

Auswirkungen eines Waldbrandes auf Tiere und Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Mäuse und Arthropoden

Carl-Heinz Buck

Abstract : In a pine forest in Lower Saxony the effect of a forest fire on plants and animals was investigated. Small mammals and arthropods are especially considered. - Bad ecological conditions in the forest together with extreme dry weather had caused fire brands. The intensity of the fire was high, but showed a mosaic pattern. - Short time after the fire the vegetation already began to regenerate. - The populations of mice and voles decreased considerably but were not totally destroyed. One year later their density had nearly reached the level of the unburned forest. The mice had suffered least, while the voles were more heavily damaged, and shrews could not be found any more. - The density of the myriopods was lowered by 40 %. Dermaptera, Saltatoria, Psylloidea, Cicadina und Lepidoptera were absent in the ground-photo-electors of the burned area, whereas the pitfall traps contained all groups of arthropods present in the unburned forest. Soon after the fire had ceased, immigration took place. It concerned especially Curculionidae, Carabidae, Cicadina and Aphidoidea. Staphylinidae and Formicidae had survived the fire best. Collembola, Ephydriidae, Lathridiidae and Nematocera occurred in high numbers in the burned area. The increase of Salticidae was striking. - It can be expected, that the number of species and individuals of plants, rodents and arthropods in the burned areas may exceed the unburned ones at least temporarily.

1. Einleitung

Auswirkungen von Waldbränden wurden in Mitteleuropa bisher wenig untersucht. Deswegen ist auch deren Beurteilung aus ökologischer Sicht und aus der des Naturschutzes schwierig. So erschien eine Untersuchung der Folgen des großen Waldbrandes in der Lüneburger Heide sinnvoll, dem 1975 über 5.000 ha Wald zum Opfer fielen. Außerdem wurden durch die Beobachtung des Feuers Hinweise auf Einsatzmöglichkeiten und Durchführung kontrollierten Brennens erhofft.

Ich habe Mäuse und Arthropoden als Indikatoren ausgewählt, weil die Wirkung eines Waldbrandes auf sie nicht so offen vor Augen liegt, wie beim Wild oder der Vegetation; zudem können sie sich nicht wie Wild oder Vögel dem Feuer durch Flucht entziehen. Wie sich im Verlauf meiner Untersuchungen zeigte, sind Flora und Fauna erstaunlich schnell in der Lage, die Feuereinwirkung zu kompensieren. Eine versengte Farnpflanze kann schon wieder 20 cm hoch sein, wenn kaum 2 m daneben noch Glut im Boden ist. Daher war es wichtig, daß noch während des Feuers mit ersten Beobachtungen und Luftaufnahmen begonnen werden konnte.

2. Untersuchungsgebiet

Das Gebiet befindet sich 50 km nordöstlich von Hannover und ist 15 km von Celle entfernt. Die speziellen Untersuchungsflächen liegen im Forstamt Queloh zwischen Eschede und Oldendorf mitten im Waldbrandgebiet (Abb. 1).



Abb. 1: Lage des Brandgebietes (schraffiert), der Versuchsfläche (+) und der Vergleichsfläche (O) (← = Beginn des Feuers; 1 cm = 5 km).

Es wurden Brandflächen mit ungeschädigten verglichen. Auswahlkriterien für die ersten waren: (1) Allgemein starke Schädigung durch den Brand, (2) kein homogenes Brandbild, sondern unterschiedlich stark verbrannte Flächen, (3) Lage im Zentrum des Brandgebietes, so daß keine schnelle Einwanderung das Bild ändern konnte, (4) unterschiedliche Biotopflächen (Kahlschlag, Hochwald, Schonung, Stangenholz, Stubbenwall), (5) möglichst geringe Entfernung zum Vergleichsgebiet (4 km).

Das ungeschädigte Vergleichsgebiet stimmte in den Verhältnissen des Bodens (anlehmig bis sandig) und des Oberflächenwassers sowie im Baumbestand (vorwiegend *Pinus sylvestris* und *Picea abies*) und in der Bodenvegetation mit dem Brandgebiet überein.

3. Entstehung und Verlauf des Feuers.

Der Waldbrand war durch folgende Umstände begünstigt: (1) Austrocknung des Waldes durch eine anhaltende Hitzeperiode, (2) große Mengen trockenen Holzes durch die Sturmkatastrophe von 1972, (3) niedriger Grundwasserstand durch mehrere Trockenjahre, (4) starker und häufig wechselnder Wind, (5) ausgedehnte Kiefern-Monokulturen im besonders brandgefährdeten Alter von 20-30 Jahren, sowie (6) anfängliche Mängel in der Brandbekämpfung.

Das Feuer begann am späten Vormittag des 8. 8. 1975 nördlich von Starkshorn. Vom Mittag bis Abend kam es 7 km voran und zerstörte dabei auch das Gebiet der später ausgesuchten Beobachtungsfläche. Am ersten Tag herrschte relativ starker Ostwind, der am nächsten Tag nach Nord drehte und in den folgenden Tagen in Richtung und Stärke stark schwankte. Dadurch war die Brandbekämpfung sehr erschwert. Die Flammenwand bewegte sich mit Spitzengeschwindigkeiten bis zu 15 km/h vorwärts. Die Wende in der Brandbekämpfung am 14. 8. kam durch günstige Windverhältnisse und den Einsatz von etlichen tausend Helfern zustande.

Mit der Kontrolle des Brandes war das Feuer allerdings noch nicht gelöscht, sondern nur soweit eingedämmt, daß es am weiteren Vordringen gehindert wurde. Bodenbrände mit

zum Teil offenen Flammen konnten noch am 11. 9. an vielen Stellen beobachtet werden. Besonders in den Stubbenwäldern hatte sich das Feuer festgefressen. Dort gab es am 25. 9. noch Glut und offene Flammen, Schwelbrände vereinzelt sogar noch am 20. 12. Der erste Regen fiel 3 Wochen, nachdem der Brand unter Kontrolle gebracht war.

Durch das Feuer verbrannten größtenteils 20-30jährige Kiefern-Monokulturen auf kargem Sandboden, aber auch Moorflächen (Abb. 2a) Hochwald (Abb. 2b), Wiesen und Stoppelfelder. 1000 Festmeter Lagerholz in den Wäldern, das zum Teil bis 4 m hoch gepackt war, fiel den Flammen zum Opfer. An diesen Stellen entwickelten sich Temperaturen, die Glas zum Schmelzen brachten (1600°C). Hier verbrannte fast alles organische Material, so daß nach dem Brand nur noch Quarzsand übrig blieb. Es wurden 10 % des Naturparks Südheide vernichtet; dies sind 0,5 % der niedersächsischen Waldfläche. Dagegen zerstörte der Sturm vom 13. 11. 1972 die zwanzigfache Waldfläche, nämlich 100000 ha.



Abb. 2a: Moorschwelbrand im Naturpark Südheide am 12. 8. 1975.



Abb. 2b: Hochwald im Naturpark Südheide am 21. 8. 1975 nach Durchzug des Feuers.

4. Auswirkungen des Feuers auf die Vegetation.

Tab. 1 bringt Vegetationsaufnahmen in Waldbeständen und Kahlschlagflächen des Vergleichs- und des Brandgebietes.

Durch den Brand wurden meist nur die oberirdischen Pflanzenteile vernichtet. Daher ging die Regeneration erstaunlich schnell vor sich. Gute Aschedüngung (BALDANZI 1960, BRAATHE 1973), erhöhte Temperaturen (WINTER 1976), ein erhöhter CO₂-Gehalt der Luft (DIETERICH 1971) und bessere Wasserverhältnisse (ARNOLD 1963) sind nach Waldbränden ideale Wachstumsbedingungen. *Pteridium aquilinum*, *Juncus effusus*, *Molinia coerulea* und *Agropyron repens* waren schon wenige Wochen nach dem Feuer regeneriert, allerdings noch nirgends flächenbedeckend.

Tab. 1: Anteil der Pflanzenarten an der bewachsenen Fläche in %. (Zahlen in Klammern geben die gesamte von Moosen bedeckte Fläche an. Die mit + gekennzeichneten Arten bedecken etwa 1 % der Fläche.)

+ verstreut - selten - fehlt	K i e f e r n w a l d			K a h l s c h l a g		
	Vergleichs- gebiet	Brandgebiet		Vergleichs- gebiet	Brandgebiet	
	16.9.76	16.9.76	14.9.77	16.9.76	16.9.76	14.9.77
<i>Bryophyta</i>	(70)	(65)	(70)	(20)	(20)	(80)
	52	59	7	5	5	3
<i>Pteridium aquilinum</i> (KUHN)	3	15	5	35	65	25
<i>Deschampsia flexuosa</i> (TRIN.)	40	5	5	35	65	25
<i>Deschampsia caespitosa</i> (P.B.)	+	+	+	5	1	3
<i>Molinia coerula</i> (MOENCH)	+	5	2	+	5	3
<i>Agropyron repens</i> (P.B.)	-	-	-	+	+	+
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.)	.	10	45	+	10	20
<i>Senecio silvaticus</i> (L.)	.	5	35	3	10	40
<i>Calluna vulgaris</i> (HULL)	+	+	+	10	+	+
<i>Rubus fruticosus</i> (L.)	-	-	-	4	+	+
<i>Vaccinium myrtillus</i> (L.)	3	.	+	+	+	+
<i>Galium mollugo</i> (L.)	-	-	-	2	-	-
<i>Galium silvaticum</i> (L.)	1	+	+	-	-	-
<i>Taraxacum officinale</i> (Web.)	-	-	-	+	+	+
<i>Leontodon autumnalis</i> (L.)	-	+	+	-	-	-
<i>Potentilla erecta</i> (RAEUSCH)	-	-	-	+	+	+
<i>Sonchus spec.</i> (L.)	-	-	-	-	+	+
<i>Campanula rotundifolia</i> (L.)	-	-	-	+	+	.
<i>Veronica triphyllos</i> (L.)	-	+	+	+	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i> (L.)	-	+	+	+	+	+
<i>Populus nigra</i> (L.)	-	-	-	-	+	+
<i>Rubus idaeus</i> (L.)	+	-	-	-	-	-
<i>Salix aurita</i> (L.)	-	-	+	-	-	-
<i>Rhamnus frangula</i> (L.)	+	-	-	-	-	-
<i>Juncus effusus</i> (L.)	-	-	-	+	+	+
Von der Gesamtfläche ist bewachsen:	52%	70%	90%	95%	25%	85%

Nach dem Brand traten folgende Sukzessionsserien auf: Schleimpilze, Pilze, Lebermoose (*Marchantia polymorpha* L.), Laubmoose (*Funaria hygrometrica* L., *Polytrichum attenuatum* MENZ.), Farnkraut (*Pteridium aquilinum*), Gräser (*Deschampsia flexuosa*, *Molinia coerulea*), Kräuter (*Chamaenerion angustifolium*, *Senecio silvaticus* u. a.).

Besonders auffällig war die starke Entwicklung von *Funaria*. Es bedeckte im Kiefernwald 13 Monate nach dem Feuer fast 60 % des Bodens, teilweise sogar flächenbedeckend. Bemerkenswert war das reichliche Auftreten von *Marchantia* in den verbrannten Wäldern, die sich vor dem Feuer gerade durch besondere Trockenheit auszeichneten. Nach K. WINTER (mündl.) bildet sich unter der Asche eine hygrophobe Mineralbodenschicht. Dadurch wird das Regenwasser am Versickern gehindert und somit eine hohe Feuchte des oberen Bodens erreicht.

Der sehr stark verbrannte Kahlschlag, auf dem die ursprünglich bis zu 30 cm dicke Rohhumusaufgabe fast völlig verascht wurde, war 13 Monate nach dem Feuer wieder zu 25 % und ein Jahr später schon zu 85 % bewachsen. Im Kiefernwald zeigte sich eine besondere Entwicklung. Vor dem Brand waren kaum 50 % der Bodenfläche bewachsen (wie es für die Kiefern-Monokulturen dieser Gegend typisch ist), 13 Monate nach dem Feuer dagegen schon 70 % und nach 2 Jahren sogar 90 %.

Auch der Anteil der einzelnen Pflanzenarten an der Vegetation hatte sich geändert. Vor dem Feuer dominierte *Deschampsia flexuosa* im Kiefernwald mit 40 %, auf dem Kahlschlag mit 35 %. Ein Jahr später lagen die Anteile dieses Grases bei 5 % bzw. 3 %. Stattdessen breiteten sich Kahlschlagpflanzen wie *Senecio silvaticus* und *Chamaenerion angustifolium* aus.

5. Auswirkungen des Feuers auf Wirbeltiere.

5.1. Wild

Gewöhnlich verbrennt bei einem Waldbrand kaum Wild. Es wittert das Feuer, das als „Mitwindfeuer“ beginnt, über Kilometer und zieht sich langsam, ohne Panik aus dem Gefahrenbereich zurück (KOMAREK 1969). Beim Waldbrand von Eschede lagen unnatürliche Verhältnisse vor. Das Wild floh zunächst vor den Flammen, stieß dann aber auf die großen Menschen- und Fahrzeugmengen, die zur Brandbekämpfung eingesetzt waren und geriet in Panik. Diese wurde noch durch Hubschrauber und andere Flugzeuge verstärkt, die oft gleichzeitig und in geringer Höhe über dem Gebiet operierten. Außerdem machten die ständig wechselnden Windrichtungen das Feuer für die Tiere unberechenbar. Das Wild floh nach Annäherung an die Löschmannschaften meist in seine gewohnten Einstände zurück, erstickte dort und verbrannte dann mehr oder weniger stark. Durch das Laufen über den heißen Boden verbrannten häufig die Hufe. Alle diese Tiere wurden später abgeschossen oder verendeten. Die Gesamtverluste an „Schalenwild“ betrugen 185 Stück.

Wildbestand am Brandgebiet Vor dem Feuer (Schätzung)		verendet	erlegt	Gesamtverlust	
				absolut	prozentual
<i>Cervus elaphus</i> L.	200 Tiere	15	35	50	25%
<i>Capreolus capreolus</i> L.	250 Tiere	50	70	120	48%
<i>Sus scrofa</i> L.	100 Tiere	10	5	15	15%

Im späteren Beobachtungsgebiet wurden 1 Rothirsch, 1 junges Reh, 2 alte und 5 junge Wildschweine verendet gefunden.

Durch das geflüchtete Wild entstand in den angrenzenden Waldteilen eine Übervölkerung, so daß es zu Nahrungsmangel kam. Deshalb mußte dort ein Drittel des neu zugewanderten Wildes abgeschossen werden. Der starke Populationsdruck sowie Standortstreue sind möglicherweise die Ursachen für die Rückwanderung des Wildes in das Brandgebiet. Die Tiere suchten wieder ihre alten Einstände auf, die sie verkohlt vorfanden. Es wurde sogar eine, wenn auch weniger intensive Hirschbrunft im Brandgebiet beobachtet.

Das zurückgekehrte Wild litt unter Nahrungsmangel, fraß Fichtennadeln und schälte verkohlte Rinde von den Bäumen. Daher wurden umfangreiche Futterplätze und 25 ha Wildacker angelegt. Die Lage besserte sich durch bald neu sprießendes Gras, das auch wegen seines hohen Nähr- und Mineralstoffgehaltes vom Wild gierig geäst wurde. Einige Tiere irrten während des Brandes besonders nachts bis in die Ortschaften, so auch Füchse. Im Beobachtungsgebiet hatte ein Fuchs den Brand in seinem Bau überlebt. Er blieb noch wochenlang im Revier und lebte von verendetem Wild. Einzelne Hasen wurden im September 1975 im Brandgebiet beobachtet.

5.2. Vögel

Augenzeugen berichteten (ERHARD mündl.), daß während des Brandes auffliegende Vögel plötzlich wie Steine zu Boden fielen. Dies war wahrscheinlich durch die heißen Aufwinde bedingt, die Sauerstoffmangel bewirkten und die Vögel versengten. Dr. E. KOMA-

REK stellte es als eine Besonderheit des Waldbrandes von Eschede heraus, da derartige bisher noch nirgends beobachtet worden sei.

Besonders auffällig war das starke Auftreten von Kolkraben (*Corvus corax* L.) und Eichelhähern (*Garrulus garrulus* L.) direkt nach dem Brand. Das verendete Wild lockte sie an. Viele Spechte fanden in den verkohlten Wäldern Nahrung, weil die unter der Borke lebenden Insekten weitgehend unversehrt geblieben waren. Es wurden auch Ringeltauben (*Columba palumbus* L.), Baumfalken (*Falco subbuteo* L.) und sogar ein Wanderfalke (*F. peregrinus* TUNST.) beobachtet. Vom 21.-25. 9. wurden im Beobachtungsgebiet 6 Rotkehlchen (*Erithacus rubecula* L.) und eine Kohlmeise (*Parus major* L.) in den Mausefallen gefangen. Dem Feuer fielen 2 Baumfalkenbruten und sicher viele Zweitgelege der Vögel zum Opfer. Zwei Reviere des Schwarzstorchs (*Ciconia nigra* L.) wurden zerstört, von denen eines ein Brutrevier war.

5.3. Amphibien und Reptilien

Auch Amphibien und Reptilien dürften durch das Feuer betroffen worden sein; es konnten aber wenig sichere Beobachtungen gemacht werden. Ein Jahr nach dem Feuer fing sich in einer Bodenfalle eine junge Kreuzkröte (*Bufo calamita* LAUR.) im Brandgebiet. Im Vergleichsgebiet gingen in der gesamten Fangzeit 2 Kreuzkröten und 4 junge Erdkröten (*Bufo bufo* L.) in die Fallen. Am 11. 9. 75 wurde im Brandgebiet eine Kreuzotter (*Vivipera berus* L.) gesehen, die in einem Mauselloch verschwand. Möglicherweise hatte sie dort auch das Feuer überlebt.

6. Mäuse und Spitzmäuse

6.1. Methodik

Mit Schlagfallen ermittelte ich die Aktivitätsdichte der Mäuse im Brandgebiet und im unverbrannten Vergleichsgebiet. Um Schmelbrände und Glut weitgehend verlöschen zu lassen, wurde mit den Fängen erst 26 Tage nach Eindämmung des Feuers begonnen. Da Kleinsäugerpopulationen im Winter allgemein abnehmen, setzte ich das Fangen im Winter aus und führte es dann wieder vom April bis Oktober durch. Die Daten der Fangperioden waren 1975 vom 20.-25. 9. und 1976 vom 7.-11. 4.; 7.-10. 5.; 7.-10. 6.; 7.-10. 7.; 10.-13. 8.; 14.-17. 9.; 12.-15. 10. Als Köder für die Mäuse diente Erdnuß. In jedem der beiden Fanggebiete waren auf einer 1.000 m langen Linie je 200 Fallen im 5 m Abstand aufgestellt. Diese Linie durchzog die verschiedensten Biotoptypen. Die Fallen wurden morgens und abends kontrolliert.

6.2. Fangergebnisse

Tab. 2 und 3 geben einen Einblick in die Ergebnisse der Fänge.

Tab. 2: Fangzahlen der 1. Bestandesaufnahme 26 Tage nach dem Brand (I) und in der gesamten Fangperiode (II) im Vergleichs- und im Brandgebiet. In Klammern Reduktion in %.

Arten	Vergleichsgebiet		Brandgebiet	
	I	II	I	II
<i>Apodemus sylvaticus</i> (L.).	36	314	15 (58)	269 (14)
<i>Apodemus flavicollis</i> (MELCH.)	4	82	1 (75)	34 (59)
<i>Microtus agrestis</i> (L.)	16	56	1 (94)	16 (71)
<i>Clethrionomys glareolus</i> (SCHREB.)	-	16	-	8 (50)
Soricidae	4	14	-(100)	-(100)

Tab. 3: Fänge von *Apodemus sylvaticus* sowie der übrigen als Restgruppe zusammengefaßten Arten aus dem Vergleichsgebiet (V) und dem Brandgebiet (B) im Laufe des Jahres.

Arten	Ge- biete	1975			1976					
		IX	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
<i>Apodemus sylvaticus</i> (L.)	V	33	17	18	24	24	30	64	113	
	B	14	19	17	20	21	23	51	108	
übrige Arten	V	24	7	11	7	7	4	45	51	
	B	1	1	0	8	7	7	17	16	

Bei der Waldmaus (*A. sylvaticus*) lagen die Fangzahlen vom September 1976 aus dem Vergleichsgebiet doppelt so hoch wie dort im gleichen Monat des Vorjahres. Im Brandgebiet jedoch war ihre Zahl über das vierfache angestiegen. Allerdings betrug der Anteil säugender Weibchen im Vergleichsgebiet 4 Wochen nach dem Brand das Dreifache von dem des Brandgebietes und der Anteil der Jungtiere fast das Doppelte.

Setzt man die Gesamtfänge von *A. sylvaticus* = 100, so ergeben sich im Vergleichsgebiet 23 % für Wald, 35 % für Kahlschlag und 42 % für die etwa 100 m lange Fläche mit Baumstümpfen (Stubbenwall). Die entsprechenden Anteile im Brandgebiet waren dagegen 75:0:25. Im verbrannten Areal wurden also die meisten Mäuse im Wald, im unverbrannten mehr in den offenen Biotopen gefangen. Dies mag daran liegen, daß Kahlschläge nach einem Feuer kaum noch Deckung bieten. Auch den Stubbenwallflächen fehlt eine solche, zumal dort die Glut besonders lange anhielt. Im Wald geben die wegen ihrer verbrannten Wurzeln umgefallenen Bäume eine ideale Deckung. Viele von ihnen besaßen noch vom Feuer verschont gebliebene Kronen mit Zapfen. So bot sich zugleich eine Fülle von Verstecken durch die kreuz und quer durcheinanderliegenden Stämme und ein Überfluß an Fichtensamen als Nahrung. Die Feinde der Mäuse, vor allem Vögel, hatten kaum eine Möglichkeit an ihre Beute heranzukommen. Bei den Stubbenwällen lagen besondere Verhältnisse vor, denn zur Zeit der ersten Fangserie nach dem Brand glühten sie noch zum Teil und waren daher völlig unbewohnt. Es gab dort nur kompakte Haufen aus Holzkohle und Asche. Erst als am Rand des Beobachtungsgebietes Aufräumarbeiten durchgeführt wurden und dabei ein neuer Stubbenwall entstand, war ein solcher Lebensraum wieder Mäusen zugänglich und wurde, wenn auch nicht so dicht wie im Vergleichsgebiet, binnen 3 Wochen besiedelt.

Zusammengefaßt läßt sich also sagen, daß Mäuse (Muridae und Microtidae) den Waldbrand überlebt haben. Am besten gelang dies der Waldmaus (*A. sylvaticus*), vielleicht weil ihre Baue tiefer liegen als die der anderen Arten. *A. flavicollis* überlebte weniger gut; noch stärker wurden die Wühlmaus-Arten geschädigt. Spitzmäuse (Soricidae) sind im Brandgebiet völlig vernichtet worden. Die Mäuse-Populationen konnten sich im Brandgebiet durch Vermehrung ihrer Restbestände erholen, ohne daß Zuwanderung notwendig war. Schon der erste Fang nach dem Feuer enthielt 5 Jungtiere unter 15 g und 2 laktierende Weibchen. Mit dem Anstieg der Aktivitätsdichte erhöhte sich der Fanganteil laktierender Weibchen von 10 auf 25 % und der Anteil der Jungtiere von 20 auf 65 %. Grundsätzlich ist eine Erholung des Mäusebestandes nach etwa einem Jahr möglich. Für die Zukunft dürfte sogar die Besiedlungsdichte im ehemaligen Brandgebiet mindestens vorübergehend dichter werden als im Vergleichsgebiet.

7. Arthropoden

7.1. Allgemeines

Zum Fang der Arthropoden wurden in jedem der 4 Fanggebiete (Tab. 5 und 5.) je 7 Bodenfallen in 2 m Abstand eingesetzt, alle 2 Wochen kontrolliert und nach 4 Wochen entleert. Die Fallen bestanden aus 10 cm tiefen Marmeladengläsern mit Formaldehyd als

Tab. 4: Fänge von Bodenfallen auf Kahlschlag.

Klasse bzw. Ordnung	Unterordnung bzw. Familie oder Art	Fangperiode 1 8.4. - 9.5.		Fangperiode 2 10.5. - 8.6.		Fangperiode 3 9.6. - 9.7.		Gesamtfang 8.4. - 9.7.	
		V	B	V	B	V	B	V	B
ARANAE	Araneida	7	1	4	-	15	3	26	4
	Opilionida	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acarina	1000	35	1100	183	2500	600	4600	820
COLLEMBOLA	<i>Bourletiella hortensis</i> FITCH	350	14	630	130	1400	15000	2400	15100
	Sonstige C.	120	230	290	260	1300	1100	1700	1600
DERMAPTERA		1	-	16	-	-	-	17	-
PSOCOPTERA		+	+	+	+	+	+	+	+
SALTATORIA		-	-	3	-	-	-	3	-
THYSANOPTERA		14	1	13	1	8	20	35	22
HEMIPTERA	Heteroptera	1	-	2	-	-	-	3	-
	Cicadina	6	-	18	-	13	-	37	-
	Psylloidea	-	-	3	-	4	-	7	-
	Aphidoidea	-	-	7	-	5	1	12	1
COLEOPTERA	Carabidae	13	-	5	-	-	-	18	-
	" Larven	1	-	2	-	-	-	3	-
	Staphylinidae	12	8	16	6	4	2	32	16
	" Larven	2	-	1	-	-	-	3	-
	Lathridiidae	2	2	2	2	-	3	4	7
	Elateridae	-	-	3	1	-	-	3	1
	Scolytidae	-	-	-	2	-	1	-	3
	Byrrhidae	1	2	-	1	-	3	1	6
	Curculionidae	1	-	-	-	-	-	1	-
	Sonstige C.	6	3	-	-	6	2	12	5
HYMENOPTERA	Formicidae	-	-	2	-	1	-	3	-
	Proctotrupoidea	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sonstige H.	-	-	-	1	8	-	8	1
LEPIDOPTERA		1	-	-	-	2	-	3	-
DIPTERA	Brachycera	13	9	74	6	77	4	164	19
	Nematocera	33	14	83	6	130	3	246	23
	Ephydriidae	-	1	-	-	-	-	-	1

Fangflüssigkeit. Mit ihnen wurde vom 1. 9.-31. 10. 75 und vom 8. 4.-15. 10. 76 gefangen.

Kunststofftrichter mit Öffnungsdurchmesser von 31 cm dienten als Lichtfallen (Photoeklektoren) zur Ermittlung der Schlüpfabundanz von Arten mit im Boden lebenden Entwicklungsstadien. Ein Eklektor deckt eine Bodenfläche von 755 cm². In jedem Fanggebiet wurden 6 solcher Fallen aufgestellt (Tab. 4 und 5). Sie standen vom 8. 4.-9. 7. 76. Wegen der Inhomogenität der Brandfläche müssen ihre Fänge noch vorsichtiger gedeutet werden als die der Bodenfallen. Doch sind bestimmte Tendenzen nicht zu übersehen.

7.2. Die einzelnen Arthropodengruppen.

Araneida: Das Gesamtfangergebnis war im Brandgebiet geringer als im Vergleichsgebiet: Eklektoren minus 80 % der im Vergleichsgebiet gefangenen Menge, Bodenfallen minus 40 %. Starke Vermehrung besonders bei den Salticiden im auf den Brand folgenden Sommer im verbrannten Wald. Die Anzahl hier gefangener Spinnen übersteigt die des Vergleichsgebietes weit. Dies stellen auch andere Autoren nach Feuereinwirkung fest (HURST 1970, RIECHERT & REEDER 1972).

Opilionida: Im Brandgebiet kaum vorhanden. In den Eklektoren des Brandgebietes keine Fänge, Bodenfallen minus 97 %. Im Vergleichsgebiet wurden über den gesamten Fangzeitraum 424 Individuen gefangen, im Brandgebiet nur 12.

Acarina: Nur bei den Eklektoren ausgezählt. Eklektoren im Brandgebiet minus 55 %. Im verbrannten Wald war die Schädigung geringer als auf dem Kahlschlag: Verbrannter Wald minus 40 %, verbr. Kahlschlag minus 80 %.

Myriopoda: Ein Teil hat den Brand mit Sicherheit überlebt, da sie schon im Sept./ Okt. 1975 in Bodenfallen vorkamen. In Eklektoren waren keine nachweisbar, in den Bodenfallen 40 % weniger als im Vergleichsgebiet.

'79 DROSENA

Collembola: Nur bei den Eklektoren ausgezählt. Eine Schädigung ist bei den Individuen nicht erkennbar. Im Gegenteil kommt es im auf das Feuer folgenden Sommer bei einigen Arten zur Massenvermehrung, besonders bei *Bourletiella hortensis* FITCH (Sminthuridae). Nach Darmuntersuchungen ernährte sich diese Art vorwiegend von Moosen (WINTER 1976), die um diese Zeit im verbrannten Wald 45 % und auf dem verbrannten Kahlschlag 5 % des Bodens bedeckten. Dieser unterschiedlichen Verbreitung der Moose entsprachen die Fangzahlen des Kugelspringers allerdings nicht. Verbrannter Kahlschlag 15.000 Individuen, verbrannter Wald: 2.700 Individuen im gesamten Fangzeitraum. Auch unter den Entomobryiden kam es zur Massenvermehrung, besonders im Juni 1976 bei *Entomobrya spec.* Im verbrannten Kiefernwald wurden 56.000 Individuen gefangen, dagegen nur 3.600 im nicht verbrannten Vergleichswald. Die Gesamtzahl der im Brandgebiet gefangenen Collembolen betrug das 10fache der im Vergleichsgebiet gefangenen Menge: 60.200 zu 6.100 Individuen!

Dermaptera: Stark geschädigt, fehlen im Brandgebiet nahezu völlig. Ein einziges Exemplar in einer Bodenfalle im Sept. 76. Im Vergleichsgebiet wurden insgesamt 167 gefangen.

Blattodea: Sie haben das Feuer zum Teil überlebt, wie die 3 Individuen in den Bodenfallen des Brandgebietes im Sept./ Okt. 1975 zeigen. Ein Rückgang im Brandgebiet ist aber deutlich. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 35 Individuen, Brandgebiet 9 Individuen. In Eklektoren wurden keine Schaben gefangen.

Tab. 5: Fänge von Bodenfallen im Wald. (x = plus 5.500 Mückenlarven).

Klasse bzw. Ordnung	Unterordnung bzw. Familie oder Art	Fangperiode 1 8.4. - 9.5.		Fangperiode 2 10.5. - 8.6.		Fangperiode 3 9.6. - 9.7.		Gesamtfang 8.4. - 9.7.	
		V	B	V	B	V	B	V	B
ARANAE	Araneida	27	1	11	3	16	9	54	13
	Opilionida	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acarina	2100	51	4100	1500	2700	3800	8900	5300
COLLEMBOLA	<i>Bourletiella hortensis</i> FITCH	5	25	4	400	7	2300	16	2700
	Sonstige C.	412	122	1200	4200	1900	52000	3600	56000
								aufgerundet	
DERMAPTERA		1	-	-	-	-	-	1	-
PSOCOPTERA		+	+	+	+	+	+	+	+
SALTATORIA		-	-	-	-	-	-	-	-
THYSANOPTERA		185	3	82	15	55	25	322	43
HEMIPTERA	Heteroptera	1	-	3	-	5	1	9	1
	Cicadina	5	-	28	-	27	-	60	-
	Psylloidea	1	-	5	-	4	-	10	-
	Aphidoidea	5	-	19	1	60	10	84	11
COLEOPTERA	Carabidae	5	1	3	1	1	-	9	2
	" Larven	-	-	-	-	-	-	-	-
	Staphylinidae	6	7	1	6	8	21	15	34
	" Larven	1	-	1	1	5	2	7	3
	Lathridiidae	-	7	-	3	-	7	-	17
	Elateridae	-	-	2	1	8	1	10	2
	Scolytidae	10	1	-	2	-	4	10	7
	Byrrhidae	-	-	4	9	1	2	5	11
	Curculionidae	25	7	4	2	4	-	33	9
	Sonstige C.	2	1	2	3	4	1	8	5
HYMENOPTERA	Formicidae	17	2	12	3	11	5	40	8
	Proctotrupoidea	1	-	2	3	7	-	10	3
	Sonstige H.	5	1	13	2	55	5	73	8
LEPIDOPTERA		2	-	2	-	2	-	6	-
DIPTERA	Brachycera	1	4	11	19	16	5	28	18
	Nematocera	33	14	83	6	130	3	246	23
	Ephydriidae	1	-	2	3	-	7	3	10

Tab. 6: Fänge durch Licht-Schlüpffallen (Boden-Elektoren) auf Kahlschlag 1976 (V = Vergleichsgebiet, B = Brandgebiet, + = vorhanden, hohe Zahlenwerte aufgerundet).

Klasse bzw. Ordnung	Unterordnung bzw. Familie oder Art	Sept. 75		Okt. 75		April 76		Mai 76		Juni 76		Juli 76		August 76		Sept. 76		Gesamtfang 75 - 76	
		V	B	V	B	V	B	V	B	V	B	V	B	V	B	V	B	V	B
ARANEAE	Araneida	28	3	29	4	220	28	786	43	312	71	192	218	220	76	67	35	1850	480
	Opilioniada	4	-	23	-	-	-	3	-	7	-	125	2	54	3	22	1	215	6
	Acarina	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MYRIOPODA		-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	7	2	4	5	3	-	18	7
COLLEMBOLA	<i>Bourletiella hortensis</i> F.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sonstige C.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
DERMAPTERA		-	-	2	-	1	-	4	-	4	-	41	-	3	-	37	-	92	-
BLATTODEA		-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	1	3
PSOCOPTERA		1	-	-	-	10	1	7	-	23	-	28	2	13	2	18	-	100	5
SALTATORIA		1	-	-	-	-	-	2	1	15	1	66	2	27	-	4	-	115	4
THYSANOPT.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
HEMIPTERA	Heteroptera	1	-	1	-	6	-	4	-	-	-	5	14	-	2	3	-	20	16
	Cicadina	6	-	9	2	7	1	41	-	97	3	13	-	87	-	14	-	274	6
	Psylloidea	-	-	-	2	-	2	-	1	-	1	2	2	2	2	1	1	9	5
	Aphidoidea	1	1	1	16	2	-	4	-	21	41	6	57	11	7	16	10	62	132
COLEOPTERA	Carabidae	44	3	77	10	109	36	196	41	231	10	328	27	168	13	107	13	1260	153
	davon Groß	-	1	7	8	1	1	1	1	5	1	12	3	24	2	6	8	56	25
	Staphylinid.	2	1	2	7	3	5	18	18	20	7	11	7	9	7	8	0	73	52
	" Larven	1	-	2	-	-	-	1	-	1	-	3	3	69	9	2	1	79	13
	Lathridiidae	-	8	1	27	2	15	14	56	27	37	2	136	-	32	-	1	46	280
	Elaterridae	-	-	-	-	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1
	Scolytidae	-	-	-	-	-	-	2	7	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7
	Curculionid.	1	-	5	3	-	2	3	27	2	24	1	6	2	7	2	2	16	71
	davon <i>Hylob.</i>																		
	<i>abietis</i> L.	1	-	5	2	-	-	3	15	2	18	1	6	-	5	-	1	12	59
	Coccinellid.	-	-	-	-	-	-	-	-	12	1	7	12	8	-	-	-	27	13
	Scarabaeidae	1	-	3	2	-	-	1	1	-	6	-	4	-	-	3	-	18	3
	Byrrhidae	-	-	2	1	1	-	1	3	-	6	-	1	-	-	40	1	44	12
	HYMENOPT.																		
	Formicidae	10	56	10	54	4	10	53	2	10	3	18	2	21	6	4	-	130	133
	Proctotrup.	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	3	-	8	-	5	-	22	-
	Sonstige Hy.	1	1	3	4	-	-	4	3	23	2	20	20	40	9	13	12	100	51
LEPIDOPT.	Imagines	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	1	2	4	1	2	-	8	10
	Larven	-	1	2	3	1	-	1	2	2	-	1	-	3	2	3	35	13	43
DIPTERA	Brachycera	26	15	33	13	8	2	88	42	105	43	51	57	61	53	26	41	400	270
	davon																		
	Ephydriidae	-	-	-	-	-	2	-	5	-	-	3	-	-	-	-	-	3	8
	Nematocera	2	3	18	27	20	28	69	61	248	57	72	35	68	55	46	137	540	400

Psocoptera: Nur bei den Bodenfallen ausgezählt. Im Brandgebiet deutlich weniger als im Vergleichsgebiet: Brandgebiet minus 86 %.

Saltatoria: Auftreten im Brandgebiet nur noch sehr vereinzelt. Gesamtzahl gefangener Individuen: Vergleichsgebiet 118, Brandgebiet 6.

Thysanoptera: Nur bei den Elektoren ausgezählt. Vorhanden waren sie in allen Proben, auch schon 4 Wochen nach dem Feuer. Eine starke Schädigung ist deutlich, wird aber im auf den Brand folgenden Sommer schon wieder weitgehend ausgeglichen. Elektoren: Im Brandgebiet 82 % weniger Individuen als im Vergleichsgebiet.

Heteroptera: Starker Rückgang durch das Feuer. Nur geringe Fangzahlen in den Elektoren: Vergleichsgebiet 12, Brandgebiet 1. Im Juli 1976 anscheinend stärkere Einwanderung ins Brandgebiet, da hier die Fänge in den Bodenfallen plötzlich anstiegen. Insgesamt: Vergleichsgebiet 87 und Brandgebiet 33 Individuen.

Cicadina: Sie wurden durch das Feuer fast völlig vernichtet. In den Boden-Elektoren des Brandgebietes waren sie nicht nachweisbar (vgl. Tab. 6, 7). Das starke Ansteigen

fallen Sept./ Okt. 1975: Vergleichsgebiet 137 Individuen, Brandgebiet 62 Individuen. Im verbrannten Wald wurden 4 Wochen nach dem Feuer sogar mehr Carabiden gefangen als im nicht verbrannten Vergleichswald (40 zu 9). Eine Einwanderung so kurze Zeit nach dem Feuer erscheint unwahrscheinlich. Erstaunlich ist das starke Vorkommen von Groß-Carabiden im Brandgebiet, besonders kurz nach dem Feuer. Im Sept./ Okt. wurden im Brandgebiet 20 Groß-Carabiden in den Bodenfallen gefangen, im Vergleichsgebiet nur 10. Insgesamt wurden in Brand- und Vergleichsgebiet nahezu gleichviel Groß-Carabiden gefangen. Klein-Carabiden wurden im Brandgebiet etwa 60 % weniger gefangen als im Vergleichsgebiet.

Staphylinidae: Sie haben von den Käferfamilien den Brand am besten überstanden. Eine Schädigung war kaum erkennbar. Hohe Fangzahlen in den Eklektoren: Vergleichsgebiet 47 Imagines, Brandgebiet 50 Imagines. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 184 Imagines, Brandgebiet 161 Imagines. Bei den Larven zeigten sich allerdings deutliche Unterschiede. Vergleichsgebiet: 37 Larven, Brandgebiet 116 Larven (!).

Scarabaeidae: Sie wurden nur in Bodenfallen gefangen: Vergleichsgebiet 29 Individuen, Brandgebiet 5 Individuen.

Lathridiidae: Bei den saprovoren Lathridiiden kam es im Brandgebiet zur Massenvermehrung. Es war die zweithäufigste Käferfamilie (nach den Rüsselkäfern). Gesamtzahl gefangener Individuen: Vergleichsgebiet 62, Brandgebiet 522. Im verbrannten Kiefernwald schlüpften fast 40 Individuen pro Quadratmeter.

Elatēridae: Die Fangzahlen sind für sichere Aussagen zu gering. Die geringe Zahl gefangener Larven im Brandgebiet (3 Exemplare), deutet auf stärkere Schädigung. Im Vergleichsgebiet wurden 13 Larven gefangen. Bodenfallen insgesamt: Vergleichsgebiet 30 Imagines, Brandgebiet 10 Imagines. Eklektoren insgesamt: Vergleichsgebiet 14 Imagines, Brandgebiet 3 Imagines.

Coccinellidae: Das starke Vorkommen von Blattläusen im Brandgebiet zog ein relativ häufiges Auftreten von Coccinelliden nach sich. Offensichtlich sind sie wie die Blattläuse eingewandert, denn in den Eklektoren traten sie nicht auf. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 15 Imagines + 15 Larven, Brandgebiet 16 Imagines + 13 Larven.

Byrrhidae: Als Moosfresser hatten sie im Brandgebiet gute Lebensbedingungen. Dem entspricht auch ihr immerhin bemerkenswertes Vorkommen. Eklektoren: Vergleichsgebiet 6 Individuen, Brandgebiet 17 Individuen. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 55 Individuen, Brandgebiet 26 Individuen.

Curculionidae: Bei ihnen kam es, obwohl ein Teil den Brand überlebte, zu Masseneinwanderungen, bedingt durch das attraktive Angebot an abgestorbenen und kranken Nadelbäumen. Eklektoren: Vergleichsgebiet 34 Individuen, Brandgebiet 9 Individuen. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 456 Individuen, Brandgebiet 920 Individuen; davon *Hylobius abietis* im Vergleichsgebiet 62 und im Brandgebiet 677 Individuen. *Hylobius abietis* bewirkte mit seiner Masseneinwanderung im wesentlichen allein die höheren Fangzahlen im Brandgebiet. Für die kommenden Jahre ist hier deswegen mit Massenvermehrungen dieses Forstschädlings zu rechnen.

Scolytidae: Sie überstanden das Feuer unter der schützenden Baumrinde sehr gut. Die wurzelbrütenden Arten dürften durch das Feuer kaum in Mitleidenschaft gezogen worden sein, da die Eindringtiefe des Feuers in den Boden meist gering war. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Bäume verbrannte nur der äußere Teil der Rinde, sodaß die meisten Borkenkäfer überleben konnten. Nach dem Brand führte das Überangebot des abgestorbenen, noch frischen Holzes zu guten Vermehrungsbedingungen. Eklektoren: Insgesamt je 10 Individuen. Bodenfallen Vergleichsgebiet 23, Brandgebiet 37 Individuen.

Formicidae: Von einer katastrophalen Schädigung der Ameisen durch das Feuer kann keine Rede sein. Dies zeigt das Fangergebnis der Bodenfallen auf dem Kahlschlag: Vergleichsgebiet 130 Individuen, Brandgebiet 133 Individuen. Das 17-fach höhere Ameisen-Fangergebnis der Bodenfallen im unverbrannten Vergleichswald ist auf eine in der Nähe der Fallen vorbeiführende Ameisenstraße zurückzuführen. Später zusätzlich aufgestellte Bodenfallen an anderer Stelle lassen annehmen, daß hier nicht sehr viel mehr Ameisen gefangen worden wären als im verbrannten Wald, nämlich um 200. Im verbrannten Wald wurden mit Bodenfallen 110 Ameisen gefangen. Da Ameisen Koloniebrüter sind, besagt das Fangergebnis der Eklektoren wenig.

Proctotrupoidea: Bei diesen parasitischen Hymenopteren kam es im August 1976 zu reichlichem Vorkommen im verbrannten Kiefernwald. Auf dem verbrannten Kahlschlag keine Fänge. Eklektoren unverbrannter Wald: 10 Individuen, verbrannter Wald 3 Individuen. Bodenfallen: unverbrannter Wald 23 Individuen, verbrannter Wald 123 Individuen.

Übrige Hymenoptera: Im Boden scheinen nur wenige Hymenopteren das Feuer überlebt zu haben, wie die Eklektorenfänge zeigen: Vergleichsgebiet 81 Individuen, Brandgebiet 9 Individuen. Im Sept./Okt. 1975 waren die Fangergebnisse bei den Hymenopteren allgemein sehr gering. Immerhin wurden aber auch dort einige Hymenopteren im Brandgebiet gefangen: Vergleichsgebiet: 7 Individuen, Brandgebiet 9 Individuen. Im Sommer 1976 waren Hymenopteren im Brandgebiet keineswegs selten. Bodenfallen: Vergleichsgebiet 191 Individuen, Brandgebiet 121 Individuen.

Lepidoptera: Sie scheinen durch das Feuer stark geschädigt worden zu sein, da in den Boden-Eklektoren des Brandgebietes kein Exemplar nachweisbar war, im Vergleichsgebiet dagegen 9 Exemplare. Andererseits wurden im Sept./Okt. 1975 direkt nach dem Brand 7 Exemplare in Bodenfallen des Brandgebietes und nur 4 im Vergleichsgebiet gefangen. Sichere Aussagen lassen diese geringen Zahlen nicht zu; aber immerhin scheinen die Lepidoptera durch das Feuer nicht völlig vernichtet worden zu sein. Es setzte dann eine schnelle Erholung der Bestände im Brandgebiet ein, so daß dort insgesamt sogar mehr Schmetterlinge gefangen wurden als im Vergleichsgebiet. Bodenfallenfänge: Vergleichsgebiet 14 Imagines + 27 Larven, Brandgebiet 23 Imagines + 54 Larven.

Nematocera: Dies ist neben den Collembolen, Ephyriden und Byrrhiden die einzige Arthropodengruppe, die in den Eklektoren des Brandgebietes (allerdings nur im Wald) höhere Fangzahlen zeigte als im Vergleichsgebiet: verbrannter Wald 415 Imagines + div. Larven, unverbrannter Wald 216 Imagines. Dieser Vorsprung glich sich indessen aus, wie die Bodenfallenfänge zeigten: Verbrannter Wald 700 Imagines + 5.500 Larven, unverbrannter Wald 3.000 Imagines. In den Eklektoren des verbrannten Kahlschlages war der Fang um 90 % geringer als auf dem unverbrannten Kahlschlag, trotzdem zeigten die dort aufgestellten Bodenfallen keine derartigen Unterschiede: Vergleichsgebiet 540, Brandgebiet 400 Individuen.

Brachycera: Die Gesamtzahl aller gefangenen Fliegen liegt im Brandgebiet nur wenig unterhalb der des Vergleichsgebietes: Vergleichsgebiet 832, Brandgebiet 747 Individuen. Das relativ hohe Ergebnis im Brandgebiet ist allerdings zum Teil auf eine Massenvermehrung von Ephyriden (Salzfliegen) zurückzuführen. Von den 747 gefangenen Fliegen waren 148 Ephyriden. Im Vergleichsgebiet wurden nur 8 Ephyriden gefangen. Die Ephyriden, bekannt als Bewohner extremer Standorte, dürften durch pyrogene Faktoren, wie hohe Bodenfeuchte, stark erhöhter pH-Wert und einseitiges Nahrungsangebot begünstigt worden sein (WINTER 1976). Bei den Eklektoren zeigten die Fliegenfänge deutliche Unterschiede: Vergleichsgebiet 192 Individuen, davon 3 Ephyriden, Brandgebiet 37 Individuen, davon 11 Ephyriden. Im verbrannten Kiefernwald war eine schnelle Erholung und Vergrößerung der Fliegenbestände schon im Oktober feststellbar, so daß hier im folgenden Jahr immer höhere Fangzahlen auftraten als im unverbrannten Ver-

gleichswald. Insgesamt wurden im verbrannten Wald fast doppelt so viele Fliegen gefangen wie im unverbrannten Wald, nämlich 440 zu 240 Individuen. Auf dem Kahlschlag lagen die Zahlen umgekehrt: unverbrannter Kahlschlag 400 Individuen, verbrannter Kahlschlag 270 Individuen.

7.3. Unterschiede der Feuerauswirkung zwischen Wald und Kahlschlag.

Von den meisten Arthropodengruppen wurde der verbrannte Wald dem verbrannten Kahlschlag vorgezogen. Einige Gruppen kamen im Vergleichs- und Brandgebiet vorwiegend im Wald vor: so Spinnen (Eklektorenfänge), Milben, Schaben, Thripse, Staphyliniden (Bodenfallen), Elateriden, Curculioniden, Scolytiden und Mücken (Bodenfallen). Andere bevorzugten im Brandgebiet den Wald. Dies betraf Spinnen (Bodenfallen), Psocopteren, Carabiden, Staphyliniden (Eklektor) sowie Mücken und Fliegen, besonders Ephydriden (Eklektor). Wieder andere waren im Vergleichsgebiet in Wald und Kahlschlag gleich häufig, im Brandgebiet aber reichlicher im Wald (Myriopoden und Hymenopteren außer Ameisen). Lathridiiden und Byrrhiden besiedelten im Vergleichsgebiet vor allem den Kahlschlag, im Brandgebiet diesen wie den Wald in gleicher Weise. Blattläuse wurden im Brandgebiet hauptsächlich auf dem Kahlschlag gefangen, während sie im Vergleichsgebiet mehr im Wald auftraten. Collembolen, Heuschrecken und Coccinelliden bevorzugten in unverbrannten und verbrannten Arealen den Kahlschlag. Wanzen fanden sich im Vergleichsgebiet mehr im Wald, im Brandgebiet ebenso häufig auf dem Kahlschlag.

Faßt man die (aufgerundeten) Individuenzahlen der gefangenen pterygoten Insekten zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

		Vergleichsgebiet	Brandgebiet
Eklektorenfänge	Wald	1.000	600
Eklektorenfänge	Kahlschlag	600	100
Bodenfallen-Fänge	Wald	4.800	3.400
Bodenfallen-Fänge	Kahlschlag	3.500	1.700

Unterschiede in der Häufigkeit seien ferner am Beispiel der Käferfamilien aufgezeigt:

Familien	Vergleichsgebiet	Brandgebiet
Carabidae	1.415	431
Byrrhidae	61	43
Elateridae	43	13
Scarabaeidae	29	5
Coccinellidae	30	29
Curculionidae	490	929
		(davon 677 <i>Hylobius</i>)
Lathridiidae	62	522
Staphylinidae	268	327
Scolytidae	33	47

7.4. Diskussion

Die Ergebnisse bestätigen das ökologische Prinzip, daß unter extremen Lebensbedingungen die Artenzahl abnimmt, einige Arten aber dafür in großer Zahl auftreten. Von den durch Boden-Eklektoren im Vergleichsgebiet nachgewiesenen Arthropoden fehlten im Brandgebiet Dermaptera, Lepidoptera, Cicadina, Psylloidea und Saltatoria. Zu stärkerer

Vermehrung im Brandgebiet kam es bei Collembola, Lathridiidae, Nematocera und Ephydridae. Reichliches Auftreten durch Neueinwanderung in das Brandgebiet dürfte für Zikaden, Blattläuse, Zehrwespen, Carabiden und Curculioniden zutreffen.

Einwanderung kann für Arten angenommen werden, die in Bodenfallen häufig vorkommen, den Fängen aus Boden-Eklektoren aber weitgehend fehlen. Dennoch könnte, weil die Eklektoren nur wenig Bodenfläche abdeckten, ein Grundbestand auch solcher Arten das Feuer überlebt haben, um sich nach kurzer Zeit wieder auszubreiten und zu vermehren. Dies ist bei einem Waldbrand eigentlich immer gewährleistet (Komarek mündl.), da fast stets kleinere oder größere Stellen vom Feuer verschont bleiben, wie es auch hier der Fall war. Daher bedeutet das Fehlen einer Art oder Gruppe im Eklektor nicht unbedingt, daß ihr Auftreten in den Bodenfallen nur durch Einwanderung von außen zu erklären ist.

Es darf auch die Überlebensfähigkeit von Arthropoden bei einem Brand nicht unterschätzt werden. Die Hitze dringt nicht sehr tief in den Boden ein. Ausnahmen sind Nachtfeuer, die sich wegen hoher Luftfeuchte und geringer Windgeschwindigkeit oft geradezu in den Boden fressen, sowie Moorbrände und Feuer auf dicker, trockener Rohhumusaufage. Meist ist die Temperatur schon dicht unter der Bodenoberfläche so gering, daß dort Arthropoden überleben können. Um so mehr gilt dies für Arten in größerer Tiefe (HEYWARD 1938, UGLA 1974). Weitere Überlebensmöglichkeiten waren in Erdlöchern, unter Wurzeln, Steinen und vor allem unter Baumrinde gegeben. Selbst unter der Rinde völlig verkohlter Bäume fanden sich viele lebende Arthropoden. Zwei Tage nach dem Feuer konnten in einem Grasbulten lebende Ameisen beobachtet werden, obwohl 3 m daneben geschmolzenes Glas auf dem Boden lag.

Bei nicht zu starkem Feuer können sich flugfähige Insekten auch durch Flucht retten (GILLON 1972). Diese Möglichkeit dürfte aber bei dem untersuchten Waldbrand wegen seiner großen Intensität keine wesentliche Rolle gespielt haben. Häufig fand ich verkohlte Überreste von Arthropoden, besonders von Spinnen und Rüsselkäfern. Da die Auswirkungen des untersuchten Waldbrandes schon kleinflächig sehr unterschiedlich waren, wie der Vergleich von Kahlschlag und Wald im Brandgebiet zeigt, sind verallgemeinernde Aussagen über Brandfolgen nur in relativ grober Form möglich. Dies gilt besonders für quantitative Aussagen. Aus der Inhomogenität des Waldbrandgebietes erklären sich auch gewisse Unterschiede zwischen meiner Untersuchung und derjenigen von WINTER et al. (1976), der eine stärkere Schädigung der Tierwelt feststellte.

Das Untersuchungsgebiet von Winter war sehr gleichartig und besonders stark verbrannt. Ich suchte mir ein inhomogenes Gebiet aus, weil dies am besten dem Gesamtbild des Waldbrandes entsprach. Es gab darin kleine Flecken, die kaum verbrannt waren und alle Übergänge bis zu sehr starker Verbrennung.

8. Folgerungen für Naturschutz und Forstwirtschaft.

Von einer ökologischen Katastrophe durch den Waldbrand kann weder für Pflanzen noch für Tiere die Rede sein. Starke Schädigung durch das Feuer ist zwar deutlich nachweisbar, bleibt aber vorwiegend quantitativer Natur. Andererseits gibt es positive Wirkungen des Feuers wie Ausweitung der Vegetation im Wald, größere Artenvielfalt, Anregung des Bodenlebens (AHLGREEN 1965) und Erhöhung des pH-Wertes des Bodens. So ist zu erwarten, daß das Artenspektrum bei den Arthropoden noch dasjenige des Vergleichsgebietes übersteigen wird.

Sowohl aus ökologischer Sicht wie aus der des Naturschutzes waren die Verhältnisse in den Monokulturen der verbrannten Wälder schon vor dem Feuer relativ ungünstig: dürftige Bodenvegetation in den Nadelwäldern, hohe Fangzahlen von Rüssel- und Borkenkä-

fern, niedrige pH-Werte des Bodens, Rohhumusvertorfung. Die schlechten ökologischen Verhältnisse waren mitverantwortlich beim Entstehen günstiger Brandbedingungen. Hier haben sich besonders ungünstig ausgewirkt: (1) Dichte, gleichaltrige Nadelholzmonokulturen ohne Laubholz. (2) Zu viel totes, trockenes organisches Material auf dem Waldboden und dessen Vertorfung durch zu geringes Bodenleben und niedrige pH-Werte. (3) Reste von der Sturmkatastrophe von 1972, die letztlich auch ökologische Ursachen hatte. (4) Der zu geringe Bodenbewuchs in den Wäldern. (5) Austrocknung des Bodens durch zu geringe Vegetation und zu geringes Bodenleben.

Der Waldbrand hat sich als natürliches Regulativ gegen ungünstige Biotopverhältnisse erwiesen, das nach zeitweise ungünstigeren Bedingungen auf lange Sicht bessere schafft. Daher wäre es am besten, die verbrannten Flächen sich selbst zu überlassen. Dem stehen jedoch die Ansprüche der Forstwirtschaft entgegen. Hier sind höchstens Kompromisse möglich. Folgende Punkte wären empfehlenswert: (1) Vermehrte Anpflanzung von Laubholz. (2) Einsatz kontrollierten Brennens zur Beseitigung brennbaren Materials am Boden, zur pH-Wert-Erhöhung des Bodens sowie zur Förderung des Bodenlebens und der Vegetation. (3) Vermehrte Anlage von Freiflächen (Feuerschutzstreifen, Wiesen, Brachflächen). (4) Vorsichtiger Bodenbearbeitung bei der Herrichtung der neu zu bepflanzen Flächen, kein Umpflügen und Herausheben des Mineralbodens. (5) Liegenlassen von Teilen der verbrannten Wälder als natürliche Regenerationszentren.

Der letzte Punkt müßte noch hinsichtlich seiner praktischen Auswirkungen ökologisch untersucht werden. Vor allem auf Entwicklung von Forstschädlingen ist hier zu achten. Auch die Beachtung von Punkt 4 erscheint wichtig, da die im Brandgebiet vorgenommenen forstlichen Maßnahmen der Bodenbearbeitung die ungünstigen ökologischen Folgen des Feuers - zumindest kurzfristig - noch ganz erheblich verstärkten, bis hin zum Auftreten von Treibsand! Mäuse wurden in diesen Gebieten überhaupt nicht mehr gefangen, und auch versuchsweise aufgestellte Bodenfallen enthielten fast nur Sand.

Zu Punkt 2, dem kontrollierten Brennen, sei folgendes gesagt:

(1) Wird großflächig kontrolliert gebrannt, sollten regelmäßig ungebrannte Flächenstreifen liegenbleiben. Von diesen Flächen ist eine schnelle Wiederbesiedlung der Brandflächen möglich. (2) Kontrolliertes Brennen sollte auf Kahlschlägen und in sehr jungen Pflanzungen nicht oder nur sehr vorsichtig angewendet werden, weil hier mit stärkeren Schädigungen als im Wald zu rechnen ist. (3) Stubbenwälle und Abfallholzhäufen sollten sofort verbrannt werden, denn sie stellen ein großes Brandpotential dar. Wird das Verbrennen erst später durchgeführt, werden in den Häufen lebende Spitzmäuse vernichtet. (4) Es sollten wissenschaftliche Versuche mit kontrolliertem Brennen in den Heidewäldern unternommen werden, um exakte Aussagen machen zu können.

9. Zusammenfassung

In Kiefernwäldern Niedersachsens wurden Auswirkungen eines Waldbrandes auf Pflanzen und Tiere untersucht. Dabei wurden besonders Mäuse und Arthropoden berücksichtigt.

Schlechte ökologische Bedingungen in den Nadelholzmonokulturen schufen neben extrem trockener Witterung gute Brandbedingungen. Die Intensität des Feuers war allgemein sehr stark, aber unterschiedlich, so daß ein mosaikartiges Brandbild entstand, in dem auch unverbrannte Flächen vorkamen. Es verbrannte viel Wild, weil es vor vielen Menschen in die brennenden Wälder zurück flüchtete.

Die Vegetation begann sich schon kurze Zeit nach dem Feuer zu regenerieren. Besonders Moose (*Funaria hygrometrica* L.) breiteten sich stark aus und bedeckten nach einem Jahr im verbrannten Wald 50 % des Bodens. Auffallend war das starke Auftreten

von *Marchantia polymorpha* L. in den vormals sehr trockenen Kiefernwäldern. Ruderalpflanzen breiteten sich stark aus. Der Boden des verbrannten Waldes war schon in einem Jahr stärker bewachsen als im nicht verbrannten Wald.

'79 DROSERA

Die Mäusepopulationen wurden durch das Feuer stark vermindert, aber nicht völlig vernichtet. Die Vermehrung begann schon bald nach dem Feuer wieder, und nach einem Jahr wurden fast die Aktivitätsdichten des unverbrannten Vergleichsgebietes erreicht. Die Schädigung der Mäusearten war unterschiedlich stark, am wenigsten wurde *Apodemus sylvaticus* L., am stärksten wurden die Microtidae geschädigt. - Soricidae konnten im Brandgebiet nicht mehr nachgewiesen werden. Arthropoden erlitten starke Reduktionen der Bestände. Die Aktivitätsdichte der Myriopoda war um 40 % vermindert. Dermaptera, Lepidoptera, Cicadina, Psylloidea und Saltatoria fehlten den Fängen der Boden-Eklectoren. In den Bodenfallen waren dagegen noch alle Gruppen vertreten, die auch im unverbrannten Gebiet gefangen wurden. Dies deutet auf baldige Einwanderung hin. Colembola, Ephyrididae, Lathridiidae und Nematocera traten im Brandareal besonders reichlich auf. Unter den Spinnen kam es bei den Salticidae zu stärkeren Vermehrungen. Curculionidae, Carabidae, Cicadina und Aphidoidea sind offenbar in besonderem Ausmaß in das Brandgebiet eingewandert. Staphylinidae und Formicidae überstanden den Brand gut. Für die Zukunft ist zu erwarten, daß Artenvielfalt und Individuenzahl der Arthropoden des Brandgebietes die des Vergleichsgebietes noch übersteigen werden. Entsprechendes gilt für Kleinsäuger und die Vegetation.

Der Waldbrand war eine natürliche Reaktion auf ungünstige ökologische Bedingungen. Flora und Fauna wurden stark geschädigt, aber fast nur in quantitativer Hinsicht. Deswegen bedeutet ein Waldbrand keine ökologische Katastrophe. - Zukünftig sollten in den Wäldern bessere ökologische Bedingungen geschaffen und dazu auch kontrolliertes Brennen eingesetzt werden.

10. Danksagung

Für das Zustandekommen dieser Arbeit schulde ich besonderen Dank: Henry MAKOWSKY (Hamburg) für die Anregung zu dieser Untersuchung, Prof. Dr. W. TISCHLER (Kiel) für die Ermöglichung einer so breit angelegten Untersuchung, Dr. F. SICK (Kiel) für praktische Hilfe und Beratung, Oberförster EHRHARD (Queloh) für die Zurverfügungstellung seines Revieres, Dr. E. V. KOMAREK (Tallahassee, USA) für wissenschaftliche Beratung. Außerdem schulde ich Dank für manche Hilfe und Anregung: Dr. W. RIESS (München), M. SCHÖNHERR (Hannover), Dr. K. WINTER (Göttingen).

Literatur:

- AHLGREEN, I. (1965): Effects of prescribed burning on soil microorganisms in a Minnesota jack pine forest. - *Ecology* **46**: 304-310.
- ARNOLD, J. (1963): Use of fire in the management of Ariz. watersheds. - *Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf.* **2**: 99-111.
- BALDANZI, G. (1960): Burning and soil fertility. - 7. Intern. Congr. Soil Sci., Madis Wisc.: 523-530.
- BRAATHE, P. (1973): Prescribed burning in Norway - effects on soil regeneration. - *Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf.* **13** 211-222.
- DIETERICH, J. H. (1971): Air Quality Aspects of Prescribed Burning. - *Prescr. Burning Sympos.*, Proc. Charleston, S.C. USDA For. Service.
- GILLON, D. (1972): The effect of a bush fire on the principal pentatomid bugs of an Ivory coast savanna. - *Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf.* **11**: 377-417.

- HEYWARD, F. (1938): Soil temp. during forest fires in the long-lief pine region. - J. Forestry 36, Washington DC.
- HURST, G. (1970): The effects of contr. burn. on arthropod density and biomass in rel. to *Olinas virginianus* broad habitat. - Diss. Mississ. State Univ.
- KOMAREK, E. V. (1969): Fire and animal behaviour. - Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. 9: 161-208.
- KOMAREK, E. V. (1971): Effects of fire on wildlife and range habitats. - Prescr. Burn. Sympos., USDA Forest Serv. Asheville N.C., Southeast Forest Exp. Sta.
- RIECHERT, S. & REEDER, W. (1972): Effects of fire on spider distribution in north-western Wisconsin prairies. - Proc. sec. Midw. Prairie Conf. UW Wisc.: 73-90.
- UGGLA, E. (1974): Fire Ecology in Swedish Forests. - Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf. 13: 171-190.
- WINTER, K.; ALTMÜLLER, R.; HARTMANN, P.; SCHAUERMANN, J. (1976): Forschungsprojekt Waldbrandfolgen: Populationsdynamik der Invertebratenfauna in Kiefernforsten der Lüneburger Heide. - Verh. der Ges. für Ökologie, Göttingen: 225-234.

Eingang des Manuskriptes: 3. 5. 1979.

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Biol. C.-H. Buck, D-2131 Heselorf