

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Göttingen 1976.

FORSCHUNGSPROJEKT WALDBRANDFOLGEN: POPULATIONSDYNAMIK DER INVERTEBRATENFAUNA IN KIEFERNFORSTEN DER LÜNEBURGER HEIDE

K. WINTER, R. ALTMÜLLER, P. HARTMANN & J. SCHAUERMANN

Abstract

In a pine forest in Lower Saxony the effect of a forest fire upon the invertebrate fauna is investigated. It is shown that the fire has strongly reduced the number of invertebrates: in 1976, in the burned area only 25% of the number pterygote insects found in a comparable unburned area emerged. Some Lathridiidae (Coleoptera), Ephydriidae (Diptera) and one species of Sminthuridae (Collembola) appearing only in the burned area reached very high population densities. *Hylobius abietis* (Col., Curculionidae) appeared abundantly but immigrated only after the fire. The further succession of the fauna will be investigated for some years.

1. Einleitung

Der Einfluß von Feuer auf die Invertebratenfauna europäischer Waldökosysteme wurde bisher wenig untersucht (Forsslund 1951, Huhta 1971, Jahn 1959, Karpinen 1957, Richard 1926). Mit einer Ausnahme behandeln alle angegebenen Arbeiten die Folgen kontrollierter Brände.

Die katastrophalen Waldbrände von 1975 in Niedersachsen, denen über 8000 ha Wald-, Heide- und Moorflächen zum Opfer fielen, boten die Möglichkeit, den Einfluß eines unkontrollierten Großfeuers auf ein Waldökosystem zu untersuchen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes, in dessen Zusammenhang durch forstliche Institute waldbauliche, vegetationskundliche und bodenkundliche Fragestellungen bearbeitet werden, wurden von der zoologischen Arbeitsgruppe Anfang Januar 1976 erste zoologische Untersuchungen durchgeführt. In unmittelbarem Vergleich mit einer unverbrannten Waldfläche werden nachfolgend erste Angaben über die Auswirkungen des Feuers auf die Invertebratenfauna gemacht. Gleichzeitig werden erste Aufschlüsse über eine Neubesiedlung der Brandflächen und den Wiederaufbau der Zoozönose gewonnen. Diese Kenntnisse sind als Beginn von Untersuchungen anzusehen, durch die die sukzessive Entwicklung der Lebensgemeinschaften über mehrere Jahre nach dem Brand verfolgt werden soll.

Bei der Durchführung des Programms boten sich neuartige Methoden an, die im Solling-Projekt der DFG bereits erprobt wurden (Funke 1971) und für diese Untersuchungen im Sinne eines Minimalprogrammes (Grimm et al. 1974) geeignet erschienen.

2. Untersuchungsgebiet

Für das Forschungsprojekt stellte das Land Niedersachsen ca. 5 ha einer 20-jährigen verbrannten Kiefernkultur im Forstamt Lüß bei Celle zur Verfügung. Sie wurden gegen Wild gegattert. Die forstliche Standortkartierung weist den Boden als Typ IIIa aus, einen Typ, der in der Südheide weit verbreitet ist: Ein podsolierter Horizont von 10–15 cm Mächtigkeit wird von einer ca. 50 cm mächtigen Geschiebesandschicht aus anlehmigem mittleren Sand unterlagert, dem für die langfristige Leistungsfähigkeit des Standortes besondere Bedeutung zukommt (Reemtsma mdl. Mitt.).

In einer unverbrannten, etwa gleichaltrigen Kiefernkultur gleichen Standortes wurde eine Vergleichfläche eingerichtet. Nach dem Brand entwickelten sich Pflanzengesellschaften, die nach Jahn (mdl. Mitt.) in aufeinanderfolgenden Sukzessionsphasen durch Schleimpilze, Pilze und Lebermoose (*Marchantia polymorpha* L.), Moose (*Funaria hygrometrica* L., *Polytrichum attenuatum* Menz.) und Farn (*Pteridium aquilinum* Kuhn), sowie Gräser (*Molinia coerulea* Moench, *Avenella flexuosa* Trinius) und höhere Pflanzen (*Epilobium angustifolium* L., *Senecio silvaticus* L., *Calluna vulgaris* L. u.a.) gebildet wurden.

3. Methoden

Es werden folgende Methoden eingesetzt:

1. Baum-Photoektoren zur Erfassung der Aktivitäten von Arthropoden im Stammbereich.
2. Boden-Photoektoren zur Ermittlung der Schlüpfabundanz von Arten mit bodenlebenden Entwicklungsstadien,
3. Bodenfallen zur Bestimmung von Aktivitätsdichten (Weidemann 1971).
Als Fangflüssigkeit wird in allen Fallentypen Pikrinsäure-Lösung verwendet, die gegenüber lauffaktiven Insekten der Bodenoberfläche, insbesondere Laufkäfern (Carabidae), im Gegensatz zu Formaldehyd-Lösung neutral erscheint (Adis et al. 1976).

Die Fallen werden seit dem 11.4.1976 wöchentlich einmal geleert. Darüber hinaus wurden im Januar und April 1976 Bodenproben verschiedener Größen genommen und im Labor mit Extraktionsmethoden nach O'Connor (1971), Macfadyen (1962a, b) und Kempson et al. (1963) untersucht.* In beiden Flächen werden seit Juni 1976 Temperatur und relative Luftfeuchte in 10–50 cm Höhe und in einem Boden-Photoektor am Boden fortlaufend registriert.

4. Ergebnisse

Den bisherigen Ergebnissen liegt Material aus der Zeit vom 11.4. bis 29.7.1976 zugrunde. Eine erste Übersicht verdeutlicht, daß von 26 im Kiefernforst (K)

*Herrn Prof.Dr. Funke danken wir für die Gelegenheit zur Mitbenutzung der Geräte, die im Rahmen des Solling-Projektes der DFG zur Verfügung standen.

Table 1. Fangergebnisse 1976

Klasse bzw. Ordnung	Unterordnung bzw. Familie	Bodenelektoren		Bodenfallen		Bodenproben		Baumelektoren		Vorkommen	
		KB	K	KB	K	KB	K	KB	K	KB	K
Protozoa	Ciliata	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Turbellaria		-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Rotatoria		-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Nematodes		-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Annelida	Enchytraeidae	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Tardigrada		-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Araneae		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Pseudoskorp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Opiliones		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acari		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Myriapoda		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Crustaceae		-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Diplura	Harpacticidae	-	-	-	-	?	-	-	-	?	?
Protura		-	-	-	-	?	-	-	-	?	?
Collembola		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dermoptera		-	-	2	2	6	6	-	-	-	-
Blattodea		-	-	1	1	5	5	-	-	1	1
Psocoptera		26	8	18	13	+	+	+	+	+	+
Thysanoptera		23	565	5	3	-	-	3	7	+	+
Hemiptera		-	37	6	6	-	-	1	1	+	+
	Homoptera	-	27	6	11	-	-	27	27	+	+
	Heteroptera	-	-	45	8	-	-	60	60	+	+
	Aphidoidea	-	-	-	1	-	-	2	7	+	+
Rhaphidioptera		-	-	-	1	-	-	1	1	+	+
Planipennia		-	-	18	78	9	9	1	1	+	+
Coleoptera		-	18	78	9	-	-	1	1	+	+
	Carabidae	5	20	114	87	+	+	2	1	+	+
	Staphylinidae	-	2	9	8	-	-	3	5	+	+
	Rhizophagidae	246	3	178	37	-	-	5	4	+	+
	Lathridiidae	1	22	2	1	+	+	-	-	+	+
	Elateridae	-	17	-	1	-	-	-	-	+	+
	Cantharidae	1	118	344	61	+	+	85	121	+	+
	Curculionidae	2	3	32	191	-	-	1	2	+	+
	Scolytidae	3	10	175	54	+	+	2	31	+	+
	Sonstige	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera		-	-	387	53	8	8	3	21	+	+
	Symphyla	-	-	21	2	4	4	-	-	+	+
	Aculeata	-	-	117	204	42	42	34	42	+	+
Lepidoptera		113	111	124	697	+	+	63	104	+	+
Diptera		(111)	-	(124)	-	(-)	(-)	(2)	(2)	(+)	(-)
	Brachycera	76	566	297	697	+	+	104	104	+	+
	(Ephydriidae)										
	Nematocera										
Pterygote Insekten	(n)	496	1951	1563	1254			205	472		
KB/K	(%)	25	100	125	100			43	100		

nachgewiesenen Invertebratengruppen im verbrannten Kiefernforst (KB) fünf fehlen, nämlich Afterskorpione (*Pseudoscorpiones*), Weberknechts (*Opiliones*), Krebse (*Crustaceae*, *Harpacticidae*), Ohrwürmer (*Dermaptera*) und symphyte Hautflügler (*Hymenoptera*). Sechs weitere, in KB festgestellte Gruppen mit gut flugfähigen Arten sind zweifellos erst nach dem Brand eingewandert: Schaben (*Blattodea*), Pflanzensauger (*Homoptera*), Kamelhalsfliegen (*Rhaphidioptera*), Netzflüger (*Planipennia*), übrige Hautflügler und Schmetterlinge (*Lepidoptera*) (Tab. 1).

Die bodenlebenden Rädertierchen (*Rotatoria*), Fadenwürmer (*Nematodes*), Enchytraeiden, Bärtierchen (*Tardigrada*) und Springschwänze (*Collembola*) überlebten das Feuer in sehr geringen Individuenzahlen. Allerdings waren die für die Remineralisierung der Streu wichtigen Tiere, so wie die Räuber und Pflanzenfresser des Bodens, nur in den Baumreihen nachweisbar, wo die Humus- und Streuauflage nicht vollständig verbrannt war. Das Feuer bewirkte zudem bemerkenswerte qualitative Veränderungen der Fauna im Vergleich zu K: Nur in KB kam es zum Auftreten und zur Massenvermehrung von saprovoren Moderkäfern (*Latridiidae*) und Sumpffliegen (*Ephydriidae*) mit zusammen 67,7% der Gesamtzahl bodenschlüpfender pterygoter Insekten von KB (Abb. 1). Demgegenüber sind die in K mit 70,6% vertretenen phytophagen bzw. parasitischen Gallmücken (*Cecidomyiidae*), Thripse (*Thysanoptera*) und Hautflügler, überwiegend Bewohner der Vegetationsschicht, durch das Feuer weitgehend vernichtet worden.

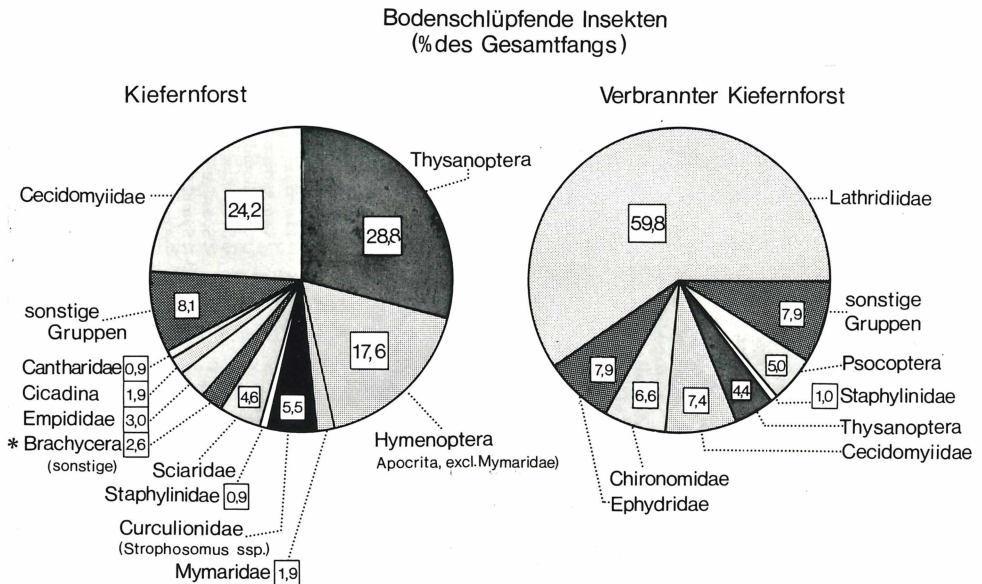


Abb. 1. Anteile der Schlüpfdichten pterygoter Insekten am Boden im Kiefernforst und verbrannten Kiefernforst am Gesamtfang (11.4.–29.7.1976, 1951 Ind/m² K, 496 Ind/m² KB) nach Boden-Photoelektoren (n = 2–6).

Das überraschende Auftreten von Ephyriden, mit einigen Arten bekannt als Bewohner extremer Biotope wie konzentrierten Salzwassers, Thermalwassers und sogar Petroleumlachen, wurde vermutlich durch pyrogene Faktoren begünstigt: hohe Bodenfeuchte in der vom hygrophoben Mineralboden isolierten Schlammschicht in den Zwischenbaumreihen, stark erhöhte pH-Werte sowie einseitiges Nahrungsangebot. So schlüpften im Fangzeitraum 55 Ephyriden-Imagines pro m², die -nach den Bodenfallen- und Baumelektoxfängen zu

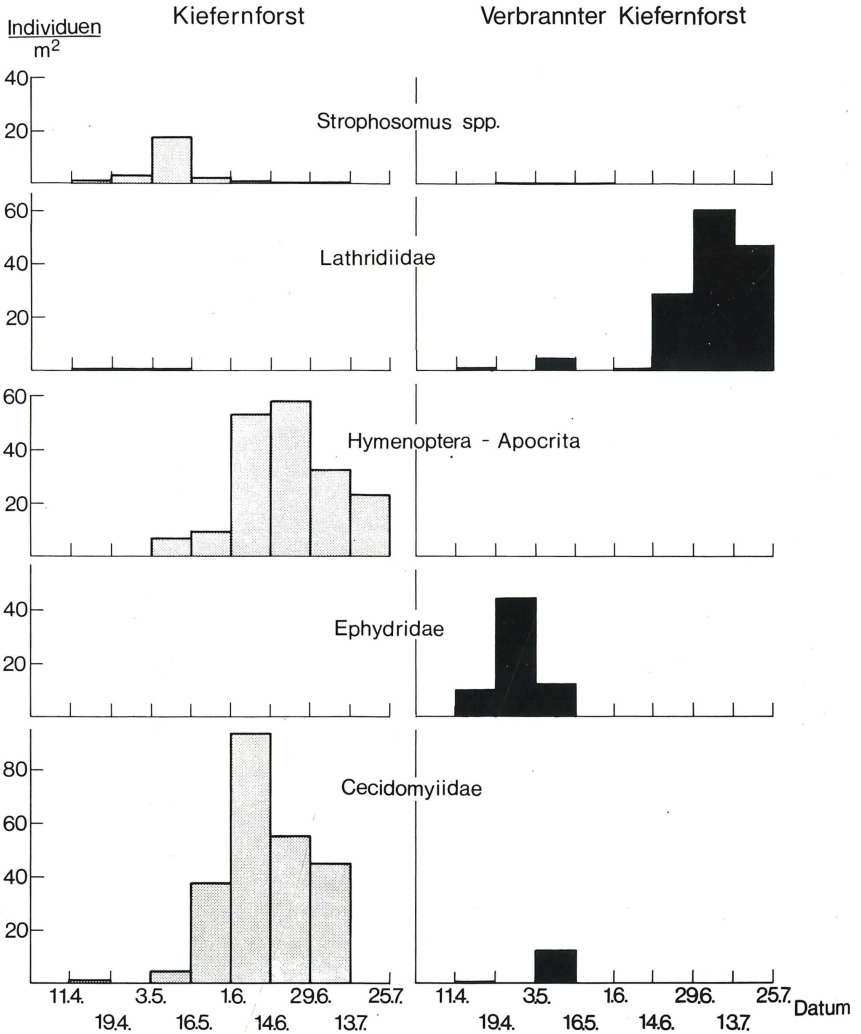


Abb. 2. Unterschiede in Schlüpfphänologie und -abundanz am Beispiel einiger Gruppen pterygoter Insekten zwischen einem unverbrannten und einem verbrannten Kiefernforst nach Boden-Photoelektoren (n = 2-6, 1976).

urteilen- kaum Flugaktivität entwickelten, sondern sich vorwiegend auf dem Boden aufhielten (Abb. 2).

Für die Lathridiiden wurden durch den Brand ebenfalls Bedingungen geschaffen, die eine starke Vermehrung ermöglichten: Mit 158 Individuen/m² in der Fangperiode bildeten sie die dominierende pterygote Insektengruppe in KB, während sie in K nur vereinzelt vorkamen. Die in KB zeitlich unterschiedlichen Schlüpfdaten sind auf die Gegenwart mehrerer Arten mit unterschiedlicher Phänologie zurückzuführen.

Interessant ist die Massenvermehrung des Kugelspringers *Bourletiella hortensis* Fitch (*Collembola*, *Sminthuridae*) Ende Juni nur in KB (Abb. 3). Nach Darmuntersuchungen ernährt sich die Art vorwiegend von Moosen, die um diese Zeit besonders in den Zwischenbaumreihen flächendeckend wuchsen (Heynen mdl. Mitt.).

Während der flugunfähige Rüsselkäfer der Gattung *Strophosomus* als Puppe im oberen Mineralboden das Feuer vereinzelt überlebte, wanderte der Große Braune Rüsselkäfer (*Hyllobius abietis* L.) nach dem Brand ein. Das zeigen die

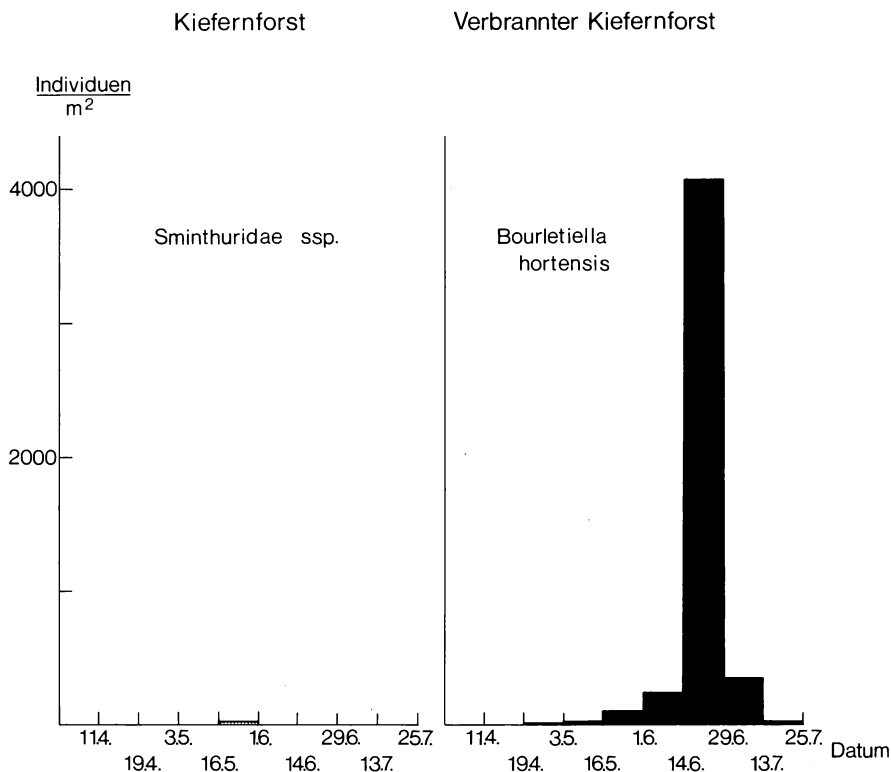


Abb. 3. Unterschiede in Schlüpfphänologie und -abundanz einiger Springschwänze (*Collembola*, *Sminthuridae*) zwischen einem unverbrannten und einem verbrannten Kiefernforst nach Boden-Photoelektoren (n = 2-6, 1976).

hohen Fangzahlen in den Bodenfallen und im Baumelektor, gleichzeitig sein Fehlen in den Bodenelektoren. Darüber hinaus liegt der maximale Schwärmzeitpunkt hier deutlich später als in K (Abb. 4). Das für diesen wichtigen Forstschädling attraktive Angebot abgestorbenen, noch frischen Holzes im Überfluß in KB führte zu einer hohen Aktivitätsdichte von insgesamt 65 Imagines pro Bodenfalle und läßt hohe Schlüpfabundanzen im Frühjahr 1977 erwarten.

Anders verhält sich der wurzelbrütende Borkenkäfer *Hylastes ater* Payk. (s. Abb. 4). Trotz des reichlichen Nahrungsangebotes bleibt die in KB eingewanderte Population klein im Vergleich zu K, vermutlich deshalb, weil der Aktionsradius

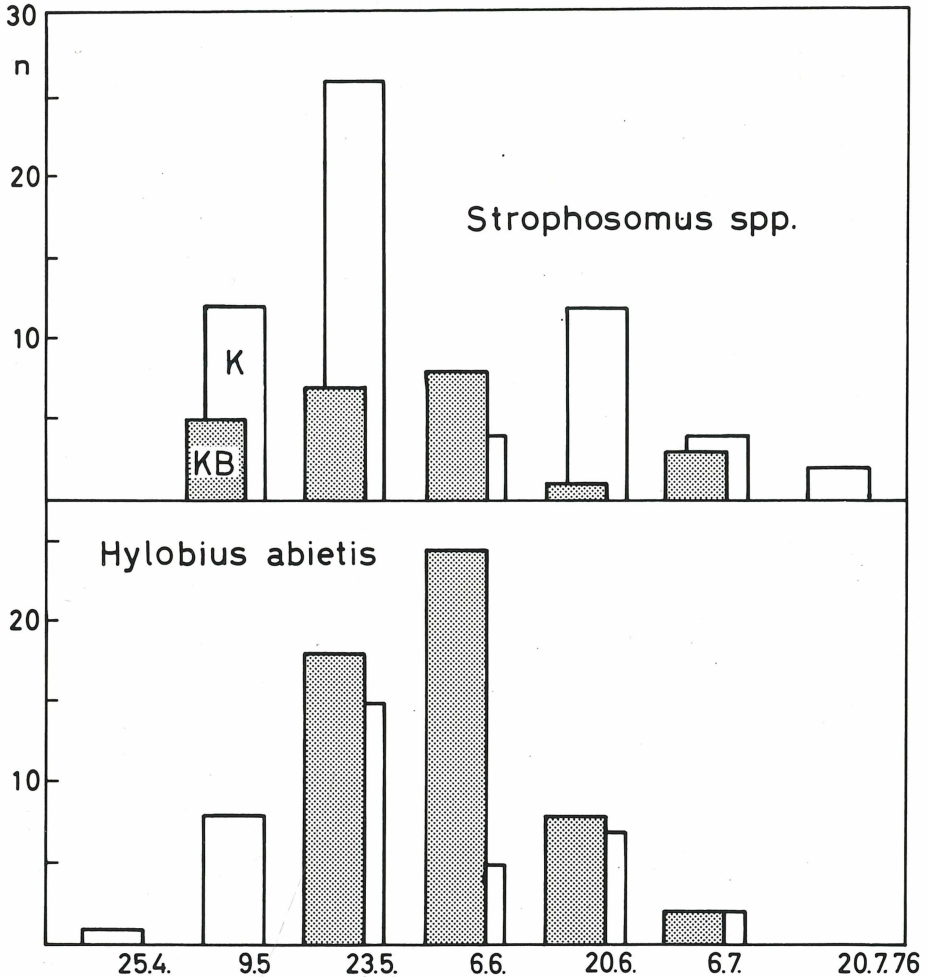


Abb. 4. Unterschiede in der Aktivitätsdichte einiger Rüsselkäfer zwischen einem unverbrannten (K) und einem verbrannten (KB) Kiefernforst nach Bodenfallen (je n = 5).

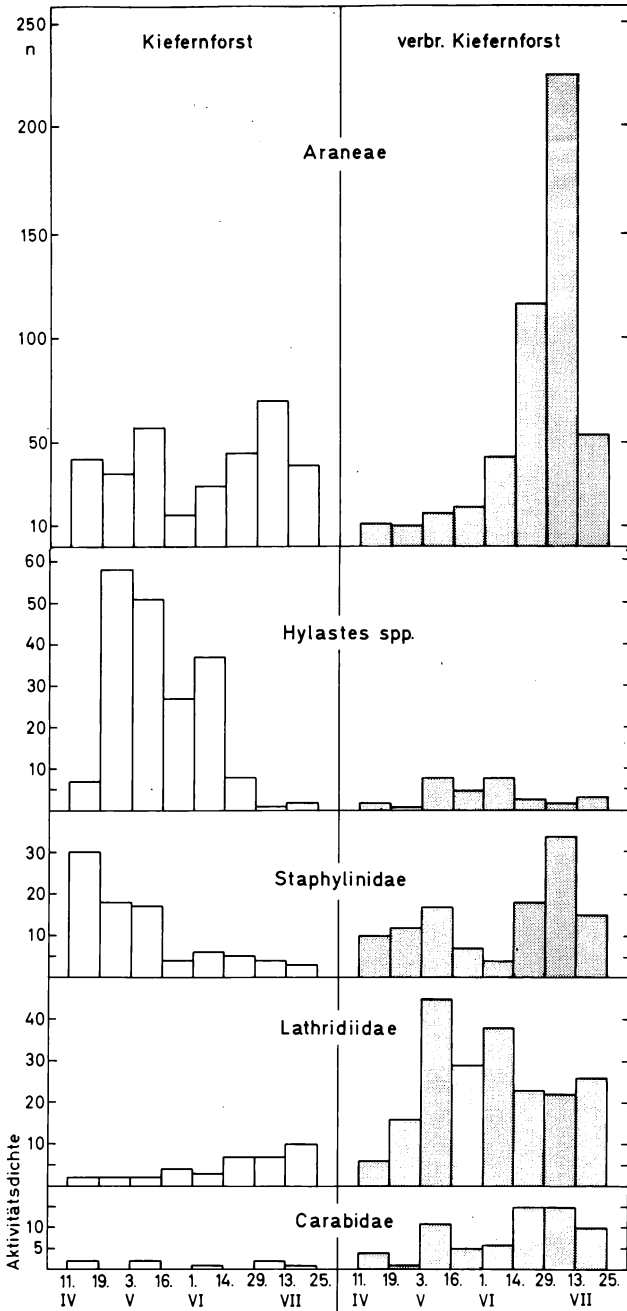


Abb. 5. Unterschiede in der Aktivitätsdichte einiger Arthropodengruppen zwischen einem unverbrannten und einem verbrannten Kiefernforst nach Bodenfallen (n = 5).

dieser Tiere auf Grund ihrer begrenzten Flug- und Lauffähigkeit kleiner ist als bei der vorigen Art.

Auch die überwiegend räuberisch lebenden Kurzflügelkäfer (*Staphylinidae*), Laufkäfer (*Carabidae*) und Spinnen (*Araneae*) weisen auf beiden Untersuchungsflächen Unterschiede in ihrer Aktivitätsdichte und Phänologie auf (s. Abb. 5): In K nimmt die Aktivitätsdichte der Staphyliniden fortlaufend ab, in KB steigt sie dagegen an, wahrscheinlich bedingt durch zunehmende Einwanderung. Auch Carabiden und Araneen zeigen in KB höhere Aktivitätswerte als in K. Beide Gruppen können hier das Feuer höchstens vereinzelt überlebt haben. Geringeres Nahrungsangebot, kleinerer Raumwiderstand und höhere Temperaturen (Abb. 6) führen zu höheren Aktivitätsdichten.

5. Schluß

Der Waldbrand hatte zweifellos katastrophale Folgen für die Invertebratenfauna. Trotz der Massenvermehrung einiger Insekten als Folge des Feuers waren in KB im Untersuchungszeitraum nur 25% der in K geschlüpften pterygoten Insekten

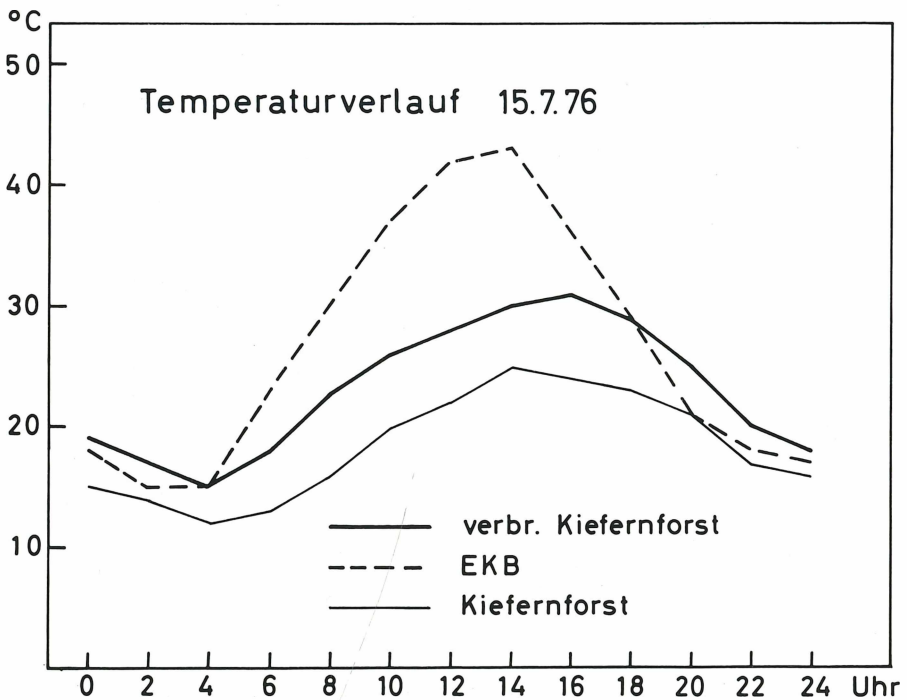


Abb. 6. Vergleich der Temperaturen zwischen Meßstellen im verbrannten Kiefernforst, in einem Boden-Photoelektror (EKB) und im Kiefernforst (Meßwerte für den Bereich 10–30 cm über dem Boden).

nachzuweisen (s. Tab. 1). Die bisherigen Ergebnisse und Beobachtungen lassen jedoch erwarten, daß sich das Artenspektrum der Invertebratenfauna im Gefolge der phytozönotischen Sukzessionsphasen noch über das Niveau der Vergleichfläche in der Kiefernmonokultur erweitern wird.

Literatur

- Adis, J. & Kramer, E. (1976): Formaldehydlösung attrahiert *Carabus problematicus* (Col., Carabidae). *Entomol. german.* 2: 121–125.
- Forsslund, K.H. (1951): Om hyggesbrännings inverkan på markfaunan. *Entomol. Medd.* 26: 144–147.
- Funke, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. In: H. Ellenberg, Hrsg. *Integrated Experimental Ecology, Ecol. Studies* 2: 81–93. Berlin: Springer.
- Grimm, R., Funke, W. & Schauerermann, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Waldökosystemen. *Verh. Ges. Ökologie*, Erlangen 1974, W. Junk, Den Haag, S. 77–87.
- Huhta, V. (1971): Hakkuun, kulotuksen ja lannoituksen vaikutus metaamaan eläimistöön (The influence of felling, broadcast burning and fertilization on the forest soil fauna). *LT* 73: 4, Helsinki.
- Jahn, E. (1959): Walbrände in ihrer Auswirkung auf Boden, Bodentierleben und Wiedererstandbringung von Beständen. *Allgem. Forstztg. Wien* 70: 27–29.
- Karppinen, E. (1957): Die Oribatidenfauna einiger Schlag- und Brandflächen. *Annal. Entom. Fenn.* 23: 181–203.
- Kempson, D., Lloyd, M. & Ghelardi, R. (1963): A new extractor for woodland litter. *Pedobiologia* 3: 1–21.
- Macfadyen, A. (1962a): Soil arthropod sampling. *Adv. Ecol. Res. Academic Press, London and New York*, S. 1–34.
- Macfadyen, A. (1962b): Control of humidity in three funneltype extractors for soil arthropods. *Progress in Soil Zoology. Butterworths, London*, S. 158–168.
- O'Connor, F.B. (1971): The Enchytraeids. In: J. Phillipson (ed.), *Methods of study in Quantitative Soil Ecology: population, production and energy flow. IBP Handbook No. 18. Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh.* 7: 83–106.
- Weidemann, G. (1971): Food and energy turnover of predatory arthropods of the soil surface. In: H. Ellenberg, Hrsg. *Integrated Experimental Ecology, Ecol. Studies* 2: 110–118. Berlin: Springer.

Anschrift der Verfasser:

Dr. K. Winter, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldschutz, 34 Göttingen.

R. Altmüller, P. Hartmann & Dr. J. Schauerermann, II. Zoologisches Institut der Universität, Abt. Ökologie, 34 Göttingen.