

Borkenkäferkalamität und -bekämpfung 1983-1985 in Aargau : Verlauf, Massnahmen und erste Resultate

Autor(en): **Moor, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **31 (1986)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-172789>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Borkenkäferkalamität und -bekämpfung 1983–1985 im Aargau Verlauf, Maßnahmen und erste Resultate

VON HANS MOOR
Kantonsschullehrer, Auenstein

Inhalt

1. *Ausgangslage*
2. *Material und Methoden*
 - 2.1. **Borkenkäfer**
 - 2.1.1. Übersicht über einige der im Aargau vorkommenden Borkenkäfer
 - 2.1.2. Biologie der Borkenkäfer am Beispiel «Buchdrucker»
 - 2.1.3. Fraßbilder und -schäden
 - 2.2. **Maßnahmen**
 - 2.2.1. Befallsmeldungen
 - 2.2.2. Fangbaummethode
 - 2.2.3. Fallen und Lockstoff
 - 2.2.4. Fallenkontrollblätter
3. *Resultate*
 - 3.1. **Quantitative Auswertung der Befallsmeldungen**
 - 3.1.1. Befall und Altersklassen der Bäume
 - 3.1.2. Befall und Waldschadenstufen
 - 3.2. **Geographische Verteilung des Befalls**
 - 3.3. **Fangbäume**
 - 3.4. **Resultate der Fallenkontrollen**
 - 3.4.1. **Quantitative Auswertung**
 - 3.4.2. **Weitere Untersuchungen**
 - 3.4.2.1. **Einfluß der Fallenfarbe**
 - 3.4.2.2. **Einfluß des Fallenstandortes**
 - 3.4.3. **Probleme**
4. *Diskussion*
 - 4.1. **Geographische Verteilung des Befalls**
 - 4.2. **Erfolgskontrolle Fangbäume**
 - 4.3. **Erfolgskontrolle Fallen**
 - 4.4. **Empfehlungen für die Praxis**
5. *Dank*
6. *Literatur*
7. *Zusammenfassung*

1. Ausgangslage

Das ungewöhnliche Ausmaß der langen Wärme- und Trockenperiode im Sommer und Herbst 1983 sowie der darauffolgende milde Winter boten den verschiedenen einheimischen Borkenkäferarten beste Voraussetzungen für eine Massenvermehrung, wie sie unter ähnlichen Bedingungen 1947 im Aargau und im benachbarten Schwarzwald aufgetreten war (Kantonale Forststatistik, KUHN, 1949; WELLENSTEIN, 1954). Durch die allgemein verbreiteten neuartigen Waldschäden (*Sana-silva*, BUCHER et al., 1984; LÄTT, 1985) besteht die Gefahr, daß sich die Lage für bestimmte Baumarten noch wesentlich verschärft (VITÉ, 1980), da gewisse Käfer bevorzugt kränkelnde Bäume angreifen und sie in kurzer Zeit vollends zum Absterben bringen (MOOR, 1985).

Das Forstpersonal hatte eine neue wichtige Waffe im Kampf gegen die Borkenkäfer erhalten, nämlich die mit künstlichem Lockstoff versehenen *Rohr-* und *Schlitzfallen* (VITÉ und FRANCKE, 1976; BAKKE et al., 1983; VAUPEL et al., 1981; ABGRALL, 1985). Mit diesen galt es, Erfahrungen unter unsern hiesigen Waldbaubedingungen zu sammeln – die Ergebnisse aus Norwegen, der Bundesrepublik Deutschland und aus Frankreich können wegen zum Teil erheblicher Unterschiede in der Art der Bewirtschaftung, aber auch in der Geologie der Böden, nicht ohne weiteres auf schweizerische Verhältnisse übertragen werden – und daraus die für einen Masseneinsatz in der Praxis nötigen Schlüsse zu ziehen.

Ferner drängte es sich auf, ein Meldesystem einzuführen, um Informationen über Art und Umfang des Befalls sowie über die Erträge der aufgestellten Fallen bei der Abteilung Forstwirtschaft zentral zu sammeln. Auf ein Gesuch hin teilte mich nun der aargauische Regierungsrat für achtzehn Monate um von der Kantonschule zur Abteilung Forstwirtschaft, damit ich als Entomologe dort die nötigen Maßnahmen untersuchen und bei deren Verwirklichung mitwirken könne. Dafür sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

2. Material und Methoden

2.1. Borkenkäfer

2.1.1. Übersicht über einige der wichtigeren Borkenkäferarten

Art	Wirt	Größe in mm	Gangform im Fraßbild	Generationen im Aargau	Überwinterung
<i>Ips typographus</i> L., Buchdrucker	Fichte	4,2–5,5	Stimmgabel	2	Boden + Brutort
<i>Pityogenes chalcographus</i> L., Kupferstecher	Fichte	1,8–2,0	Stern	2(–3)	Boden + Brutort
<i>Pityokteines curvidens</i> GERM., Krummzahniger Tannenborkenkäfer	Tanne	2,7–3,3	Doppelkammer	2(–3)	Rinde
<i>Myelophilus piniperda</i> L., Großer Waldgärtner	Kiefer	3,5–4,8	Längsgang einarmig	1	Boden + Stammfuß
<i>Myelophilus minor</i> HTG., Kleiner Waldgärtner	Kiefer	3,5–4,0	Quergang	1	Boden
<i>Trypodendron lineatum</i> OL., Gestreifter Nadelnutzholzborkenkäfer	Nadelh.	3,0–3,5	Leiter	1	Boden

(nach REISCH, 1974, abgeändert und ergänzt)

2.1.2. Biologie des «Buchdruckers»

Individualentwicklung: Die Überwinterung des Buchdruckers erfolgt vor allem in der Bodenstreue (KUHNS, 1949), teilweise aber auch als Larve, Puppe oder Käfer in der Rinde. Während die Eier sehr frostempfindlich sind, überleben Larven, Puppen und Käfer auch in großer Kälte, insbesondere letztere, welche bis zu -30°C überdauern. Bei Bodentemperaturen über 12°C und Lufttemperaturen von 16°C setzt das Schwärmen ein, besonders massiv an Föhntagen, während naßkalte Witterung den Flug verzögert.

Das Männchen bohrt sich zwischen den Rindenschuppen in den Bast und erstellt die *Rammelkammer* (Fig. 1, A), gleichzeitig lockt es durch die Abgabe einer Pheromonkombination einerseits 2–3 ♀♀ an, (VITÉ, 1980) andererseits werden weitere ♂♂ aus der unmittelbaren Umgebung abgedrängt (BAKKE, 1981). Die *Muttergänge* werden parallel zur Faserrichtung angelegt (Fig. 1, B). Jedes Weibchen legt in der ersten Brut bis zu 50 Eier, aus denen nach ca. 10 Tagen Larven schlüpfen, die nun – vom Muttergang wegstrebende – Larvengänge fressen (Fig. 1, C). Die ausgewachsene Larve nagt sich am Ende des Larvenganges eine Puppenwiege (Fig. 1, D), in der sie sich verpuppt. Der aus der Puppe schlüpfende Jungkä-

fer braucht noch einen Reifungsfraß von rund drei Wochen, bevor er seinerseits eine neue Generation begründen kann, wobei der Reifungsfraß (Fig. 1, E) sowohl am Brutbaum wie auch an einem neuen Wirt stattfinden kann.

Die ganze Entwicklung ist stark temperaturabhängig; sie dauert im Frühjahr (Fig. 2) um die 10 Wochen, während im Sommer dazu 6 Wochen genügen (zitiert und ergänzt aus *Weisungen für den aargauischen Forstdienst*, Abteilung Forstwirtschaft, Aarau 1984).

Bei günstigen Bedingungen können die Stammeltern nach einem Regenerationsfraß von einigen Wochen noch eine zweite Brut beginnen, die aber meist kaum einen Drittel der Stärke der ersten Brut erreicht.

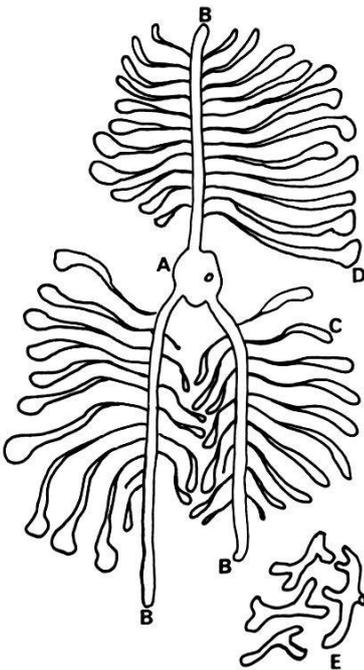


Fig. 1
Schematische Darstellung
eines Buchdrucker-Fraßbildes

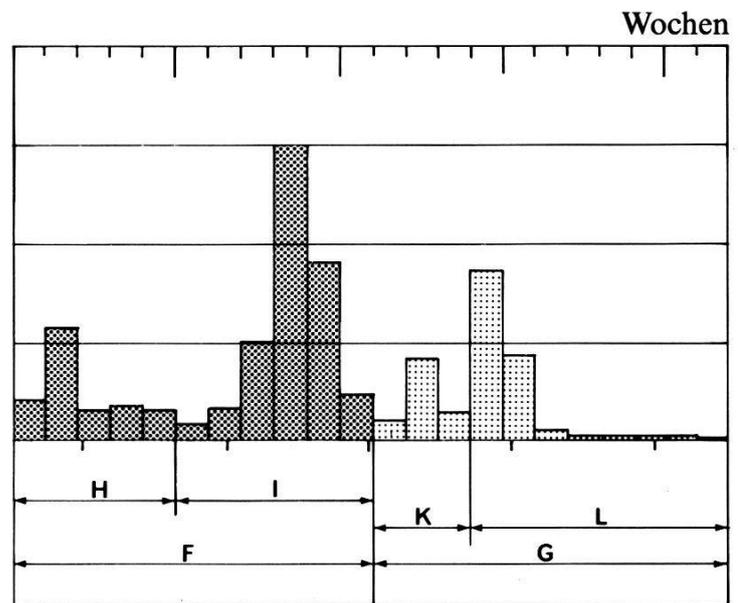
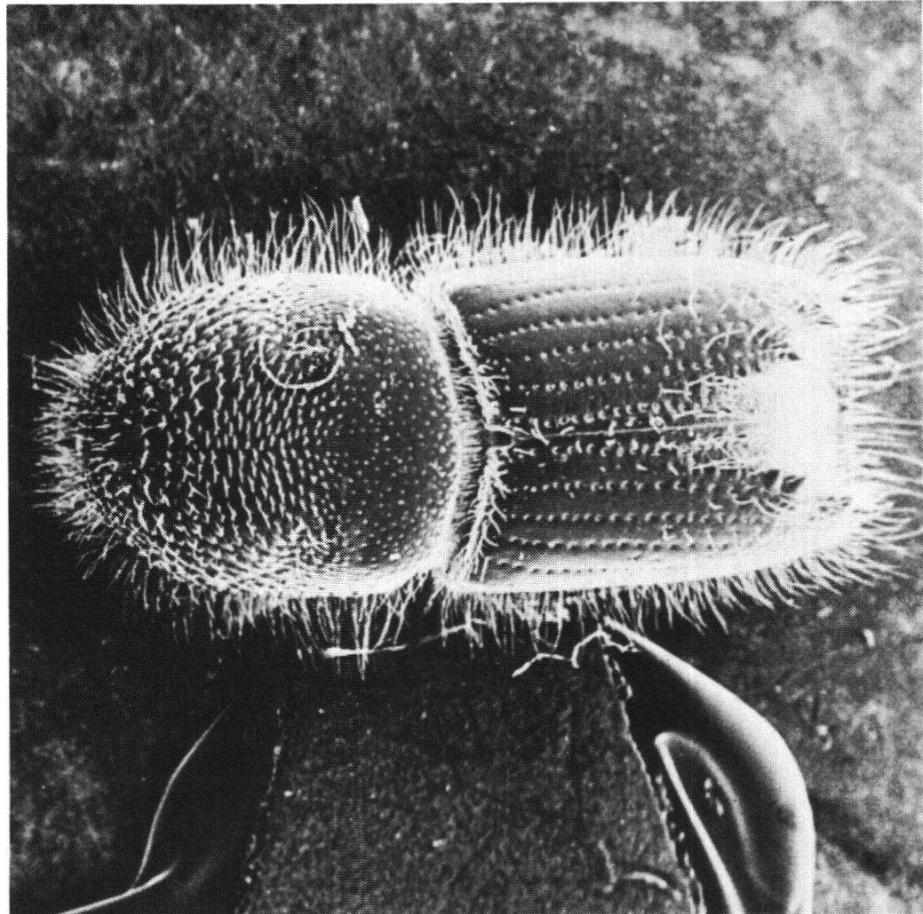
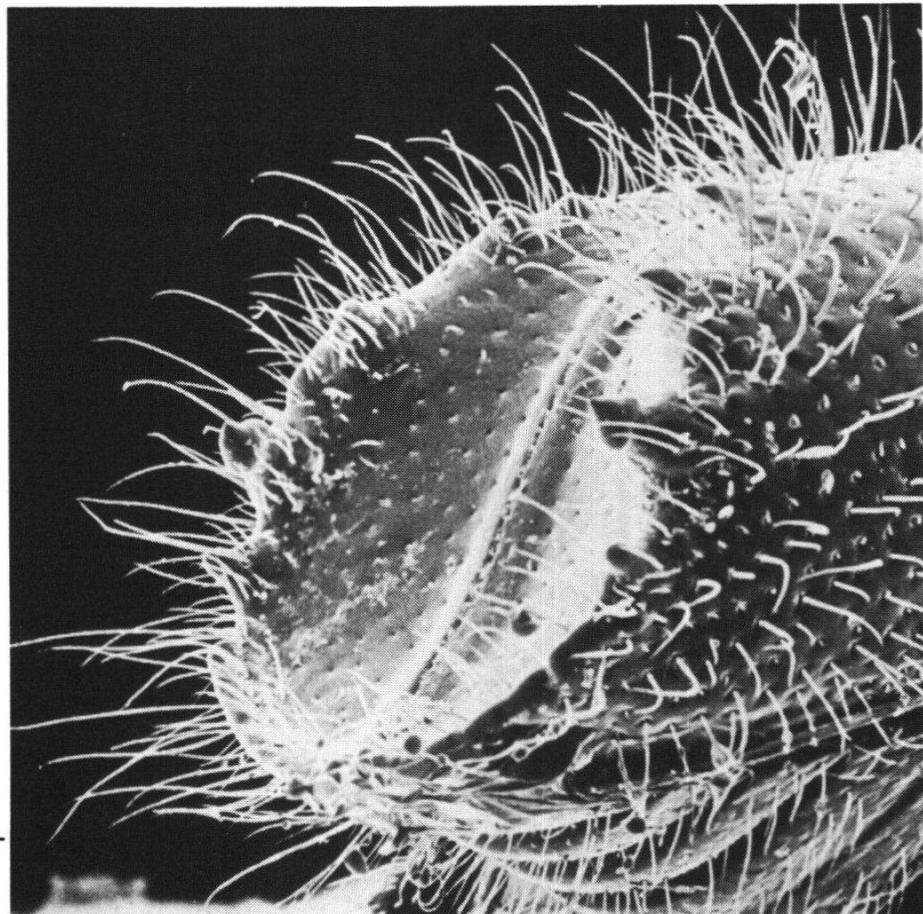


Fig. 2 Fangenerträge der Gemeinde W.

Populationsentwicklung: Figur 2 zeigt die Fallenerträge im Jahresverlauf. Dabei stellt der Block F die erste und der Block G die zweite Generation dar (aus Platzgründen kann hier nicht auf Geschwisterbruten eingegangen werden). Die im Block H gefangenen Käfer haben als adulte Käfer überwintert, diejenigen aus Block I dagegen als Larven. Die im Bereich K gefangenen Tiere stammen von Eltern, die gleichzeitig mit den bei H gefangenen geschwärmt sind, die aber unsere Fallen verpaßt haben, und die bei L eingesammelten Exemplare stammen vermutlich von Eltern, die mit den Tieren von Block I geschwärmt sind. Die unterschiedliche Entwicklungsdauer im Frühjahr und im Sommer ist klar zu verfolgen. Eine leichte Verschiebung der Maxima durch Temperatur- und Witterungseinflüsse ist möglich, wurde hier aber bewußt nicht berücksichtigt (vgl. 3.4.1).



Buchdrucker im REM,
Aufnahme von
Dr. MAKSYMOV

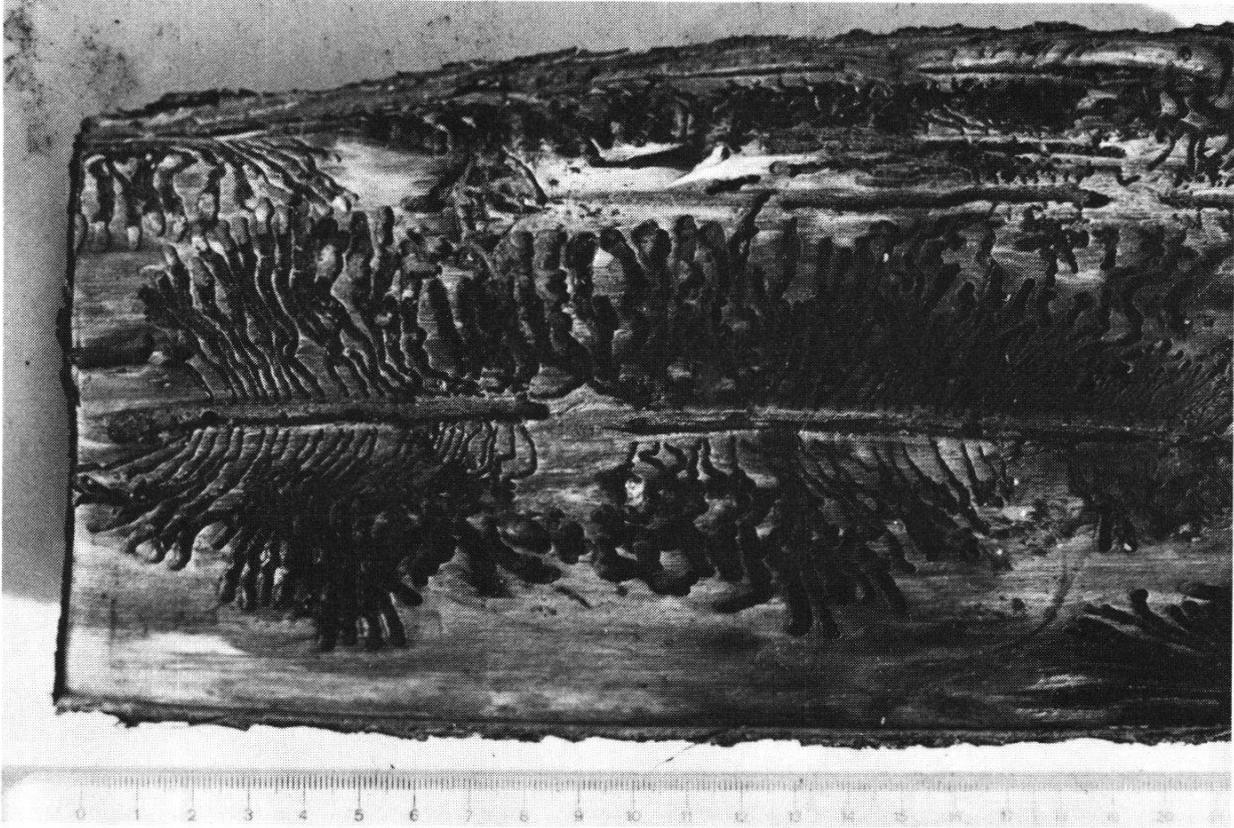


Der «Absturz», ein
wichtiges Bestimmungs-
merkmal, Aufnahme
von Dr. MAKSYMOV

2.1.3. Fraßbilder und -schäden

Da jedes Brutsystem auf einer gut handgroßen Fläche die Leitungsbahnen des Wirtes unterbricht, genügen schon wenige voll ausgebildete Systeme, ringsherum um den Umfang verteilt, um den Baum vollständig zu «ringeln» und damit zum

Fraßbild Buchdrucker



Fraßbild Kupferstecher



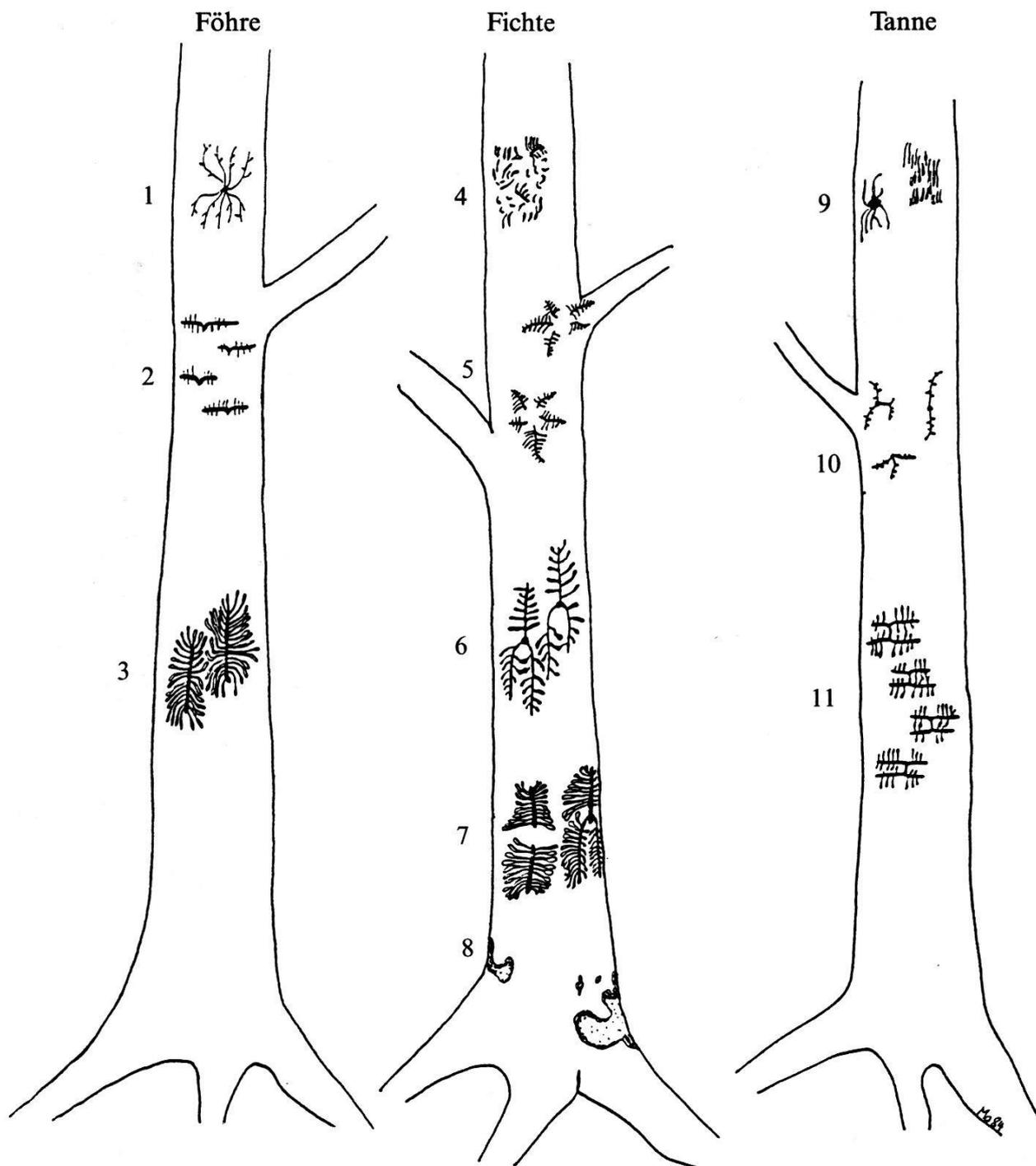


Fig. 3 Verschiedene Fraßbilder von Borkenkäfern

- | | |
|--|---|
| 1 Sechszähliger Föhrenborkenkäfer
(<i>Ips acuminatus</i>) | 7 Buchdrucker
(<i>Ips typographus</i>) |
| 2 Kleiner Waldgärtner
(<i>Blastophagus minor</i>) | 8 Riesenbastkäfer
(<i>Dendroctonus micans</i>) |
| 3 Großer Waldgärtner
(<i>Blastophagus piniperda</i>) | 9 Kleiner Tannenborkenkäfer
(<i>Cryphalus piceae</i>) |
| 4 Doppeläugiger Fichtenbastkäfer
(<i>Polygraphus poligraphus</i>) | 10 Tannenborkenkäfer
(<i>Pityokteines spinidens</i>) |
| 5 Kupferstecher
(<i>Pitogenes chalcographus</i>) | 11 Krummzähliger Tannenborkenkäfer
(<i>Pityokteines curvidens</i>) |
| 6 Arvenborkenkäfer
(<i>Ips amitinus</i>) | |
- Abgeändert und umgezeichnet nach
MAKSYMOW 1984 von H. MOOR

Absterben zu bringen (Abb. 1). Zu den ersten, äußerlich bemerkbaren Symptomen für Borkenkäferbefall gehört das Auftreten von Bohrmehlhäufchen (Abb. 2). Die Fraßbilder sind wichtige Bestimmungshilfen; eine Auswahl zeigt Fig. 3.

2.2. Maßnahmen

Auf die bedrohliche Entwicklung der Borkenkäfer im Herbst 1983 hat die Abteilung Forstwirtschaft des Kantons Aargau rasch und konsequent reagiert. In Kursen wurden zuerst die Kreisoberförster, dann sämtliche Angehörige des Forstdienstes über Wesen und Bedeutung der wichtigsten Borkenkäfer orientiert. Gleichzeitig wurden auch alte und neue Methoden zu deren Bekämpfung in Theorie und Praxis vorgestellt und der Informationsfluß überprüft und verbessert.

2.2.1. Befallsmeldungen

Die in früheren Jahren üblichen Schadholtzmeldungen genügten jetzt nicht mehr, um genügend Informationen mit der gebotenen Eile zu übermitteln. Daher wurde auf Frühjahr 1984 ein spezielles Meldeformular entworfen, welches nach den Erfahrungen von 1984 für 1985 noch leicht erweitert und verbessert wurde, ohne daß die Vergleichbarkeit mit den vorjährigen Daten verloren ging.

Eine besondere Schwierigkeit stellten die genauen Positionsangaben der Schäden dar; die Förster verwendeten z. T. Flurnamen, die wohl in ihren Gemeindegarten, nicht aber in der offiziellen Landeskarte im Maßstab 1 : 25 000 vorkommen; auch dieses Problem konnte gelöst werden.

Der Meldeweg wurde bewußt über die Kreisforstämter gewählt, um so die sofortige Information der vorgesetzten Stellen und zugleich eine erste Überprüfung der Daten sicherzustellen.

Die Auswertung erfolgte kontinuierlich durch Codierung und Eingabe aller Daten in einen Epson QX-10-Personalcomputer. Die von K. KLINGELFUSS, Küttigen, speziell zu diesem Zweck angefertigten Programme ermöglichen nach Bedarf das Sortieren, das statistische und kartographische Auswerten und sind benutzerfreundlich und von großer Zuverlässigkeit.

2.2.2. Fangbaummethode

Diese Methode der Borkenkäferbekämpfung ist rund zweihundert Jahre alt (GMELIN 1787) und wird heute noch mit Erfolg angewendet. Man fällt zu diesem Zweck einzelne Bäume und läßt sie – in Rinde – im oder vor dem zu schützenden Bestand liegen. Nach 3–5 Wochen ist ihre Zersetzung in ein Stadium getreten, in dem ihre Däfte Borkenkäfern Fraß- und Einbohrgelegenheit signalisieren; der Harzdruck genügt nicht mehr zur Abwehr, der Baum ist «fängisch» geworden. Ein Massenbefall tritt in der Regel bald auf. Im Gegensatz zu stehenden Bäumen kann nun das Forstpersonal den liegenden Fangbaum (Abb. 3) leicht kontrollieren, ihn im richtigen Augenblick entrinden und die Rinde samt der Brut verbrennen, so daß das Holz keinen Schaden nimmt und normal verkauft werden kann.

2.2.3. Fallen und Lockstoff

Im ganzen Kanton Aargau standen im Frühjahr 1984 rund 3100 Fallen im Einsatz, davon waren rund 2800 weiße Flugbarrierenfallen (*Theysohn*) mit Schublade, in der vorliegenden Arbeit *Schlitzfallen* genannt (Abb.). Daneben wurden rund 290 Segment-Landefallen (*Theysohn*) benutzt, die in der Arbeit als *Rohrfallen* bezeichnet werden (Abb.). 1985 wurden dann ein Viertel der vorhandenen weißen Schlitzfallen je Forstbetrieb aufgrund neuer Weisungen (MOOR, 1984: Kreisschreiben für den Forstdienst) dunkel gespritzt und gegen 250 dunkle Fallen neu dazugekauft; vereinzelt als Ersatz für mutwillig zerstörte weiße Fallen.

Als Pheromon (Lockstoff) fand im ganzen Kanton gegen den Buchdrucker nur das handelsübliche «Pheroprax» der Firma *Celamerk* Verwendung, wenn man von einzelnen Sonderexperimenten absieht. Für Versuche gegen andere Käfer wurden «Linoprax» und ganz vereinzelt ein «Chalcogran»-Vorläufer eingesetzt, beides ebenfalls Produkte der *Celamerk* und uns durch den Generalimporteur, die Firma *Siegfried* in Zofingen, vermittelt.

Links Schlitzfalle, rechts Glasfalle





Rohrfalle

2.2.4. Fallenkontrollblätter

Nachdem schon 1983 in vereinzelt Forstbetrieben Pheromonfallen zum Einsatz gelangt und individuell ausgewertet worden waren, galt es für 1984, Einsatz und Auswertung der Fallen kantonsweit zu koordinieren. Das erste dazu verwendete Formular war bei meiner Arbeitsaufnahme schon verteilt; es stützte sich weitgehend auf ähnliche Unterlagen der eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen. Im Laufe des Jahres zeigte sich aber, daß Interpretationsunterschiede aufgetreten waren bezüglich der Abstände der Fallenleerungen. Ein Teil der Bogen von 1984 konnte deshalb nur zur Summenbildung, nicht aber für die Verlaufskontrolle verwendet werden. Deshalb wurde dieses Formular anschließend neu gestaltet und in Größe A4 auf Halbkarton gedruckt. So ließ es sich gut im Freien ausfüllen und auch gut von allen Interessierten kopieren. Für ergänzende Untersuchungen mußten dann auf dem 2. Formular des Jahres 1985 noch Angaben über Fallenfarbe und Helligkeit der Fallenstandorte eingetragen werden.

Alle ausgefüllten Fallenkontrollblätter wurden von den Kreisforstämtern eingesammelt, kopiert und je ein Satz an mich weitergeleitet. Nachdem die Wochensummen addiert, bzw. stichprobenweise kontrolliert waren, wurden auch diese Daten in den Computer eingegeben, der dann Summentabellen pro Forstkreis und Balkendiagramme für jede Gemeinde ausdrückte. Im Einsatz waren ein Kleincomputer Epson HX-20, ab 1985 wegen der großen Datenmengen und weiterer Aufgaben ein Personalcomputer QX-10 mit grafikfähigem Nadeldrucker Epson FX-80. Die Programme für die Statistik erstellte K. KLINGELFUSS, Küttigen.

Durch den longitudinalen Vergleich der Resultate des ersten Flugs mit denjenigen des zweiten Flugs in der gleichen Falle am gleichen Standort, hoffte man, ein taugliches Kriterium für die Beurteilung der Fallen-Wirksamkeit zu finden, da Vorversuche gezeigt hatten, wie empfindlich die Fallenerträge auf Standortveränderungen reagierten.

Auch Farbe und Standortfaktoren der Fallen wurden ausgewertet.

3. Resultate

3.1. Quantitative Auswertung der Befallsmeldungen

Prozentuale Verteilung des Befalls der 3 Käferarten nach Umfang der Schäden

Befallene Bäume pro Meldung:	1	2–5	> 5	N
Käferart:	%	%	%	
<i>I. typographus</i>	12	42	46	395
<i>P. chalcographus</i>	3	20	77	357
<i>P. curvidens</i>	16	51	33	332
N = Anzahl der Befallsmeldungen der betreffenden Käferart; sie beziehen sich auf rund $5,5 \times$ so viele Stämme (vgl. Tab. unten).				

Obige Tabelle zeigt die prozentuale Verteilung der Schäden auf Einzelbäume und Baumgruppen. In der Tabelle unten wurde versucht, die Anzahl der Stämme aus den Angaben der Tabelle oben und den Fragebogen näherungsweise zu berechnen. Sie besagt, daß die N-Werte (= Anzahl der Herde) der nachfolgend dargestellten Tabellen sich auf die gut fünffache Anzahl Stämme beziehen.

Näherungsrechnung bei drei Käferarten über die absolute Verteilung des Umfangs der Schäden

Befallene Bäume pro Meldung:	1	2–5	> 5	Summe gerundet
Käferart:				
<i>I. typographus</i>	49	164	182	395 Meldungen
Näherung ergibt	49	575	1450	2074 Stämme
<i>P. chalcographus</i>	8	70	276	357 Meldungen
Näherung ergibt	8	250	2200	2458 Stämme
<i>P. curvidens</i>	52	172	108	332 Meldungen
Näherung ergibt	52	600	864	1516 Stämme
				Total 1084 Meldungen 6048 Stämme

3.1.1. Befall und Alterklassen der Bäume

Prozentuale Verteilung des Befalls der 3 Käferarten nach Altersklassen der Bäume

Altersklassen: Jahre	0–10	11–20	21–40	41–60	61–80	> 80	N
Käferart: <i>I. typographus</i>	% 0	% 0	% 1	% 10	% 27	% 62	395
<i>P. chalcographus</i>	5	48	17	9	16	15	357
<i>P. curvidens</i>	0	1	2	4	31	62	332
N = Anzahl Meldungen							

Während Buchdrucker und Krummzahniger Tannenborkenkäfer eindeutig ältere Bäume bevorzugen (je zu 62 % in über 80jährigen Beständen), finden sich beim Kupferstecher zwei Gipfel der Kurve: ein größerer bei 11–20jährigen Bäumen, ein kleiner bei über 80jährigen Bäumen, bei denen er bekanntlich die Wipfel befällt (vgl. Abb. 6).

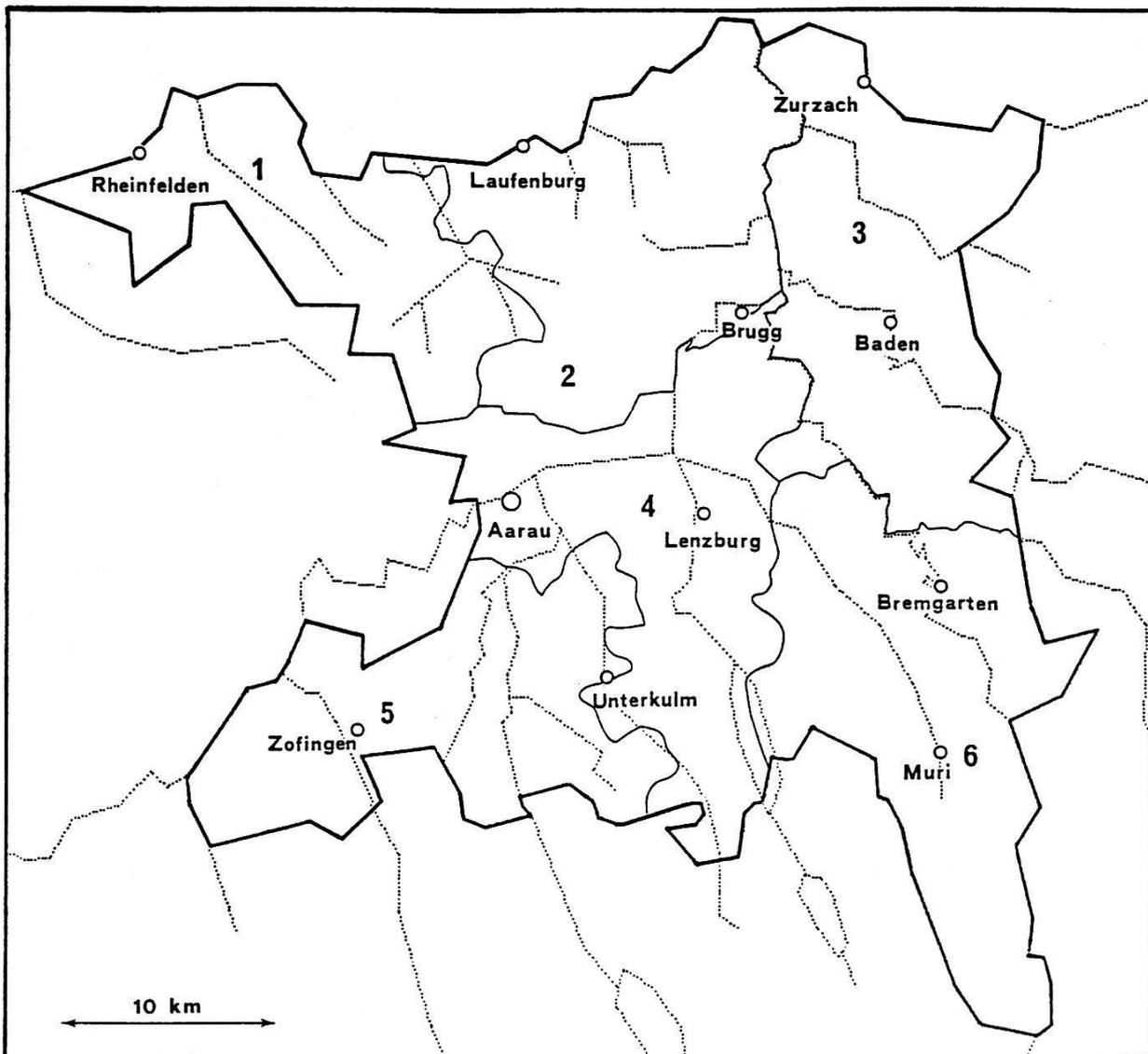
3.1.2. Befall und Waldschadenstufen

Prozentuale Verteilung des Befalls der drei Käferarten nach Waldschadenstufen

Schadenstufe:	keine	leicht	mittel	stark	ohne Angaben	N
Käferart: <i>I. typographus</i>	% 3	% 35	% 33	% 17	% 12	395
<i>P. chalcographus</i>	6	39	20	10	25	357
<i>P. curvidens</i>	2	11	33	42	12	332
N = Anzahl Meldungen						

$\frac{2}{3}$ der Buchdrucker finden sich auf leicht bis mittel geschädigten Fichten; der Kupferstecher hat sein Optimum auf nur leicht geschädigten Fichten und der Krummzahnige Tannenborkenkäfer kommt zu $\frac{3}{4}$ auf mittel- bis stark geschädigten Bäumen vor. Das ermöglicht es, sein Vorkommen als zoologischen Bioindikator für Gebiete mit erheblich geschädigten Wäldern zu verwenden, vorausgesetzt, daß ein genügender Anteil an Tannen vorhanden ist.

3.2. Geographische Verteilung des Befalls

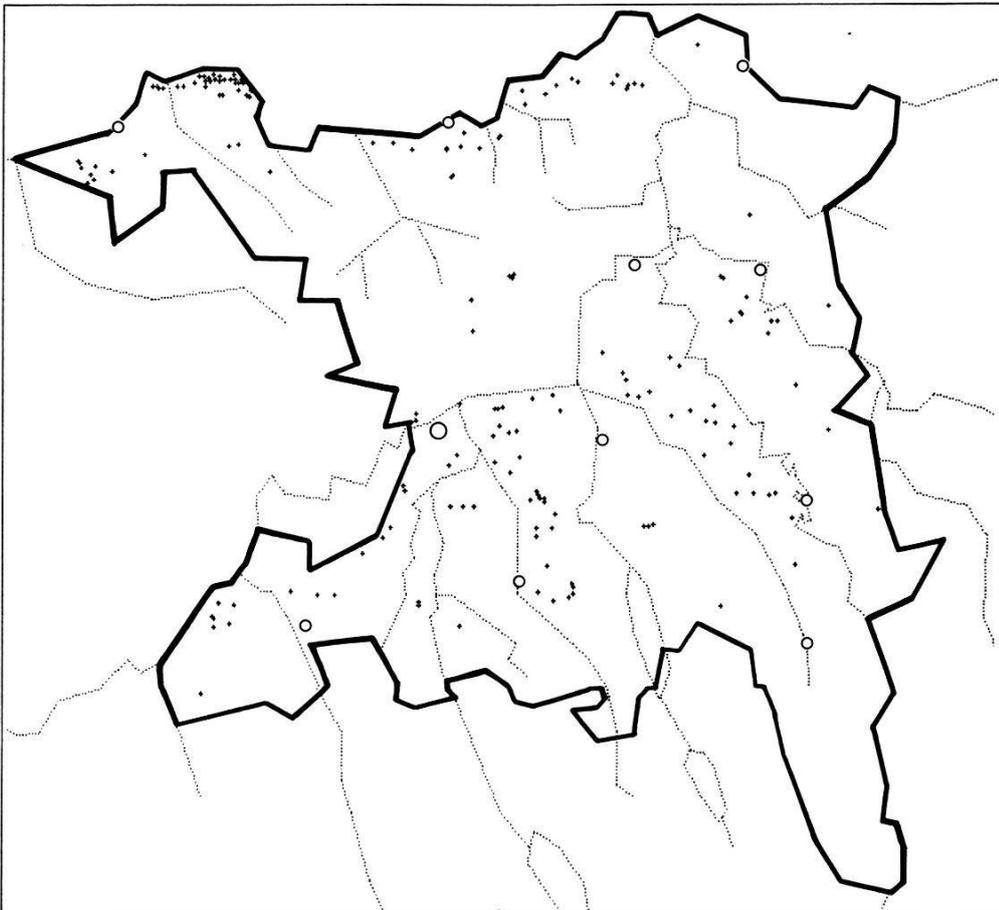


○ Bezirkshauptorte, Flüsse und Seen Kanton Aargau mit Forstkreiseinteilung

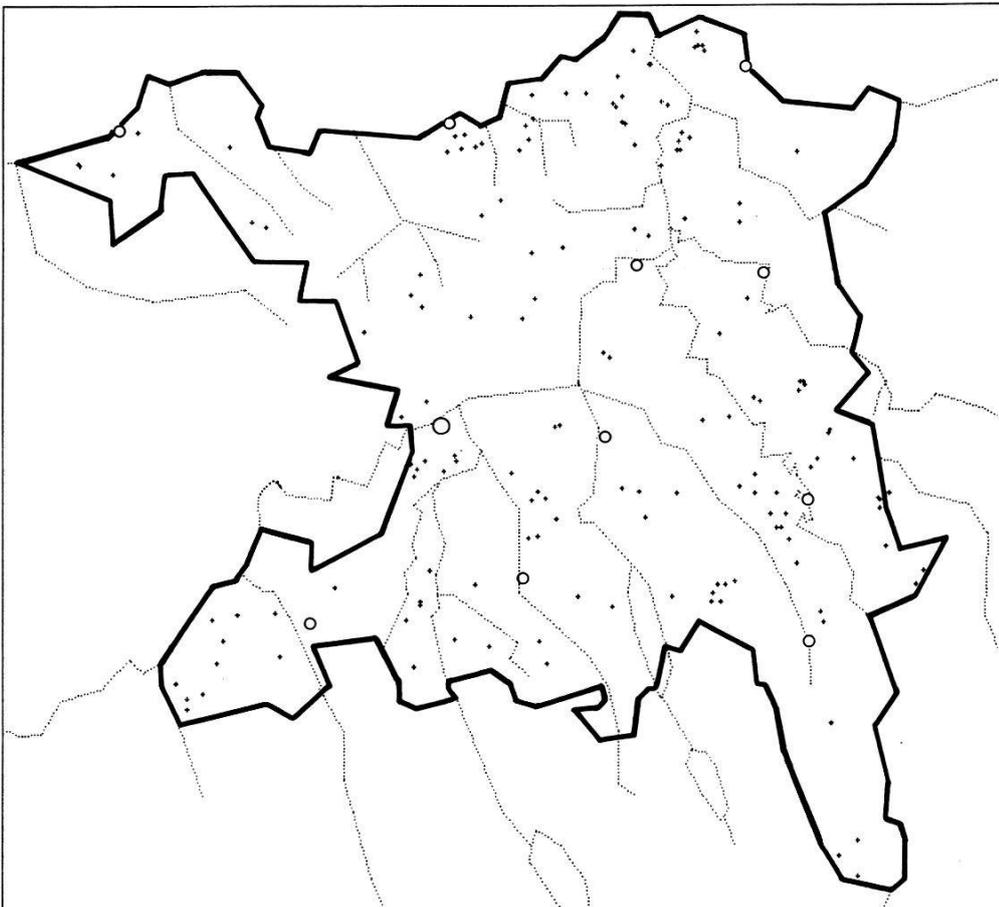
Der Buchdrucker tritt mit regelmäßiger Verbreitung überall auf, wo Fichten im Aargau existieren (Karte K/4). Eine relative Häufung des Befalls ist in den tiefsten Lagen dem Rhein entlang anzutreffen. 1985 ist eine deutliche Reduktion im ganzen Kantonsgebiet festzustellen (Karte K/2, K/3).

Der Kupferstecher fiel 1983 und 1984 vor allem im unteren Aaretal und im Rheintal mit größeren Befallsflächen auf (Karte K/5, K/6). 1985 dagegen ist ein namhafter Rückgang zu verzeichnen (Karte K/7).

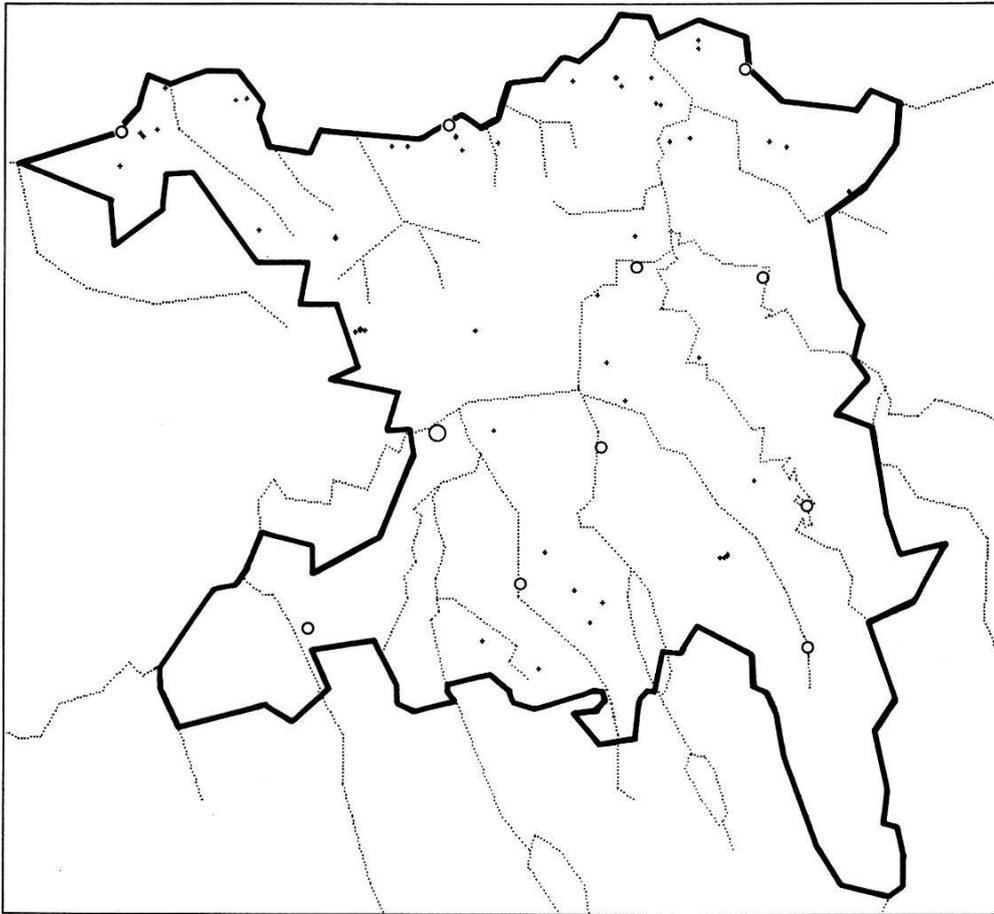
Der Krummzählige Weißtannenborkenkäfer besiedelt vor allem den Raum zwischen Jurakamm und Rhein; deutlich stärker im westlichen als im östlichen Teil. Ein zweiter Schwerpunkt kann im südwestlichen Teil des Aargaus, dem sogenannten «Berner Aargau» beobachtet werden (Karte K/12). Bei dieser Käferart ist nur ein schwacher Rückgang zu verzeichnen bis 1985 (Karte K/11).



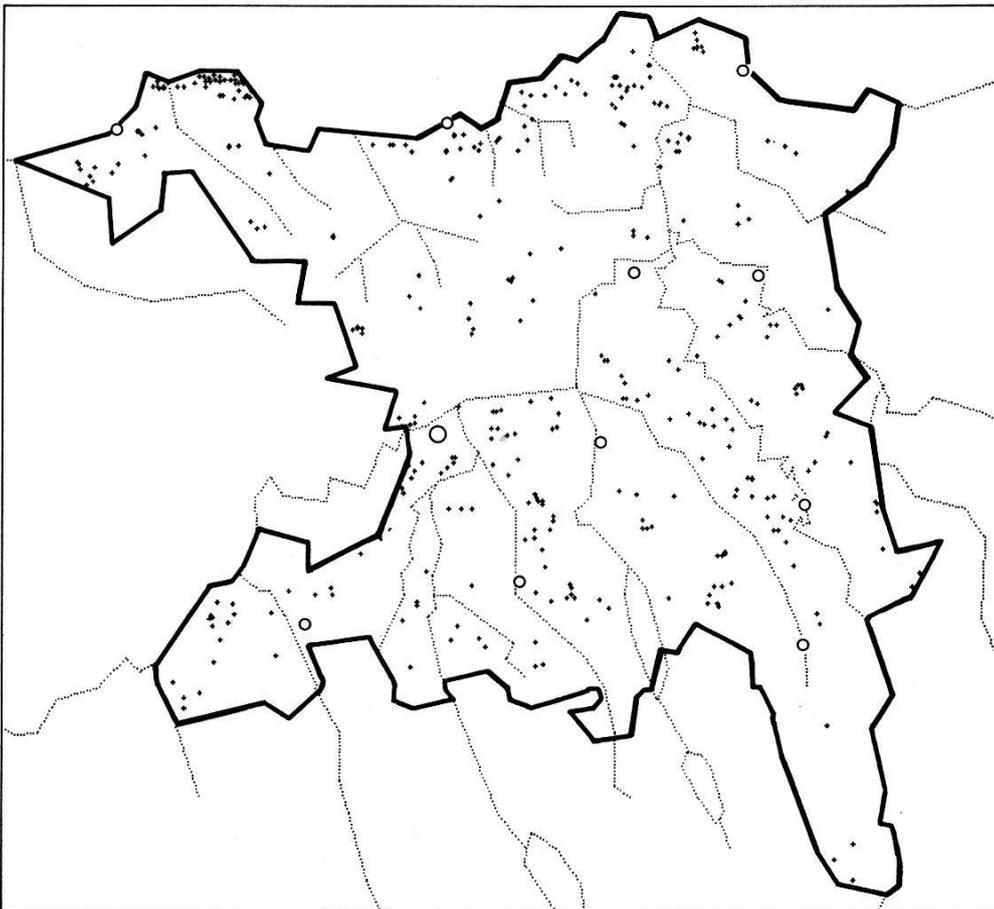
K/1: Buchdrucker, 1983



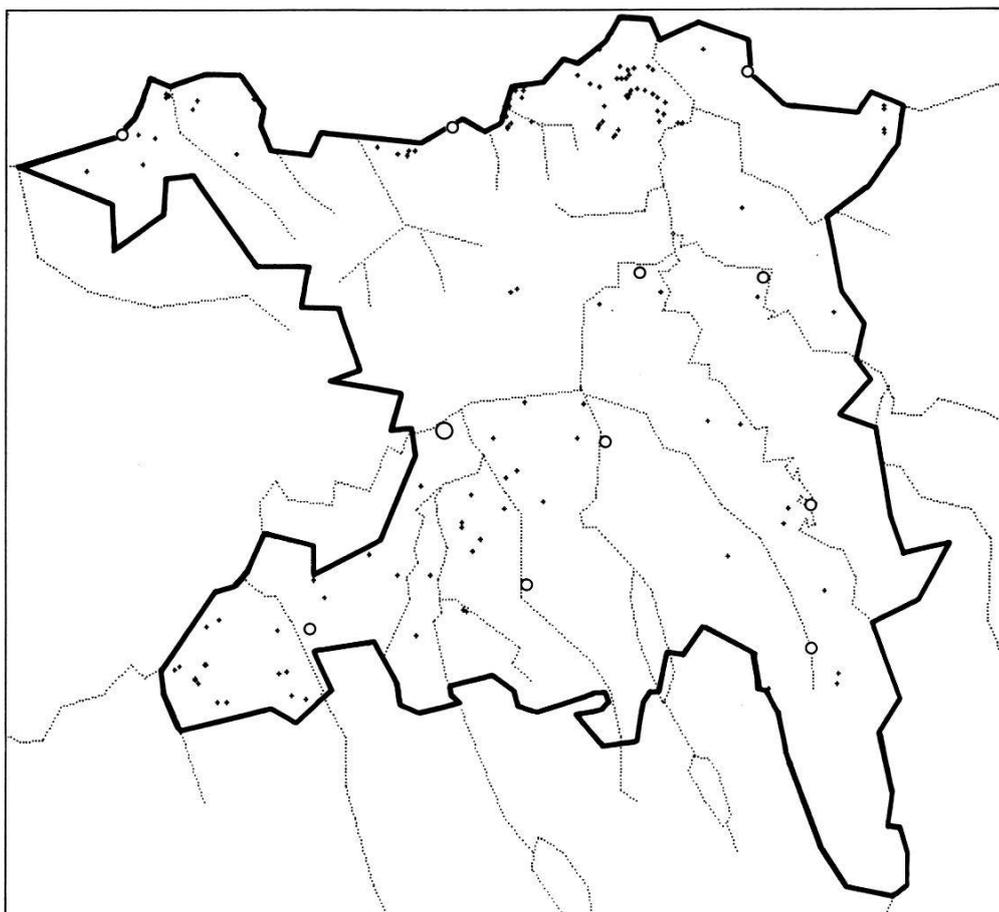
K/2: Buchdrucker, 1984



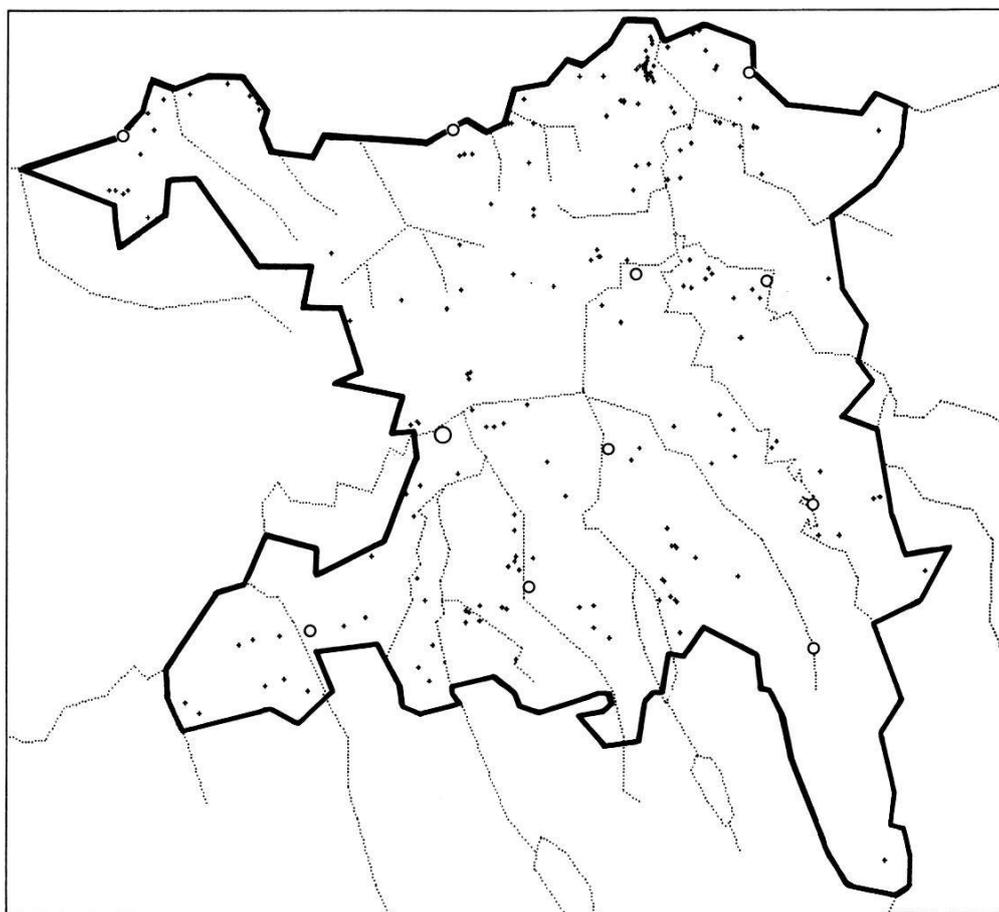
K/3: Buchdrucker, 1985



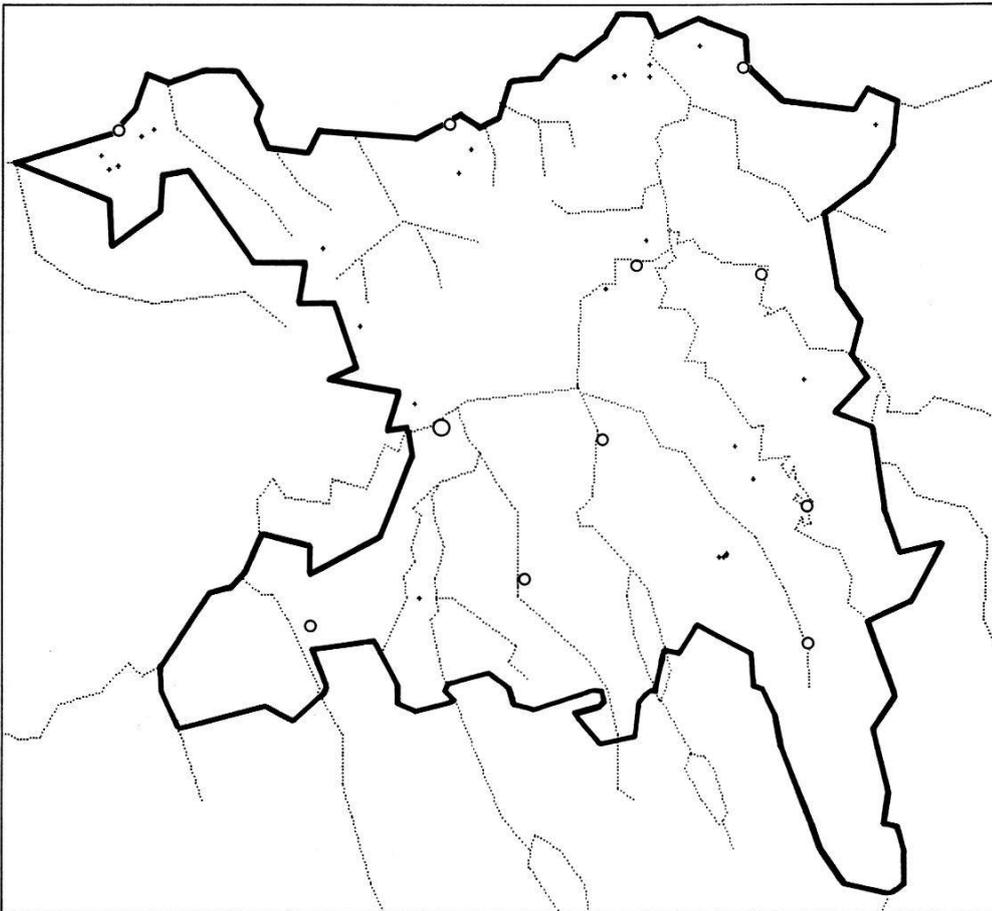
K/4: Buchdrucker, 1983, 1984 und 1985



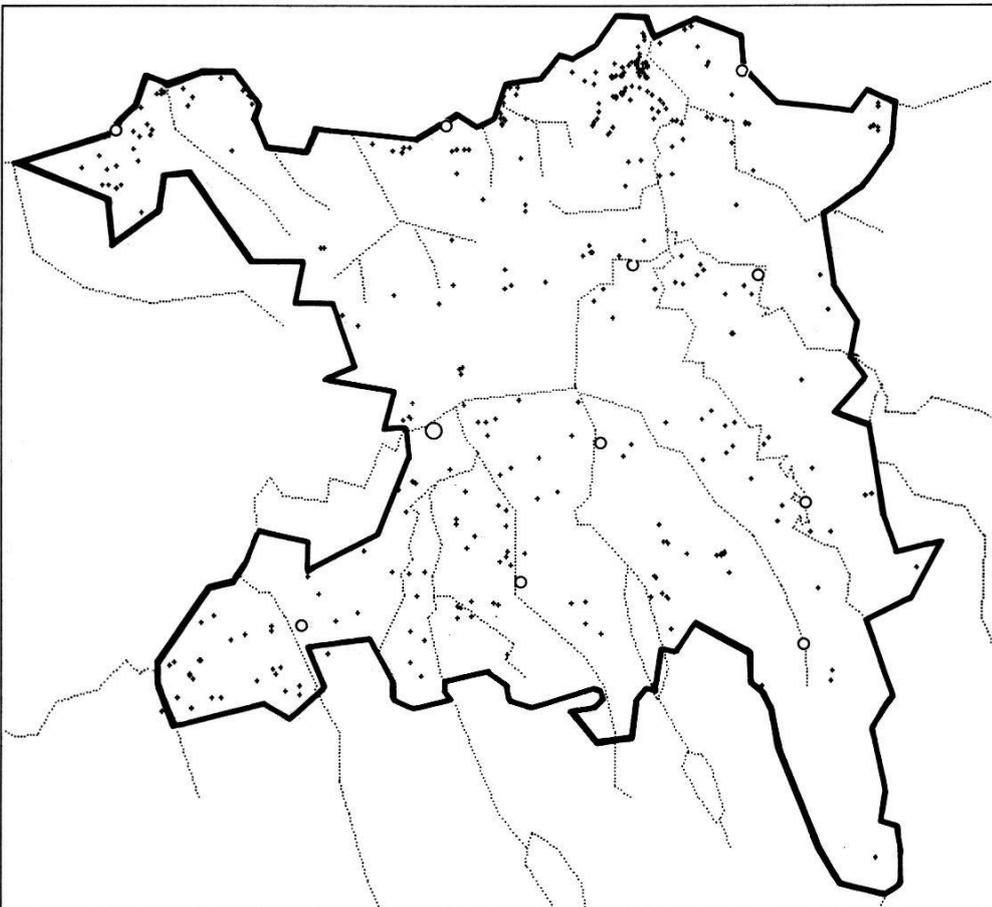
K/5: Kupferstecher,
1983



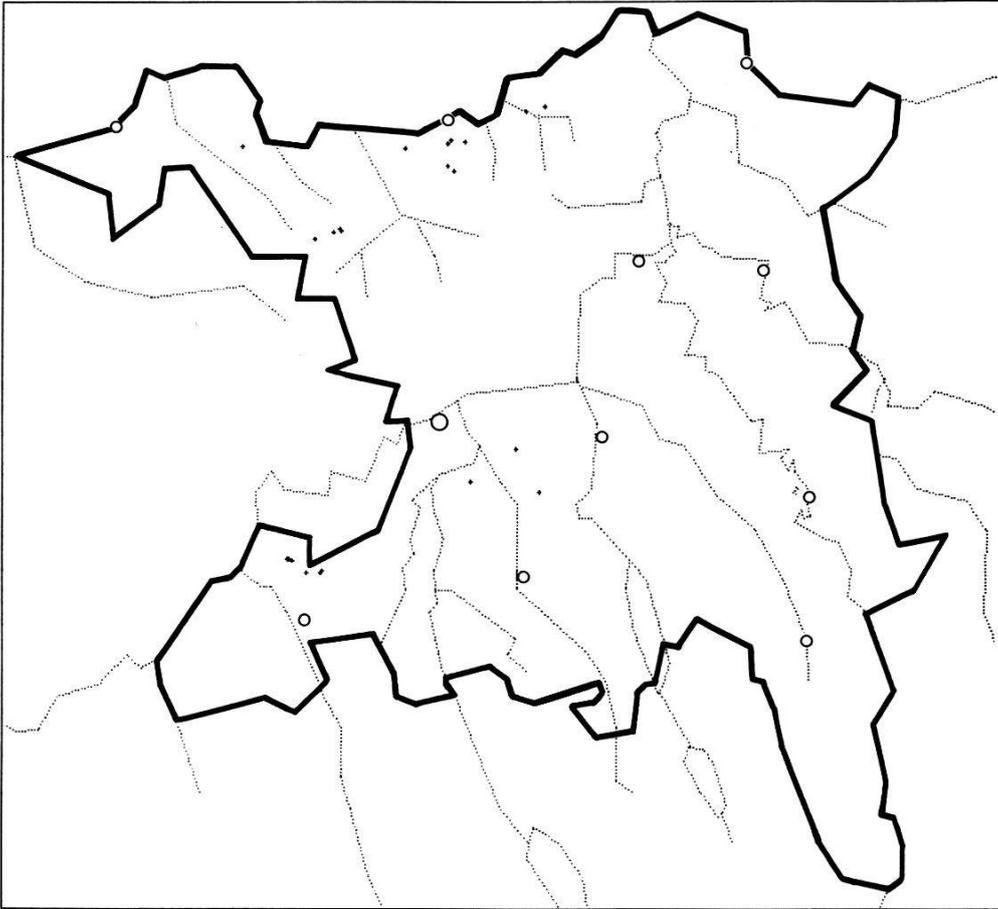
K/6: Kupferstecher,
1984



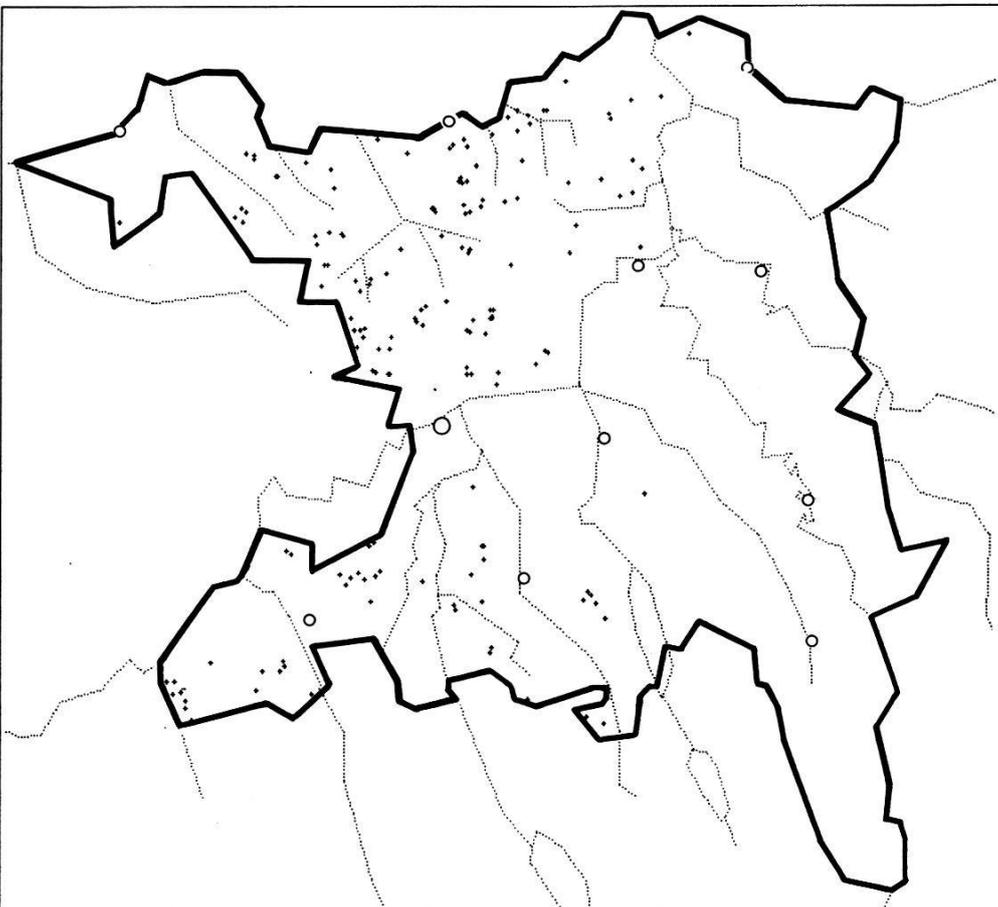
K/7: Kupferstecher, 1985



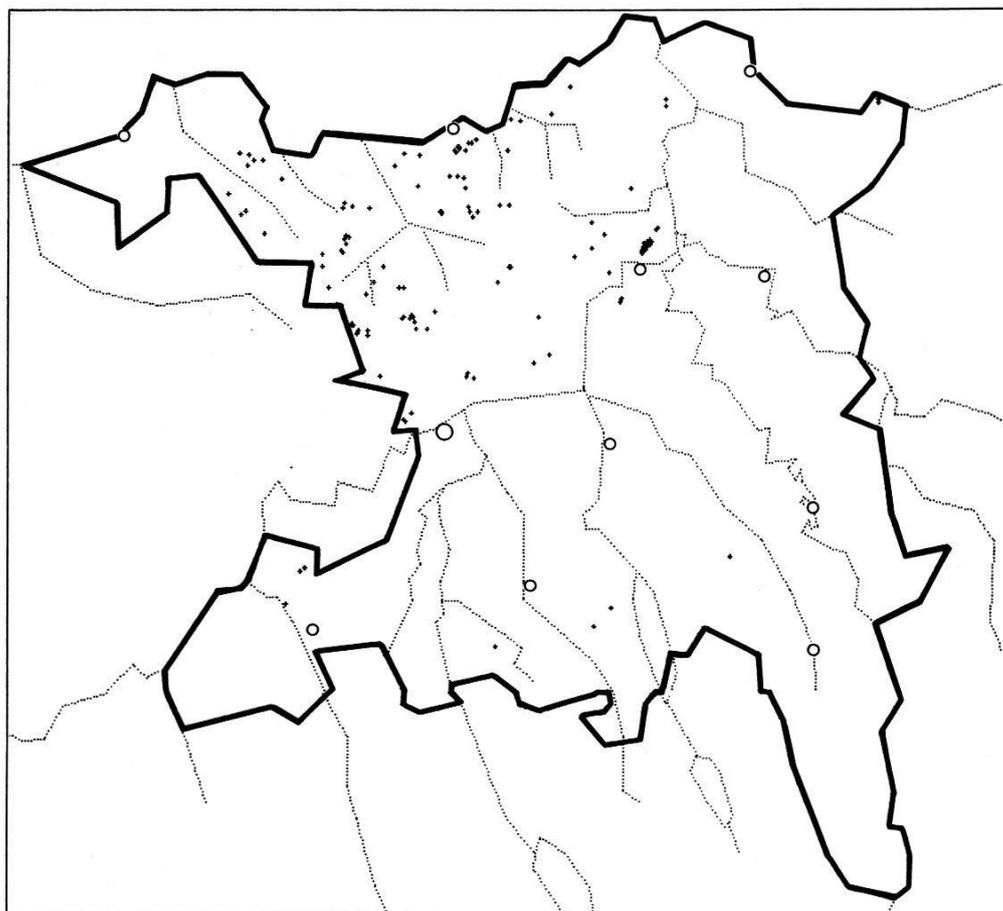
K/8: Kupferstecher, 1983, 1984 und 1985



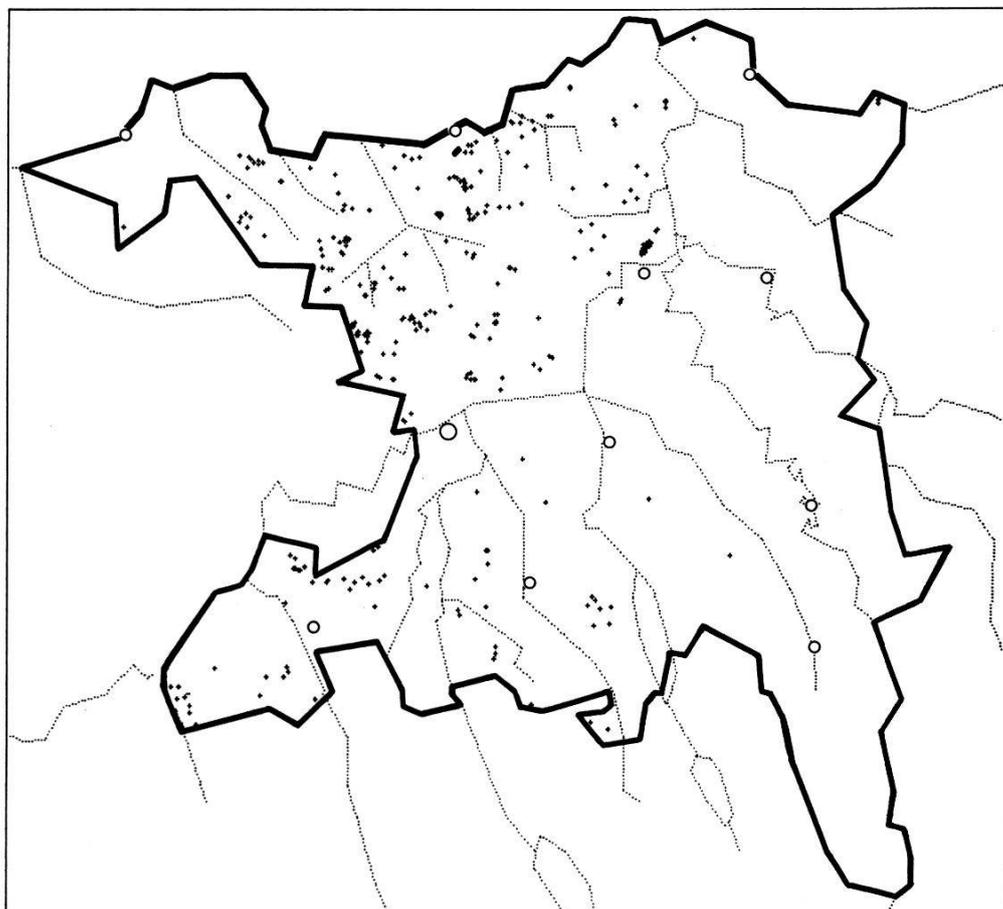
K/9: Krz. Tannenbor-
kenkäfer, 1983



K/10: Krz. Tannenbor-
kenkäfer, 1984



K/11: Krz. Tannenborkenkäfer, 1985



K/12: Krz. Tannenborkenkäfer, 1983, 1984 und 1985

3.3. Fangbäume

Die gegen 300 Fangbäume des Jahres 1984 und die rund 250 Fangbäume, die 1985 bereitgestellt wurden, haben die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt. Die Fangleistung nahm deutlich zu, wenn zusätzlich der Fangbaum mit Pheroprax geködert wurde. Vergiftete Fangbäume, wie sie versuchsweise (SAUERWEIN, 1981) vereinzelt ausprobiert wurden, hatten unterschiedliche Resultate zu verzeichnen; hier spielten Regen und Wind wichtige, aber zum Teil nicht vorhersagbare Rollen. Diese Methode sollte aber schon aus Gründen der Umweltbelastung als Notmaßnahme für unzugängliche Gebirgswälder vorbehalten bleiben. Eine bedauerliche Ausnahme in der sonst zuverlässigen Wirksamkeit der Fangbäume war im untern Fricktal zu beobachten; hier flogen die krummzahnigen Tannenborkenkäfer direkt in stark immissionsgeschädigte stehende Bestände, ohne sich um die bereitgelegten Fangbäume zu kümmern.

3.4. Resultate der Fallenkontrollen

3.4.1. Quantitative Auswertung

Die normale Fangperiode dauerte 1984 und 1985 22 Wochen. Bei günstigen Bedingungen (KLIMETZEK und VITÉ, 1978) ergab sich ein Kurvenverlauf, wie ihn etwa Wölflinswil 1984 zu verzeichnen hatte (Fig. 4): Die Summe der gefangenen Käfer der ersten Generation beträgt ein Mehrfaches der Summe der zweiten Generation (Fig. 2). Diesen erfreulichen Befund wiesen weitaus die meisten Gemeinden vor, daher ist auch die Bilanz der Summen aller untersuchten Gemeinden ähnlich gestaltet (Fig. 5).

3.4.2. Weitere Untersuchungen

Zu folgenden Untersuchungen können im jetzigen Zeitpunkt schon Resultate bekanntgegeben werden:

- Einfluß der Fallenfarbe auf das Fangergebnis
- Einfluß der Besonnung der Fallen auf das Fangergebnis

Da beiden Erhebungen große praktische Bedeutung zukommt, seien ihre Resultate an dieser Stelle beigefügt.

Bei beiden Untersuchungen werden zuerst die ausgewerteten Gemeinden aufgeführt, dann folgen die Ergebnisse in grafischer Darstellung, wobei die Resultate zusätzlich dem sogenannten Fisher-Test unterworfen wurden (KREYSZIG, 1982). Diese Methode gestattet die Aussage, daß allfällige Unterschiede der Werte mit 95 % Sicherheit als echt, nicht bloß zufällig, verschieden bezeichnet werden können, d.h. daß die Ungleichheit signifikant ist. Diese Prüfung wurde sowohl mit den Wochenresultaten (graphische Darstellung) als auch mit den Jahresmittelwerten durchgeführt. Vorgängig wurden die Befunde aus den einzelnen Forstkreisen 1–6 und die Summe der ausgewählten Gemeinden in Zusammenfassung dargestellt.

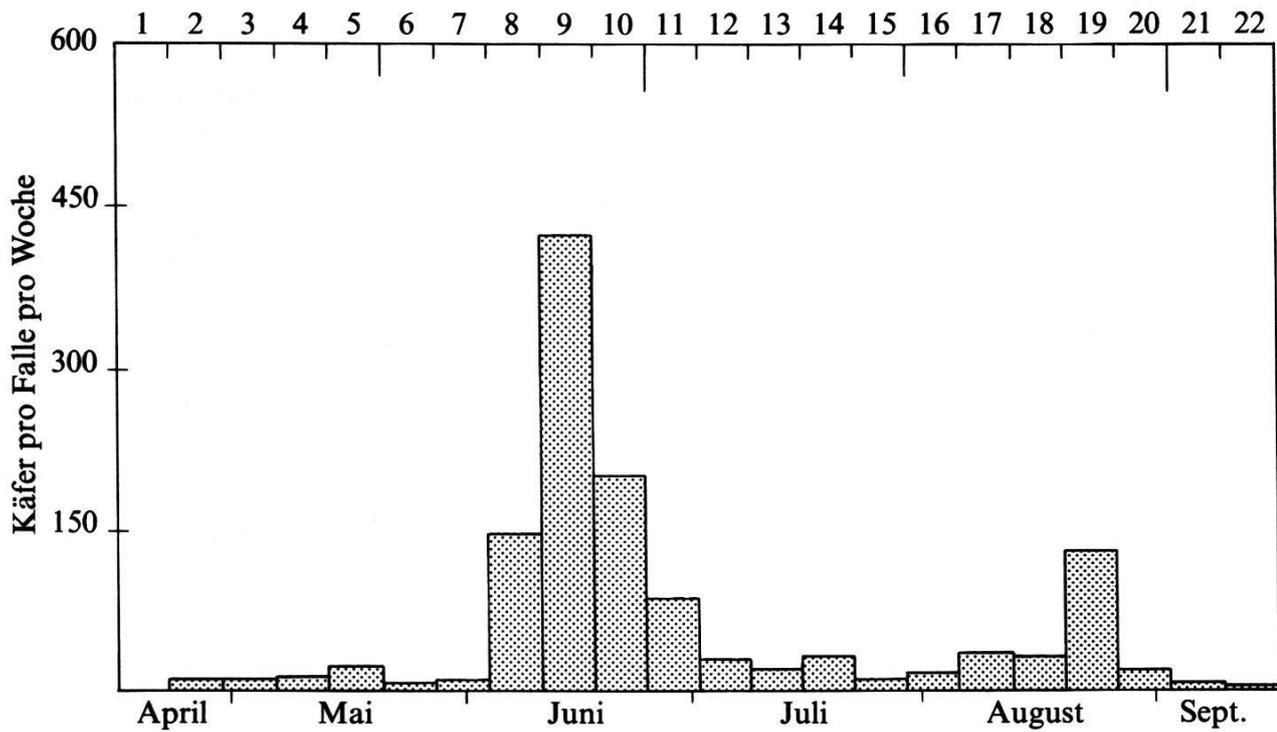


Fig. 4 Borkenkäfer-Fangergebnisse Forstkreis 1
 Resultate der Gemeinde Wölflinswil für die Zeit vom 16. 4. 1984 bis 16. 9. 1984

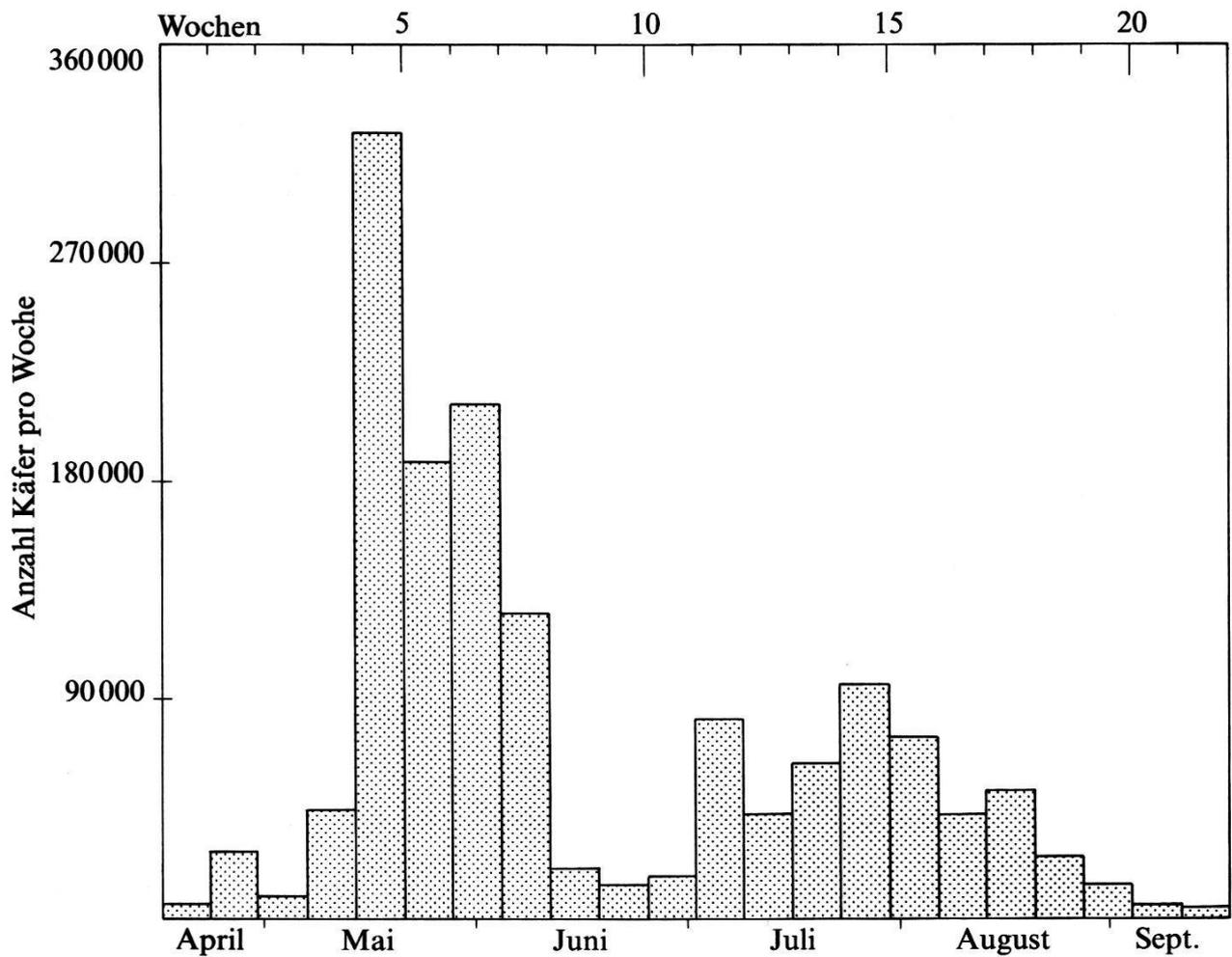


Fig. 5 Borkenkäfer-Fangergebnisse ganzer Kanton Aargau
 Resultate aller ausgewerteten Gemeinden für die Zeit vom 19. 4. bis 13. 9. 1985

3.4.2.1. Einfluß der Fallenfarbe

Vergleich Fallenfarben schwarz und weiß

Kanton Aargau insgesamt:

Der Zusammenzug aller 32 untersuchten Gemeinden aus allen 6 Forstkreisen zeigt sowohl bei schwarzen als auch bei weißen Fallen, daß die Fangzahlen der Maxima des ersten Fluges des Buchdruckers beim zweiten Flug auf einen Drittel jener Werte (des ersten Fluges) zurückgehen.

Im direkten Vergleich der Fangquoten von Fallen unterschiedlicher Farbe, wiederum mit dem Fisher-Test auf Signifikanz der Unterschiede geprüft, ergibt sich eine *klare Überlegenheit schwarzer Fallen* gegenüber weißen, sowohl beim ersten wie beim zweiten Flug, d. h. vom April bis in den August.

Die Jahresfangquoten pro Falle liegen bei schwarzen Fallen mehr als doppelt so hoch wie bei den weißen.

Forstkreis 1:

Der unterschiedliche Beginn des Falleneinsatzes im April führt dazu, daß erst ab zweiter Maiwoche eine sinnvolle Auswertung möglich wird. Mit Ausnahme der 3. Juniwoche (= 9. Woche der Untersuchungsperiode) sind während der ganzen Fangperiode immer die schwarzen Fallen signifikant überlegen.

Ferner fällt die Menge der beim zweiten Flug weggefangenen Käfer auf, möglicherweise eine Folge des mancherorts verspäteten Falleneinsatzes im Mai.

Farbtafeln

Abb. 1: Käferherd: Buchdrucker zerstörte Rinde, welche abblättert

Abb. 2: Buchdrucker-Bohrmehl

Abb. 3: Fangbaum

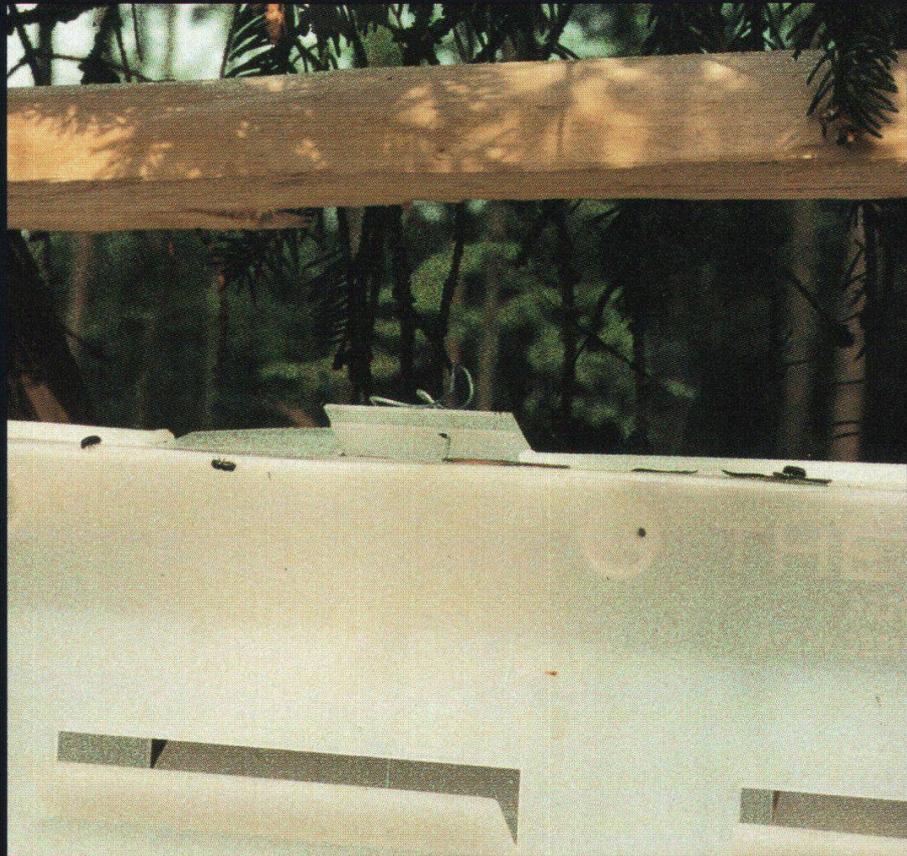
Abb. 4: Buchdrucker, die auf der Schlitzfalle «gelandet» sind



2



3



4



5



6



7



8

Forstkreis 2 und 3:

Von vereinzelt Ausnahmen abgesehen findet man auch hier deutliche und meist signifikante Überlegenheit schwarzer gegenüber weißer Fallen.

Forstkreis 4:

Im vierten Forstkreis treten die knappsten Unterschiede der Resultate aller 6 Forstklassen auf. Doch auch hier liegt die Überlegenheit klar bei den schwarzen Fallen. Wenngleich die Signifikanzgrenze nicht immer erreicht wird, ist doch die Tendenz deutlich sichtbar. Der Vergleich der Jahresfangquoten zeigt ebenfalls weniger extreme Werte als in den übrigen Forstkreisen. Während dort das Verhältnis der Fangquoten schwarz–weiß gut 2:1 beträgt, erreicht es im 4. Forstkreis nur 3:2.

Forstkreis 5:

Die schwarzen Fallen sind beim ersten Flug signifikant den weißen überlegen in der Fangleistung; beim zweiten Flug ist der Unterschied weniger groß, aber immer noch sichtbar, wenn auch nicht mehr statistisch signifikant.

Forstkreis 6:

Mit Ausnahme der 9. und der 16. Woche der Untersuchungsperiode sind die schwarzen Fallen immer signifikant ertragsreicher.

Auch im Vergleich der Jahresfangquoten ergibt sich eine klare 2:1-Überlegenheit schwarzer gegen weiße Fallen.

Farbtafeln

Abb. 5: Immissionsbedingte Waldschäden

Abb. 6: Dürre Wipfel wegen Befalls durch Kupferstecher

Abb. 7: Abraum und Unterholz, Brutraum für Kupferstecher

Abb. 8: Windwurf

Liste der ausgewählten Gemeinden und entsprechende Fallenzahlen – Vergleich nach Farbe der Schlitzfallen

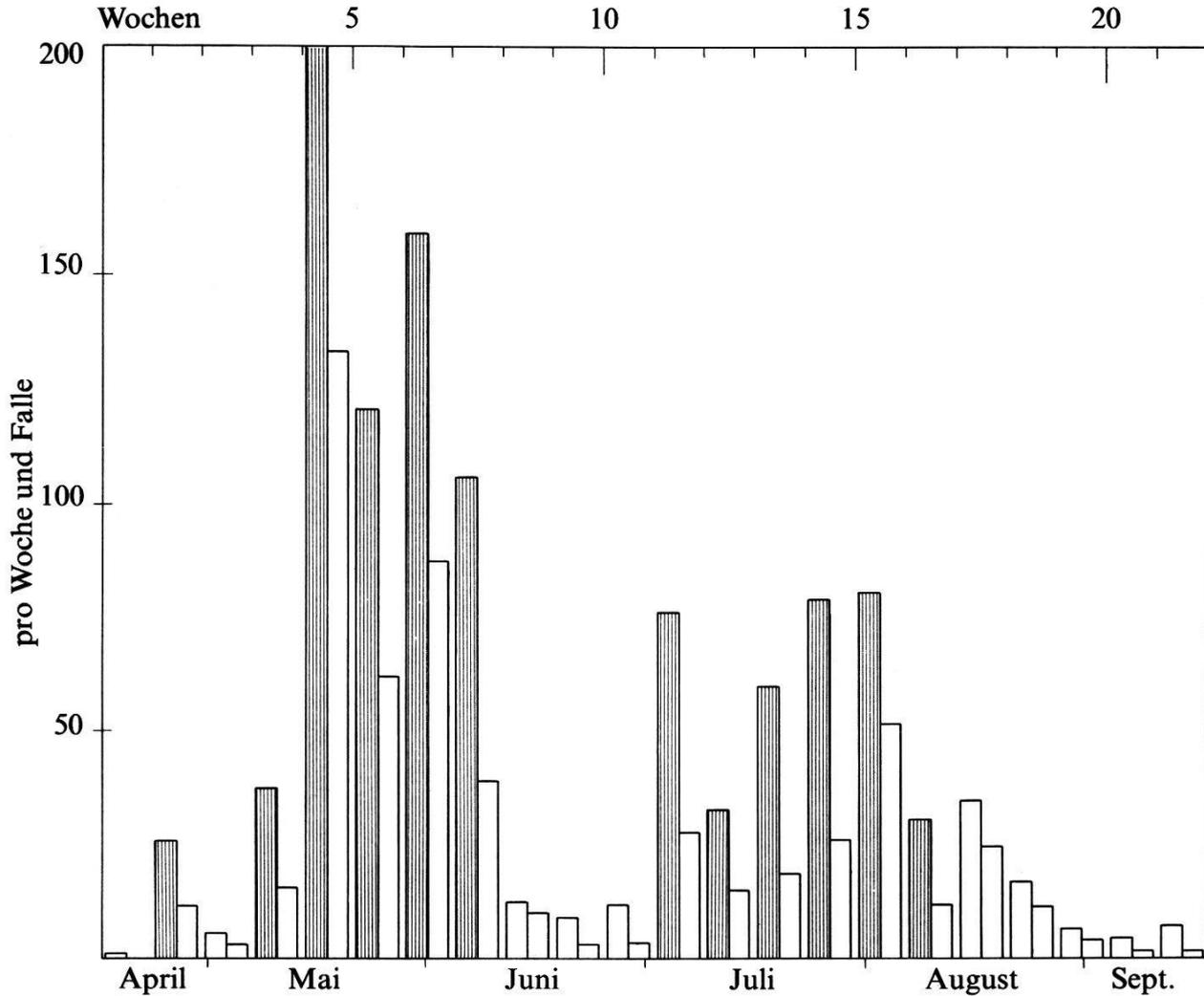
	schwarz:	weiß:
Forstkreis 1:		
Forst	10	5
Möhlin 1 + 3	12	18
Rheinfelden 2	3	5
Rheinfelden 3	5	8
Wölflinswil	2	14
Summe	32	50
Forstkreis 2:		
Brugg 2		20
Gippingen	4	10
Hottwil	5	
Leuggern P	2	1
Schwaderloch	1	4
Summe	12	35
Forstkreis 3:		
Egelsee	2	5
Killwangen	3	6
Mellingen	4	14
Neuenhof	4	21
Spreitenbach	5	5
Summe	22	51
Forstkreis 4:		
Dürrenäsch	4	33
Suhret ob Bahn	8	34
Suhret nid Bahn	19	29
Teufenthal	10	14
Summe	41	110
Forstkreis 5:		
Baan Zofingen	3	14
Kirchleerau	24	
Kölliken	8	9
Safenwil	2	20
Uerkheim		20
Unterkulm	18	
Summe	55	61
Forstkreis 6:		
Bremgarten	3	5
Fahrwangen	4	11
Kreisf. 6	16	
Oberlunkhofen	4	12
Sarmenstorf	5	5
Villmergen	10	
Wohlen	12	1
Summe	54	34
Auswahl Kanton Aargau Total	216	341

A:

Kanton Aargau, Auswahl aus allen Forstkreisen

Fisher-Test mit verschiedenen Borkenkäfer-Fangergebnissen

Maximalwert: 304, erreicht in der 5. Woche



Das folgende Ergebnis ist jeweils signifikant besser:

▨ = 1985 216 Schlitzfallen schwarz

□ = 1985 341 Schlitzfallen weiß

□ = keine Signifikanz festzustellen!

Verleich der Gesamtzahlen:

1985 216 Schlitzfallen schwarz = 1222.62/Falle

1985 341 Schlitzfallen weiß = 563.029/Falle

1985 schwarz ist signifikant besser!

3.4.2.2. Einfluß des Fallenstandortes

Vergleich der Standort-Helligkeiten

Kanton Aargau insgesamt:

Der Zusammenschau der Resultate aller 35 untersuchten Gemeinden ergibt folgendes Bild:

Im *Frühjahr*, d. h. zur Zeit des ersten Fluges des Buchdruckers, sind besonnt aufgestellte Fallen ertragreicher als halbschattig wie auch als schattig montierte Fallen; in beiden Fällen ist der Unterschied statistisch signifikant.

Vergleicht man halbschattig mit schattig aufgestellten Fallen, so sind mit Ausnahme der 7. Woche der untersuchten Periode die halbschattigen Standorte überlegen. Ausgerechnet in der 7. Woche aber, also zur Zeit des Maximums des ersten Fluges, sind die Fallen in schattiger Lage signifikant ertragreicher.

Sommer und Herbst: Jetzt sind die Ergebnisse so ausgeglichen, daß nur ein einziges Mal ein signifikanter Unterschied auftritt. Eine leichte Überlegenheit deutet sich für halbschattige Lage sowohl gegen besonnte Standorte (schwacher Unterschied) als auch gegen schattige an (Unterschied deutlicher). Die Jahresfangquoten pro Falle betragen 640 Käfer an sonnigen, 544 an halbschattigen und 414 an schattigen Standorten.

Resultate der einzelnen Forstkreise:

Frühjahr, Fallen in besonnener Lage:

Signifikant überlegen gegen schattige Standorte in den Forstkreisen 1, (2), 3, 4, 5 und (6), wobei bei 2 und 6 diese Überlegenheit nur für einzelne Wochen gilt, gegenüber Fallen im Halbschatten gesichert ertragreicher in den Forstkreisen 3, 4 und teilweise 6.

Fallen im Halbschatten:

Diese Fallen nehmen eine Mittelstellung ein. Sie sind ertragreicher als die im Schatten und weniger ergiebig als diejenigen an besonnten Stellen; dies gilt für die Forstkreise 1, 3, 4 und 5 mit unterschiedlicher Deutlichkeit. Eine gewisse Ausnahme bildet der Forstkreis 6, wo im frühen Frühjahr und im Hochsommer eine halbschattige Lage beiden andern Standorten gegenüber im Vorteil ist.

Fallen im Schatten:

In der Regel erweist sich diese Position als die ungünstigste. Eine Ausnahme bilden die Resultate des Forstkreises 2, wo schattige Lage der Fallen fast das ganze Jahr durch besser wirkt als halbschattige.

Sommer – Herbst:

Hier sind meist keine signifikanten Unterschiede mehr zu finden, aber die Tendenz weist doch auf eine leichte Bevorzugung halbschattiger Standorte hin in allen Forstkreisen außer dem zweiten.

Liste der ausgewählten Gemeinden und entsprechende Fallenzahlen – Vergleich nach Standort-Helligkeit der Schlitzfallen

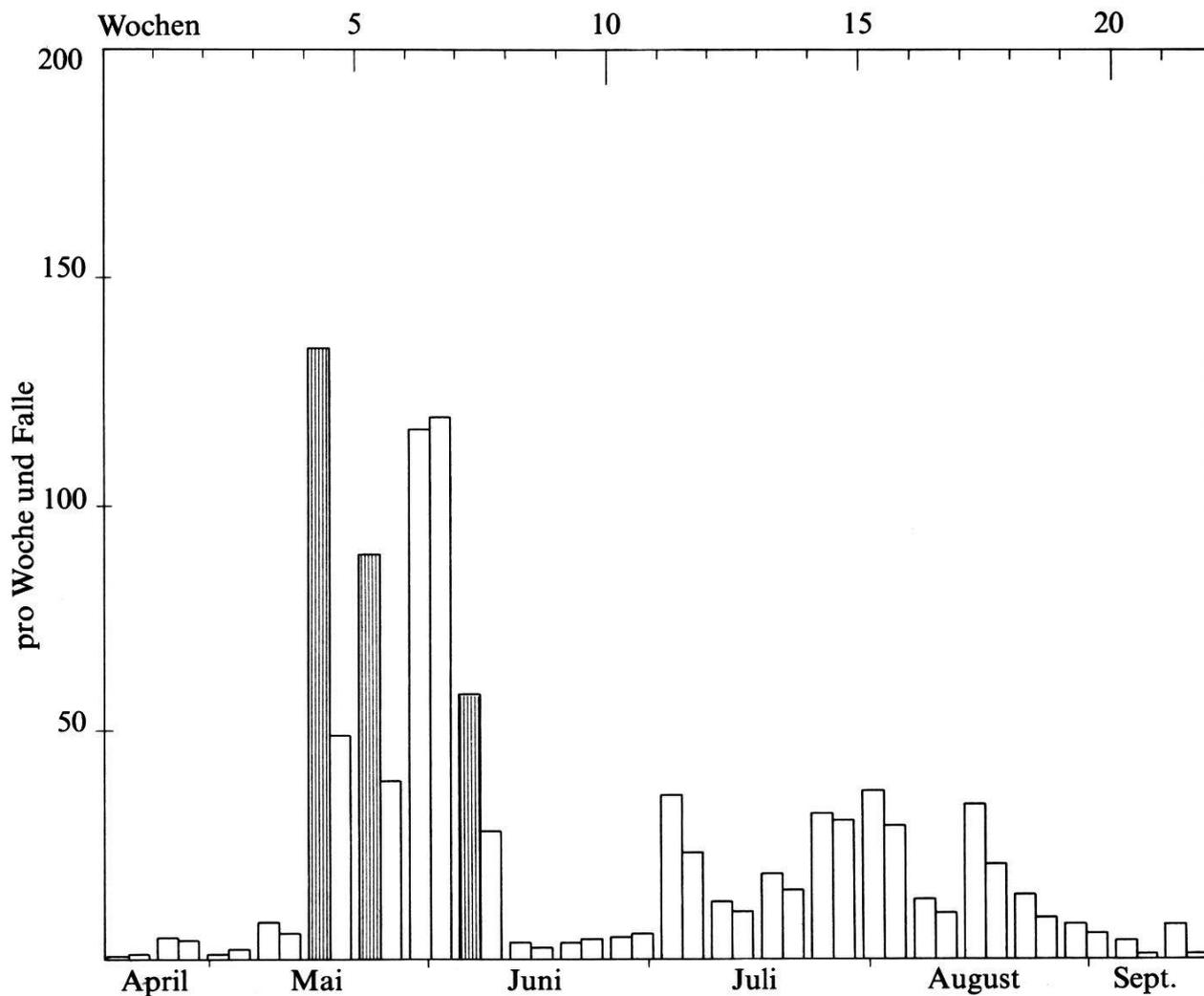
	besonnt:	halbschattig:	schattig:
Forstkreis 1:			
Gansingen		6	
Magden		3	7
Möhlin	7	2	3
Rheinfelden 1	3	7	6
Zuzgen	2	1	5
Summe	12	19	21
Forstkreis 2:			
Brugg 1	5	6	7
Brugg 2	5	4	12
Densbüren	1	5	3
Laufenburg	3		2
Mettau			7
St 206 R		12	4
St 206 S	10	4	3
Wil	1		7
Summe	25	31	49
Forstkreis 3:			
Bellikon	3	6	6
Neuenhof	17	4	4
Remetschwil	3	5	6
Wettingen	4		7
Würenlos	8		4
Summe	36	15	27
Forstkreis 4:			
Dürrenäsch 1	7	10	2
Dürrenäsch 2	6	8	5
Küttigen	7		3
Menziken	7		12
Teufenthal	6	8	8
Windisch	1	5	4
Summe	34	31	34
Forstkreis 5:			
Baan	4	8	6
Brittnau	12	21	8
Bühnenberg		5	3
Ramoos	4		8
Safenwil	8	11	5
Summe	28	45	30
Forstkreis 6:			
Dottikon	2	6	1
Hilfikon		2	2
Meisterschwanden	1		1
Uezwil	1	5	4
Villmergen R	5		
Villmergen S	10		
Summe	19	13	8
Auswahl Kanton Aargau Total	154	154	169

B:

Kanton Aargau, Auswahl aus allen Forstkreisen

Fisher-Test mit verschiedenen Borkenkäfer-Fangergebnissen

Maximalwert: 134, erreicht in der 5. Woche



Das folgende Ergebnis ist jeweils signifikant besser:

▨ = 1985 154 besonnt

▧ = 1985 169 schattig

□ = keine Signifikanz festzustellen!

Verleich der Gesamtzahlen:

1985 154 besonnt = 640.487/Falle

1985 169 schattig = 416.941/Falle

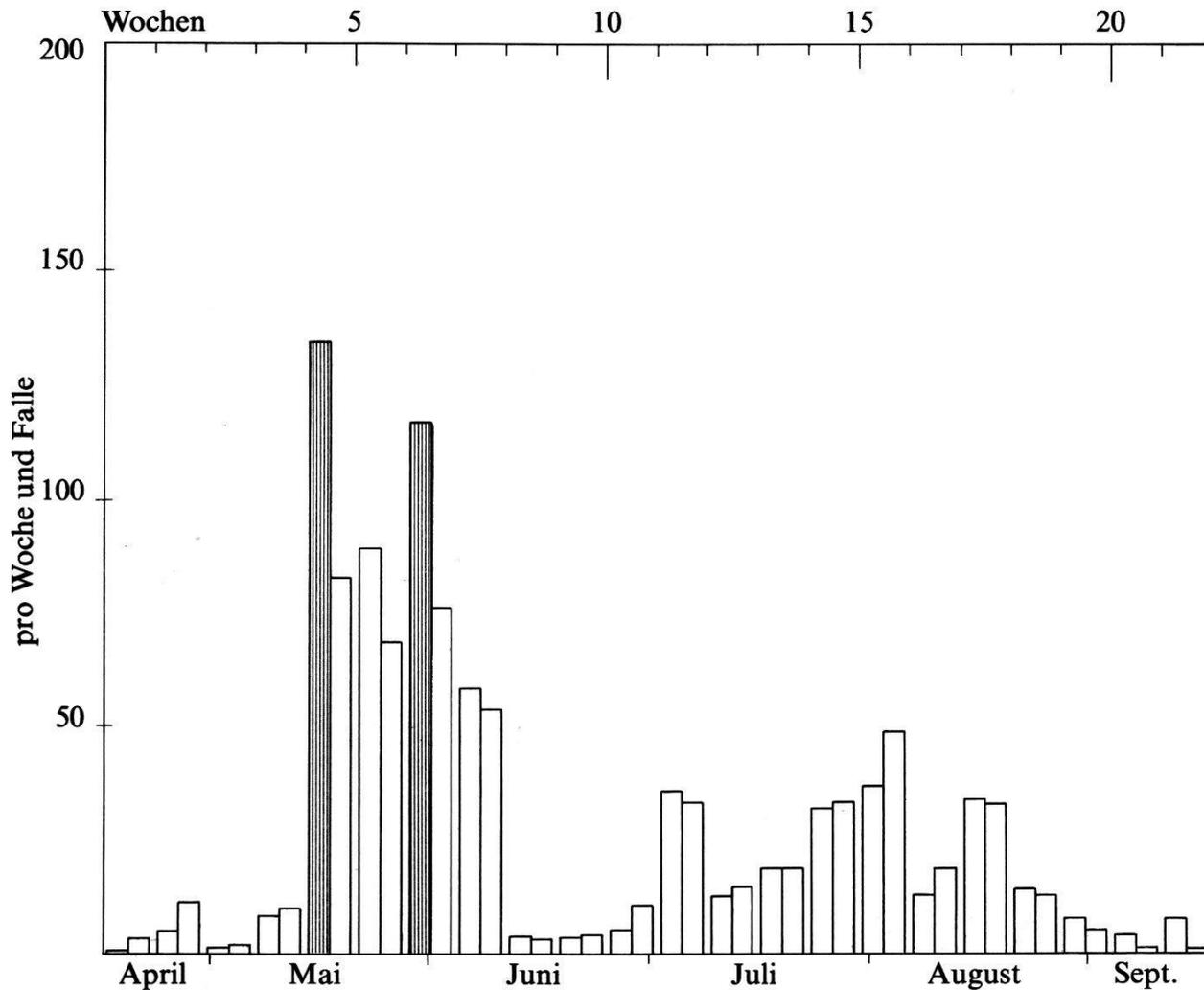
1985 besonnt ist signifikant besser!

C:

Kanton Aargau, Auswahl aus allen Forstkreisen

Fisher-Test mit verschiedenen Borkenkäfer-Fangergebnissen

Maximalwert: 134, erreicht in der 5. Woche



Das folgende Ergebnis ist jeweils signifikant besser:

- = 1985 154 besonnt
- = 1985 154 halbschattig

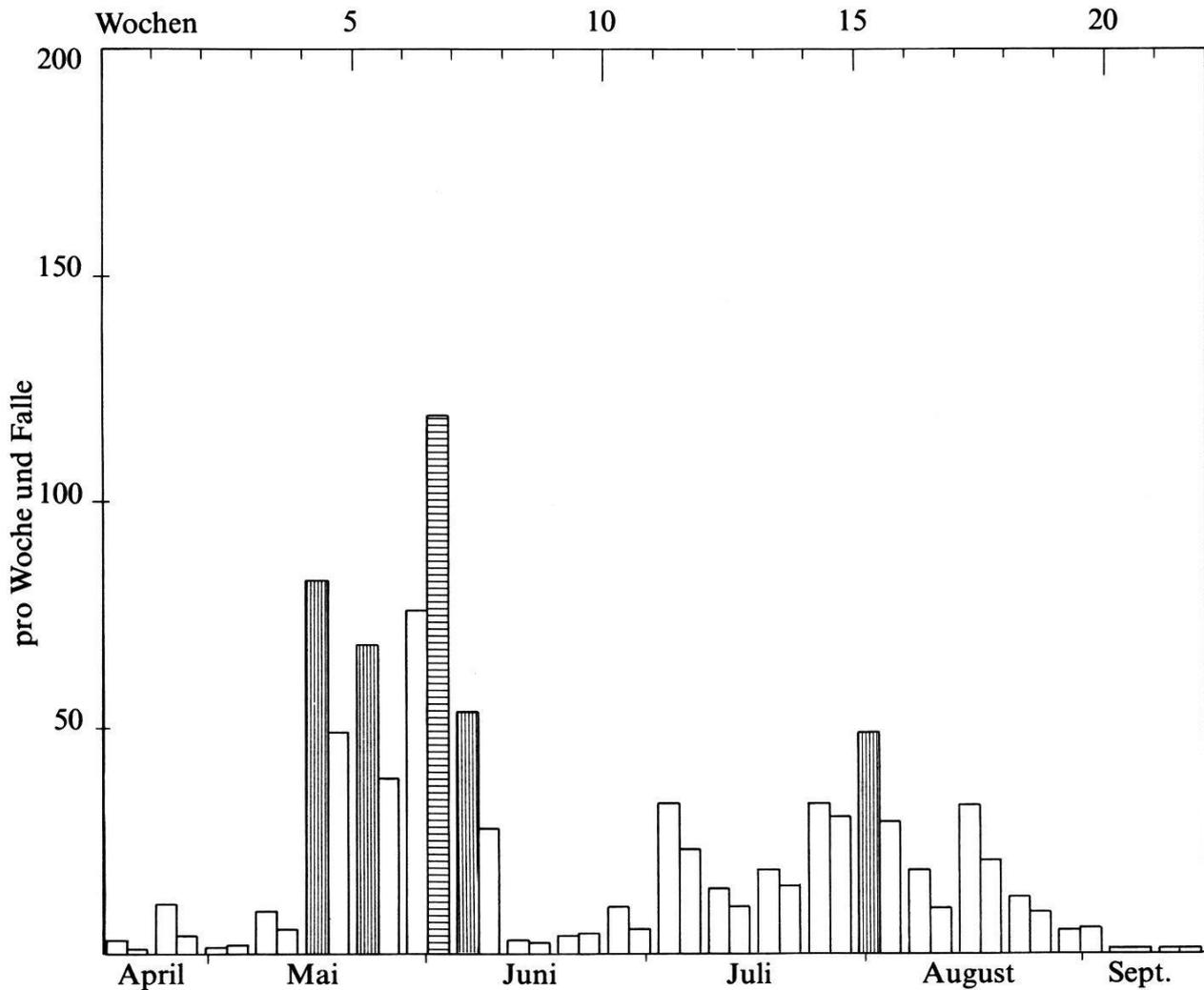
= keine Signifikanz festzustellen!

Verlgeich der Gesamtzahlen:

- 1985 154 besonnt = 640.487/Falle
- 1985 154 halbschattig = 544.091/Falle
- 1985 besonnt ist signifikant besser!

D:*Kanton Aargau, Auswahl aus allen Forstkreisen**Fisher-Test mit verschiedenen Borkenkäfer-Fangergebnissen*

Maximalwert: 119, erreicht in der 7. Woche



3.4.3. Probleme

1. Es mußte mehrmals die Feststellung gemacht werden, daß das – genau nach Vorschrift erfolgte – Aufstellen von «Pheroprax»-geköderten Fallen es nicht verhindern konnte, daß Bestandesränder an vorjährigen Käferlöchern neu vom Buchdrucker befallen wurden (MOOR, in Vorb.), (vgl. 4.4.5).
2. Es stellt sich die Frage, ob durch starke Dezimierung des Käferbestandes nicht die natürlichen Regulationsfaktoren, die auf innerartlicher Konkurrenz beruhen, gestört werden (VITÉ, 1980).

4. Diskussion

4.1. Geografische Verteilung

Dem ubiquitären Buchdrucker boten die Fichtenbestände auf Niederterrassenschotter besonders günstige Bedingungen, da sich bei diesen mit Wasser «verwöhnten» Pflanzen Trockenheiten sehr schnell bemerkbar machen und prompt Befall mit Buchdruckern, in den Wipfeln älterer Bäume auch mit Kupferstecher, eintritt.

Der Kupferstecher wurde bekämpft durch strenge Kontrollen, gezieltes rigoreses Aufräumen bedrohter Jungholzbestände (Abb. 7) und sofortige gründliche



Nebel fließt über die erste Jurakette Richtung NW, Aufnahme von K. URECH (22. 12. 51)

Räumung von Befallsherden, vielerorts unter Einbezug von freiwilligen Helfern (*Weisungen ...*). Das brachte auch hier den gewünschten Erfolg, wie die Karte von 1985 zeigt (Karte K/7). Beim Weißtannenborkenkäfer hingegen nimmt das Schicksal seinen Lauf; dieser Käfer greift vor allem kranke Bäume an (MOOR, 1985) (Tab. S. 286), er kann als Bioindikator für stark geschädigte Waldpartien gelten. Die eigenartige asymmetrische Befallsverteilung (Karte K/12) kann einerseits mit der unterschiedlichen Dichte der Tannenvorkommen, andererseits mit unterschiedlich starken Immissionsbelastungen erklärt werden. Dabei muß die alte Vorliebe der früheren Berner Herrschaft für Weißtannen (TSCHOPP, 1953) eine Rolle spielen, denn diese kommen in der entsprechenden Region ebenfalls deutlich häufiger vor als im übrigen Aargau (ROTH, 1953). Für den Jura-Nordhang dagegen liefert die Climod-Studie (Climod, 1981) eine mögliche Erklärung:

Da im Winterhalbjahr der immissionsträchtige Kaltluftsee über dem Mittelland seinen Abfluß in nordwestlicher Richtung zwischen Aarau und Brugg findet (Vgl. Abb. S. 305), werden die dort exponiert in Kammlagen oder an Prallhängen stehenden Bäume besonders reich mit Immissionen bedacht, was sie zugleich anfälliger für den Befall durch den krummzähnigen Tannenborkenkäfer macht (Karte K/9–K/12).

Zieht man den starken Rückgang der Anzahl der Tannen in Betracht, erweist sich der scheinbare Rückgang von 1984 zu 1985 sogar als Steigerung (Karte K/10, K/11).

4.2. Erfolgskontrolle Fangbäume

Das Legen von Fangbäumen hat sich im allgemeinen bewährt; allerdings sind beim Buchdrucker nur gesunde, kräftige Bäume dazu geeignet. Auch hat sich gezeigt, daß je nach Temperatur die Bäume schon nach zwei Wochen fängisch werden, was gewissen Lehrmeinungen widerspricht, aber mehrfach so beobachtet werden konnte. Fallen sind zwar wirksamer, aber da erst gegen zwei der wichtigsten Borkenkäferarten Lockstoff verfügbar ist, bleibt bei den übrigen die Fangbaummethode nach wie vor aktuell (VAUPEL und VITÉ, 1984).

Da gegen den krummzähnigen Tannenborkenkäfer keine Pheromonfallen einsetzbar sind, obwohl der Lockstoff bekannt (aber leider zu kurzlebig) ist, (OHLOFF, mündliche Mitteilung), und auch die Fangbäume bei der großen Zahl von befallsbereiten Bäumen (MAKSYMOW, 1950; MOOR, 1985) nicht die erhoffte Wirkung zeigen, ist mit einer starken Dezimierung der Weißtannenbestände im Aargau zu rechnen.

4.3. Erfolgskontrolle Fallen

Der Einsatz von Fallen gegen den «Buchdrucker», unsern gefährlichsten Borkenkäfer, hat sich *ohne Zweifel gelohnt*. Aus Erfahrungen aus Norwegen (BAKKE, 1983), Deutschland (WELLENSTEIN, 1954; VITÉ, mündliche Mitteilung) und auch

aus der Schweiz (BOVEY, mündliche Mitteilung) weiß man, daß sich bei einer ungestörten Massenvermehrung die Stärken der ersten drei Generationen wie 1:3:9 verhalten. Die wöchentlichen Fallenkontrollen erlauben es nun, den Verlauf der Entwicklung, d. h. der zwei Hauptgenerationen pro Jahr, im besondern zu verfolgen. Dabei kann festgestellt werden, daß überall da, wo genügend Fallen im richtigen Zeitpunkt zum Einsatz kamen, die zweite Generation kaum die Hälfte der Stärke der ersten erreichte (Fig. 2/4), da so viele Käfer beim ersten Flug weggefangen wurden. Die Resultate aller Forstkreise zeigen übereinstimmend dieses erfreuliche Bild (Fig. 5). Die Bekämpfung mit Fallen war also wirkungsvoll. Insgesamt wurden im Aargau 1984 etwas über 5 Millionen «Buchdrucker» gefangen, während es 1985 nur noch rund 1,8 Millionen waren. Da auch die Zahl der Schadenmeldungen auf knapp einen Drittel des Vorjahres gesunken ist, muß dies mit der verminderten Zahl von Käfern erklärt werden und nicht etwa dadurch, daß die Wirksamkeit der Fallen nachgelassen habe. Wie die eben jetzt erschienenen Ergebnisse aus der übrigen Schweiz (BUCHER et al., 1986) erkennen lassen, haben sich die aargauischen Maßnahmen gegen den Buchdrucker (über die allein Fallenkontrollen geführt wurden) bestens bewährt.

Der Einsatz von Fallen gegen den Nadel-Nutzholzborkenkäfer hat sich ebenfalls bewährt, doch sind wegen der andern Verbreitungsbiologie dieser Art (KLIMETZEK, 1984) einige Probleme aufgetreten, die noch für die Praxis ausgewertet werden müssen. Es besteht nämlich die Gefahr, daß bei falscher räumlicher Aufstellung dieser Fallen das zu schützende Holzlager direkt angesteckt, statt geschützt wird. Immerhin weisen bis zu 1700 gefangene Käfer pro Tag und Falle auf die ausgezeichnete Wirkung dieses synthetischen Lockstoffes hin.

Die Zukunft liegt auch hier sicher in der integrierten Schädlingsbekämpfung. Die Suche nach natürlichen Feinden muß weitergeführt werden (MOOR, 1983), daneben bringen waldbauliche Anstrengungen und vor allem die bisherigen Erfolge der Pheromonforschung (die ohne Gift gelangen) doch die Hoffnung, in Zukunft mit stark reduziertem Gifteinsatz (verglichen mit der Kalamität von 1947) mit der Borkenkäferplage zurechtzukommen (VITÉ, 1980). Es geht dabei nicht um das Ausrotten dieser Käfer, sondern um die Abschöpfung witterungs- oder sonstwie begründeter Massenvermehrungen. Gesunde Bäume überstehen den Angriff kleinerer Käferpopulationen ohne weiteres und vermögen sich mit Harzfluß zu wehren; von diesem naturgemäßen Geschehen sind wir aber zurzeit noch recht weit entfernt. Daher ist die Möglichkeit der Überwachung und Bekämpfung von Massenvorkommen von Borkenkäfern mit der Pheromontechnik gerade jetzt eine unschätzbare Hilfe.

4.4. Empfehlungen für die Praxis

4.4.1. Allgemeine Empfehlung

Das überlieferte Prinzip, daß auf Nadelholz-Schlagflächen der Abraum rechtzeitig zu entfernen sei, und daß die Bestände regelmäßig zu kontrollieren seien (WELLENSTEIN, 1954; SCHIMITSCHEK und WIENKE, 1962), gilt nach wie vor (VITÉ, 1984);

ja es hat für die Abwehr von Sekundärschädlingen, speziell der Borkenkäfer, aufgrund der neuen Waldschäden vermehrte Berechtigung und Bedeutung erlangt.

4.4.2. Zahl der Fallen

Für die Überwachung genügt ein lockeres Netz von leichtzugänglichen Fallen; für die Bekämpfung allfälliger Herde sind Abstände von 50 m zwischen den Fallen ratsam.

4.4.3. Fallentyp und Fallenfarbe

Dunkle Rohrfallen sind im Frühjahr meistens den weißen Schlitzfallen überlegen, den dunkeln Schlitzfallen mindestens nicht deutlich unterlegen, so daß sie weiterhin gebraucht werden können. Bei den Schlitzfallen haben sich dagegen die schwarzen eindeutig über das ganze Jahr hinweg als überlegen erwiesen; allfällige weiße sind auf Schwarz umzuspritzen. Nach dem Spritzen mindestens zwei Wochen warten mit Laden, bis das Farb-Lösungsmittel verdunstet ist.

4.4.4. Standort

Im Frühjahr empfiehlt sich eindeutig ein besonnter Standort für alle Fallentypen. Im Sommer ist es ratsam, vor der großen Hitze die Fallen in den Halbschatten zu versetzen.

4.4.5. Windrichtung

Nach den 1984 und vor allem 1985 durchgeführten Erhebungen (MOOR, in Vorbereitung) kommt der Beachtung der Windrichtung eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu: Bei wechselnder Windrichtung haben sich zwei Fallen im rechten Winkel, davon nur eine geladen, bewährt; noch besser sind drei Fallen im Winkel von 120° mit nur 1 Ladung nahe der Mitte an nur 1 Pfosten, Schubladen gegen außen; siehe Skizze (VITÉ, mündliche Mitteilung).

Bei gleichbleibendem Wind ist darauf zu achten, daß schon leichter Wind ($> 2 \text{ m/sec}$) die Käfer passiv verfrachtet, also diejenigen, die im Anflug die Falle verpassen, auf den nächsten Waldrand zuträgt (vgl. 3.4.3).

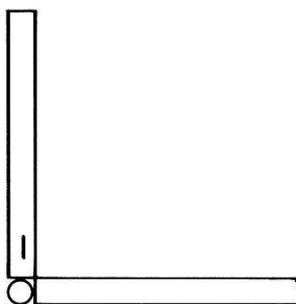


Fig. 6 2 Fallen im rechten Winkel

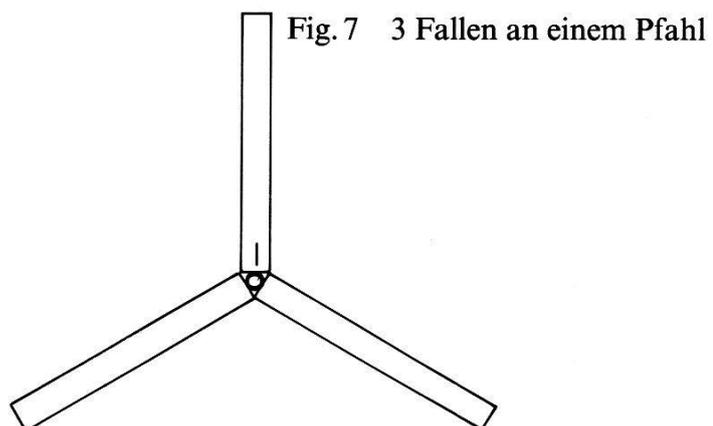


Fig. 7 3 Fallen an einem Pfahl

5. Dank

Meinen besonderen Dank möchte ich der Abteilung Forstwirtschaft, besonders dem aargauischen Kantonsoberrichter, Herrn A. STUDER, aussprechen, dann aber auch allen Mitarbeitern aus dem Forstdienst aller Stufen, wobei ich die Herren KÄHR, LÄTT, RÜEGER und STECK besonders erwähnen möchte, deren reiche Erfahrung mir besonders zugute kam. Für die Auswertung bin ich für Computerprogramme und Ratschläge Herrn K. KLINGELFUSS, Kantonsschullehrer, Küttigen, sehr dankbar, ebenfalls den Herren LERCH und Dr. FASLER vom kantonalen statistischen Amt. Die Herren Prof. Dr. BENZ und BOVEY, Zürich, Prof. Dr. VITÉ, Freiburg im Breisgau und Dr. MAKSYMOW, Birmensdorf, haben meine Arbeit mit wertvollen Ratschlägen unterstützt. Schließlich möchte ich mich auch bei der Firma *Siegfried*, Zofingen, bedanken für die Lieferung von Versuchsmaterial.

6. Literatur

- ABGRALL J. F., 1985: Techniques de piégeage de l'*Ips typographus*. Ministère de l'agriculture CEMAGREF, St-Martin
- BAKKE A., 1981: Inhibition of the response in *Ips typographus* to the aggregating pheromone; field evaluation of verbenone and ipsenol. *Z. ang. Ent.* 92, 172–177
- BAKKE A., SAETHER T., KVAMME T., 1983: Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Medd. Nor. inst. skogforsk.* 38, 1–35
- BUCHER J., KAUFMANN E., LANDOLT W., 1984: Waldschäden in der Schweiz (Sanasilva-Umfrage). *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 135, 271–287
- BUCHER J., KAUFMANN E., MAKSYMOW J., 1986: Revierumfrage Borkenkäfer 1985. PBMD, Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf
- Climod-Projekt 1981: Möglichkeiten regionaler Klimaveränderungen durch menschliche Einwirkungen, Schlußbericht. Eidg. Kommission Meteorologie Hochrhein, EDMZ, 3000 Bern
- GMELIN J. F., 1787: Abhandlung über die Wurmtröcknis. Crusius'sche Buchhandlung, Leipzig
- KLIMETZEK D. und VITÉ J. P., 1978: Einfluß des saisonbedingten Verhaltens beim Buchdrucker auf die Wirksamkeit von Flug- und Landefallen. *Allg. Forstz.* 33, 1446–1447
- KLIMETZEK D., 1984: Grundlagen einer Überwachung und Bekämpfung der Nutzholzborkenkäfer (*Trypodendrum ssp.*) mit Lock- und Ablenkungsstoffen. *Freiburger Waldschutz-Abhandlungen, Selbstverlag Forstzool. Inst. Univ. Freiburg/Br.*
- KOHNLE U., 1985: Untersuchungen über die Pheromonsysteme sekundärer Borkenkäfer. *Diss. forstwissensch. Fak. der Univ. Freiburg/Br.*
- KUHN W., 1949: Das Massenaufreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) nach Untersuchungen in den Schweiz. *Waldungen 1946–49*. Buchdruckerei Konkordia, Winterthur
- KREYSZIG E., 1982: Statistische Methoden und ihre Anwendungen. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 7. Aufl.
- LÄTT N., 1985: Erfassung der Immissionsschadenentwicklung in einer Forstverwaltung. *Schweiz. Z. Forstwes.* 136, 369–382
- MAKSYMOW J., 1950: Untersuchungen über den krummzähligen Weißtannenborkenkäfer *Ips curvidens* GERM. während seiner Massenvermehrung 1947–49 in der Schweiz. *Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswes.* 26, Heft 2, 497–581
- MOOR H. und NYFFELER M., 1983: Eine Notiz über borkenkäfertötende Spinnen. *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 56, 195–199
- MOOR H., 1984: Zwischenberichte an den Aargauischen Regierungsrat. Abt. Forstwirtschaft, CH-5000 Aarau

- MOOR H., 1985: Mögliche Zusammenhänge zwischen immissionsbedingten Waldschäden und dem Auftreten des krummzähnigen Weißtannenborkenkäfers *Pityokteines curvidens* GERM. Vortrag vor der schweiz. entomol. Ges. an der Jahresvers. der Schweiz. Nat.forsch. Ges. in Biel
- MOOR H., 1987: Erhebungen über den Verlauf der Borkenkäferkalamität 1983–1986 im Kanton Aargau und über den Erfolg der getroffenen Abwehrmaßnahmen. Diss. forst-wissensch. Fak. der Univ. Freiburg/Br. (in Vorbereitung)
- REISCH J., 1974: Waldschutz und Umwelt. Springer, Berlin/Heidelberg
- ROTH C., 1953: Waldwirtschaft. Mitt. Aarg. Nat.forsch. Ges. 24, 358–375
- SAUERWEIN P., 1981: Untersuchungen zur Wirksamkeit von Pheromonfallen in der Überwachung und Bekämpfung der «Buchdrucker» *Ips typographus* und *Ips amitinus*. Hochschul-Verlag, Freiburg/Br.
- SCHIMITSCHEK E. und Wienke E., 1962: Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärschädlinge, 1. Teil. Z. ang. Ent. 51, 219–257
- SCHMUTZIGER H., 1911: Die Waldungen des Kantons Aargau. Mitt. Aarg. Nat.forsch. Ges. 12, 93–122
- TSCHOPP CH., 1953: Überblick über Landschaften und Siedlungen. Mitt. Aarg. Nat.forsch. Ges. 24, 9–68
- VAUPEL O., DIMITRI L., VITÉ J. P., 1981: Untersuchung über den Einsatz Lockstoff-beköderter Rohrfallen zur Bekämpfung des Buchdruckers *Ips typographus* sowie Möglichkeiten zur Optimierung von Lockstoff-Verfahren. Allg. Forst- u. J-Z. 152(6), 102–113
- VAUPEL O. und VITÉ J. P., 1984: Empfehlungen zum Einsatz von Borkenkäferfallen. Allg. Forst-Z. 35, 864–865
- VITÉ J. P., 1980: Anwendung von Lockstoffen gegen Fichtenborkenkäfer. Allg. Forst- u. J-Z. 151, 45–49
- VITÉ J. P., 1984: Erfahrungen und Erkenntnisse zur akuten Gefährdung des mitteleuropäischen Fichtenwaldes durch Käferbefall. Allg. Forst-Z. 39, 249–254.
- VITÉ, J. P. und FRANCKE W., 1976: The aggregation Pheromones of Bark Beetles: Progress and Problems. Naturwiss. 63, 550–555.
- WELLENSTEIN G., 1954: Die große Borkenkäferkalamität. Forstschutzstelle Südwest, Ringingen

7. Zusammenfassung

Infolge der langdauernden Trockenheit drohte dem Kanton Aargau im Herbst 1983 eine Borkenkäferkalamität von ähnlichem Ausmaße wie 1947. In Kursen für den Forstdienst aller Stufen wurde das Wissen über Borkenkäfer und deren neuartige Bekämpfung aktualisiert und die Abwehrmaßnahmen organisiert.

Der Verlauf der Massenvermehrung dieser Käfer in zeitlicher und geographischer Sicht wird geschildert, ebenso die getroffenen Maßnahmen und ihre Wirkungen. Beschrieben werden Erfahrungen mit: Buchdrucker (*Ips typographus* L.), Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* L.) und krummzähni-gem Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens* GERM.). Zuletzt folgt eine Wertung der Pheromonfallen-Anwendung und Empfehlungen für die waldbauliche Praxis.