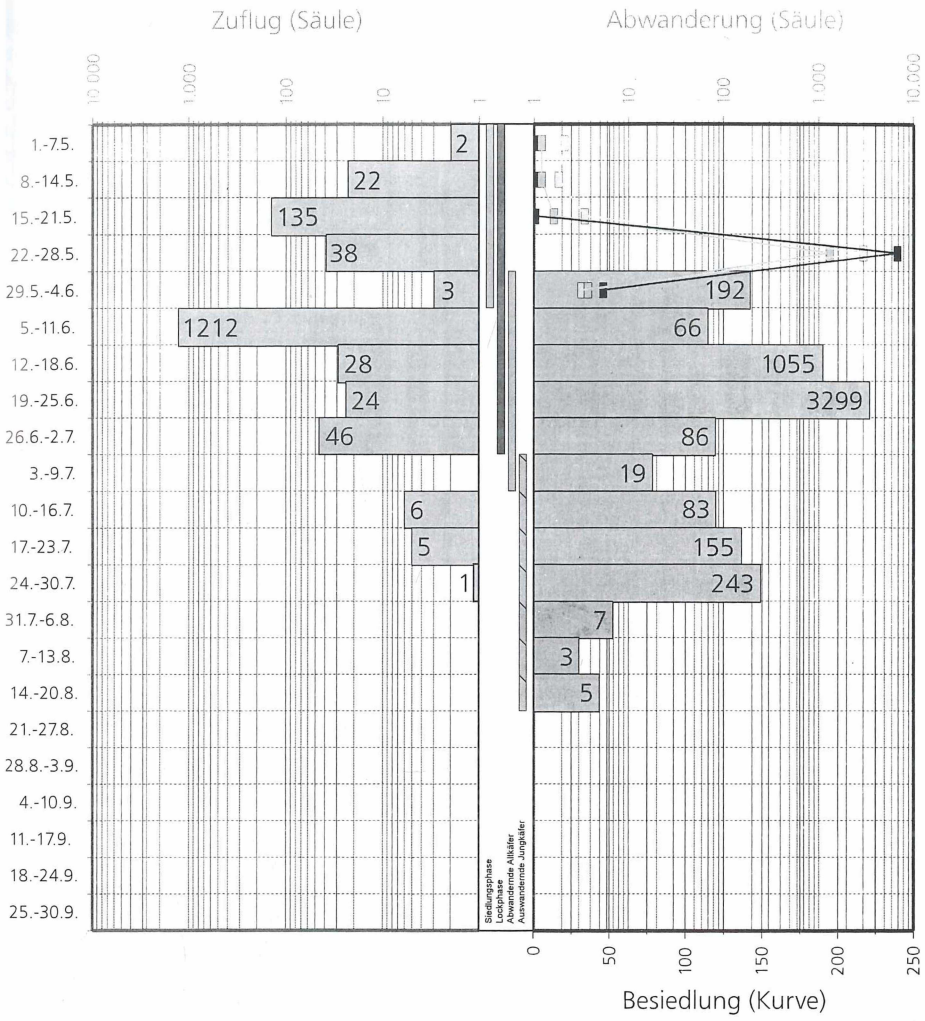


Abb. 4: Besiedlungsverlauf von Windwurf 1 (BHD = 40 cm). Quitschenberg 1994.

nach geeigneten Brutplätzen fortzusetzen. Durch die anhaltende Abwanderung während der Brutphase wird die innerartliche Konkurrenz um Brutraum im Ausgangsstamm abgeschwächt. Der Bruterfolg aber wird wesentlich beeinflußt durch die Neubesiedlung von Wirtsbäumen und den Umfang der Folgebruten (Tab. 1).

Die durch die Abwanderung fraktionierte Hunger-, Such- und Brutphase ist offensichtlich eine Anpassung an eine wechselhafte Witterung und ein stark schwankendes Brutbaumangebot.

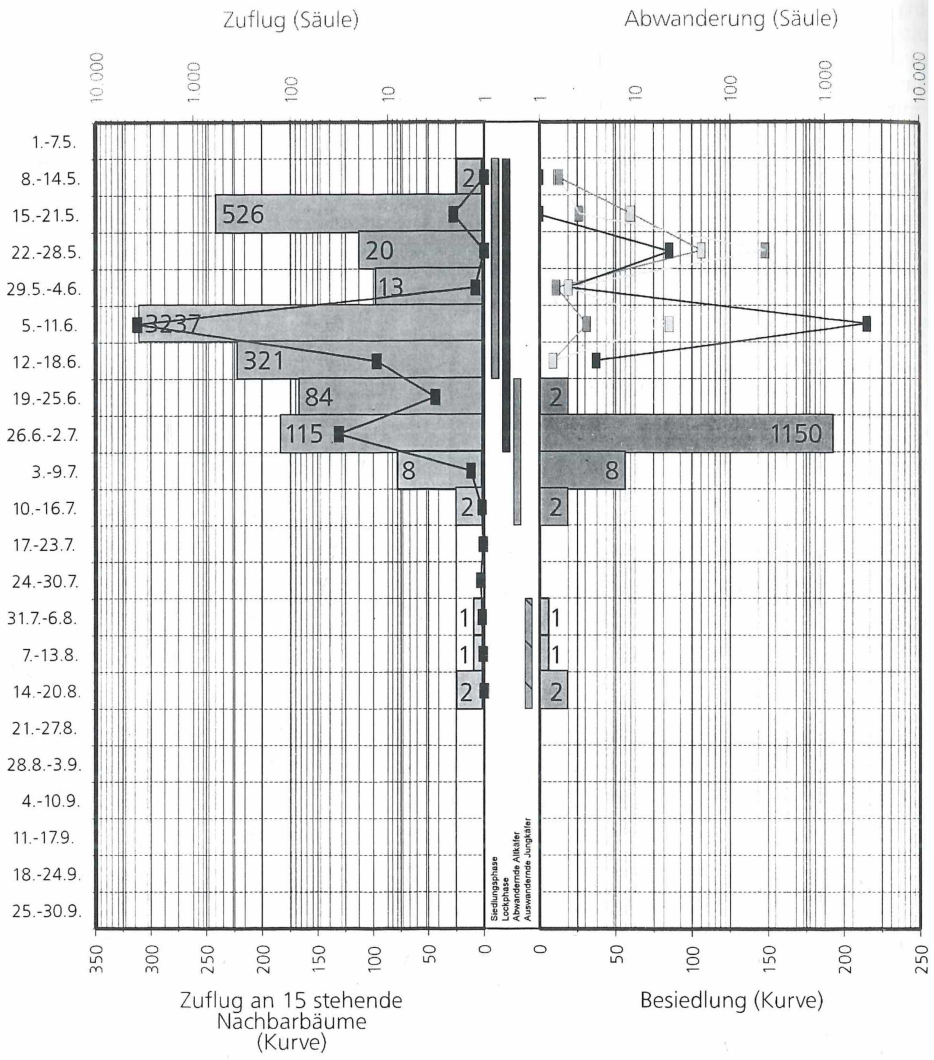


Abb. 5: Besiedlungsverlauf von Windwurf 3 (BHD = 33 cm). Quitschenberg 1994.

Die Anzahl der im Juli und August abgefangenen Jungkäfer blieb gering, wohl auch deshalb, weil ein Teil im Brutsystem überwinterte.

Die rege Flugtätigkeit am Windwurf führte Ende Mai zu einer Besiedlung von fünf benachbarten Fichten. Es bildete sich ein fließender Brutherd, der Ende Juni alle Fichten in einem Umkreis von 50 m umfaßte.

Eine andere Entwicklung zeigte sich am nur 300 m entfernten Windwurf 3 (Abb. 5) in halbschattiger Lage inmitten einer grünen Insel von 15 stehenden Fichten, die von einer kleinen Lichtung umgeben war. Die Besiedlung des Windwurfs setzte hier eine Woche später ein, dauerte aber ebenfalls vier Wochen. Die höchste Fangquote zufliegender Käfer wurde auch hier gegen Ende der Windwurfbesiedlung registriert. Die Anzahl der Abwanderer konnte wegen defekter Stammeklektoren nur unvollständig erfaßt werden.

Die in den Kreuzfallen der stehenden Fichten gefangenen Käfer sind in der Abb. 5 als wöchentliche Gesamtfänge eingetragen (linker Kurvenverlauf). Die höchsten Fangquoten in den Kreuzfallen am Windwurf treffen mit den höchsten Fangquoten in den Baumfallen zusammen. Insgesamt wurden in dieser Woche, die an zwei Tagen günstige Flugbedingungen bot, 3600 Käfer gefangen. Obwohl die Käfer die stehenden Fichten in ihre Suchflüge einbezogen, blieben alle unbesiedelt. Auch später bildete sich hier kein Brutherd. Lockzentrum, Käferschwarm und eine Gruppe 120-jähriger Fichten ließen an dieser Stelle keinen Brutherd zustande kommen.

Eine dritte Möglichkeit des Besiedlungsverlaufes zeigte sich 1994 am Windwurf 4, der am Bestandesrand im Halbschatten lag (Abb. 6). Zuflug und Besiedlung verliefen hier ähnlich wie am Windwurf 3. Die höchsten wöchentlichen Fangquoten zufliegender Käfer fielen wiederum mit dem Ende der Besiedlungsphase zusammen, vielleicht ein Zeichen erhöhter Suchaktivität. Aber die höchsten Fangquoten in den 26 Kreuzfallen in 13 dem Windwurf benachbarten Fichten wurden erst drei Wochen später registriert. Zu diesem Zeitpunkt bildete sich neben Windwurf 4 ein Brutherd, der anfangs 32 Fichten umfaßte. Aber nicht alle Bäume, die anfangs mit Bohrmehl markierte Einbohrlöcher im oberen Stammbereich zeigten, waren befallen. Die drei nächsten Nachbarn des Windwurfes wurden im September gefällt. Nur eine Fichte, Nr. 7, war besiedelt (Abb. 7), die beiden anderen wiesen ausschließlich verharzte Bohrlöcher auf (Abb. 7). Vielleicht erreichten beim ersten stärkeren Anflug die Erstbesiedler nicht die kritische Koloniegröße, um den Massenanflug vom Rand in den Bestand zu lenken.

Da der Besiedlungsverlauf in den Kronen wegen noch fehlender technischer Möglichkeiten nur unvollständig erfaßt werden konnte, ließ sich das gesamte Befallsmuster nicht ausreichend kennzeichnen.

Der starke Zuflug an Windwurf 3 in der ersten Junihälfte und die Brutherdbildung neben Windwurf 4 Ende Juni wurden durch abgewanderte Altkäfer ausgelöst. Auch die Lockstofffalle registrierte im Juni zum Teil hohe Aktivitätsdichten der Abwanderer. Zu dieser Zeit war die Entwicklung der Jungkäfer noch nicht abgeschlossen, wie Rindenproben aus frühzeitig besiedelten Windwürfen zeigten. Die ersten ausgefärbten Jungkäfer erschienen Anfang Juli. Zu dieser Zeit erreichte die Fangquote der Lockstoffalle ihren höchsten Wert (Abb. 8), offensichtlich bedingt durch eine starke Beteiligung der Jungkäfer.

Durch die kontinuierliche Abwanderung der Altkäfer bis zum Ausflug der Jungkäfer wurde die Such- und Siedlungsaktivität über die gesamte Vegetationsperiode ausgedehnt und dadurch eine kontinuierliche Bildung pheromonaler Lockzentren ermöglicht.

Wurden die aus zwei jeweils 1 m langen Stammabschnitten des Windwurfes 2 abgefangenen Altkäfer im Labor an frische, unbesiedelte Stammabschnitte gesetzt, bohrten sie sich ein und legten Folgebruten an.

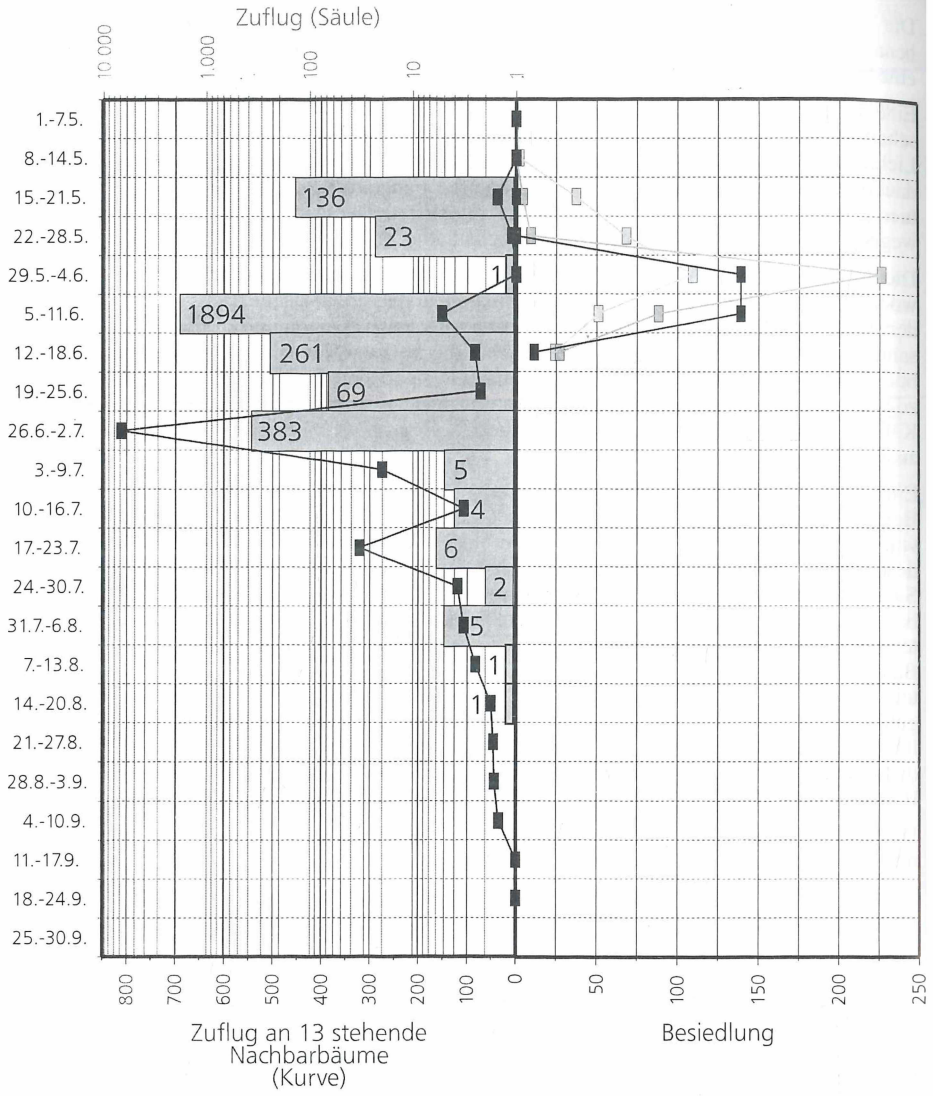


Abb. 6: Besiedlungsverlauf von Windwurf 4 (BHD = 35 cm). Quitschenberg 1994.

Anzahl Bohrlöcher in Abhängigkeit von der Stammhöhe
Quitschenberg 1994; Fichte 110 Jahre alt

Höhe	Nr. 7 (besiedelt)		Nr. 5 (unbesiedelt)	
17m	3			
16m	2			
15m			2	
14m			3	bis Splint verharzt
13m	6		2	+ 1 verharzter Buchdrucker
12m			3	Bohrlöcher verharzt
11m	2			
10m	78	Larven	3	Bohrlöcher verharzt
9m	166			
8m	144	Larven		
7m	193		1	Rammelkammer
6m	234	Larven		
5m	255			
4m	85	ohne Larven		
3m				
2m				
1m				

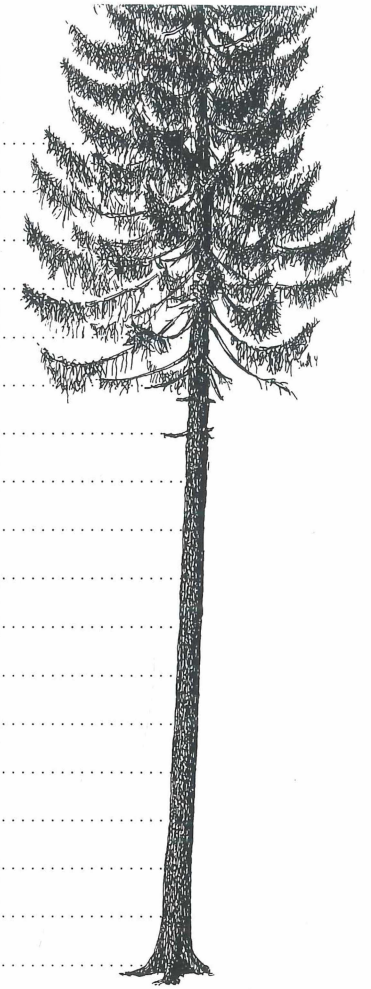


Abb. 7: Besiedlung von zwei stehenden Fichten neben Windwurf 4.

Die aus den beiden Ausgangsabschnitten und den nachfolgend besiedelten Abschnitten auswandernden Jungkäfer wurden abgesammelt und ausgezählt (Tab. 1).

Bei der sehr hohen Siedlungsdichte von 1 Käfer / 3,8 cm² Rindenfläche und 1 Käfer / 5,1 cm² Rindenfläche wurde die Vermehrung maßgeblich von den Folgebruten bestimmt.

Die Reihe der Besiedlungsabläufe ließe sich fortsetzen. Immer wieder ergeben sich Besonderheiten. Die wenigen Beispiele müssen hier genügen. Sie sollen nur andeuten, welche Flexibilität die Verhaltensweisen des Buchdruckers und welche Variabilität die Wechselbeziehungen zwischen Käfer und Fichte aufweisen müssen, damit eine Überlebensstrategie zustande kommt und eine Ausbeuterstrategie verhindert wird.

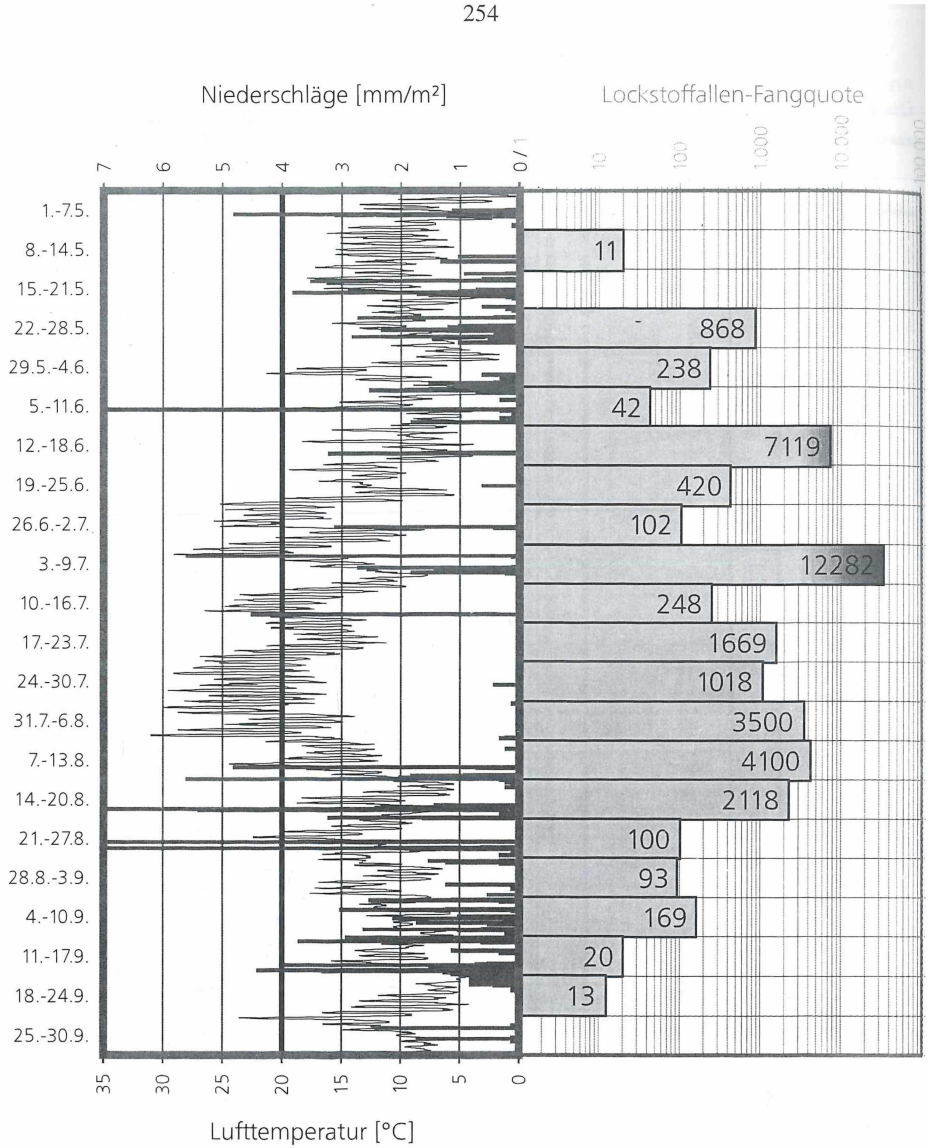


Abb. 8: Links: Temperaturverlauf und Niederschläge (Stundenmittel) im Bestand; Rechts: Die wöchentlichen Fangquoten einer Lockstoffalle, Quitschenberg, 1994.

Tab. 1: Windwurf 2, abgewanderte Altkäfer mit Folgebrut

Käfer	Stammabschnitt 1	Stammabschnitt 2
Altkäfer	2035	1654
Jungkäfer / Ausgangsstamm	1774	1819
Jungkäfer / Folgebruten	7868 (81,6 %)	5406 (74,8 %)

Naturbelassene Lebensräume

Situationsanalysen über Besiedlungsdynamik und Befallsverlauf in sich entwickelnden Brutherden sind noch rar. Die standort- und situationsbedingte Vielfalt der Wechselbeziehungen zwischen Buchdrucker und Fichte ist nur unzulänglich dokumentiert. Brutbildanalysen aus Rindenproben geben nur Momentaufnahmen wieder. Um das Wesentliche zu erkennen, muß die Vielfalt erfaßt werden.

Dazu sind Langzeitstudien unerläßlich. Sie können nur in sich selbst überlassenen Fichtenwäldern innerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte durchgeführt werden, wo der Buchdrucker alle seine Fähigkeiten auch zeigen und einsetzen kann. Diese Voraussetzungen sind im Nationalpark Harz verwirklicht.

Ebenso notwendig ist eine Beobachtung der standorts- und situationsabhängigen Entwicklung der Brutherde. Sie führen zu Waldbildern, die ökologische Fehldeutungen begünstigen. Die Totholzansammlungen sind Zeichen für eine vom Buchdrucker eingeleitete Aktivierung des Stoffkreislaufes und für eine Umstrukturierung des Bestandes. Berindetes Totholz bietet vielen Insekten Nahrung und Lebensraum. Dazu zählen viele Räuber und Parasiten, die auch den Buchdrucker als Beute und Wirt nutzen (ESCHERICH 1917). Untersuchungen über Totholzinsekten und Totholzabbau sowie die sich daraus ergebenden Folgen für Bodenstruktur, Naturverjüngung und Waldentwicklung gehören daher zu einer vollständigen Dokumentation und einer aussagekräftigen Situationsanalyse, sollen die ökologischen Funktionen des Buchdruckers in der Lebensgemeinschaft gekennzeichnet werden. Totholz ist daher kein Katastrophensignal und kein Wertverlust, sondern Lebensraum und zirkulierender Lebensstoff, der Abbau und Aufbau verbindet. Totholz gehört zu einem intakten Lebensraum und ist der unumgängliche Preis für Einblicke in Leben erhaltende Prozesse.

Bekämpfungen des Buchdruckers durch Einschlag und Entrinden befallener Fichten lassen Gegenspieler und Abwehrkräfte der Fichten nicht zur Geltung kommen, zumal mancher gefällte Baum nur verharzte Einbohrlöcher aufweist.

Die Erhaltung und Ausweitung naturbelassener Wälder stößt immer wieder auf Unverständnis (REMMERT 1988) und wird vielfach als Luxus, Bedrohung oder Belastung empfunden. Noch immer gilt die Vorstellung: Nur kultiviertes Land bringt Nutzen. Die wachsenden Umweltbeeinträchtigungen erfordern ein Umdenken (BARTH 1995).

Die Agrarindustrie z. B. hat einen in den Stoffkreislauf eingebundenen Bauernhof in zwei voneinander getrennte Betriebe für Tier- oder Pflanzenproduktion zerlegt und dadurch eine ökologisch funktionstüchtige Einheit in zwei alle Umweltbereiche belastende Problemquellen verwandelt.

Die Bewertungsmaßstäbe der kulturellen Selektion sind einseitig auf Technik und Ökonomie ausgerichtet. Ökologische Strukturen werden vernachlässigt, Lebensregeln verletzt.

Das Beziehungsgefüge innerhalb einer Lebensgemeinschaft wird maßgeblich durch den Stoffkreislauf bestimmt. Leben kann sich nur in Form von Lebensgemeinschaften organisieren (ODUM 1980). Denn nur Lebensgemeinschaften können komplette, intakte Stoffkreisläufe in Gang halten. Deshalb besitzt jede Lebensgemeinschaft in einem bestimmten Lebensraum, auch Ökosystem genannt, die gleiche Grundstruktur: Produzenten, Konsumenten, Destruenten. Alle jeweils beteiligten Organismenarten sind vor allem durch Nahrungsbeziehungen direkt oder indirekt miteinander verbunden, voneinander abhängig. Diese Beziehungen beinhalten nicht nur Stoffumsetzungen, sondern alle dazu notwendigen Tätigkeiten. Diese wechselseitigen Abhängigkeiten, z.B. zwischen Fichte und Buchdrucker, erfordern Abstimmungen, Anpassungen, die erst nach einer längeren, gemeinsamen Evolution auf der populären und ökosystemaren Organisationsstufe zu einer Koexistenz führen, zu einer dynamischen Balance zwischen den gegenläufigen Prozessen Abwehrstrategie der Fichte und Besiedlungsstrategie des Buchdruckers. Ein Buchdrucker, der jeden Wirtsbaum auf Anhieb überwältigen kann, gefährdet die Existenz seiner Wirtsarten und dadurch sich selbst. Das für die einzelnen Reaktionsfolgen zuträgliche Verhältnis von Aufwand und Nutzen bestimmt den jeweiligen Handlungs- und Entwicklungsspielraum.

Eine von Standort, Entwicklungsphase des Ökosystems und Zufall abhängige Artenkombination sowie eingespielte Wechselbeziehungen zwischen den Populationen der drei großen Funktionsgruppen formen eine Lebensgemeinschaft. Die vielfältigen Rückkopplungen bedingen ein sich in Grenzen offenbar selbst regulierendes Tätigkeitsgefüge, das einen koordinierten Ablauf aller für einen intakten Stoffkreislauf notwendigen Prozesse gewährleistet. Die dadurch gesicherte stete Produktion von Nahrung und ständige Verarbeitung und Wiederverwendung von Abfall verwandelt eine Landschaft in einen dauerhaften Lebensraum. Auch wenn Individuen, Arten und Lebensgemeinschaften in einem bestimmten Lebensraum immer wieder wechseln, muß das einen situationsgerechten Stoffkreislauf gewährleistende Tätigkeitsnetz erhalten bleiben.

Auch die Evolution der Lebewesen wurde entscheidend vom Stoffkreislauf beeinflußt. Auf jeder Entwicklungsstufe, ob Einzeller oder Vielzeller, bildeten sich stets die drei großen funktionellen Gruppen heraus (BARBIERI 1985). Dieses Beziehungsgefüge hat sich seit Jahrmillionen bewährt und alle Katastrophen, mit denen die biologische Evolution im Laufe der Erdgeschichte konfrontiert war, überstanden. Arten, die sich dem Stoffkreislauf langfristig nicht einfügen, verlieren das Leben. Leben ist daher immer eine Gemeinschaftsleistung, die Erhaltung intakter Lebensräume immer ein Gemeinschaftserfolg.

Dieses Lebensfundament versucht die kulturelle Evolution zu durchbrechen oder zu umgehen. Viele Umweltbeeinträchtigungen sind die Folge gestörter Stoffkreisläufe.

Wegen eingepaßter Artenfülle und kompletter Stoffkreisläufe sind ungenützte, naturbelassene Ökosysteme daher von unersetzlichem Nutzen. Sie fungieren als Artenreservoir, ökologische Ausgleichsfläche sowie als Vergleichsfläche und Vorbild. Sie dienen nicht nur der Erholung, sondern zur Erhaltung der Lebensbasis und einer bekömmlichen Umwelt sowie als Bezugsgröße für die Entwicklung umweltverträglicher Bewirtschaftungskonzepte (vgl. LEIBUNDGUT 1990).

Unsere Einsichten in natürliche, gewachsene Zusammenhänge und Erfahrungen mit naturbelassenen Wäldern sind erstaunlich gering. Leistungsfähigkeit und Dynamik der Erfindungen der biologischen Evolution werden erheblich unterschätzt, wie sich vor allem bei Wiederbesiedlungen und Naturverjüngungen zeigt (SCHERZINGER 1996).

Eine kulturelle, transformierende Evolution, die Entwicklung lebensgerechter Selektionsbedingungen ist überlebensnotwendig. Evolution ist ein erkenntnisgewinnender Prozeß (LORENZ 1973). Die geeigneten Lebensräume und Wälder für die zu gewinnenden Erkenntnisse finden sich in Mitteleuropa nur noch in den Nationalparken. Besonders geeignete Beobachtungsflächen bietet der Nationalpark Harz. Denn der größte ökologische Erkenntnisgewinn ist in den Regionen zu erwarten, die sich durch Naturferne auszeichnen, aber der

natürlichen Selbstorganisation unterstehen. Nirgendwo kann die Natur ihre Initiativen, Strategien und Eigendynamik auffälliger und eindrucksvoller demonstrieren. Dem Mangel an nationalparkkonformen Strukturen steht ein Gewinn an einmaligen Ausgangsflächen und ergiebigen Informationsquellen gegenüber. Hier könnte auch der Buchdrucker zeigen, welche ökologische Bedeutung seine Aggressivität für die Dynamik einer intakten Wildnis hat.

Leider sollen diese als naturfern eingestuften Regionen von Menschenhand und Technik umgestaltet werden (HULLEN et al. 1994). Auf die Initiativen der Natur wird nicht gewartet. Biologische Zeitmaßstäbe kommen nicht zur Geltung. Die natürliche Individualität der Standorte bleibt unberücksichtigt. Das natürliche Entwicklungspotential muß unerkannt bleiben. Ein unersetzlicher Verlust an Erkenntnismöglichkeiten. Der größte Gewinn wäre: Dokumentation statt Eingriffe, die Entwicklungsdynamik beobachten, nicht weggestalten.

Der erste Schritt im Erkenntnisprozeß wäre die langfristige, sorgfältige Dokumentation der bedeutsamen Naturprozesse, eine Aufgabe, die bislang kaum gelöst ist. Diese Dokumentation könnte eine wichtige Aufgabe der Förster werden: Der Beginn einer Entwicklung von Forst zu Wald und von der Holzproduktion zur Produktion ökologischer Informationen, eine unumgängliche Aufgabe und eine Investition für die Evolution einer von Menschen gestalteten, zukunftsfähigen Kultur.

Literaturverzeichnis

BAKKE, A. (1993). Host tree and bark beetle interaction during a mass outbreak of Ips typographus in Norway. Z. ang. Ent. 96, 118–125.

BARBIERI, M. (1985). The semantic Theorie of Evolution. Harwood academic publishers, London.

BARTH, W.-E. (1995). Naturschutz; Das Machbare. Parey, Hamburg.

BOTTERWEG, P.-F. (1982). Dispersal and flight behaviour of Ips typographus in relation to sex, size and fat content. Z. ang. Ent. 94, 466–485.

ESCHERICH, K. (1917). Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowiesz. Parey, Berlin.

FÜHRER, E., HAUSMANN, B. & WIENER, L. (1991). Borkenkäferbefall und Terpenmuster der Fichtenrinde (Picea abies) an Fangbäumen. J. Appl. Ent. 112, 113–129.

GRIES, G. (1984). Zur Bedeutung des Reifungsfraßes für die Dispersion des Kupferstechers (Pit. chalcographus) und zum Dispersionsverhalten des Buchdruckers Ips typographus. Diss. Univ. Göttingen.

GRIES, G., NOLTE, R. & SANDERS, W. (1989). Computer simulated host selection in Ips typographus. Ent. exp. appl. 53, 211–217.

HARTMANN, F.-K. & JAHN, G. (1967). Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. G. Fischer, Stuttgart.

HULLEN, M., HÜSING, F., KRÜGER, R. & MEDERAKE, R. (1994). Waldbehandlung im Nationalpark Harz; Waldbauliche Maßnahmenplanung im Rahmen der Forsteinrichtung für diesen Nationalpark. Forst und Holz, Schaper-Verlag, 49. Jahrgang, Heft Nr. 19, 547–552, 569–570.

LEIBUNDGUT, H. (1990). Waldbau als Naturschutz. Haupt, Stuttgart.

LORENZ, K. (1973). Die Rückseite des Spiegels. Piper, München.

ODUM, E.-P. (1980). Grundlagen der Ökologie. Thieme, Stuttgart.

REDDEMANN, J. K. A. (1993). Monoterpenkohlenwasserstoffe in der Aggregation von Ips typographus. Diss. Univ. München.

REMMERT, H. (1988). Naturschutz. Springer, Berlin-Heidelberg.

Scherzinger, W. (1996). Naturschutz im Wald. Ulmer, Stuttgart.

RIEHL, G. (1968). Die Forstwissenschaft im Oberharzer Bergbaugebiet von der Mitte des 17. bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts. Aus dem Walde, Schriftenreihe der Niedersächsischen Landesforstverwaltung, Heft 15.

VITÉ, J. P. (1987). Das Borkenkäferproblem aus der Sicht des Pheromoneinsatzes. Forstarchiv 58, 239–243.

Manuskript eingegangen am: 30.1.1997

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. W. Sanders
Georg-August-Universität Göttingen
Institut für Forstzoologie
Büsgenweg 3
37077 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 139

Autor(en)/Author(s): Sanders Werner

Artikel/Article: Ein Beitrag zur Überlebensstrategie des Buchdruckers Ips typographus L. im hochmontanen Fichtenforst des Harzes 243-258