

Zur Sukzession und Populationsdynamik der Insekten in verbrannten Kiefernforstökosystemen der Lüneburger Heide

JÜRGEN SCHAUERMANN

Zusammenfassung

Eine zweijährige sukzessive Neubesiedlung von 20jährigen verbrannten Kiefernkulturen durch Insektenpopulationen wurde untersucht. Ein Vergleich mit unverbrannten Kiefernforsten wurde durchgeführt. Die Abfolge der pflanzlichen Besiedlung nach dem Feuer charakterisieren Populationen von Schleimpilzen, Pilzen, Lebermoosen, Moosen und Pionierarten höherer Pflanzen. Alle wirbellosen Taxa haben das Feuer in geringer Anzahl überlebt. Fanggeräte waren Bodenfallen, Boden-Photoelektoren, Baum-Photoelektoren. Salzseefliegen (*Ephydriidae*) siedeln im staunassen Brandschlamm zuerst. Verschiedene Taxa kennzeichnen die sukzessive Neubesiedlung der Brandflächen durch brandschlagtypische Tiergesellschaften. So siedeln Moderkäfer (*Corticaria linearis*, 240 Imagines pro m² × Jahr) und Laufkäfer (*Agonum quadripunctatum*, 35 Jungkäfer pro m² × Jahr) in abwechselnder Rangfolge.

1. Einführung

Auswirkungen von Bränden auf Insektenpopulationen in Wäldern und Forsten sind selten genauer analysiert worden (KOZLOWSKI u. AHLGREN, 1974). Langfristige Untersuchungen über die sukzessive Entwicklung nach Feuereinwirkung und unter veränderten bodenchemischen und sonstigen Umweltverhältnissen existieren nicht.

Ausgedehnte Wildfeuer in Kiefernforsten der Lüneburger Heide im August 1975 stellen für uns einen experimentellen Großeingriff dar. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Waldbrandfolgen“ finden seither Untersuchungen statt. WINTER et. al. (1977) und BUCK (1978) analysieren unmittelbare Auswirkungen des Feuers auf die Tiere und die beginnende sukzessive Entwicklung von Brandfolgegesellschaften. Im vorliegenden Beitrag werden weitere Detailauswertungen der Fänge bis Ende 1977 vorgestellt. Ergebnisse zur Eignung der eingesetzten Fanggeräte werden besonders aufgezeigt. Im Mittelpunkt stehen die Insektenpopulationen, die an Abundanz und Biomasse vorherrschen. Eine folgende Arbeit wird auch Ergebnisse der Fänge des Jahres 1978 enthalten (SCHAEFER et. al., in Vorb.).

2. Untersuchungsgebiet, Standortbedingungen

Die eigentlichen Untersuchungsflächen liegen im Naturpark Südheide. Genauere Angaben finden sich bei WINTER et. al. (1977). Die Arbeiten werden in verbrannten 20jährigen Kiefernkulturen (KB), einem vergleichbaren Kiefernforst (K) und einer Kiefernjungkultur (KJ), nach Brand aufgeforstet, durchgeführt. Der vorherrschende Bodentyp dieser Standorte ist repräsentativ für weite Gebiete der Südheide. Ein podsolierter Horizont von 10 bis 15 cm Mächtigkeit wird von einer 50 cm starken Geschiebesandschicht aus anlehmigen mittleren Sanden unterlagert. Nach den Bränden ist der pH-Wert der Böden drastisch in den sauren Bereich verschoben. Im ersten Brandfolgejahr tritt eine extreme Hydrophobie des Mineralbodens auf. Auch in der Streu-Humusschicht des Bodens in Fichtenforsten fällt diese starke Wasserabstoßung bei Trockenheit regelmäßig auf. Die Unbenetzbarkeit rührt von

bisher nicht bekannten organischen Verbindungen her. Bei Feuer baut sich ein steiler Temperaturgradient im Boden auf. Am kühleren Mineralboden kondensieren diese gasförmig eindringenden organischen Verbindungen. Das Niederschlagswasser kann von den oberen Bodenschichten nicht mehr abfließen. In den Brandgebieten bildete die oberste Bodenschicht eine „schwimmende Brandschlammsschicht“. Erst im Sommer 1976 hob die Neudurchwurzelung des Bodens durch höhere Pflanzen diesen Zustand allmählich wieder auf.

Die Kiefernforste sind aus Pflanzreihen und Zwischenstreifen aufgebaut. In den Zwischenstreifen entwickeln sich durch Sogwirkung größere Hitze und Brandgeschwindigkeit. Nach dem Feuer finden wir überwiegend in der Pflanzreihe mosaikartig verteilt unverbrannte Reste der F-Schicht.

Wenige Wochen nach dem Verlöschen der Brände entwickeln sich Pflanzengesellschaften aus Pilzen und Schleimpilzen (KAPPICH, 1977). In rasch aufeinander folgenden Sukzessionsphasen entwickeln sich Populationen von Brandfolgearten. Nach vier bis sechs Monaten folgen Lebermoose (*Marchantia polymorpha*), Moose (*Funaria hygrometra*, *Polytrichum attenuatum*), Farne (*Pteridium aquilinum*) sowie Gräser (*Molinia coerulea*, *Avenella flexuosa*) und höhere Pflanzen (*Epilobium angustifolium*, *Senecio silvaticus*, *Calluna vul-*

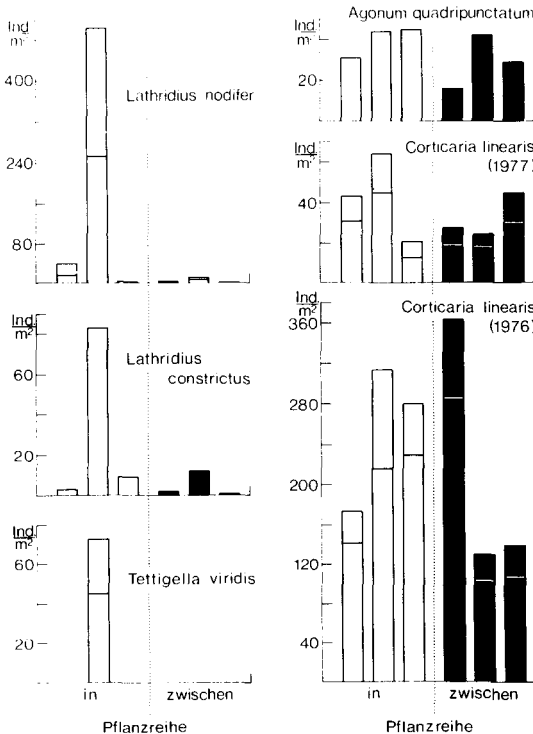


Abb. 1: Einzelfänge mit Boden-Photoelektoren in 20jährigen verbrannten Kiefernkulturen (KB) der Lüneburger Heide (1976/77). Jede Säule repräsentiert ein Fanggerät. Querstriche in den Säulen geben das ♂♂/♀♀-Verhältnis an (♂♂ an der Basis).

garis). Diese Pionierstadien der pflanzlichen Brandfolgebesiedlung sind schon häufiger beschrieben worden (GRAFF, 1935). Zuerst treten in den Zwischenstreifen die Moos- und Lebermoosgesellschaften auf. Bereits im Sommer 1977 ist eine fast mannshohe Weidenröschenflur gleichmäßig über die Brandfläche ausgewachsen. Die Krautschicht ist weitgehend gleichmäßig ausgebreitet. Pflanzlich unbesiedelte Flecken sind nur noch vereinzelt zu finden. Im Herbst treten Pappel- und Weidengesellschaften deutlich hervor. Frau Prof. Jahn, Göttingen, untersucht die Entwicklung der Phytozönose im Detail. Bei den Herbststürmen 1977 stürzen die toten Kiefernstämme in die Pionierpflanzengesellschaften. Die inhomogene komplizierte Struktur dieses Ökosystems macht jede weitere Untersuchung aufwendig und sehr schwierig.

3. Methoden

Bei der Durchführung des Programms boten sich den Zoologen die Methoden an, die diese selbst im Solling-Projekt der DFG erprobt hatten. Es sollte ein Minimalprogramm durchgeführt werden (GRIMM et. al., 1975). Fanggeräte für Arthropoden der Vegetationsschicht sind Baum-Photoelektoren (FUNKE, 1971). Als Bodenfalle wurde ein fortentwickelter Typ der Schnellwechselfalle (ADIS, 1974) verwendet. Darüber hinaus wurden im Januar und April 1976 quantitative Bodenproben statistisch ausreichender Anzahl und Größe in L-, F- und Mineralhorizont (0–2 cm Tiefe) entnommen. Die Extraktion der Tiere aus den Proben erfolgte mit hochdifferenzierten unspezifischen Methoden nach dem Kempson-, Macfadyen- und O'Connor-Prinzip (Phillipson, 1971). Fixierungsmittel ist in allen Fällen verdünnte Pikrinsäurelösung (2 Teile gesättigte Pikrinsäurelösung + 3 Teile Aqua dest. + einige Tropfen Entspannungsmittel). Pikrinsäure ist nach Stand der Kenntnisse weitgehend geruchsneutral für Arthropoden (ADIS, 1975).



Abb. 2: Boden-Photoelektoren (Grundfläche 1 m²) in 20jährigen verbrannten Kiefernkulturen der Lüneburger Heide 1976. Zustand ein Jahr nach Feuereinwirkung. Je ein Gerät ist in Pflanzreihe und im Zwischenstreifen in den Mineralboden eingelassen.

Im Untersuchungsgebiet herrscht kontinentales Ortsklima vor. Unsere weitgehend kontinuierliche Erfassung von Luftfeuchte und Temperatur (+ 50 cm über dem Boden) ergibt im Brandschlag stärker ausgeprägte Extremwerte als im Kiefernforst.

Einige Fangergebnisse mit Bodenphotoelektoren aus KB sollen als Beispiel für Grenzen und Möglichkeiten des methodischen Ansatzes dienen (Abb. 1). In der Fangperiode 1977 erbringt ein einziges von 6 Fanggeräten bei dem Moderkäfer *Lathridius (Conionomus) nodifer* Westw. 90% des Gesamtfanges. Ähnliche Zahlen finden wir bei *Lathridius (Conionomus) constrictus* Gyll. und der Zwergzikade *Tettigella viridis* L. Die komplexe Mosaikstruktur der Bodenschicht spiegelt sich in diesen Ergebnissen. Fänge des brandfolgenden Laufkäfers *Agonum quadripunctatum* de Geer und des Moderkäfers *Corticaria linearis* Payk. aus den Jahren 1976/77 ergeben nur schlecht sicherbare Unterschiede zwischen Pflanzreihe und Zwischenstreifen. Die Fanggeräte sind mehr als 1 m breit und überlappen deutlich in die jeweils andere Zone (Abb. 2). Andererseits schlüpfen Breitzweiffliegen (Ephydridae) und *Strophosomus capitatus* de Geer vorwiegend in den Pflanzreihen. Hier sind größere Mengen unverbrannten Bestandesabfalls des Ao-Horizonts im Boden verblieben.

4. Ergebnisse

4.1 Überleben der Feuereinwirkung

Nach den Ergebnissen einer ersten groben Auswertung fehlen nur einige Tiergruppen im Brandgebiet (WINTER et. al., 1977). Nur Pseudoskorpione, Weberknechte, bodenlebende Ruderfußkrebse (Copepoda), Dermaptera und Symphyta konnten nicht nachgewiesen werden. BUCK (1978) findet jedoch bereits im September–Oktober 1975 Dermaptera und Opiliones in Bodenfallenfängen. Auch hier wird deutlich, daß selbst relativ großer methodischer Aufwand rasch zu Fehlinterpretationen führen kann. Es scheint die Annahme gerechtfertigt, daß sogar aus allen Taxa Tiere in geringer Anzahl überlebt haben. Die Siedlungsdichte im Brandgebiet ist jedoch stark reduziert. Nur 25% der im Kiefernforst (K) schlüpfenden pterygoten Insekten-Imagines ($1\ 000\ \text{Ind./m}^2 \times \text{Jahr}$) schlüpfen in KB am Boden. Die Anteile der einzelnen trophischen Gruppen sind in K und KB sehr unterschiedlich (Tab. 1, 3). In KB erfolgt eine deutliche Verschiebung zu mycetophagen Moderkäfern. Die Fänge in KB repräsentieren also deutlich die sukzessive Neubesiedlung durch brandschlageigene Species. Die tatsächliche Mortalität durch Feuer dürfte bei 80–90% liegen.

4.2 Jahresaspekte des Schlüpfens am Boden

Im Gefolge der Entwicklung brandschlagtypischer Pflanzengesellschaften kommt es auch zur sukzessiven Ansiedlung standorttypischer Tierpopulationen in KB. BUCK (1978) weist bereits im September–Oktober 1975 mit Bodenfallenfängen Ephydriden und Lathridiiden nach. Diese Taxa treten auch in den beiden folgenden Jahren besonders hervor. Ein Vergleich der Schlüpfphänologie am Boden zwischen K und KB für die dominanten Käfer macht diese Entwicklung besonders deutlich. In Laubwäldern und Fichtenforsten schlüpfen pterygote Insekten am Boden je nach Entwicklungstyp zu verschiedenen Jahreszeiten (SCHAUERMANN, 1977; THIEDE, 1977).

Auch im Kiefernforst lassen sich ähnliche Jahresaspekte hervorheben (Tab. 1). In einem Frühjahraspekt schlüpfen bei vielen Arten die Altkäfer. Nach der Überwinterung beginnen z. B. *Strophosomus capitatus*, *Str. melanogrammus* Först. und *Hylobius abietis* L. mit dem Reifefraß ihre Fortpflanzungsperiode in der Vegetationsschicht. Im Herbstaspekt schlüpfen Jungkäfer am Boden und treten in die Überwinterungsphase ein. Dagegen tritt ein ganz untypischer Sommeraspekt für Kiefern-Forste 1976 im Brandgebiet auf. Die Lathridiiden bestimmen diese Entwicklung. Neben *Lathridius (Conionomus) constrictus*, *Corticaria fuscula* Gyll. treten andere Arten wie *Corticaria gibbosa* Hbst. nur als Einzelindividuen auf. Die dominierende *Corticaria linearis* schlüpft 1976 mit $240\ \text{Ind./m}^2$ am Boden.

Die ursprünglichen Jahresaspekte des Kiefernforstes sind in KB nur noch an den Fängen weniger Species zu erkennen. Im Frühjahr wird *Hylobius abietis* gefangen. Seine Einwanderung oder sein Überleben kann schon im September/Oktober 1975 durch Bodenfallen registriert werden (BUCK, 1978). *Strophosomus capitatus* und *Strophosomus melanogrammus* haben den Brand im Boden überlebt. Die Tiere lagen zur Zeit der Feuereinwirkung in Puppengehäusen im oberen Mineralhorizont. Eine Einwanderung über große Entfernungen zum nächsten unverbrannten Forst (mindestens 1 000 m) kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfolgt sein. Die Tiere sind ungeflügelt. *Brachyderes incanus* L., *Hylobius abietis* und *Strophosomus capitatus* treten im Herbstaspekt in KB auf. Diese Arten haben das Feuer als Larven im Boden und in den Kiefernwurzeln überlebt. *Strophosomus capitatus* macht im Winter 1975/76 seine Hauptwachstumsphase durch (SCHAUERMANN, 1973). Die Tiere sind offensichtlich nicht auf Wurzeln unbeschädigter Pflanzen als Nahrung angewiesen. Wurzeln neu angesiedelter höherer Pflanzen treten erst im Sommer 1976 auf. Zu dieser Zeit verbringen die Altlarven dieser Generation eine sommerliche Dormanzphase im oberen Mineralhorizont. Im August verpuppen sich die Tiere im Boden.

4.3 Die sukzessive Entwicklung pterygoter Insektenpopulationen in KB

Boden-Photoelektoren fangen die Tiere an der Bodenoberfläche ab. Zur Zeit der Schneeschmelze werden die Geräte in den Boden eingesenkt und verbleiben ein Jahr am Standort. Zuerst werden die Tiere abgefangen, die am überdeckten Fangplatz am Boden sitzen. Überwiegend werden dann Arten erfaßt, die einen Teil ihres Entwicklungszyklus in der Bodenschicht verbringen. So ist die Ansiedlung pterygoter Insekten kontinuierlich zu erfassen. Neben Käfern sind nur folgende Insektenordnungen durch Individuenzahl und Biomassendichte bedeutsam in Erscheinung getreten (Tab. 2).

Eine erste Massenentwicklung tritt im April 1976 bei den Salzseefliegen (Ephydridae) auf. Ephydridae sind meist Süßwasserbewohner, siedeln aber auch in Salzwasser, Jauche und Petroleum. Im zweiten Brandfolgejahr 1977 vollenden nur noch sehr wenige Individuen ihre Entwicklung im zunehmend austrocknenden Brandschlamm. Erstaunlich bleibt die explosionsartige Ausbreitung dieser Tiere über Tausende Hektar Brandfläche. Die Schlüpfdichten der Chironomidae und der Itonididae gehen bis 1977 ebenfalls stark zurück. Die Bodenversauerung nimmt bis Ende 1977 deutlich ab. Die pflanzliche Produktion an Bestandesabfall nimmt ab Sommer 1976 stark zu.

Populationen der Thysanoptera und von *Tettigella viridis*, einer Zwergzikade, bilden die erste Phytophagen-Massenentwicklung im Sommer und Herbst 1977. Höhere Pflanzen wachsen zu diesem Zeitpunkt bereits flächendeckend. Die Auftrennung der starken Itonididen-Populationen in ihre Anteile an Phytophagen und Carnivoren ist nicht möglich.

Auch standorteigene Räuberpopulationen entwickeln sich 1977. Neben verschiedenen Käferarten dominierten die Empididae. 1977 schlüpften 28 Individuen pro m² am Boden. Wenige Arten dominierten auch bei den Käfern in den ersten beiden Brandfolgejahren. 1976 ist ein Pilzfresser- oder Lathridiidenjahr. 1977 wird die häufigste Art *Corticaria linearis* von *Lathridius (Conionomus) nodifer* in der Rangfolge abgelöst. Die Schlüpfdichte bei *L. nodifer* beträgt 105 Ind./m² × Jahr. Daneben treten nur die phytophagen Rüsselkäfer *Hylobius abietis* und *Strophosomus capitatus* auffällig hervor.

Nach dem Neuaufsetzen der Photoelektoren im März 1977 wird die starke Entwicklung räuberischer Käferpopulationen deutlich. Zuerst schlüpfen nach der Überwinterung die Altkäfer von *Coccinella septempunctata* L. Die Tiere werden nach dem Massenentwicklungsjahr 1976 auch im Kiefernforst gefangen. Das Auftreten ist sicher nicht brandschlagtypisch. Im Frühjahr und Sommer folgen dann die Imagonalpopulationen des Laufkäfers *Agonum quadripunctatum* und des Scheinrüsslers *Salpingus ater* Payk. Der brandfolgende *A. quadripunctatum* schlüpft mit 35 Ind./m² × Jahr, der Borkenkäferjäger *S. ater* mit 13 Ind./m² × Jahr. Andere Borkenkäferjäger wie der Scheinrüssler *Rhinosimus planiro-*

stris Fabr., der Buntkäfer *Thanasimus formicarius* L. und *Rhizophagus dispar* Payk. wurden nur in geringen Anzahlen gefangen (Tab. 3). Die Fänge an Borkenkäfern sind zahlenmäßig sehr gering. Die verwendeten Methoden sind aber sicher unzureichend. Die Schlüpfdichte an Staphyliniden nahm ständig zu (1977: 22 Ind./m²).

4.4. Zur Bindung an das Ökosystem, Wanderungsbewegungen

Die Wiederbesiedlung der Kiefernbrandflächen beginnt unmittelbar nach dem Feuer. Nicht alle Bewohner des Forstes nehmen an diesen Wiederbesiedlungswanderungen teil. An einigen Käferarten ist das deutlich nachweisbar (Tab. 1, 3). *Polydrosus atomarius* Ol., *Anatis ocellata* L. und *Athous subfuscus* Müll. verlassen den Forst nie. Andere Species wie z. B. *Typhoeus typhoeus* L., *Agonum quadripunctatum*, *Pityogenes bidentatus* Hbst. sind nur im Kiefernbrandgebiet nachweisbar.

Die Interpretation der Ergebnisse wird dadurch erschwert, daß veränderte Raumstruktur und Klima im Brandgebiet zur Änderung der Fangeigenschaften der Geräte führt. Massenfänge von *Hylobius abietis* in KB in Bodenfallen sind sicher auch eine Folge des geringen Raumwiderstandes nach dem Feuer. 1976 wurden durchschnittlich 50 Ind. pro Bodenfalle in KB gefangen. *Brachyderes incanus* wird nur in KB mit Bodenfallen gefangen. Im Sommer 1976 gehen bei extremer Trockenheit Sandstürme durch das Brandgebiet. Als Folge können wir den Einwanderungsversuch des brandschlagtypischen *Corticaria linearis* in K an Baum-Photoelektrofallen ablesen.

4.5 Schlußbemerkung

Auch bei den nichtgeflügelten Insekten sind Massenentwicklungen zu verzeichnen. Als eindrucksvollstes Beispiel ist die Massenvermehrung von *Bourletiella hortensis* Fitch. im Juni 1976 in KB zu nennen (WINTER et al., 1977). Zu diesem Zeitpunkt war der Boden dicht mit diesen Kugelspringern bedeckt.

Literatur

- ADIS, J. (1974): Bodenfallenfänge in einem Buchenwald und ihr Aussagewert. – Diplomarbeit Göttingen.
- ADIS, J. und E. KRAMER (1975): Formaldehyd-Lösung attrahiert *Carabus problematicus* (Coleoptera: Carabidae). – *Entomologica Germanica* 2 (2): 121–125.
- BUCK, C. H. (1978): Auswirkungen eines Waldbrandes auf Tiere und Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Mäuse und Arthropoden. – Diplomarbeit Kiel.
- 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.
- GRAFF, P. W. (1935): Plant invasion following fires. – *Torreyia* (New York) 35: 137–141.
- GRIMM, R., FUNKE, W., SCHAUERMANN, J. (1975): Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse: Untersuchungen an Tierpopulationen in Waldökosystemen. – *Verh. Ges. Ökol.* Erlangen 1974, 77–87. W. Junk, Den Haag.
- KAPPICH, J. (1977): Untersuchungen zur Neubesiedlung von verbrannten Waldböden durch Pilze und Moose. – Diplomarbeit Hann.-Münden.
- KOZŁOWSKI, T. T. and AHLGREN, C. E. (eds.) (1974): *Fire and Ecosystems*. – (Physiol. Ecol.) Academic Press: London.
- PHILLIPSON, J. (ed.) (1971): *Methods of study in qualitative soil ecology: Population, production and energy flow*. – IBP Handbook 18. Blackwell, Oxford and Edinburgh.
- SCHAEFER, M., SCHAUERMANN, J., WINTER, K. (in Vorb.): Sukzessionsvorgänge auf Kiefernbrandflächen und Kiefernjungkulturen.

- SCHAUERMANN, J. (1973): Zum Energieumsatz phytophager Insekten im Buchenwald. II. Die produktionsbiologische Stellung der Rüsselkäfer (Curculionidae) mit rhizophagen Larvenstadien. – *Oecologia* 13, 313–350. Berlin.
- SCHAUERMANN, J. (1977): Zur Abundanz- und Biomassendynamik der Tiere in Buchenwäldern des Solling. – *Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976*, 113–124. W. Junk, Den Haag.
- THIEDE, U. (1977): Untersuchungen über die Arthropodenfauna in Fichtenforsten (Populationsökologie, Energieumsatz). – *Zool. Jb. Syst. Bd. 104*, 137–202.
- WINTER, K., ALTMÜLLER, R., HARTMANN, P. und SCHAUERMANN, J. (1977): Forschungsprojekt Waldbrandfolgen: Populationsdynamik der Invertebratenfauna in Kiefernforsten der Lüneburger Heide. – *Verh. Ges. Ökologie, Göttingen 1976*, 225–234. W. Junk, Den Haag.

Anschrift des Verfassers:

Dr. JÜRGEN SCHAUERMANN
II. Zoologisches Institut und Museum
der Universität Göttingen
Abteilung Ökologie
Berliner Str. 28, D–3400 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Schauermann Jürgen

Artikel/Article: [Zur Sukzession und Populationsdynamik der Insekten in verbrannten Kiefernforstökosystemen der Lüneburger Heide 36-44](#)