

Jahresberichte
des Naturwissenschaftlichen Vereins
in Wuppertal

26. Heft

Sammelband

Herausgegeben von
WOLFGANG KOLBE

Wuppertal 1973

**Naturwissenschaftlicher Verein Wuppertal
und
FUHLROTT-MUSEUM Wuppertal**

Redaktions-Komitee:

D. BRANDES (Mikroskopie)
H. LEHMANN (Ornithologie)
H. WOLLWEBER (Mykologie)
H. SUNDERMANN (Botanik)

W. KOLBE (Entomologie)
H. A. OFFE und M. LÜCKE (Paläontologie und
Mineralogie)
H. KNÜBEL (Geographie)

Schriftentausch- und -vertrieb:

FUHLROTT-Museum
56 Wuppertal-Elberfeld
Auer Schulstraße 20 (Haus der Erwachsenenbildung)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
H. KNÜBEL, 125 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Wuppertal – Die Gründung des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal 1846 durch J. C. Fuhlrott	5
W. KOLBE, Tagung der AG Rheinischer Coleopterologen im Naturwissen- schaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal (13. und 14. 11. 1971)	15
W. KOLBE, Einführung in die Ökologie I und II	15
K. KOCH, Die Nahrung der Käfer – Ausgewählte Beispiele von Beobachtungs- ergebnissen aus der heimischen Fauna	17
R. ZUR STRASSEN, Ökologie und Tiergeographie	22
A. M. J. EVERS, Ökologie, Verhalten und Evolution	25
W. KOLBE und G. HOUVER, Der Einfluß großflächiger Bestände von exotischen Coniferenarten auf die Zusammensetzung der Coleopteren- fauna der Bodenstreu im Revierförsterbezirk Burgholz (Meßtischblatt Eiberfeld 4708)	31
W. KOLBE, Die Zusammensetzung der Coleopterenfauna im engeren Aktions- radius der Roten Waldameise (<i>Formica polyctena</i>)	55
M. MÜLLER, Untersuchungen zur Gastropodenfauna des Naturschutz- gebietes Dolinengelände Krutscheidt (Wuppertal)	61
H. WOLLWEBER und R. HOLM, Untersuchungen über die Sporen höherer Pilze im Raster-Elektronenmikroskop II. Mitt. Stereoskopische Aufnahmen von Sporen	71
H. P. SCHULZ und R. HOLM, Stereoskopische Aufnahmen metazoischer Parasiten (Würmer, Insekten) mit dem Raster-Elektronenmikroskop	84
D. BRANDES, Mitgliederverzeichnis des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal	93
E. WINTER, Verzeichnis der Schriften, die das Fuhlrott-Museum im Austausch mit den Jahresberichten des Naturwissenschaftlichen Vereins Wupper- tal erhält	99

125 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Wuppertal

Die Gründung des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal 1846 durch J. C. FUHLROTT

Ihre Ursachen und Auswirkungen

HANS KNÜBEL, Wuppertal

Dieser Festvortrag zum 125jährigen Bestehen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal hat sich zur Aufgabe gestellt darzulegen, wie es zur Gründung des Vereins hier in unserer Stadt kam, wie die erste Arbeit im Verein vor sich ging, welche Bedeutung der Verein und sein Gründer J. C. FUHLROTT erlangten und wer in Wuppertal die Mitglieder des Vereins waren. Es soll nicht nur eine kulturhistorische Untersuchung vorgelegt und ein Stück Geschichte des geistigen Lebens unserer Stadt ausgearbeitet werden, sondern auch so etwas wie eine soziologische Untersuchung über die Träger des geistigen Lebens vor 125 Jahren bei uns angestellt werden. Damit soll zugleich der Beginn des naturwissenschaftlichen Zeitalters in Wuppertal aufgezeigt werden. Es wird dabei sichtbar werden, daß nicht nur an den Universitäten, sondern auch von bestimmten Gruppen in einzelnen Städten naturwissenschaftliche Forschung in vorbildlicher Zusammenarbeit schon früh betrieben wurde. Hier in Wuppertal entstand ein besonderes westdeutsches Zentrum solcher Forschung, und unsere Stadt hätte es auf Grund der Aktivität seiner Bürger schon viel früher verdient, eine Universitätsstadt zu werden als erst in der heutigen Zeit. Gehen wir nun zurück in das Gründungsjahr 1846, in das Wuppertal der Mitte des vorigen Jahrhunderts und verfolgen den Vorgang der Gründung des Vereins, wie er aus den ersten Jahresberichten hervorgeht, die uns gedruckt vorliegen und von Anfang an erhalten sind. Sie enthalten bis heute sowohl wissenschaftliche Abhandlungen wie auch Berichte über die Tätigkeit des Vereins und sind so ein doppelter Beweis seiner Aktivität.

Was war zunächst dieses Wuppertal von 1846? Es war eine Städtegruppe:

Elberfeld hatte 46 966 Einwohner und war Stadt seit 1610. Barmen hatte 34 924 Einwohner und war Stadt seit 1808. Ronsdorf hatte 6 700 Einwohner und hatte Stadtrechte seit 1745. Cronenberg besaß 6 500 Einwohner und war wie Barmen Stadt seit 1808. Beyenburg hatte etwa 1500 Einwohner und war eine Freiheit, das heißt, es hatte alte Marktrechte aber kein Stadtrecht. Langerfeld hatte etwa 3000 Einwohner und war ein Dorf in Westfalen. (Es wurde erst 1922 nach Barmen eingemeindet.) Vohwinkel schließlich war eine Hofgruppe der Gemeinde Gruiten-Schöller. Es dürfte 1846 etwa 300 Einwohner gehabt haben. (Erst 1888 wurde Vohwinkel eine selbständige Gemeinde und 1921 Stadt.) Zählt man diese Einwohnerzahlen zusammen, so kommt man für das heutige Stadtgebiet von Wuppertal für das Jahr 1846 auf genau 100 000 Bewohner.

Diese Städtegruppe Wuppertal war 1846 eine beträchtliche Siedlungsagglomeration. Das wird durch einen Vergleich deutlich sichtbar. Damals war Düsseldorf mit kaum 40 000 Einwohnern kleiner als Elberfeld. Köln hatte etwa 80 000 Einwohner und war bei weitem die größte Stadt Westdeutschlands. Von Essen können wir in diesem Vergleichszusammenhang kaum sprechen, denn es hatte 1846 mit 7 800 Einwohnern nur wenig mehr Bürger als Ronsdorf. Auf dem ganzen heutigen Stadtgebiet von Essen lebten damals nur 39 000 Einwohner. Mit 100 000 Einwohnern war daher das heutige Stadtgebiet von Wuppertal ein gewerblich hochentwickeltes Gebiet im vor- und frühindustriellen Stadium. Ihr geistiges und finanzielles Zentrum war Elberfeld. Hier gab es seit 1579 das aus einer Lateinschule hervorgegangene altsprachliche Gymnasium

(heute WILHELM-DÖRPFELD-Gymnasium). 1830 kam die höhere Bürgerschule, das spätere Realgymnasium Aue, zur Ausbildung in den modernen Sprachen und in den Naturwissenschaften (Realien) hinzu. An dieser Schule war FUHLROTT als Lehrer tätig. 1830 wurde in Elberfeld die Industrie- und Handelskammer gegründet, eine der ersten in Deutschland. Bemerkenswert ist, daß ihr Kammerbezirk das ganze Wuppertal umfaßte. Elberfelder Kaufleute veranlaßten, daß von 1837 ab die erste Eisenbahn in Westdeutschland von Düsseldorf nach Elberfeld gebaut wurde, die 1842 Elberfeld erreichte und 1847 über Barmen nach Schwelm sowie 1849 über Hagen ins Ruhrgebiet nach Dortmund weiterführte. 1846 konnte man also schon mit der Bergisch-Märkischen und der Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft ein beträchtliches Stück ins Rheinland hinein fahren. 1838 wurde das erste Gaswerk in Elberfeld und 1845 das entsprechende Gaswerk in Barmen errichtet. Die Straßen in beiden Städten hatten daher gerade Gaslaternen zur Beleuchtung bekommen. 1844 wird die erste Dampfmaschine in einem Barmer Betrieb aufgestellt, um mechanische Webstühle anzutreiben. 1846 hat also gerade das industrielle Zeitalter des maschinellen Antriebs in Wuppertal seinen Einzug gehalten.

Am 30. März 1846 sandte der Oberlehrer an der Höheren Bürgerschule, jetzt Realschule genannt, Dr. FUHLROTT einen Rundbrief an zahlreiche Bürger von Elberfeld und Barmen mit der Aufforderung, einen naturwissenschaftlichen Verein zu gründen. Dieses „Circular“ war von 22 Leuten unterzeichnet.

Ihre Namen sind:

BAEDEKER, DE BERGHES, Dr. BOUTERWEK, CORNELIUS, Dr. FISCHER, FÖRSTERMANN, FRIEDLÄNDER, Dr. FUHLROTT, HEUSE, Dr. HOPF, Dr. DE HAAS, JELLINGHAUS, Dr. MEISENBURG, RIEDEL, SCHLUPKOTEN, SCHROEDER, Dr. VÖLKER, WILLIS, VAN HEES, Dr. WETZEL, Dr. NOHL, Dr. FASSBENDER.

Es waren Ärzte, Lehrer, Apotheker, Fabrikanten und Kaufleute, die sich hier zusammengefunden hatten.

FUHLROTT schreibt in diesem Rundbrief: „Es ist schon seit langem der lebhafteste Wunsch des Unterzeichneten gewesen, daß die hiesigen Freunde der Naturwissenschaft sich in ihren naturhistorischen Arbeiten und Bestrebungen gegenseitig unterstützen und namentlich zur Erforschung der Natur in den Umgebungen Elberfelds ihre Kräfte vereinigen möchten.“

Er ruft deshalb alle Interessierten zur Gründung eines naturwissenschaftlichen Vereins auf.

Für die Tätigkeit des Vereins macht er seine Vorschläge und führt 6 Punkte auf:

1. Zusammenkunft alle 14 Tage. Austausch von Beobachtungen und Untersuchungen. Benennungen von Objekten, die erforscht werden sollen.
2. Verhandlungen in geselliger Form. Vorträge sollen nicht ausgeschlossen sein.
3. Über die wissenschaftlichen Verhandlungen wird ein Protokoll geführt, das bei der nächsten Versammlung verlesen wird und später eine Zusammenstellung der Resultate möglich macht.
4. Die Teilnehmer bzw. Mitglieder verpflichten sich zum möglichst regelmäßigen Besuch der Versammlungen und zur Ausführung von Untersuchungsaufträgen, die sie auf Wunsch der Versammlung übernommen haben.
5. Der Versammlungsort soll wechseln und in solcher Entfernung von Elberfeld liegen, daß die Rückkehr noch zu einer gemeinsamen Exkursion benutzt werden kann.
6. Die Zusammenkünfte finden am Sonnabend nachmittags statt.

Soweit der Rundbrief FUHLROTTS.

Die erste Versammlung der Interessierten fand am 9. April 1846 in einer Gaststätte Am Loh in Unterbarmen statt. Sie stand aber unter einem ungünstigen Stern. Nur 9 Personen hatten sich eingefunden. Da aber zahlreiche weitere schriftlich und mündlich ihren Beitritt in Aussicht gestellt hatten, wurde der Naturwissenschaftliche Verein Wuppertal an diesem Tage gegründet. Das war am 9. April 1846, den wir als Gründungstag des Naturwissenschaftlichen Vereins festhalten wollen.

In der ersten Sitzung wurde erkannt, daß unbedingt ein Vorsitzender die Diskussionen leiten müsse, wenn sie protokollarisch fixiert und die gewonnenen Resultate nach dem Vorschlag FUHLROTTS auch für die Zukunft festgehalten werden sollten. So wurde an die Stelle der ursprünglichen geselligen Unterhaltung bereits in der 2. Versammlung, die weit besser besucht wurde als die erste, die streng geordnete Diskussion gesetzt. Dr. FUHLROTT wurde zum ersten Vorsitzenden gewählt und daneben ein Sekretär des Vereins bestellt, die beide zusammen den Vorstand des Naturwissenschaftlichen Vereins bildeten und den Verein auch nach außen hin vertraten.

Der erste Jahresbericht meldet ein schnelles Wachsen des Vereins. Am Jahresende 1846 waren es 46 Mitglieder. Der Jahresbericht verzeichnet mit Genugtuung „die völlige Hingabe vieler Mitglieder an die Sache der naturwissenschaftlichen Forschung und die musterhafte Haltung aller im Sinne des Vereins.“ Im ersten Jahre wurden 26 Sitzungen abgehalten, also regelmäßig alle 14 Tage samstags getagt. Für alle regionalen Untersuchungen wurde zunächst das Forschungsgebiet abgegrenzt und zwar „die Kammlinie der Höhenzüge um Elberfeld und Barmen mit Hohrath im Norden und Lichtscheid im Süden“ und im Osten die Gegend von Heckinghausen, die Westgrenze an die Düssel ins Gebiet bei Mettmann und Hochdahl verlegt. Stadtbaumeister Heuse, Elberfeld, entwarf eine genaue Karte des Gebietes, die gedruckt wurde und in die Hände jedes Mitglieds als Unterlage kam.

Für die Forschungsarbeit bildete der Verein bald **Sektionen**, wie sie heute noch bestehen. FUHLROTT schildert die Arbeit dieser Sektionen im ersten Jahresbericht:

1. **Mineralogie** mit Geologie und Paläontologie. 10 Mitglieder. „Diese Männer, mit einem Hammer bewaffnet und angetan mit den anderweitigen Insignien des Mineralogen auf gemeinschaftlichen Excursionen, an Chaussee-Material, in Steinbrüchen, auf den Bergen und in Schluchten in voller Tätigkeit zu sehen, war eine Lust für jeden, der den Zweck der Tätigkeit zu würdigen wußte.“ Sehr bald kannte man die Fundorte wichtiger Versteinerungen, die für die Einordnung und Datierung der Wuppertaler Gesteinsschichten wichtig waren: Korallenstämme am Südostabhang der Hardt und an der Haspeler Brücke, Spiriferen im Steinbruch am Neunteich, Trilobiten und Ceratiten an der Hardt, *Stringocephalus*, *Terebratula*, Stromatoporen im Süden des Wuppertales. Man begann, das Gestein zu gliedern in den großen nördlichen Kalkzug und die südlichen Grauwackengebiete. So wurden die ersten Strukturen einer geologischen Karte des Wuppertales sichtbar.

Man fand auch nutzbare Mineralien, so reiche Lager von Braun- und Roteisenstein bei Gruiten und Haan, die dann von einer am Bahnhof Hochdahl 1847 errichteten Eisenhütte ausgebeutet wurde, die bis 1916 bestand.

2. **Die Sektion Botanik**. Sie beginnt mit einer Aufstellung seltener Pflanzen unseres Gebiets und Standortbeobachtungen. Man wendet sich dann systematischen Forschungen zu und sammelt zum Beispiel 18 verschiedene Farnarten. Als Ziel setzt man sich, in einigen Jahren ein umfassendes Pflanzenverzeichnis unserer Gegend aufzustellen. Diese Sektion beginnt mit 6 Mitgliedern.

3. **Die Sektion Zoologie.** Auch hier geht es zunächst wieder um eine Bestandsaufnahme der bei uns vorkommenden Tierarten. Allein im ersten Vereinsjahr wurden festgestellt: 156 Vogelarten (1854 = 200), 19 hier lebende Fische, 16 Amphibien, 40 Arten von Säugetieren, insgesamt 230 verschiedene Wirbeltiere.

4. Der Verein beschäftigte sich in Vorträgen und Diskussionen mit den Gebieten **Physik und Technologie** sowie **Chemie**. Auf diesen letzteren Gebieten sind besonders die Mitglieder tätig, die Ärzte und Apotheker sind.

5. **Meteorologie.** Man beginnt mit regelmäßigen Wetterbeobachtungen. Der Verein schafft ein Thermometer und einen Regenmesser an. Die Wetterstation wird am Hause von Herrn Böckmann in Elberfeld aufgestellt, der die Meßwerte in ein Buch einträgt. 1846 beginnt damit die regelmäßige Aufzeichnung meteorologischer Daten und Besonderheiten in Wuppertal.

Die Sammlung von Mineralien und Petrefakten macht am Ende des Jahres die Anschaffung eines Schrankes nötig. Man macht sich Gedanken über die spätere Einrichtung eines naturwissenschaftlichen Museums.

Die Mitglieder des Vereins beginnen, ihre Untersuchungen in schriftlichen Aufzeichnungen niederzulegen, die in einem Archiv des Vereins gesammelt und später in Auswahl mit den Jahresberichten gedruckt werden.

Aus dieser Arbeit des Vereins allein im ersten Jahr seines Bestehens ist festzuhalten:

1. In Elberfeld und Barmen lebt um 1846 eine Intelligenzschicht, die aus eigener Initiative mit der naturwissenschaftlichen Forschung beginnt.
2. Die Wissenschaft vereint Elberfeld und Barmen. Der naturwissenschaftliche Verein hat Mitglieder in beiden Städten und erforscht beide Stadtgebiete. Damit trägt der Naturwissenschaftliche Verein dazu bei, daß ein gewisses Zusammengehörigkeitsgefühl in beiden Städten entsteht.
3. Wuppertaler Wissenschaftler werden bald über ihre Stadt hinaus durch ihre exakten Forschungen bekannt. Einige erhalten später auf Grund ihrer Forschungen und Veröffentlichungen den Ruf an Universitäten, besonders nach Bonn und Berlin.

Nach diesem Blick in das erste Vereinsjahr vor 125 Jahren ist es nötig, daß wir uns mit der Person des **G r ü n d e r s** beschäftigen und uns fragen, was ihn dazu gebracht hat, ausgerechnet in Wuppertal und genau im Jahre 1846 mit einer Gruppe interessierter Männer einen naturwissenschaftlichen Verein zu gründen.

JOHANN CARL FUHLROTT stammte aus dem Eichsfeld, das ist ein katholisches Gebiet im Westen Thüringens. Hier im kleinen Ort Leinefelde wurde FUHLROTT geboren. Er besuchte das Gymnasium in Heiligenstadt und bestand dort 1824 mit sehr gutem Erfolg die Reifeprüfung. Er ging dann nach Bonn, um zunächst katholische Theologie zu studieren, geriet aber bald unter den Einfluß ganz profilierter Naturwissenschaftler an der Universität und sattelte um zum Studium der Mathematik und Naturwissenschaften. Seine Lehrer waren dort besonders der Zoologe und Paläontologe GOLDFUSS, der Mineraloge und Bergbaufachmann NÖGGERATH, der Chemiker und Geologe BISCHOF und der Botaniker und Naturphilosoph NEES VON ESENBECK. Im Oktober 1828 bestand FUHLROTT nach 9 semestrigem Studium die Prüfung pro facultate docendi (Lehramtsprüfung) mit Auszeichnung in Münster (Westfalen).

Unmittelbar darauf trat er beim Gymnasium Heiligenstadt, das ihn noch in guter Erinnerung hatte, als Probekandidat ein und war nach Beendigung des Probejahres noch ein Jahr als Hilfslehrer in Heiligenstadt tätig.

Dann las er, daß an der eben neugegründeten höheren Bürgerschule und Realschule in Elberfeld (dem jetzigen Gymnasium Wuppertal-Süd, Abteilung Aue) ein Lehrer für Naturwissenschaften gesucht wurde. Im Herbst 1830 trat er dort als Lehrer ein. Er wurde 1843 zum Oberlehrer und 1862 zum Professor ernannt. Hier unterrichtete er bis 1877, als ein Halsleiden ihn zwang, um seine Pensionierung zu bitten. Schon im gleichen Jahre am 17. Oktober 1877 ist FUHLROTT im Alter von 74 Jahren gestorben. Er liegt auf dem katholischen Friedhof an der Hochstraße in Elberfeld begraben.

Aus diesen nüchternen Lebensdaten sind nicht die wissenschaftlichen Verdienste FUHLROTTS zu erkennen. Schon während seiner Studienzeit hatte sich FUHLROTT mit dem Problem der Pflanzensystematik beschäftigt. Im Gegensatz zu Linnés künstlichem System nach den Vermehrungsorganen suchte er nach einem natürlichen Pflanzensystem und baute auf Anschauungen der französischen Botaniker JUSSIEN und DE CANDOLLE auf. Ein Vortrag, den er darüber 1828 als Student in Bonn hielt, wurde 1829 mit einem Vorwort von Prof. NEES VON ESENBECK in Bonn gedruckt und so veröffentlicht. Diese Gedanken führt er in Wuppertal weiter. 1833 wird als Programm-Abhandlung seiner Schule von ihm verfaßt: „Beitrag zur Systematik in der Naturgeschichte mit vorzüglicher Berücksichtigung der Pflanzensysteme.“

Offensichtlich mit diesen Arbeiten zur Pflanzensystematik erwarb FUHLROTT 1835 die Doktorwürde der Universität Tübingen.

FUHLROTTS Schrift von 1828 sandte NEES VON ESENBECK an GOETHE, von dem er wußte, daß er sich für Pflanzensystematik interessierte und GOETHE notierte am 18. 12. 1828 in seinem Tagebuch: „Kam eine Sendung von NEES VON ESENBECK“ und „das . . . eingesendete Fuhlrottische botanische Werk durchgesehen.“

In seiner Schrift von 1838 „Das Pflanzenreich und seine Metamorphose“ greift FUHLROTT GOETHEsche Gedanken einer Pflanzenentwicklung auf und bereitet damit DARWINS Abstammungslehre vor. Aber DARWIN war 6 Jahre jünger als FUHLROTT und sein Buch „Über den Ursprung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“ (On the Origin of Species by Means of Natural Selection) erschien erst 1859.

Der Gedanke der Entwicklung von Pflanzen und Tieren hat FUHLROTT Zeit seines Lebens beschäftigt, und daher kommt auch sein besonderes Interesse für Geologie und Paläontologie.

Wohl schon 1828 lernte FUHLROTT in Bonn HEINRICH VON DECHEN kennen, nach dem die Dechenhöhle bei Letmathe benannt ist. VON DECHEN war damals als Geologe und Bergbaufachmann „Oberbergamtsassessor“ am Oberbergamt in Bonn, dem der ganze Bergbau in der Rheinprovinz aufsichtsmäßig unterstand. 1831 ging VON DECHEN als vortragender Rat für Bergwesen in das preußische Innenministerium nach Berlin, wurde hier Professor und dann 1841 zum Leiter des Oberbergamtes in Bonn ernannt. Mit dem vier Jahre älteren HEINRICH VON DECHEN war FUHLROTT befreundet. H. VON DECHEN hat später FUHLROTT in Elberfeld oft besucht.

Im Jahre 1843 gründete HEINRICH VON DECHEN – soweit zu erfahren war – in Aachen den „Naturhistorischen Verein der preußischen Rheinlande und Westfalens“. Bei dieser Gründung war FUHLROTT anwesend und wurde Mitglied. Da er VON DECHEN persönlich kannte, ist es wahrscheinlich, daß er zu den Mitbegründern gehörte. Seither muß FUHLROTT den Gedanken gehabt haben, in Wuppertal einen Ortsverein bzw. eine Ortsgruppe dieses Vereins ins Leben zu rufen. Da aber offensichtlich der Interessenkreis für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, mit denen sich der Naturhistorische Verein zuerst vorwiegend beschäftigte, in Wuppertal zu schmal war, wurde der Wuppertaler Verein breiter konzipiert und nicht ein naturhistorischer sondern

ein naturwissenschaftlicher Verein. In diesen Beziehungen von FUHLROTT zu HEINRICH VON DECHEN sind jedenfalls die Wurzeln für die Gründung des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal zu suchen. FUHLROTT hat dann die Jahresversammlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens regelmäßig besucht, gelegentlich dort referiert und darüber in Wuppertal berichtet.

Die Weiterentwicklung des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal bietet Gelegenheit, seine Bedeutung und Wirkungen festzustellen. Betrachten wir zunächst die Entwicklung des Vereins in den ersten zehn Jahren seines Bestehens. Im zweiten Jahr wächst der Mitgliederbestand auf 62 an. Wiederum finden 26 Veranstaltungen statt. Es werden 45 Vorträge, also etwa zwei je Sitzung gehalten. Sie betreffen: Geologie, Mineralogie, Botanik und Zoologie, daneben: Chemie, Physik, Technologie, Klimatologie, physische Geographie, Agrarwissenschaft, reine Mathematik, Astronomie sowie Aeronautik, so berichtet FUHLROTT. Die Geländeuntersuchungen zwecks Erforschung der „physischen Constitution“ der Gegend von Elberfeld und Barmen werden fortgesetzt. Dann kommt das Revolutionsjahr 1848. Die Ereignisse spiegeln sich im 3. Jahresbericht wider, der erst 1851 gegeben werden kann. Da heißt es: 1848 und 1849 konnten wegen der Revolutionswirren kaum Veranstaltungen stattfinden. Die Ereignisse von 1848 und besonders vom Frühjahr 1849 haben alle Gemüter ergriffen. Die gespannte politische Atmosphäre in Elberfeld hielt über ein Jahr an. Bei der unseligen Mai-revolte 1849, bei der Militär aus Düsseldorf herbeigeholt wurde, gab es Tote. FUHLROTT berichtet vom Herzeleid, das mancher Patriot in unserem Kreis mit sich herum-trug. Erst 1850 hatte sich die Lage beruhigt. Mit 30 Mitgliedern begann der Verein seine Tätigkeit wieder. Seit dem 1. Januar 1850 gab es schriftlich fixierte Vereinsstatuten. Der Jahresbeitrag betrug 1 Thaler. Das war damals viel Geld und dürfte heute 50 bis 60 DM entsprechen. 1850 wird die Vereinsbibliothek gegründet, wozu viele Bücherspenden eingehen. 1851 hat der Verein 74 Mitglieder. Er wächst dann schnell 1852 auf 113, 1853 auf 134, 1854 auf 147 und 1856 auf 180 Mitglieder.

Einige Ergebnisse der Vereinsarbeit in diesen Jahren mögen kurz aufgezählt werden. 1851 ist die geologische Struktur Wuppertals in großen Zügen geklärt: Im Süden die Ausläufer des devonischen Grauwackensystems, das man bald in Unterdevon und Mitteldevon gliedern kann, dann der devonische Kalkzug des Massenkalkes von Schwelm bis zum Neandertal, weiter nach Norden das Oberdevon, der Kohlenkalk, der flözleere Sandstein des Karbon und schließlich von Dönberg-Hohrath ab das produktive Karbon. Als Prof. VON DECHEN 1855 seine erste und damals aufsehenerregende geologische Karte der Rheinprovinz und Westfalens veröffentlicht, erwähnt er, daß er der Mitarbeit FUHLROTTS und der Wuppertaler Vereinsmitglieder wesentliche Teile verdankt.

Gleichzeitig geht die botanische und zoologische Bestandsaufnahme weiter. 1851 legt Dr. STACHELHAUSEN ein Verzeichnis aller in und um Wuppertal aufgefundenen Schmetterlinge vor. 1852 erhält der Verein von ihm und anderen eine Käfersammlung mit 1830 Käfern von 670 verschiedenen Spezies als Geschenk. Der Verein muß einen Raum mieten, schafft Bibliotheksregale an und zum Mineralien- und Petrefakten-schrank einen neuen Insektenschrank. Die Anstellung eines Vereinsdieners wird nötig, und man gewinnt hierfür den Friseur Parry.

1852 wird über die Aufnahme der Verbindung zu anderen Naturwissenschaftlichen Vereinen berichtet. Die Verbindung geht von Amsterdam bis Wien, von Aachen bis Berlin. Sie betrifft wissenschaftliche Korrespondenz (Beantwortung von Anfragen) und dann den Austausch von Vortragenden. Das entwickelt sich in den nächsten Jahren günstig. Wuppertaler Fachleute bekommen ein bedeutendes Ansehen auch im Ausland,

besonders in England. FUHLROTT beklagt den Fortgang einiger Mitglieder aus Wuppertal, die an Universitäten berufen werden. Er erwähnt auch, daß die Sitzungszeit alle 14 Tage samstags von 3 bis 6 Uhr kaum ausreicht.

Um das Ansehen des Vereins zu heben, beschließt man 1853 künstlerisch ausgeführte Mitgliedsdiplome auszugeben. Ein Entwurf dazu findet allseitige Zustimmung. FUHLROTT hält einen viel diskutierten Vortrag: Die 5 Epochen der Erdentwicklung oder die 5 Schöpfungsperioden (Sternzeit, Primär-, Sekundär, Tertiär-, Quartärzeit). Vorsichtig legt er hier seine Gedanken zur Evolutionstheorie dar.

Das trug ihm natürlich die Gegnerschaft beider Kirchen ein. Lehrkräfte des Elberfelder Gymnasiums treten aus dem Verein aus, darunter Dr. BOUTERWEK, ein bedeutender Mann, der Direktor des Gymnasiums wurde und 1863 den Bergischen Geschichtsverein gründete.

Von 1854 ist uns ein Mitgliedsverzeichnis des Vereins mit Berufsangabe erhalten, das einen interessanten Einblick in die Struktur des Vereins gibt und gleichzeitig angibt, wer in Wuppertal und besonders in Elberfeld (woher $\frac{3}{4}$ der Mitglieder stammen) sich für Naturwissenschaften interessiert und an der naturwissenschaftlichen Forschung teilnimmt. Das ist ein bemerkenswertes Dokument für die soziologische Analyse Wuppertals um 1854.

Von den 147 Mitgliedern dieses Jahres waren:

12 Ärzte, darunter der Kreisphysikus (Leiter des Gesundheitsamtes),

8 Apotheker (sehr reger besonders auf dem Gebiet der Botanik und Zoologie),

21 Volksschullehrer und Schulleiter, darunter der berühmte Pädagoge FRIEDRICH WILHELM DÖRPFELD (Vater des Archäologen WILHELM DÖRPFELD),

3 Oberlehrer bzw. Gymnasialprofessoren (alle vom späteren Gymnasium Aue, darunter FUHLROTT und sein Freund und unermüdlicher Helfer CORNELIUS sowie FÖRSTEMANN),

3 Juristen,

Oberbürgermeister LISCHKE (Elberfeld) und Bürgermeister WINDHORN sowie der Stadtbauinspektor, einige Beamte und Angestellte von Bahn und Post,

sowie schließlich rund

80 Kaufleute, Bankiers und Fabrikanten.

Hierunter finden wir für Wuppertal berühmte Namen. Einige mögen hier aufgezählt werden.

AUGUST VON DER HEYDT junior,

CHRISTIAN FRIEDR. WÜLFING und JOH. ABRAH. WÜLFING,

FRIEDR. und OTTO COLSMANN,

FRIEDR. WILH. DAHL,

CARL ENGELS (von der Barmer Familie ENGELS),

PETER VON CARNAP,

C. und A. JÄGER,

EDUARD RINGEL,

EDUARD LUCAS (von der Druckerei SAMUEL LUCAS),

J. BAEDEKER (Buchhandlung),

A. MARTINI und OTTO GRÜTTFIEN,

BÖDDINGHAUS, BESENBRUCH und viele andere Namen, die uns heute von Straßennamen in Wuppertal bekannt sind.

Soziologisch betrachtet kann man feststellen, daß die Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins größtenteils der Wuppertaler Oberschicht angehören und bis in die Mittelschicht mit etwa 20% des Mitgliedsbestandes hineinreichen. Der Wuppertaler „Geldadel“ (Fabrikanten, Bankiers, Großkaufleute) und die Intelligenz (Akademiker, Lehrer) finden sich hier zusammen. Bemerkenswert ist, daß große Gruppen der Bevölkerung abseits stehen: Die Kirchen, die Handwerker, die Arbeiterschaft, die Bauern. Vorbildung und lange Arbeitszeit schloß eine Beteiligung der drei letztgenannten Gruppen meistens aus. Von den Kirchen wissen wir, daß sie den Bestrebungen des naturwissenschaftlichen Vereins zunächst neutral, später aber in zunehmendem Maße ablehnend gegenüberstanden, je mehr Gedanken der Evolutionstheorie im Verein Fuß faßten. Immer deutlicher bilden sich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in Wuppertal zwei geistige Gruppen heraus:

1. Die Kirchlich-Konservativen. Zu ihnen gehören die Pfarrer, die meisten Juristen, ein Teil der Fabrikanten und Kaufleute, alle Lehrer des altsprachlichen Gymnasiums und ein Teil der Volksschullehrer. Sie schicken ihre Söhne auf das altsprachliche Gymnasium (heute Wilhelm-Dörpfeld-Gymnasium). Sie stehen dem Naturwissenschaftlichen Verein und seinen Bestrebungen ablehnend gegenüber. Aus ihren Kreisen wird der Bergische Geschichtsverein gegründet.

2. Die Fortschrittlichen, technisch-naturwissenschaftlich Eingestellten. Zu ihnen gehören die Ärzte, Apotheker, ein großer Teil der Lehrer und wahrscheinlich der größere Teil der Fabrikanten und Kaufleute. Sie schicken ihre Söhne vorwiegend auf das Realgymnasium, der Schule, an der FUHLROTT tätig war.

Beide Gruppen bilden ihre charakteristischen Vereine heraus, von denen einerseits der Bergische Geschichtsverein und andererseits der Naturwissenschaftliche Verein zu nennen sind. Das höhere Ansehen hat zwar lange Zeit der Bergische Geschichtsverein besessen, aber die Entwicklung der Zeit ist im Sinne des Naturwissenschaftlichen Vereins gelaufen. Die Naturwissenschaften und in ihrem Gefolge die Technik nahmen einen ungeheuren Aufschwung und geben unserem modernen Zeitalter das Gepräge. Mit seinem Aufkommen setzt sich ein bestimmtes Denken durch, das naturwissenschaftliche Denken, das Kausalitätsdenken, das exakte Denken. Das war es, was der Naturwissenschaftliche Verein pflegte. Unermüdlich richtete er den Sinn der Mitglieder auf die exakte Forschung zunächst im lokalen Bereich.

Hierfür mögen einige Beispiele aus der frühen Arbeit des Vereins gegeben werden.

1854 wurde gefragt: Wo liegt Wuppertal eigentlich genau? Ein Team wurde bestimmt, das festzustellen. Ergebnis: Der Kirchturm der alten reformierten Kirche in Elberfeld liegt in

51° 15' 24,2'' nördlicher Breite
4° 49' 38,5'' östlich von Paris.

Eine weitere Frage wurde geklärt: Wie ist das Klima von Elberfeld? Ergebnis: Mittlere Jahresniederschlagsmenge

26 Pariser Zoll (1100 mm) gegenüber
16 Pariser Zoll in Köln (600 mm)

Mittlere Jahrestemperatur

8,025° Reaumur (10° C) gegenüber
9°, Reaumur in Köln (11° C)

Im Durchschnitt (1846–54) hat Wuppertal im Jahr:

80 sonnige Tage
192 bewölkte Tage

160 Regentage
128 Nebeltage
12 Tage mit Hagel
24 Tage mit Schneefall
13 Tage mit Gewitter, von denen 60% von Südwesten kommen.

So genau versuchte man auf allen Gebieten die Natur zu erforschen und Schlüsse daraus für die Menschen zu ziehen.

Die breite Palette der Tätigkeiten läßt sich aus den 50 Vorträgen des Vereinsjahres 1852/53 ziemlich genau erkennen. Von ihnen betrafen: 10 die Zoologie, 3 die Botanik, 2 die Anatomie, 7 die Geologie und Paläonthologie, 5 physische Geographie, 5 die Meteorologie, 4 die Mechanik und Technik, 6 die Physik im engeren Sinne, 5 die Chemie und 9 die Astronomie.

Für die Feldarbeit blieb noch lange Zeit die Vorliebe für geologische und paläonthologische Untersuchungen bestehen. Hier sind gerade von Wuppertal bedeutende Forschungen ausgegangen. Es mögen hier nur die Arbeiten der drei Wissenschaftler PAECKELMANN, HAMACHER und WEYLAND genannt werden, die alle Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal waren. Prof. PAECKELMANN wurde einer der führenden Männer der Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin. Der noch in Wuppertal lebende hochbetagte Prof. WEYLAND wurde weltbekannt durch seine Arbeiten über die Devonflora insbesondere über die Entwicklung der Pflanzenwelt aus dem Wasser heraus zu Landpflanzen, die dann in der Karbonzeit als Sumpfwälder die Entstehung der Kohlenflöze ermöglichten. Diesen Forschungen von Prof. WEYLAND liegen zahlreiche Funde von Pflanzenabdrücken in den Devonschichten um Wuppertal zugrunde. Einige dieser seltenen Pflanzenabdrücke sind jetzt auch in unserem Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal zu sehen.

Ein besonderes Ereignis für FUHLROTT, weniger für den Naturwissenschaftlichen Verein, waren die Knochenfunde des ersten Neandertalers im Jahre 1856. Darüber gibt es bereits eine umfangreiche Literatur. Hier mögen nur einige Tatsachen in die Erinnerung gerufen werden. Beim Abbruch einer der Höhlen im Neandertal zum Zwecke der Kalkgewinnung fanden Arbeiter im Höhlenlehm die Hirnschale, die Oberschenkelknochen, die linke Beckenhälfte, beide Oberarmknochen, eine Elle und Speiche, ein Schulterblatt, Schlüsselbein und 5 Rippenstücke, genug, um den gefundenen Menschen einigermaßen zu rekonstruieren. FUHLROTT vertrat von vorne herein auf Grund seiner Kenntnisse von zahlreichen Tierknochenfunden aus Höhlen im Sauerland die Meinung, daß es sich um Reste eines pleistozänen Menschen handeln müsse, also eines Menschen der Eiszeit. Er fand damit keine Anerkennung und wurde in seinen Ansichten heftig angegriffen. Erst lange nach seinem Tode (er starb 1877) und zwar nach 1900 wurde die Zahl der gefundenen Überreste von Neandertalern in Europa und im Orient so groß und die Fundumstände so klar, daß feststand, daß FUHLROTT mit seinen Ansichten und Schlüssen recht hatte. Wir kennen heute weit über 100 Skelettfunde von Neandertalern und wissen, daß sie von 120 000 bis 60 000 vor Christi Geburt in Europa, Nordafrika und Asien gelebt haben. Die Neandertaler sind nicht als Vorfahren der heutigen Menschheit aufzufassen, sondern als ausgestorbener Nebenzweig. Mit FUHLROTTS Arbeiten beginnt unsere Kenntnis über sie. Er hat dieser Gruppe auch den Namen gegeben. So fand FUHLROTT erst lange nach seinem Tode die Anerkennung, die man ihm zu seinen Lebzeiten versagte. Heute steht sein Name in jedem großen Lexikon verzeichnet.

Der Naturwissenschaftliche Verein Wuppertal sieht mit Stolz und Genugtuung auf seine 125 Jahre lange Geschichte zurück. Hier sollte vor allem ein Einblick in seine Gründung, seine Arbeit von 1846 bis 1856 gegeben werden und die Wirkungen des Vereins dargelegt werden. Sichtbar wird damit der Beginn des naturwissenschaftlich-technischen Zeitalters in Wuppertal. Hier ist durch die Initiative der Bürger ohne Hilfe von Staat und Behörden beachtliche Forschungsarbeit geleistet worden. Damit wurde nicht nur der Geist einer Führungsschicht, sondern auch das Bewußtsein breiter Volkskreise in Wuppertal vorbereitet und interessiert für die Entwicklung unserer modernen Zeit.

Tagung der AG Rheinischer Coleopterologen im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal (13. und 14. 11. 1971)

Gesamthema: Ökologie I

WOLFGANG KOLBE, Wuppertal

Am 13. und 14. November 1971 fand auf Einladung der AG Rheinischer Coleopterologen die 1. entomologische Arbeitstagung im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal statt, auf der Themenbereiche aus der Ökologie im Mittelpunkt standen.

Neben grundlegenden Anmerkungen zu ausgewählten ökologischen Themen (1. trophische Faktoren, 2. homotypische Relationen), vorgetragen von W. KOLBE, wurden detaillierte Ausführungen über „Die Nahrung der Käfer“ (K. KOCH) sowie „Holzkäfer und Käferholz – Resultate einer ökologischen Nische“ (S. CYMOREK) geboten. Die Wechselwirkungen zwischen Ökologie und anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen wurden an den Beispielen „Ökologie und Tiergeographie“ (R. zur STRASSEN) sowie „Ökologie, Verhalten und Evolution“ (A. M. J. EVERS) exemplarisch zusammengestellt. Ausführliche Diskussionen im Anschluß an die Referate rundeten die Themenkreise ab. – Auszüge der Vorträge sind in diesem Jahresbericht zusammengestellt und geben einen kurzen Überblick der erörterten Probleme.

Am Abend des 13. November waren die Mitglieder der AG Gäste der Stadt Wuppertal, der auch an dieser Stelle herzlich für ihre Gastfreundschaft gedankt sei.

Der Veranstaltungsort Wuppertal – „Grenzstadt“ zwischen dem Rheinland und Westfalen – bot die Möglichkeit zu einer intensiveren Kontaktpflege zwischen den Rheinischen und Westfälischen Coleopterologen.

Presse, Rundfunk und Fernsehen berichteten über diese Tagung sowie einschlägige Ausstellungen zum Tagungsthema im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum. – Es ist vorgesehen, auch über die künftigen Veranstaltungen der Rheinischen Coleopterologen im Museum in den Jahresberichten des Naturwissenschaftlichen Vereins zusammenfassend zu berichten.

Einführung in die Ökologie I und II*)

WOLFGANG KOLBE, Wuppertal

I Trophische Faktoren**)

Der Komplex der ökologischen Faktoren setzt sich mit jenen abiotischen, biotischen und trophischen Gegebenheiten im Lebensraum der Organismen auseinander, die deren Leben ermöglichen bzw. beeinflussen. Die trophischen Faktoren umfassen die Auswirkungen der Ernährung auf den tierischen Organismus. Im Mittelpunkt der Ausführungen standen die eigentlichen Nahrungsstoffe; die Bedeutung von H₂O und O₂ wurde ausgeklammert.

Die Nahrung ist einmal Energielieferant für die Lebensprozesse, zum anderen aber auch das Substrat für die Aufbauprozesse im Tierkörper. Unter tierökologischem Aspekt sind die Nahrungsstoffe in dreifacher Hinsicht bedeutsam:

*) Kurzfassung von 2 Vorträgen, die auf der Tagung der AG Rheinischer Coleopterologen am 13. und 14. 11. 1971 im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal gehalten wurden.

1. steht die Nahrung im Normalfalle nicht unbegrenzt zur Verfügung,
2. kann sie ihre Valenz ändern (etwa durch Alterungsprozesse) und
3. ist der Speisezettel der meisten Tiere qualitativ variierbar.

Bei der heterotrophen Ernährung der tierischen Organismen werden 3 Ernährungsformen unterschieden:

1. die Pflanzenfresser (Phytophage),
2. die Tierfresser (Zoophage) und
3. die von toter Substanz lebenden Arten (Nekrophage).

Eine weitergehende Aufgliederung nach der Art der Nahrung ergibt für die Phytophagen beispielsweise Pilzfresser (Mycetophage) und Holzfresser (Xylophage), für die Zoophagen Räuber (Episiten) und Schmarotzer (Parasiten). — Hochspezialisiert ist die Ernährung in Gallen (Cecidophagie). Gallen sind Formanomalien bei Pflanzen.

Da die Wertigkeit der Nahrung recht unterschiedlich sein kann, ist es angebracht, zwischen Vorzugs-, Verlegenheits- und Notnahrung zu unterscheiden. Dabei ist darüber hinaus zu beachten, daß die Nahrung u. U. nur in einem bestimmten Alterszustand angenommen wird. Bei Massenvermehrung eines phytophagen Insekts kann durch Nahrungsknappheit ein Futterwechsel erzwungen werden, der dazu führt, daß eine bis dahin verschmähte Futterpflanzart gefressen wird.

Die verschiedenartige Valenz der Nahrung kann sich u. a. auf die Lebensfähigkeit und Fortpflanzung der Tiere auswirken. Es ist bedeutsam, daß unterschiedliche Valenz für die phytophagen Organismen nicht nur bei der Aufnahme verschiedener Pflanzenarten vorzuliegen braucht, sondern schon bei dem Fraß verschiedener natürlich vorkommender Rassen von Nahrungspflanzen sichtbar werden kann. Hier liegt eine Möglichkeit für die Resistenzzüchtung von Kulturpflanzenarten vor. — Neben diesen endogenen Valenzunterschieden kann der Nahrungswert von Pflanzen in Abhängigkeit vom Standort und Alter Schwankungen unterliegen. Auch eine spezifische Düngung ändert u. U. die trophische Valenz der Pflanze.

Unter Hinweis auf den großflächigen Anbau exotischer Coniferen im Revierförsterbezirk Burgholz in Wuppertal wurde das Problem des höheren Reizwertes bestimmter Exoten gegenüber heimischen Nahrungspflanzen für manche Insektenarten angeschnitten. Die Anpassung an eine neue Nährpflanze erfolgt durch Adaption, wenn die spezifischen ernährungsphysiologischen Voraussetzungen seitens der Nährpflanze für die jeweilige Insektenart erfüllt sind. Durch Selektion kann sich schließlich eine neue Insektenrasse entwickeln. Sie ist dann auf die jeweilige Pflanzenart fixiert. Die Ursache für eine Nahrungsumstellung kann jedoch auch auf Mutation beruhen.

Abschließend wurde darauf hingewiesen, daß bei einer Vielzahl von Coleopterenarten noch umfangreiche Detailarbeiten erforderlich sind, um für die trophischen Faktoren ihrer Bedeutung entsprechende, angemessene Einsichten zu gewinnen, die nicht zuletzt der angewandten Entomologie zugute kommen. — Diese Anmerkung diene gleichzeitig als Aufforderung an die Zuhörenden mitzuhelfen, vorhandene Wissenslücken zu schließen.

II Homotypische Relationen**)

Die biotischen Faktoren sind die belebten Teile der tierischen Umwelt unter Ausschluß der Nahrungskomponenten. Zu ihnen zählen u. a. die Beziehungen der Indi-

**) Den Ausführungen wurde nachfolgendes Werk zugrunde gelegt: F. SCHWERDTFEGER (1963), Autökologie. Parey Verlag Hamburg und Berlin.

viduen zu ihren Artgenossen; man nennt sie auch intraspezifische oder homotypische Relationen.

Die homotypischen Relationen dienen vorrangig der Arterhaltung, das heißt sie umfassen in erster Linie den Themenkomplex der Fortpflanzung. Hier sind einmal die Beziehungen zum Geschlechtspartner und zum anderen die Beziehungen zu den Nachkommen herauszustellen.

Die Voraussetzung für die Fortpflanzung zweigeschlechtlicher Tierarten, die zur Lokomotion befähigt sind, ist zunächst das Sichfinden der beiden Geschlechter. Es muß also sowohl das zeitliche als auch das räumliche Zusammentreffen der beiden Geschlechtspartner gewährleistet sein und Synchronisierung der sexuellen Aktivitäten vorliegen. Mit optischen, akustischen oder olfaktorischen Reizen – die jeweils artspezifisch sind – wird das Aufsuchen des Geschlechtspartners oft über beachtliche Entfernungen möglich. Einzelne Sexuallockstoffe von Schmetterlingen finden heute in der angewandten Entomologie praktische Anwendung.

Brutfürsorge und -pflege umfassen die wichtigsten Verhaltensweisen der Geschlechts-tiere innerhalb der Eltern-Nachkommen-Beziehungen. Dabei wird bereits das entwicklungsfähige Ei außerhalb des mütterlichen Körpers als Individuum angesehen.

Umfassen die elterlichen Fürsorgemaßnahmen ausschließlich Aktionen, die vor bzw. bis zur Ablage der Eier oder Jungen durchgeführt werden, so spricht man von Brut-fürsorge. Sie kann in ihrer Schutzfunktion für die Nachkommenschaft je nach Tierart unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Brutpflege umfaßt darüber hinaus Tätigkeiten der Eltern, die nach dem Erscheinen der Nachkommenschaft zum Wohle derselben durchgeführt werden (LENGERKEN 1954).

Zur Veranschaulichung der Ausführungen waren einzelne Beispiele in den Ausstellungen des Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museums zusammengestellt worden.

Literatur

LENGERKEN, H. von (1954): Die Brutfürsorge- und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Leipzig.

SCHWERDTFEGGER, F. (1963): Autökologie. Hamburg und Berlin.

Die Nahrung der Käfer

Ausgewählte Beispiele von Beobachtungsergebnissen aus der heimischen Fauna*)

KLAUS KOCH, Düsseldorf

Die Nahrung bildet für Käfer und ihre Larven die Grundlage der Existenz. Unter allen Umweltfaktoren nimmt sie den entscheidenden Platz ein. Jeder Lebensvorgang kann durch die Ernährung wesentlich beeinflußt werden. So ist sie auch mitverantwortlich für eine mehr oder weniger enge Bindung des Käfers an den Biotop, diese wiederum ist abhängig von dem Grad der Spezialisierung auf eine ganz bestimmte Nahrung. Jede Nahrungssuche erfolgt bei Käfern in Form einer Instinkthandlung, bei

*) Kurzfassung von zwei Vorträgen, die auf den Tagungen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Coleopterologen am 13. 11. 1971 und 11. 11. 1972 im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal gehalten wurden.

der der Hunger Auslöser einer endogen gesteuerten Reaktionskette ist. Diese kann bei karnivoren Arten (Carabiden, Staphyliniden) durch Fluchtversuche der Beutetiere unterbrochen werden, dann können jedoch gewisse Gedächtnisleistungen zum Wiederauffinden der Nahrung verhelfen. Die Fähigkeit zur Eindruckspeicherung – für optisch Jagende das Engramm der Form, für olfaktorisch Suchende das Engramm des Geruchs – ermöglicht das Verfolgen des Ablaufs der Instinktkette nach einer Unterbrechung, ohne daß erneut mit dem Appetenzverhalten begonnen werden muß. Bei Fleischfressern unterscheidet man Jagd im Flugsprung (*Cicindelidae*), Jagd aus dem Hinterhalt (*Cicindela*-Larven), Pirschjäger (*Carabus coriaceus* u. a.) und Schwimmläger (*Dytiscidae*). Diese Arten verwirklichen die gleichzeitige Durchdringung von Ernährungsformtypus und Bewegungsformtypus. Bei vielen phytophagen Arten kommt der Riechsuche eine besondere Bedeutung zu, daher können z. B. Borkenkäfer – wie experimentell festgestellt wurde – durch einen aus Fichtenrinde gewonnenen Lockstoff noch bei einer Verdünnung von 1 : 10 Millionen aus 1 m Entfernung angezogen werden. Vielfach entfällt jedoch bei Pflanzenfressern die Zufallssuche nach Nahrung, da ihre Eier bereits an oder in der Nähe der Futterpflanze abgelegt werden. Diese Tiere können daher gleich mit einer reizgelenkten Suche beginnen, wobei neben der olfaktorischen Orientierung Geotaxis und Phototaxis eine Rolle spielen. Beim Prüfen der Nahrung können schließlich auch thigmotaktische und seismische Reize Bedeutung erlangen (*Ips typographus*).

Nach der Art der Nahrungsaufnahme gehören die Käfer zum Typus der Zerkleinerer. Die Nahrung wird vor der Aufnahme in den Darmkanal mit den je nach Art der Ernährung verschiedenen gebauten Mundwerkzeugen zerrissen, zerraspelt oder zermalm. Im allgemeinen ist der Mitteldarm Hauptresorptionsstätte, doch kommt bei Räubern und Aasfressern auch extraintestinale Verdauung durch ausgebrochene Mitteldarmsekrete vor. Eine besondere Form der Nahrungsaufnahme wird bei *Dytiscus*-Larven verwirklicht, die die vorverdaute Nahrung durch Mandibularkanäle aufsaugen, um eine Verdünnung der Verdauungssäfte durch das Wasser zu verhindern. Körperbau der Larven und Länge des Darmes unterscheiden außerdem noch die Carnivoren von den Phytophagen.

Die Menge der aufgenommenen Nahrung kann im Verhältnis zur Körpergröße bedeutend sein. So vermag z. B. eine *Dytiscus*-Larve bis zu 300 Kaulquappen und eine Coccinellide bis zu 3000 Pflanzenläuse im Verlauf ihres relativ kurzen Lebens zu verzehren. Die Eilarve von *Gastroidea viridula* (Blattkäfer) frißt bereits am ersten Tag nach dem Schlüpfen das 10fache ihres Körpergewichts. Die maximale Gewichtszunahme beträgt bei diesen Tieren in den drei Larvenstadien zusammen 120 bis 140 %. Omnivore Arten fressen auch bei sehr weit gefaßtem Nahrungskreis durchaus nicht wahllos alle organischen Substanzen. Sie können jedoch wie z. B. *Ptinus fur* außerordentlich verschiedenartige Produkte pflanzlicher und tierischer Herkunft befallen. Euryzoophag und daneben noch frugivor sind auch viele Carabiden, zoophag und zoonecrophag eine Reihe von Staphyliniden. Tiere mit derart weit gefaßtem Nahrungskreis sind auf Grund dessen zu den euryöken zu zählen. Man muß bei diesen Arten aber in qualitativer Hinsicht Unterschiede zwischen ihrer Vorzugs- und der Verlegenheitsnahrung sowie in quantitativer Hinsicht zwischen ihrer Haupt- und Nebennahrung machen. Dies trifft auch für viele polyphage Pflanzenfresser zu. So bevorzugt der an den verschiedensten Kräutern und Sträuchern anzutreffende *Peritelus sphaeroides* (Rüsselkäfer) im allgemeinen Rosaceen. Der Gruppe der euryphagen Arten stehen die mehr oder weniger streng auf eine bestimmte Nahrung spezialisierten gegenüber. Beispiele hierfür finden sich in fast allen Käferfamilien: Bei den karnivoren Carabiden

die Schnecken- oder Raupenfresser, bei den Coprophagen an bestimmte Kotarten gebundene, bei den Mycetophagen auf bestimmte Pilzarten und bei den Xylophagen auf gewisse Holzarten spezialisierte. Eine Spezialisierung zumindest auf nur wenige Pflanzenarten näher verwandter Familien gibt es bei den oligophagen Pflanzenfressern z. B. *Lochmaea caprea* an *Salix*-, *Populus*- und *Betula*-Arten). Diese Oligophagie kann sich aber auch auf Pflanzen einer Familie oder sogar Gattung beschränken: *Phyllotreta nemorum* nur auf Cruciferen oder *Timarcha tenebricosa* nur auf *Galium*-Arten. Relativ klein ist demgegenüber die Zahl der ausgesprochen monophagen Käfer wie z. B. *Rhynchaenus fagi*, der ausschließlich an *Fagus sylvatica* lebt. Gerade für diese Arten wird die spezifische Nährpflanze zu einem überaus wichtigen Umweltfaktor, der für den Bestand der Art, die Populationsdichte und die Verbreitung ausschlaggebend sein kann. Diese strengen Bindungen an den Lebensraum finden sich außer bei den bereits erwähnten vor allem noch bei nidicolen Arten (z. B. *Claviger* bei Ameisen). Alle diese, nur an bestimmten Lebensräumen anzutreffenden Arten, bezeichnet man als stenök.

Die meisten phytophagen Käfer befallen – gleichgültig ob polyphag oder oligophag – an ihren Fraßpflanzen nur ganz bestimmte Pflanzenteile. Zudem kann dabei innerhalb einer Art eine gewisse Spezialisierung der einzelnen Entwicklungsstadien auftreten. So benagen die Larven der *Sitona*-Arten die Wurzeln ihrer Futterpflanze, die Imagines jedoch deren Blätter. Durch starken Befall kann bei Borkenkäfern, deren Junglarven zunächst frisches Bastgewebe benötigen, die Ernährung von einer biophagen zu einer necrophagen überwechseln, da Altlarven und frisch geschlüpfte Käfer Reifungsfraß und Überwinterungsfraß im abgestorbenen Baum durchführen. Im Laufe der Entwicklung eines Tieres kann aber auch die Nahrungssubstanz geändert werden. Eine Reihe xylophager Arten ernährt sich als Larve von Holz, die Käfer finden sich als Pollenfresser auf Blüten. Noch extremer ist dieser Nahrungswechsel bei Hydrophiliden, deren Larven carnivor, die Imagines jedoch phytophag leben oder auch bei den *Meloidae*, bei denen sogar einzelne Larvenstadien die Nahrungssubstanz wechseln.

Gelegentlich kann es auch zur Nahrungsumstellung einer Art kommen. So wechselte der ursprünglich in faulendem Laubholz lebende *Oryctes nasicornis* zunächst in Eichenlohehaufen von Gerbereien über, und als ihm diese nicht mehr zur Verfügung standen, erfolgte eine erneute Umstellung dieser saprophagen Art auf Kompost-, Mist- und Sägemehlhaufen, wobei diese Fähigkeit zur Eroberung neuer Lebensräume sicherlich auch zur weiteren Ausbreitung des Käfers beitragen wird.

Für die Nahrung ihrer Nachkommenschaft sorgen viele Käfer, indem sie ihre Eier in der Nähe der Nährsubstanz oder sogar in ihr selbst ablegen. So erfolgt die Eiablage von *Anthonomus*-Arten in Blütenknospen, von deren Inhalt sich die Larve ernährt. Bei dieser Eiablage in Pflanzenteile kann vom Insekt auch ein besonderer Reiz auf die Pflanze ausgeübt werden, so daß es zur Bildung von Coleopteroecidien kommt. Im Gegensatz zu vielen anderen Insekten sind aber bei den Käfern nur die Jugendstadien Gallenbewohner. Die Gallen bieten ihren Insassen Wohnung und Nahrung in fast vollendeter Form, da hierbei für diese noch ein spezielles Nährgewebe erzeugt wird. Je nach befallenen Pflanzenorgan unterscheidet man unter anderem Wurzel-, Stengel- und Blattgallen. Den Hauptanteil der gallenbildenden Käfer stellen die Curculioniden. Eine qualitative Verbesserung der Larvennahrung durch den Käfer findet sich außerdem bei den *Rhynchitini*. Da den jungen Larven der Blattroller das vollturgeszente Blattgewebe zuviel Widerstand entgegengesetzt, wird von den Weibchen vor der Eiablage die Nahrung zugepaßt. Dabei kommt es zum

Teil zu äußerst komplizierten Instinkthandlungen. Brutfürsorge betreiben weiterhin viele coprophage Arten, indem sie in selbstgegrabene Brutbauten Kot eintragen und ihre Eier einzeln in den Brutpfropfen der Eikammer ablegen, so daß die ausschlüpfenden Larven reichlich mit Nahrung versehen sind. Vergraben wird die Larvennahrung auch von den *Necrophorus*-Arten; hier sind die Junglarven jedoch zunächst noch vom Muttertier abhängig und müssen von diesem mit Darminhalt gefüttert werden. Eine solche Brutpflege findet sich schließlich auch bei den holzbrütenden Borkenkäfern, die die Wände ihrer Brutröhren im Holz mit *Ambrosia*-Pilzen – mit denen sie in Symbiose leben – beimpfen und für das Wachstum des Pilzrasens, der den Larven als Nahrung dient, durch Sauberhalten der Gänge und Erhalten der erforderlichen Luftfeuchtigkeit sorgen. Hier begegnet man also in Form der Mutterfamilie den Anfängen sozialen Lebens. Doch handelt es sich bei allen damit in Zusammenhang stehenden Vorgängen – selbst wenn sie noch so kompliziert erscheinen – stets um starre, vererbte Instinkte.

Während carnivore Arten meist ihre Beutetiere töten, tritt beim Primärbefall der Phytophagen im allgemeinen lediglich eine Schädigung der ganzen Pflanze oder ihrer Teile ein (Ausnahme bei Massenbefall). Doch kann eine Primärschädigung natürlich zur Ursache eines Sekundärbefalls durch andere Käferarten werden. So wurde nach starkem Raupenfraß an Bäumen vielfach ein Massenaufreten von Borkenkäfern gemeldet, der dann zum Tod der geschädigten Pflanzen führte. Demgegenüber muß ein Tertiärbefall von totem Gewebe (durch Elateriden, Cerambyciden u. a.) nicht unbedingt als Schädigung anzusehen sein, sondern kann so wie bei den Koprophagen und Zoonecrophagen durch die Umwandlung organischer in anorganische Stoffe Bedeutung im Kreislauf der Natur erhalten.

Je nachdem wie die phytophagen Arten die Pflanzenteile benagen, treten dadurch ganz bestimmte Fraßbilder auf. Man unterscheidet bei Blatt- und Rüsselkäfern vor allem Schabe-, Furchen-, Scharten-, Loch- und Fensterfraß. Die Fraßbilder können – z. B. bei Borkenkäfern – sogar artspezifisch sein. Bei diesen unterscheidet man je nach Lage ihres Gangsystems im Substrat zwischen Rinden- und Holzbrütern. Jedes Fraßbild besteht aus röhren- oder platzförmigen, ein- oder mehrarmigen Muttergängen sowie mehr oder weniger zahlreichen, davon abzweigenden Larvengängen. Gangsysteme im Parenchym von Pflanzenteilen – vor allem in Blättern – entstehen auch durch den Larvenfraß minierender Käfer, wobei Ober- und Unterhaut des Blattes unbeschädigt bleiben. Gangminen werden meist von Rüsselkäfern (*Rhynchaenus fagi*), Blasen- oder Platzminen (bei denen kein Gang sonder ein Hohlraum ausgefressen wird) von *Phyllotreta*- und Buprestiden-Arten erzeugt.

Vielfach läßt sich bei der Käferfauna einer Biozönose eine deutliche Spezifizierung einzelner Arten auf bestimmte Teile der Nahrungsquelle feststellen, so daß diese in Gruppen zusammengefaßt werden können. Für die Mycetophagen ergäbe sich dabei z. B. folgende Einteilung: 1. Larvenjäger (Carabiden, Staphyliniden u. a.), 2. Substratfresser (Staphyliniden, Mycetophagiden, Cisiden u. a.), 3. Faulsubstratfresser (Staphyliniden, Silphiden, Nitiduliden u. a.), 4. Mycel- und Sporenfresser (Cryptophagiden, Lathridiiden u. a.) und 5. Indifferente Arten (Zufallsgäste). Dabei können die Übergänge vor allem zwischen Arten der zweiten und dritten Gruppe fließend sein. Je nach dem Grad ihrer Bindung an die Nährsubstanz unterscheidet man innerhalb dieser Gruppen dann noch mycetobionte (*Diaperis boleti*), mycetophile (*Scaphosoma*-Arten) und mycetoxene (Histeriden) Arten.

Viele Lebenssubstrate sind einer – oft sehr schnellen – gesetzmäßigen Veränderung unterworfen und bedingen dadurch auch eine Folge deutlich unterscheidbarer Klein-

gesellschaften je nach Alter und Zustand der Nahrung. Solche Sukzessionsreihen charakterisieren deren einzelne Phasen vom frischem Zustand bis zur völligen Auflösung. Besonders deutlich sind sie an den Biozönosen Aas, Kot, Holz und Pilze erkennbar. So trifft man an Aas im ersten Stadium der Zersetzung hauptsächlich *Necrophorus*-Arten an, diesen folgen Silphiden, Histeriden und zahlreiche Staphyliniden, und je stärker die Mumifizierung fortschreitet finden sich schließlich nur noch Catopiden, Dermestiden und Nitiduliden ein. Inwieweit man an einer Biozönose vollständige Sukzessionsreihen antrifft, hängt allerdings vielfach von abiotischen Einflüssen ab, wie überhaupt nahrungserferne Faktoren mehr oder weniger starken Einfluß auf Nahrungssuche, Nahrungsaufnahme und Entwicklung des Tieres ausüben können. Umfassende Kenntnisse über die Lebensweise der Käfer besitzen wir nur von relativ wenigen Arten. Gerade im Bereich des Nahrungsfaktors, der Energiequelle für sämtliche Lebensprozesse des Tieres, gilt es noch beträchtliche Lücken in unserem Wissen zu schließen. Eine Aufgabe, die nicht allein den Berufsentomologen vorbehalten bleiben sollte, sondern der sich auch die Mitglieder unserer Arbeitsgemeinschaft in Zukunft verstärkt widmen sollten.

Literatur

- BRAUNS, A. (1964): Taschenbuch der Waldinsekten. Jena.
- BURMEISTER, F. (1939): Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer, I. Band. Krefeld.
- EIDMANN, H. und KÜHLHORN, F. (1970): Lehrbuch der Entomologie. 2. Auflage. Hamburg/Berlin.
- FREUDE, HARDE, LOHSE (1965): Die Käfer Mitteleuropas. Band 1, Einführung in die Käferkunde. Krefeld.
- HÖLZEL, E. (1942): Hege und Beobachtung von Carabiden in Terrarien. Carinthia II., 97–108.
- HORION, A. (1949): Käferkunde für Naturfreunde. Frankfurt a. M.
- HORION, A. (1959): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer. Band VI: *Lamellicornia*. Überlingen-Bodensee.
- LENGERKEN, A. (1928): Lebenserscheinungen der Käfer. Leipzig.
- LENGERKEN, A. (1939): Die Brutfürsorge- und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Leipzig.
- MOHR, K.-H. (1960): Erdflöhe (Col. Chrys. *Halticinae*). Die neue Brehm-Bücherei. Wittenberg.
- RENNER, K. (1969): Zur Ernährungs- und Fortpflanzungsbiologie von *Gastroidea viridula* Deg. (Coleoptera: Chrysomelidae). Dissertation Bonn.
- ROSSKOTHEN, P. (1945–48): Der Brutfürsorgeinstinkt des Trichterwicklers (*Deporaus betulae* L.). Entomol. Bl. 41–44, 66–76.
- SCHEDL, W. (1966): Zur Verbreitung und Autökologie von *Xyleborus eurygraphus* Ratz. Ber. Nat. Med. Ver. Innsbruck 54, 61–74.
- SCHEERPELTZ, O. und HÖFLER, K. (1948): Käfer und Pilze. Wien.
- SCHERF, H. (1964): Die Entwicklungsstadien der mitteleuropäischen Curculioniden (Morphologie, Biologie, Ökologie). Abh. Senckenberg Naturforsch. Ges. 506. Frankfurt a. M.
- SCHWERDTFEGGER, F. (1963): Autökologie, Die Beziehung zwischen Tier und Umwelt. Hamburg/Berlin.
- SIMON, H.-R. (1966): Vorstellungen über die Konkurrenz von Verhaltensweisen. Entomol. Bl. 62, 121–124.

Ökologie und Tiergeographie*)

RICHARD zur STRASSEN, Frankfurt/Main

Ökologie und Tiergeographie sind zwei sehr umfangreiche Arbeits- bzw. Forschungsgebiete, denen sich jeweils ungezählte Biologen verschrieben haben. Höchst grob vereinfacht ausgedrückt, interessieren sich die Ökologen dafür, wie die Organismen leben, die Biogeographen indessen dafür, wo die Organismen leben. Freilich ist die Fülle an Erkenntnissen, Fakten, Befunden und Problemen in beiden Disziplinen derart groß, daß alleine der fachbezogene Stoff kaum noch in handlich bleibenden Lehrbüchern unterzubringen ist. Auch ist längst erwiesen, daß so manche Erscheinung und Problematik von nur einer dieser Seiten allein nicht gedeutet werden kann, sondern es auch die andere Seite zu berücksichtigen gilt. Immer wieder einmal findet ein Ökologe die Antwort zu einem Schlüsselproblem in der Biogeographie – und entsprechend auch umgekehrt.

Da nun auf dieser Vortragstagung die Ökologie als solche bereits ausgiebig aus verschiedener Sicht behandelt worden ist, kann dies jetzt auch vom tiergeographischen Aspekt aus geschehen. Allerdings müssen wir uns in diesem Zusammenhang mit nur wenigen Beispielen zufriedengeben, die überdies nicht in jedem Fall aus der Coleopterologie stammen.

Schon ein so allgemein geläufiger Ausdruck wie das Wort „Fauna“ läßt sich sowohl ökologisch wie tiergeographisch verwenden. Der Begriff stammt ursprünglich wohl aus der Tiergeographie, wo z. B. von der äthiopischen, der paläarktischen oder der mediterranen Fauna gesprochen wird. Für uns aktueller ist die Fauna Mitteleuropas oder gar die Käferfauna der Rheinprovinz (s. auch K. KOCH 1968). Es wird also damit die Fauna eines bestimmten geographischen Bereiches, einer Region gekennzeichnet. Wie das zuletzt gewählte Beispiel zeigt, kann gleichzeitig auch eine Abgrenzung aus dem Bereich der Systematik getroffen werden, wenn es sich nur um eine bestimmte Kategorie handeln soll (hier: die Ordnung der Käfer), die es zu besprechen gilt.

Doch kann der Begriff Fauna durchaus auch ökologisch verwendet werden. Dann nämlich, wenn nicht die Gesamtheit einer Kategorie (Familie, Ordnung etc.) gemeint ist, sondern die vermeintlich bunt zusammengewürfelte Tiergemeinschaft eines ausgesuchten Lebensraumes, etwa eines Teiches, eines Moores, eines Trockenhanges oder eines Eichenbestandes. Dabei kann man noch weiter differenzieren, enger oder weiter fassen: Vertebraten-Fauna eines Teiches, Evertebraten-Fauna eines Moores, Arthropoden-Fauna eines Trockenhanges, Fauna der Bodeninsekten eines Eichenbestandes. Auch ohne weitere Erläuterungen hierzu dürfte es wohl deutlich genug geworden sein, daß Ökologie und Tiergeographie nicht in jeder Hinsicht scharf zu trennen sind. Vielmehr sind beide Disziplinen in gewissem Maße miteinander verknüpft. Die Verquickung von Ökologie und Tiergeographie kommt gerade beim Studium von Inselfaunen zum Tragen. Inseln sind definitionsgemäß von (wenig oder viel) Wasser umgebene Landpartien. Tiergeographisch gesehen gibt es auch ländliche Inseln: Areale, die topographisch isoliert liegen, wie etwa der Tibesti in der Sahara, der Baikal-See in Zentralasien usw. Beide Gebiete beherbergen endemische Arten. In diesen wie in zahllosen anderen Fällen war die geographische Isolierung vielfach eine Vorbedingung zur Artbildung. Nun spielt aber auch die ökologische Isolierung bei der Artbildung eine Rolle. So können etwa Mutationen unter anderem auch

*) Kurzfassung eines Vortrags, der auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Coleopterologen am 14. 11. 1971 im Naturwissenschaftlichen und Städtischen Museum in Wuppertal gehalten wurde.

bedingen, daß ein Wechsel auf eine andere Wirtspflanze erfolgt. Bei einer ganzen Reihe von streng stenöken phytophagen Insekten stellt die Wirtspflanze den entscheidenden Kontakt zur Umwelt überhaupt dar.

Bei der Biogeographie von Archipelen stößt man vielfach auf die Erscheinung, daß die festlands-näheren Inseln gewöhnlich artenreicher sind als die festlands-ferneren. Doch muß das längst nicht immer zutreffen. Und zwar in solchen Fällen nicht, in denen die landfernste Insel eines Archipels die flächenmäßig größte ist oder wesentlich höher aus dem Meer aufragt als die landnäheren Inseln. Eine solchermaßen ausgezeichnete Insel hat dann gewöhnlich eine größere Zahl von Nischen aufzuweisen als die anderen Inseln. Entsprechend bietet sie von der ökologischen Seite her Platz für eine artenreichere Fauna als jene. Als Parade-Beispiel wird hierzu gerne die Fledermaus-Fauna auf den Inseln vor der Küste von Venezuela angeführt.

Tiergeographische Überlegungen werden auch in folgendem Fall auf die Probe gestellt. Wenn nämlich auf einer festlands-nahen Insel das biologische Gleichgewicht sehr gut ausgewogen ist, vermag in die dortige Fauna kaum eine neue Art einzudringen. Oder es dringen nur ebenso viele Arten ein wie aussterben. Die festlands-ferneren Inseln hingegen haben keine solche unsichtbare Glocke, weswegen im Laufe der Zeit bei ihnen einige Arten mehr Fuß fassen können als dort. Derartige Verhältnisse sind aus dem Tropengürtel bekannt und beziehen sich hier auf die Vogel-fauna vor Panama.

Wenn vom biologischen Gleichgewicht gesprochen wird, muß längst nicht immer die Natur als Ganzes gemeint sein. Man kann sie enger begrenzt auffassen, und zwar sowohl geographisch als auch ökologisch. Es kann einmal die Fauna als Ganzes ausballanziert sein, zum anderen aber auch die Fauna nur der Insekten oder gar der Käfer eines bestimmten Gebietes, so die des Bodensees, des Siebengebirges, oder auch der Inseln allgemein. Es sind zwar geographische Bezeichnungen gefallen, es ist aber nicht die Geographie, die eine Fauna im Gleichgewicht sein läßt oder nicht. Wohl kann die geographische Lage unter gewissen Umständen eine Voraussetzung schaffen für die Erhaltung oder Störung dieses Gleichgewichtes.

Das Ineinandergreifen von tiergeographischen und ökologischen Belangen läßt sich auch im Bereich einer einzelnen Art vor Augen führen, ist also nicht an Artenbestände oder Artengemeinschaften gebunden. Der Feldentomologe hat die Erfahrung gemacht, daß manche Arten überall anzutreffen sind, andere nur gelegentlich und unter bestimmten Umständen. Im ersten Fall handelt es sich meist um Tierarten, die gegenüber ihrer gesamten Umwelt in verschiedenem Grade eurypotent sind. Diese Arten haben die Fähigkeit, sich mit allen Umweltgegebenheiten immer wieder und erneut auseinanderzusetzen. Sie vermögen alle Unbilden zu meistern, sie sind gewissermaßen in der Lage, das Beste aus jeder Situation zu machen. Die Wanderratte wäre so ein Held auf diesem Gebiet.

Im zweiten Fall wären es stenopotente Arten. Sie sind auf eine mehr oder minder unveränderlichen Serie bestimmter gleichbleibender oder sich in einem regelmäßigen Rhythmus wiederholender Faktoren angewiesen, um überhaupt eine Lebensmöglichkeit zu haben. Dies träfe auf schon recht strenge Spezialisten zu, die dann nicht nur stenök und stenohyps sind, sondern im Extremfall überhaupt nur in „ausgewählten“ Lebensräumen zu existieren vermögen. Solche Lebensräume wiederum müssen gewisse Bedingungen erfüllen wie bestimmte Luftfeuchte, minimale Windbewegung, geringe Temperatur-Schwankung, gleichbleibender Boden- oder Wasser-Chemismus, gleiche Lichtquantität usw. Derartige Lebensräume gibt es zuhauf, obwohl sie untereinander nicht völlig gleich sind. Es sei hier an die Karsthöhlen Dalmatiens erinnert. Die

Meister der „Anpassung“ auf diesem Gebiet wären etwa die dortigen Höhlen-Silphiden. Diese lassen sich nicht ohne Schäden in andere Höhlen überführen, da dort andere Bedingungen herrschen, auch wenn diese nach unserem Urteil „minimal“ sind. Solch extreme Bedingungen und Kombinationen derartiger Bedingungen gibt es meist nur einmal und bestehen in ihrer speziellen Eigenheit oft seit vielen Jahrmillionen. So sind dann die streng stenopotenten Arten oft, wenn nicht gar meist gleichzeitig auch endemisch. Das braucht dieses Mal nicht nur für einzelne Arten zu gelten, sondern auch für höhere Taxa. Wiederum greifen also Ökologie und Tiergeographie ineinander. Die Lebensansprüche oder Existenzbedingungen einer Art sind in der Regel viel komplexer als es sich auf den ersten Blick hin erkennen ließe. Und doch kann es sich um eine euryöke Art handeln. Es braucht nur irgendwo ein einzelner ökologischer Faktor nicht gegeben zu sein, und schon vermag sich die eine oder andere Art auf dem anderen, vermeintlich gleichartigen Platz nicht zu entwickeln oder nicht auf Dauer dort anzusiedeln. Bei der immensen Fülle von Faktoren und Arten wundert es nicht, daß irgendwelche Faktoren bei der einen Art einschneidender auf das Leben wirken als bei einer anderen Art. Daher kommt es auch oft vor, daß gewisse Gebiete oder Gegenden – oder sagen wir auch ökologisch: Biotope – von einer bestimmten Art besiedelt werden, die anderen Gebiete aber nicht, obwohl sich nach unseren Eindrücken die letzteren nicht von den ersteren unterscheiden.

So werden dann faunistisch angelegte Bestandsaufnahmen in zwei verschiedenen Arealen entsprechend unterschiedliche Ergebnisse bringen. Fleckenhaftes oder inselartiges Vorkommen so mancher Arten bleibt dabei oft unerklärlich. In manchen Fällen läßt es sich aber vermutlich eben auf das Fehlen eines ökologischen Faktors zurückführen, der für die Art lebensnotwendig ist, uns hingegen aber unbekannt bleibt. Liegen nun Areale, die miteinander verglichen werden sollen, weit auseinander, so erhalten wir bei manchen Arten ein Bild von diskontinuierlichem Vorkommen und glauben dann an deren diskontinuierliche Verbreitung. Gewiß, die Verbreitung ist dann in der Tat diskontinuierlich, inselartig. Aber es muß nicht immer die Eiszeit daran Schuld sein, oder irgend eine andere großklimatische Beeinflussung vergangener Epochen.

Es kann also recht kritisch werden, wenn tiergeographische Aspekte untersucht werden sollen, ohne daß dabei alle ökologischen Verhältnisse hinreichend erforscht sind und berücksichtigt werden können.

Und noch ein weiterer Punkt kann zu denken geben, wenn es um die Besiedlung von Lebensräumen von nur geringfügig abweichender ökologischer „Ausstattung“ geht. In den betreffenden Arealen oder Biotopen ist dann die von uns erwartete Art durch eine andere Art ersetzt. Das kann sowohl eine nahe verwandte Form sein als auch eine ferner stehende. Sie muß aber nicht etwa eine höher spezialisierte sein, die nur diese eine Nische einzunehmen vermag. Solche Fälle gibt es natürlich. Doch kann es sich aber auch um eine existenz-ökologisch stärkere Art handeln, der das Fehlen des bewußten Faktors nichts ausmacht.

Zugestandenermaßen sind die hier im Telegrammstil vorgebrachten Beispiele kaum mehr als Andeutung zur Problematik der Verflechtung von Ökologie und Tiergeographie.

Literatur

KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – Decheniana, Beih. 13, 1–382, Bonn.

Ökologie, Verhalten und Evolution*)

ALFONS M. J. EVERS, Krefeld

Die Erde wird bewohnt von Lebewesen, die wir als Arten auffassen. Hiermit sind wir zunächst bei der Art und dem Artbegriff. Für den Artbegriff hat es bisher viele mehr oder weniger befriedigende Definitionen gegeben. Die heute wohl meist gebräuchliche ist, die Art als die „größt-mögliche potentielle Fortpflanzungsgemeinschaft unter natürlichen Bedingungen“ zu verstehen. Diese weitgefaßte Artdefinition schließt unsere Erkenntnisse über die Morphologie, Verbreitung, Ethologie, Ökologie und Genetik der Arten ein.

Genetisch fassen wir heute die Art auf als einen Genpool, das heißt als die Gesamtheit aller genetischen Potenzen, welche durch fortwährende Konjugation immer wieder gründlich gemischt werden. Diese Erscheinung nennen wir Panmixie.

Wir wissen aber, daß das genetische Material nicht einheitlich ist. Zuerst ist es in gewissen Grenzen variabel. Wir nennen dies die natürliche Variabilität. Weiterhin wissen wir, daß Mutationen auf das genetische Material derart einwirken können, daß sie dieses Material genetisch ändern. Das veränderte Material unterliegt dann wieder der natürlichen Variabilität. Weitere s. g. Folgemutationen setzen häufig ein, da die auslösende Mutation meist eine genetische Labilität zufolge hat, die Folgemutationen begünstigt. So entsteht allmählich ein Genpool, welcher vom Ausgangsmaterial derart verschieden ist, daß etwas völlig Neues vorliegt. Wir müssen dann von 2 Arten sprechen.

Weitaus häufiger entstehen neue Arten aber durch Abtrennung eines Teiles des Genpools von der Gesamtheit.

Die Art ist, wie die ganze Materie im Kosmos, vierdimensional. Neben den ihr eigenen Dimensionen der Länge, Breite und Höhe, existiert sie auch noch in der Zeit. Sie kann entstehen, so wie sie aussterben kann. Die dazwischen liegende Zeit ist ihre 4. Dimension. In dieser Zeit wälzt sich der Genpool von Generation zu Generation weiter. Da die Menschen gerne in Parabeln sprechen, vergleichen sie diesen Vorgang mit einem Fluß. Wir sprechen daher vom Genfluß. Der Genfluß fließt die Keimbahn entlang. Was wir also von der Art sehen, sind nur „Sprossen“ der Keimbahn. Allerdings wichtige Sprossen, denn sie sind so konstruiert, daß sie, und nur sie, imstande sind, das genetische Material neu zu arrangieren und weiterzugeben. Wenn die Sprossen diese Pflicht erfüllt haben, sind sie wertlos, besonders die Männchen, wie es z. B. Gottesanbeterinnen und viele Spinnen demonstrieren, indem sie die Männchen „danach“ gleich auffressen. Aber auch die Weibchen haben nur noch eine kurze Frist, und zwar bis die Eier gelegt sind. Sie können anschließend ebenso von der Bühne des Lebens abtreten. Wichtig war bei allem lediglich die Weitergabe des genetischen Materials. Diese Weitergabe ist durch die Existenz der Eier bestens gesichert.

Die bereits angesprochene Panmixie, der ideelle Ausdruck dafür, daß jeder jeden wenigstens potentiell begattet, hat zur Folge, daß das Erbgut, auch Genom genannt, immer wieder gemischt wird. Nur selten gelingt es in diesem System aus der natürlichen Variabilität auszubrechen. Trotzdem ist das Erbgut eines jeden Lebewesens nicht identisch mit dem Erbgut eines anderen Vertreters der gleichen Art: Jeder Vertreter der Art besitzt ein anderes Erbgut. Nur wird diese Tatsache immer wieder durch totale Vermischung verschleiert. Die nächste Generation hat dann bekanntlich die Eigenschaften beider Eltern, eine Tatsache, die wir seit GREGOR MENDEL bestens kennen.

Die Art fließt als Genpool durch die Zeit. Sie schreitet von Generation zu Generation fort. Dies ist Fortschritt im eigentlichen Sinne. Das Leben kann auch gar

*) Kurzfassung eines Vortrags, der auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Coleopterologen am 14. 11. 1971 im Naturwissenschaftlichen und Stadthistorischen Museum in Wuppertal gehalten wurde.

nicht anders als fortschrittlich sein, denn die 4. Dimension ist Bestandteil des Lebens, sie ist in ihm integriert. Der Fortschritt, ein Wort, daß heute „in“ ist, besonders bei Reformern oder Politikern, ist nichts anderes als die Zwangsjacke der 4. Dimension. Das Leben steht unter dem Zwang des Fortschritts, bzw. der Entwicklung oder der Evolution, wie wir uns auszudrücken pflegen.

Die Artdefinition sollte daher auch die 4. Dimension einschließen, indem sie lauten sollte: eine Art ist die größtmögliche potentielle Fortpflanzungsgemeinschaft in der Zeit und unter natürlichen Bedingungen.

Jetzt zu den Inseln und deren speziellen Problemen. Inseln sind eines Tages entstanden. Waren sie früher Teile eines Kontinents (z. B. England), sprechen wir von kontinentalen Inseln. Sind sie aber eines Tages im Meer entstanden (z. B. als Vulkan oder Korallenriff), sprechen wir von ozeanischen Inseln. In beiden Fällen kann der Vorgang lange oder kurze Zeit zurückliegen. Es gibt demnach sowohl bei den ozeanischen, als auch bei den kontinentalen junge und alte Inseln.

Es ist bekannt, daß eine Insel, je älter sie ist, um so mehr Endemiten erwarten läßt.

Endemiten sind bekanntlich Arten, die nur in einem bestimmten Areal vorkommen. Dort sind sie endemisch. Im Grunde sind natürlich alle Arten – die Kosmopoliten ausgenommen – irgendwo endemisch. Wenn das Areal einer Art aber beispielsweise Europa ist, sprechen wir nicht mehr von einem Endemiten. Wir verwenden den Begriff vielmehr nur für kleinere, meist markant abgegrenzte Areale, wie etwa ein Gebirge, ein See oder eine Insel. Wir sprechen in solchen Fällen auch häufig von einem insulären Vorkommen, oder einfach von Insularität. Endemiten gibt es also nicht nur auf Inseln, sondern genau so in Gebirgen oder Seen, wie z. B. in den Alpen, Himalaya, Kilimandscharo oder Meru, sowie im Albertsee oder Rudolphsee.

Besonders bei den Inselendemiten erheben sich 4 Fragen:

1. Woher sind sie gekommen?
2. Wie sind sie gekommen?
3. Wann sind sie gekommen?
4. Warum haben sie sich verändert?

Mit 3 von diesen 4 Fragen werden die Tiergeographie, die Genetik und die Zeit angesprochen. Diese Begriffe aber sind zugleich wichtige Kriterien des Artbegriffs. Kein Wunder daher, daß der Artbegriff sich besonders auf Inseln ausgezeichnet überprüfen läßt.

Nur eine Frage spricht ein anderes Thema an: Die Frage des Transports. Dieses Gebiet verlangt einen gesonderten Vortrag. Hier darf ich nur stichwortartig erinnern an Fragestellungen, wie z. B. Landbrücken oder nicht, aktiver oder passiver Transport, Lufttransport oder Wassertransport, Luftplankton oder Vogeltransport.

Blieben wir daher in diesem Zusammenhang beim HORIONSchen Ondit, welches lapidar feststellt: wo sie sind, da sind sie. Und auf den Inseln dieser Welt sind Endemiten in großer Zahl vorhanden.

Die Frage nach dem „woher“, also nach der Tiergeographie, ist die nächstliegende und vielfach nicht schwierig zu beantwortende Frage. In den meisten Fällen wissen wir, besonders bei gut bekannten Gruppen, aus welchem Faunengebiet die Endemiten stammen, da wir dort die „lieben“ Verwandten antreffen. Schwierigkeiten bereiten nur die s. g. Relikt-Arten. Hierbei handelt es sich meist um alte Formen, die auf den Kontinenten keine Verwandtschaft mehr haben. Die Verwandten sind dann ausgestorben, während die Relikt-Arten dies zu tun vergaßen. Diese „lebenden Fossilien“ bereiten uns manchmal große Schwierigkeiten, wie z. B. die Fam. der *Aglycyderidae*, mit einer Gattung *Aglycyderes*, und diese wieder mit einer Art *setifer*. Diese Käferart

lebt auf den Kanaren, während die nächstverwandte Familie auf Neu-Seeland lebt. Mit einer solchen Verbreitung ist nicht mehr viel anzufangen.

Die Frage nach dem „wann“, nach der Zeit also, ist schon schwieriger. Hierzu muß man zuerst wissen, wie alt die untersuchte Insel eigentlich ist. Diese Frage richtet sich besonders an die Geologen. Aber auch wenn diese Frage beantwortet ist, wissen wir noch lange nicht, wann eine Art während der Existenz der Insel dort eingetroffen ist. Im allgemeinen gilt der Satz, daß eine Insel um so älter ist, je höher der Prozentsatz an Endemiten ist, allerdings unter Ausschluß der infolge adaptiver Radiation entstandenen Arten. Des weiteren gilt der Satz, daß stark veränderte Arten früher eintrafen, weniger veränderte Arten dagegen später, unveränderte Arten erst in jüngster Zeit. Allerdings gilt auch dieser Satz nur unter der Bedingung, daß wir über die Evolutionsgeschwindigkeit der Arten informiert sind, und das sind wir so gut wie nie. Eine Art mit langsamer Evolutionsgeschwindigkeit kann vor zig Millionen Jahren eingetroffen sein und heute noch so aussehen, wie damals. Eine Art mit hoher Evolutionsgeschwindigkeit kann vor kurzem eingetroffen sein und heute schon ganz anders aussehen. Die Frage nach der Evolutionsgeschwindigkeit ist zuerst eine genetische Frage, in zweiter Linie aber auch eine Frage nach den ökologischen Gegebenheiten.

Die wichtigste unserer Fragen ist die nach dem genetischen Element im Gesamtkomplex der Fragestellungen. Wenn der Vertreter einer Art sich beispielsweise von N.-W.-Afrika auf die Reise begibt und auf einer der Kanareninseln landet, kann er die Gründerart eines späteren Endemiten sein. Die Chance ist zunächst fifty-fifty, denn unser Reisender muß ein befruchtetes Weibchen sein. Die Männchen nutzen bekanntlich nichts, wenigstens nicht in diesem Zusammenhang. Ein befruchtetes Weibchen aber bringt das ganze in seinem Genom enthaltene Erbgut mit. Seine Nachkommen können variieren, aber nur innerhalb der Variationsbreite seines Erbguts. Alle Vertreter einer Art haben, wie früher gesagt, ein unterschiedliches Erbgut. Unser Weibchen bildet da keine Ausnahme. Eine Panmixie mit der Art seines Herkunftsgebiets scheidet praktisch aus, denn nur selten endet die Reise vom Festland zur Insel erfolgreich. Unser Weibchen geht also eigene Wege. Seine Nachkommen nennen wir die Gründerpopulation. Diese Gründerpopulation verfügt nur über einen Teil der Eigenschaften des früheren Genpools. Auf der Basis dieser mitgebrachten Eigenschaften fängt eine eigene Entwicklung an. Während dieser Entwicklung können nun wieder Mutationen eintreten. Diese aber können sich schneller durchsetzen, denn die alte Panmixie, in der früher Vieles wieder unterging, existiert nicht mehr. Außerdem können Allele, die sich früher nicht manifestieren konnten, jetzt zu Eigenschaften werden, und zwar besonders dann, wenn die Gründerpopulation aus ökologischen Gründen gezwungen wird sich umzustellen.

Unser „Zugereister“ hat nämlich nur eine Überlebenschance, indem er sich mit seiner neuen Umwelt arrangiert. Er wird einen geeigneten Lebensraum suchen müssen. In diesem Biotop muß er ein Habitat finden – in diesem Biotop muß er irgendeinen „Beruf“ ausüben. Dabei schlüpft er in eine Nische. Die Nische wiederum wird sein Verhalten prägen. All dies muß er tun, wenn er nicht untergehen will. All dies muß aber auch im Rahmen seines Erbguts liegen. Er muß, wie wir es auszudrücken pflegen, für sein „neues“ Leben präadaptiert sein. Sein Erbgut wird sich währenddessen allmählich ändern, indem geeignete Mutationen sich durchsetzen können. Unsere Gründerart ist hiermit in die Beziehungskette Biotop – Habitat – Nische – Ethologie – Evolution eingestiegen.

Eine Vulkaninsel ist eines Tages entstanden, der Zeitpunkt der Entstehung ist in vielen Fällen einigermaßen bestimmbar (Fossilien, Sedimente). Als die Insel über Wasser

kam, war sie sicherlich ohne terrestrisches Leben. Alles, was wir heute vorfinden, ist demnach später dort eingetroffen.

Viele abiotischen Faktoren sind auf der Insel mit Sicherheit konstant geblieben, z. B. die geographische Lage, damit der Sonnenstand und das Klima, wenn wir absehen von Pannen, wie z. B. von Eiszeiten. Wesentliche Klimaverschiebungen, z. B. durch Polverlagerungen können nur für sehr alte Inseln in Betracht gezogen werden. Für die meisten Vulkaninseln scheiden diese Überlegungen aus.

Aber auch die biotischen Faktoren sind eingengt: es sind viel weniger Pflanzen- und Tierarten angekommen als das nächstliegende Festland aufzuweisen hat. Außerdem waren Biotop und Habitat zu Anfang recht einseitig: nur vulkanisches Material, keine Quellen, kein Fließgewässer, z. B. auf den mittelatlantischen Inseln. So konnten zu Anfang nur wenige Arten, die dort ankamen, überhaupt Fuß fassen. Lartetien (Brunnenschnecken) sind vielleicht angekommen, sie starben aber, denn es fehlten die erforderlichen Quellen. Das gleiche gilt für alle Süßwassertiere. Alle ankommenden spezialisierten „Reisenden“ erlitten das gleiche Schicksal: was nützte z. B. dem Eichenwickler die erfolgreiche Reise, wenn es auf der Insel keine Eichen oder Buchen gab?

Ein weiterer bedeutungsvoller Faktor ist die relative Kleinheit der meisten Inseln. Stellen wir uns vor, daß eine Säugerart sich auf einer Insel festsetzen können. Jetzt kommt eines Tages der Löwe dort an. Er findet zu Anfang reichlich Nahrung, aber das Areal ist zu klein für eine Löwenpopulation – der Löwe frißt in wenigen Generationen seine eigene Überlebenschance buchstäblich weg. Eine Insel muß demnach mindestens so groß sein, daß eine Population dort Platz findet.

Außerdem: je weiter eine Insel vom Festland entfernt liegt, um so weniger kommt dort an, und zwar nicht linear, sondern in Potenzen. Der Verdünnungseffekt wird immer größer, je weiter eine Insel vom Festland entfernt ist.

Somit unterscheidet sich die Insel in vielen biotischen und abiotischen Faktoren vom Festland.

Kehren wir zurück zur neugeborenen Vulkaninsel. Sie ist leer. Die zunächst vorhandene kleine Zahl von Biotopen ist unbewohnt. Fuß fassen kann nur der Luftreisende, der mit diesen Biotopen etwas anfangen kann. Die erste Chance haben die Flechten. Sie können dem Vulkanboden Nahrung abgewinnen. Zusammen mit deren Tätigkeit und der Erosion entsteht der erste Humus. Wenn jetzt Pflanzensamen ankommen, besteht eine Chance, soweit der Chemismus des Humus zu den Samen „paßt“. Kalk- oder Zinkspezialisten haben z. B. keine Chance. Nachdem die ersten Pionierpflanzen erfolgreich waren, entsteht mehr und differenzierter Humus: weitere Pflanzenarten finden eine Chance. Zuletzt ist es dann so weit, daß auch ankommende Samen von Bäumen ihre Chance erhalten.

Wie wir sehen, werden auf einer solchen Vulkaninsel nach und nach Biotope aufgebaut, denn jede Pflanze, die sich festsetzen kann, bietet gleichzeitig ein Habitat für ein nächstes Lebewesen an. Im gleichen Tempo entstehen auch die Nischen der Tierwelt. Mit den Flechten konnten vielleicht nur die Tausendfüßler oder Asseln etwas anfangen, mit den ersten Pflanzen bereits deren speziellen Bewohner, mit der Eiche aber beispielsweise auch der Eichenwickler. Es bleibt aber dem Zufall überlassen, welche Tiere die Reise schaffen. So kann es sein, daß zwar die Eiche es geschafft hat, der Eichenwickler aber nicht. In einem solchen Fall steht die Nische des Eichenwicklers leer. Tatsächlich stellen wir fest, daß auf Inseln sehr viele Nischen unbesetzt sind.

In dieser Situation kommt es oft zu Sonderentwicklungen, indem andere Tiere sich in solche leeren Nischen hineinbegeben. Klassisch ist z. B. das Musterbeispiel der Darwinfinken auf den Galapagos, einer Gruppe von Vulkaninseln. Hier war allerhand angekommen, jedoch völlig wahllos. Auf einer Insel waren besonders viele Pflanzen, auf einer anderen Insel besonders Insekten, auf einer dritten Insel besonders Pflanzen mit großen Samen angekommen. Jetzt traf der erste Fink vom Festland ein. Zunächst bleibt er was er war: Körner- oder Samenfresser. Er flog von Insel zu Insel und fand überall neue ökologische Verhältnisse, überall waren andere Nischen und alle standen sie leer. Unser Fink, bzw. seine Nachkommen arrangierten sich, sie wurden erfinderisch, indem sie in die verschiedensten leeren Nischen schlüpfen.

So entstanden z. B. körnerfressende, gemischtkostfressende, insektenfressende und pflanzenfressende Finken. Das war aber nur dadurch möglich, daß die Morphologie der Finken mit der ökologischen Umstellung geändert wurde: der Körnerfresser hat einen Kegelschnabel zum Knacken von Körnern, der Insektenfresser einen Pinzetten-schnabel zum Suchen von Insekten, der Pflanzenfresser einen Papageienschnabel zum Fressen von Blättern und Früchten. Eine Finkenart hat sogar ein Werkzeug erfunden: sie nimmt einen Dorn in den Schnabel, um damit Insekten aus dem Holz zu stochern. Um festzustellen, wo Insekten sind, hämmert Sie sogar, wie ein Specht, gegen die Borke.

Aus diesem Beispiel sehen wir, wie prägend die Umwelt eingreifen kann. Die Finken wurden gewissermaßen durchdekliniert. Innerhalb der Galapagos-Finken entstehen Formen, die auf den Kontinenten für ganze Familien der Vögel charakteristisch sind. Auf den Galapagos wiederholt sich bei den Finken, was sich zu Anfang der Vogelentwicklung bei diesen abgespielt hat. Wären die Nischen auf den Galapagos bereits besetzt gewesen, so hätten die Bewohner sich sicherlich gegen die eindringenden Finken gewehrt: letztere hätten keine Chance gehabt.

Ähnliche Vorgänge scheint es auch bei den Tenebrioniden gegeben zu haben. Hier werden alle Erfolgsformen der Käfer z. B. der Carabentyp, der Rüsseltyp, der Blattkäfertyp usw. „neu“ erfunden. Die Tenebrioniden haben sich auf die Wüste spezialisiert. Die Wüste war zu Anfang leer, die Nischen waren frei, die Tenebrioniden schlüpfen hinein und machten es ähnlich wie die Galapagos-Finken.

Die eben geschilderten Vorgänge spielten sich ab auf Inseln oder in Wüsten (Wüsten sind in mancher Beziehung mit Inseln vergleichbar). Ähnliche Ergebnisse der Insularität kennen wir, wie gesagt, aus Gebirgen (Alpen, Kilimandscharo, Meru) oder isolierten Seen (Albert-See, Rudolph-See). In allen diesen Gebieten sind die Produkte der Faktorenkette Biotop – Nische – Ethologie – Evolution öfters noch gut erkennbar, da die fehlende Transgression eine „Verfälschung“ des Gewordenen verhindert hat. Ökologen und Evolutionsforscher sollten sich diesen Gebieten daher viel mehr widmen.

Bei meinen heutigen Ausführungen habe ich einige wesentliche Erkenntnisse noch nicht berührt. Die ökologische Potenz oder Valenz bestimmter Arten gegenüber bestimmten Faktoren kann eng oder weit sein: Je weiter sie ist, um so mehr Stellen wird eine solche Art Lebensmöglichkeiten finden, das heißt um so weiter verbreitet wird sie sein, und umgekehrt. Arten, die vielen ökologischen Faktoren gegenüber eine große Reaktionsbreite besitzen, werden als euryöke Arten bezeichnet. Ihnen stehen die stenöken Arten mit geringer Reaktionsbreite gegenüber. Exakter ist es, die Reaktionsbreite bestimmten Faktoren gegenüber zu charakterisieren und z. B. eurytherme und stenotherme, oder euryhaline und stenohaline Arten zu unterscheiden. Da die Euryökie und Stenökie letzten Endes aber auch im Verhalten zu beobachten sind, fällt es nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse manchmal recht schwer, präzisere Aussagen zu machen, ob z. B. ein Tier euryphag oder stenophag ist.

Jedenfalls sollten wir uns davor hüten, Euryökie mit „Primitivität“ gleichzusetzen. Vielmehr sollte der Begriff „Primitivität“ nur noch angewandt werden, wenn wir „Ur-

sprünglichkeit“ meinen. Primitivität hat demnach nichts Denigrierendes, es bedeutet vielmehr, daß ein Lebewesen noch so euryök ist, daß es nach allen Richtungen offen ist: es kann noch alles aus ihm werden, da es noch kein „Berufs- oder Fachidiot“ geworden ist. Diese Art von „Primitivität“ ist eher ein Vorteil als ein Nachteil für die Evolution, denn das „primitive“ Tier wartet seine Chance ab, um im geeigneten Moment „loszulegen“, indem es in die Kette Biotop – Nische – Ethologie – Evolution einsteigt (Cope'sches Gesetz).

Tatsächlich stellen wir fest, daß der weitaus größere Prozentsatz der Endemiten Arten mit großer ökologischer Valenz sind. „Fachidioten“, wie z. B. die Coprophagen oder Xylophagen fehlen auf Inseln weitgehendst.

Arten mit großer ökologischer Valenz neigen auf Inseln zur adaptiven Radiation. Die adaptive Radiation ist die Aufsplitterung einer Art durch Anpassung an die verschiedensten Nischen. Wie die vorher erwähnten Galapagos-Finken haben es die Drepaniden (Kleidervögel) auf Hawaii, die Schnecken der Gattung *Bulimulus* auf den Galapagos, oder die *Geometrinae* (ebenfalls Schnecken) auf Madeira getrieben. Unter den Insekten darf ich erinnern an die *Cossonus*-Explosion auf Sankt-Helena, oder an die Cyphopteren (Homopt.-Delphacidae) auf den Kanaren und Madeira. Es handelt sich stets um eine regelrechte Artaufsplitterung, bedingt durch unzählige leerstehende Nischen. Alle Nischen werden systematisch durchdekliniert, viele werden besetzt. Die Bewohner gehen von nun an eigene Wege und trennen sich vom Genpool der Art auf der Insel. Innerhalb der neuen Nische beginnt das Leben einer neuen Art.

Trotzdem bestehen Zweifel, ob die adaptive Radiation der einzige Grund für eine Artaufsplitterung ist. Das nächste Beispiel möge verdeutlichen, daß auch rein genetische Vorgänge (zumindest theoretisch) zur Radiation führen können.

In der unlängst von mir beschriebenen *Attalus pini*-Gruppe liegt zweifellos eine Radiation vor. Die Gruppe besteht aus 5 Arten. Jede Art bewohnt eine der 5 Inseln, die die Insel-Gruppe der West-Kanaren bilden. Alle Arten leben im Pinetum, und zwar in der Wipfelregion von *Pinus canariensis*. Nur nach heftigen Stürmen finden sie sich gelegentlich in der Bodenvegetation. Es sind keine Präferenzen für differente ökologische Nischen bekanntgeworden, obwohl ich die Vertreter dieser Gruppe seit Jahren besonders beobachte. Da Biotop, Habitat und ökologische Nische für alle Arten der Gruppe offensichtlich dieselben sind, bleibt die Untersuchung der Ethologie noch offen. Obwohl wir über die Ethologie dieser seltenen Tiere noch nichts wissen, bleibt es denkbar, daß die Arten andere Verhaltensweisen besitzen. Andererseits: wozu sollten diese differenten Verhaltensweisen gut sein? Zur Arterkennung durch entsprechendes Verhalten bei der Partnersuche besteht keine Notwendigkeit, da die Arten sowieso nicht sympatrisch vorkommen: jede Art bewohnt eine andere Insel. In diesem Fall hat es allen Anschein, daß es bei bloßer Allopatrie, also bei vollständiger geographischer Isolation, und ausgehend vom unterschiedlichen Erbgut jeder Inselpopulation, auch eine von der Ökologie und Ethologie unabhängige Entwicklung gibt, die nur genetisch gesteuert wird und daher wohl weitgehendst, wenn nicht ausschließlich auf Mutationen beruht, die für das Überleben der Arten zumindest nicht von Nachteil sind.

Der Einfluß großflächiger Bestände von exotischen Coniferenarten auf die Zusammensetzung der Coleopterenfauna der Bodenstreu im Revierförsterbezirk Burgholz (Meßtischblatt Elberfeld 4708)* **)

WOLFGANG KOLBE, Wuppertal und GUDRUN HOUVER, Ratingen

Inhalt

1. Einleitung
2. Methode
3. Das Untersuchungsgebiet
 - 3.1. Lage
 - 3.2. Geologie und Boden
 - 3.3. Vegetation
 - 3.4. Makroklima
 - 3.5. Mikroklima
 - 3.5.1. Licht
 - 3.5.2. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation
4. Die Fangergebnisse
5. Diskussion
 - 5.1. Der Einfluß abiotischer Faktoren
 - 5.2. Der Einfluß trophischer Faktoren
 - 5.2.1. Phytophage Schädlinge
 - 5.2.2. Zoophage Nützlinge
 - 5.2.3. Mycetophage Coleopteren
6. Zusammenfassung
7. Literatur

1. Einleitung

Im Revierförsterbezirk Burgholz des staatlichen Forstamtes Düsseldorf-Benrath werden seit 1959 neben dem Anbau heimischer Laub- und Nadelgehölze in stärkerem Umfang Bestände mit exotischen Coniferenarten in unterschiedlicher Zusammensetzung großflächig angebaut. Dieser Tatbestand wirft die Frage auf, in welchem Maße sich die Coleopterenfauna in diesen Beständen im Vergleich zu Biotopen mit einheimischen Gehölzen verändert. Erste vergleichende Untersuchungen wurden von KOLBE (1972) durchgeführt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden 5 Biotope, darunter 3 Exotenbestände, auf ihre Coleopterenzusammensetzung miteinander verglichen. Zur Klärung der Fangergebnisse werden Untersuchungsbefunde über einzelne Klimafaktoren und den pH-Wert des Bodens einbezogen. Schließlich wird auch die Auswirkung trophischer Faktoren – speziell das Nützlings- und Schädlingphänomen – erörtert.

*) Die Durchführung der Arbeit erfolgte mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

**) Die Grundlage dieser Arbeit entspricht der gekürzten Fassung der Staatsarbeit für das Lehramt an der Realschule von G. HOUVER „Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Coleopterenfauna in der Bodenstreu verschiedener Waldgesellschaften des Revierförsterbezirks Burgholz (Meßtischblatt Elberfeld 4708) unter Berücksichtigung ausgewählter ökologischer Faktoren“. Köln 1972.

Herrn Klaus Koch, Düsseldorf, danken wir für die Bestimmung und Nachbestimmung zahlreicher schwieriger Coleopterenarten. Gleichmaßen gilt unser Dank Herrn Forstamtmann Heinrich Hogrebe, Wuppertal — der uns zahlreiche Angaben über die Zusammensetzung, das Alter, die Größe u. a. der ausgewählten Bestände mitteilte — und Herrn Helmut Hoffmann, Wuppertal, der bei der Leerung der Fallen und den Mikroklimamessungen behilflich war.

Das eingesammelte Material befindet sich im Magazin des FUHLROTT-Museums in Wuppertal. — Die systematische Einordnung der Coleopterenarten erfolgte nach HORION (1951) „Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas“ Bd. I und II, und KOCH (1968) „Käferfauna der Rheinprovinz“.

2. Methode

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden Barberfallen (7 cm ϕ , 9,5 cm Höhe) verwendet, die in den Boden einmodelliert waren. Sie enthielten 4%iges Formalin und waren mit einem Schutzdach aus Zinkblech bedeckt.

Für die vergleichenden Untersuchungen waren 5 Biotope ausgewählt worden, 3 Exotenbestände (E I, E II, E III, zusammen E), 1 Laubwald (L) und 1 Fichtenforst (F). In jedem dieser Bestände befanden sich 5 Fallen, die jeweils in einer ungefähren Geraden aufgestellt wurden. Eine Ausnahme von dieser Anordnung machte nur die Falle v 25, die im rechten Winkel zur Falle v 24 stand. Der Abstand zwischen den einzelnen Fallen innerhalb eines Biotops betrug im Mittel 15 m. Die Entfernung der Fallenstandorte von der jeweiligen Bestandsgrenze entsprach mindestens 10 m (siehe Karten 1 und 2).

Die Fangperiode erstreckte sich über den Zeitraum vom 1. 4. bis 31. 10. 1971. Die Fallen wurden einmal im Monat geleert, im allgemeinen am letzten Tage eines jeden Monats. Es ergaben sich pro Bestand 35 Fallenmonate, also insgesamt 175.

Zur Ermittlung verschiedener mikroklimatischer Daten wurden folgende Geräte benutzt:

1. Thermohygrometer der Fa. Lambrecht
2. Hygrometer der Fa. Lufft
3. Exkursionsthermometer der Fa. Reitter
4. Evaporimeter nach Piche
5. Standardbeleuchtungsmesser I mit Zelle S 60 der Fa. Lange, Berlin.

Die Thermo- und Hygrometer bzw. Thermohygrometer wurden waagrecht auf den Boden gelegt. Zur weitgehenden Verhinderung von Strahlungseinflüssen wurden die Bereiche der Flüssigkeitsreservoirs der Thermometer durch Bleche abgedeckt. Die Piche-Evaporimeter wurden in der Weise aufgestellt, daß sich die weißen Filterpapierscheiben von 3 cm ϕ etwa 2 cm über dem Boden befanden.

Bei den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen wurden in den Exotenbeständen und im Fichtenforst jeweils 2 Thermohygrometer, 2 Hygrometer und 2 Thermometer, für die Messung der Evaporation je 2 Evaporimeter aufgestellt (siehe Karten 1 und 2). Somit liegen für die Berechnung der Mittelwerte beim Vergleich der Exotenbestände und des Fichtenforstes für die Temperatur und Luftfeuchte 4, für die Evaporation 2 Meßergebnisse in jedem Bestand zugrunde. Die Messungen wurden am 22. 7. und am 13. 8. 1971 durchgeführt; die Ablesung der Ergebnisse erfolgte halbstündlich.

Die fotoelektrische Messung der Beleuchtungsstärke mit Hilfe des Luxmeters wurde in allen Fällen etwa 5 cm über der Bodenoberfläche durchgeführt.

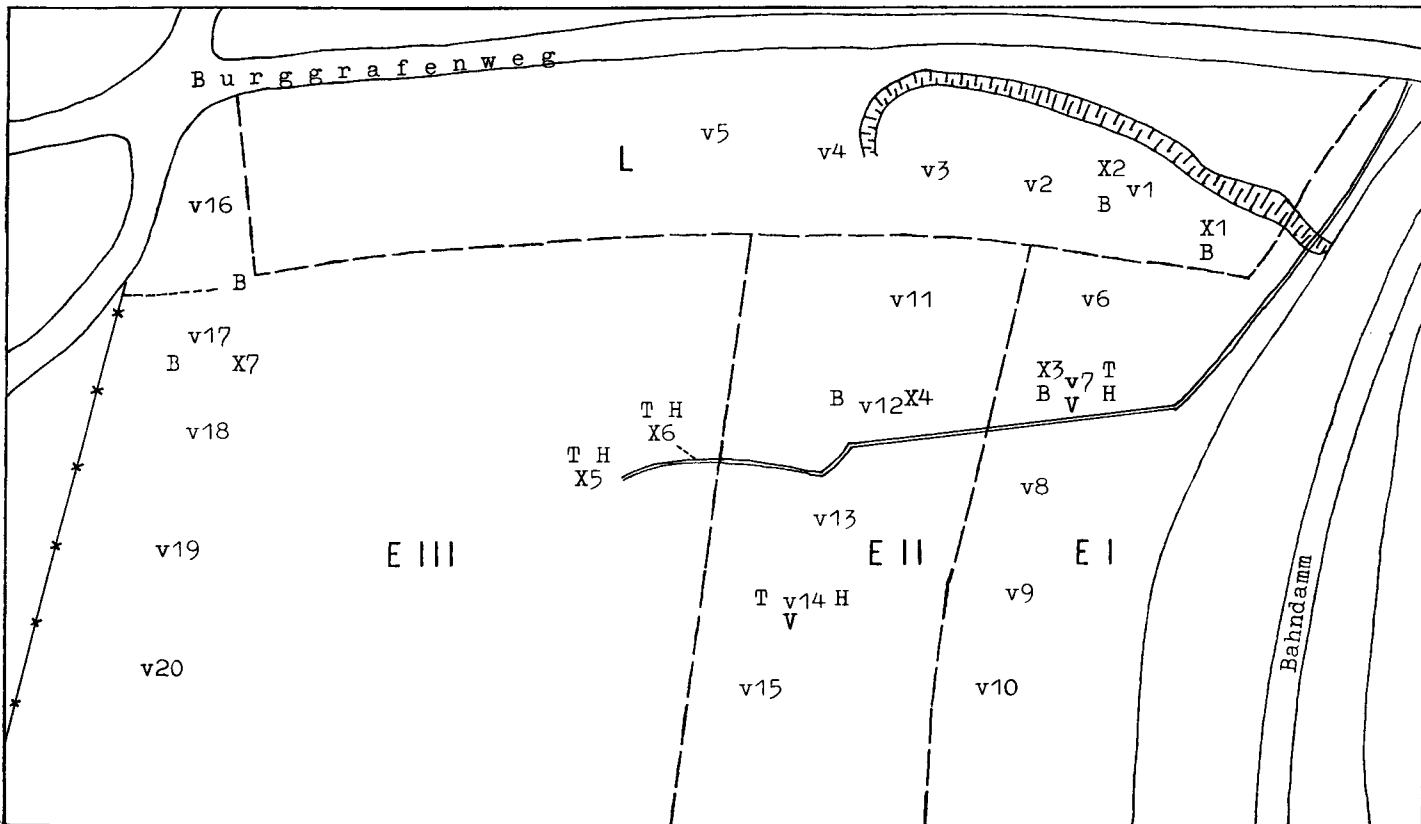
Die Abschätzung der Sonnenbedeckung sowie Bewölkungsgrad und -dichte (Tab. 4) wurden nach Methoden ermittelt, die von STEUBING (1965 p. 57/58) angegeben werden.

In einer 10teiligen Skala (0—10) wird der Anteil der am Himmel sichtbaren Wolken angegeben:

- 0: Himmel völlig wolkenlos,
- 1: 1/10 des Himmels mit Wolken bedeckt,
- 2: 2/10 des Himmels mit Wolken bedeckt,
- 3: 3/10 des Himmels mit Wolken bedeckt usw.

Die Bewölkungsdichte wird durch Exponenten angegeben; hier gilt 0: schwach, 1: mäßig, 2: dicht.

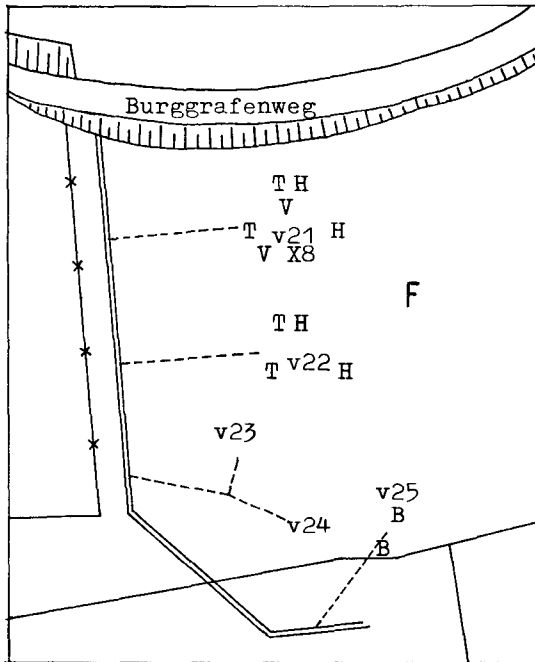
Karte 1: Lageskizze der Fallenstandorte im Laubwald (L: v1–5) und in den Exotenbeständen (E I: v6–10; E II: v11–15; E III: v16–20) sowie die Standorte für die Klimameßgeräte T = Thermometer, H = Hygrometer, V = Evaporimeter, X1–7 = Luxmeter) und jener Stellen, an denen die Bodenproben zur Messung der pH-Werte entnommen worden sind (B).



Für die Sonnenbedeckung gilt folgende Skala:

- S₀ = Sonne am Himmel nicht mehr erkennbar,
- S₁ = Sonne am Himmel nur als heller Schein erkennbar,
- S₂ = Sonne sichtbar, aber noch keine Schatten werfend,
- S₃ = Sonne durch leichten Schleier verdeckt, aber Schatten werfend,
- S₄ = Sonne völlig frei scheinend.

Karte 2: Lageskizze der Fallenstandorte im Fichtenbestand (F: v21–25) sowie der Standorte für die Klimameßgeräte (T = Thermometer, H = Hygrometer, V = Evaporimeter, X8 = Luxmeter) und jener Stellen, an denen die Bodenproben zur Messung der pH-Werte entnommen worden sind (B).



Der pH-Wert des Bodens wurde mit Hilfe eines pH-Meters mit Einstabmeßkette Typ 405 „pit 390“ (WTW-Slevogt, Weilheim) ermittelt. Die Bestimmung der Proben erfolgte einige Tage nach der Entnahme. Dem Boden wurde nur soviel Wasser (Aqua dest.) zugegeben, daß eine Messung bei Breikonsistenz durchgeführt werden konnte. Dieser relativ geringe Wasserzusatz entspricht dem pH-Wert der Standortverhältnisse am besten (STEUßING 1965). Es waren 8 Stellen für die Entnahme der Bodenproben ausgewählt worden, die sich folgendermaßen verteilten: Laubwald 2, E I 1, E II 1, E III 2, Fichtenbestand 2 (s. a. Karten 1 und 2). Die Probenentnahme erfolgte jeweils im oberen Bereich des A-Horizontes.

Die Gruppierung der ermittelten Coleopterenarten in Dominanzklassen erfolgte nach TISCHLER (1949) in Abwandlung wie sie KIRCHNER (1960) benutzt:
Dominanten: Arten mit mehr als 5% aller Individuen.
Subdominanten: Arten mit 1 bis 5% aller Individuen.
Rezedenten: Arten mit 0,5 bis 1% aller Individuen.
Subrezedenten: Arten mit weniger als 0,5% aller Individuen.

3. Das Untersuchungsgebiet

3.1. Lage

Die für die Untersuchungen ausgewählten Bestände liegen im Revierförsterbezirk Burgholz (Meßtischblatt Elberfeld 4708) nördlich des Burggrafenberges in einer Höhe von ca. 600 m. Der Laubwald und die Exotenbestände befinden sich auf einem Südosthang. Der Laubwald steht im oberen Bereich des Hanges (Nordwest) und berührt alle Exotenbestände gleichermaßen mit seiner Längsfront. Die Exotenbestände werden im Südosten durch einen 0,4 ha großen Bestand von *Sequoiadendron giganteum* und *Calocedrus decurrens* begrenzt. E I und E II sowie E II und E III grenzen mit ihren Längsfronten aneinander. Nach Nordosten bildet ein Bahndamm, nach Nordwest der Burggrafenberg und nach Südwest ein 0,5 ha großer Bestand von *Quercus petraea* die Begrenzung des Gesamtkomplexes (Karte 1).

F liegt auf einem Nordnordwesthang, ca. 600 m südwestlich der Exotenbestände. Der Teil des Fichtenbestandes, in dem die Fallen standen, wird von dem Burggrafenweg, einem Schießstandgelände und einem Buchenaltholz begrenzt (Karte 2).

3.2. Geologie und Boden

Das geologische Ausgangsmaterial der Untersuchungsgebiete sind Grauwacken und Schiefer der Brandenbergschichten des Unteren Mitteldevons. Sie enthalten unterschiedliche Anteile holozän umgelagerten Lößlehms. Aus diesem geologischen Ausgangsmaterial haben sich die heutigen Böden entwickelt. Es herrschen Braunerden aus schluffigem Lehm als Bodentyp vor (BUTZKE 1969).

Tab. 1: Meßergebnisse der Bodenazidität (pH-Werte) ausgewählter Standorte aus dem Burgholz (vgl. Karten 1 und 2). Messung bei Breikonsistenz des Bodens (Zugabe von Aqua dest.). Mittelwerte von je 2 Proben.

Bodenprobe vom	Laubwald	Exotenbestände		Fichtenforst
		E I u. II	E III	
25. 5. 1972	5,60	4,00	4,27	3,95
30. 6. 1972	5,87	3,61	4,15	3,84
1. 8. 1972	5,42	3,65	4,24	4,04
16. 8. 1972	5,40	3,97	4,28	4,25
1. 9. 1972	5,58	3,87	4,50	4,36
2. 10. 1972	5,54	3,95		
30. 10. 1972	5,15	3,74		

Zur Bestimmung des pH-Wertes ausgewählter Standorte der Untersuchungsgebiete wurden von uns zu verschiedenen Zeiten Bodenproben entnommen. Wie die Tab. 1 zeigt, befinden sich alle ermittelten Werte, also sowohl die aus dem Laubwald als auch jene aus den Coniferenbeständen, im sauren Bereich. Während die Mittelwerte aus dem Laubwald zwischen 5,15 und 5,87 liegen, sind jene aus den Exotenbeständen bzw. aus dem Fichtenbestand niedriger. Die pH-Werte von E und F unterscheiden sich nur unwesentlich.

3.3. Vegetation

Die Zusammensetzung der angebaute Gehölze im Bereich der untersuchten Biotope zeigt die Tabelle 2. Die Coniferen wurden überwiegend in den Jahren 1962 bis 1964 angepflanzt. Eine geringfügige später durchgeführte Einstreuung von Gehölzarten ist ebenfalls in dieser Tabelle vermerkt.

Tab. 2: Angebaute Gehölze im Untersuchungsgebiet.

L = Laubwald, F = Fichtenforst, E = exotische Coniferenbestände.

Bestand	Größe in ha	Jahr der Anpflanzung	Angebaute Gehölze	Ungefähre Anbaufläche in %
L	0,5	1963	<i>Fagus silvatica</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Prunus avium</i> <i>Fraxinus exelsior</i>	80 15 5 vereinzelt
F	1,4	1962	<i>Picea abies</i>	100
E I	0,3	1963	<i>Picea sitchensis</i> <i>Thuja plicata</i> <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	80 15 5
E II	0,4	1963/64 1966	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> <i>Metasequoia glyptostroboides</i>	90 10 (eingestreut)
E III	1,0	1963/64 1967 1967 1963/64	<i>Thuja plicata</i> <i>Picea omorica</i> <i>Abies concolor</i> <i>Abies grandis</i> <i>Abies nobilis</i> <i>Sequoiadendron giganteum</i>	40 30 20 vereinzelt vereinzelt 10

Sowohl die untersuchten Exotenbestände als auch der Bereich des Laubwaldes waren vordem mit Eiche (50%), Buche (5%) und Fichte (45%) bewachsen, der Fichtenhang mit Eichen und Buchen (80%) und Fichten (20%). Diese Gehölze waren mehr oder weniger horstweise über die Gesamtfläche verteilt. Sowohl im Bereich der Exoten als auch im Laubwald befinden sich noch einige Überhälter von *Quercus petraea*: Einmal zwischen Falle v 1 und v 2 zum anderen wenige m von den Fallen v 16 und v 19 entfernt. Die angepflanzten exotischen Nadelgehölze sind überwiegend in Nordamerika beheimatet. Eine Ausnahme machen *Picea omorica*, eine jugoslawische Nadelholzart, und *Metasequoia glyptostroboides*. Diese Art wurde erst in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts in China entdeckt.

Für den ersten Exotenbestand (E I) sei an dieser Stelle angemerkt, daß im Nordwesten des Hanges, in dem drei Fallen standen, *Thuja plicata*, im Südosten dagegen *Picea sitchensis* überwog. Besonders in den Beständen E I und E III war die Anordnung der Gehölze derart, daß stellenweise ein hoher Lichteinfall möglich war. Aus diesem Grunde war die Entwicklung der Krautschicht hier entsprechend begünstigt (vgl. Tab. 3). Aber auch der zweite Exotenbestand (E II) ist gegenüber dem untersuchten Fichten-

Tab. 3: Die Krautschicht und nicht angebaute Gehölze in den Exotenbeständen (Bestandsaufnahme vom 13. 8. 1971 in E I, II und III).

	E I	E II	E III
<i>Sorbus aucuparia</i>	×	×	×
<i>Rubus idaeus</i>	×	×	×
<i>Rubus fruticosus</i>	×	×	×
<i>Epilobium montanum</i>	×	×	×
<i>Impatiens noli-tangere</i>	×	×	×
<i>Betula pendula</i>	×	×	×
<i>Urtica dioica</i>	×	×	×
<i>Polygonum mite</i>	×	×	×
<i>Vaccinium myrtillus</i>	×	×	×
<i>Teucrium scorodonia</i>	×	×	×
<i>Deschampsia flexuosa</i>	×	×	×
<i>Agrostis tenuis</i>	×	×	×
<i>Pteridium aquilinum</i>	×	×	×
<i>Athyrium filix-femina</i>	×	×	×
<i>Dryopteris austriaca</i> ssp. <i>dilatata</i>	×	×	×
<i>Galeopsis tetrahit</i>	×	×	
<i>Epilobium angustifolium</i>	×		×
<i>Rhamnus frangula</i>	×		×
<i>Salix caprea</i>	×		×
<i>Polygonum aviculare</i>	×		×
<i>Digitalis purpurea</i>	×		×
<i>Luzula pilosa</i>	×		×
<i>Calamagrostis epigeios</i>	×		×
<i>Galium mollugo</i>		×	×
<i>Scrophularia nodosa</i>		×	×
<i>Lonicera periclymenum</i>		×	×
<i>Acer pseudo-platanus</i>	×		
<i>Quercus petraea</i>	×		
<i>Poa annua</i>	×		
<i>Galium aparine</i>		×	
<i>Carex remota</i>		×	
<i>Molinia coerulea</i>		×	
<i>Juncus effusus</i>		×	
<i>Deschampsia caespitosa</i>		×	
<i>Circaea lutetiana</i>			×
<i>Sarothamnus scoparius</i>			×
<i>Moehringia trinervia</i>			×
<i>Stachys silvatica</i>			×
<i>Sambucus nigra</i>			×
<i>Holcus lanatus</i>			×
<i>Larix decidua</i>			×
Gesamtzahl der ermittelten Arten	26	24	32

bestand ausgesprochen licht. Die dichteste und artenreichste Krautschicht konnte im dritten Exotenbestand (E III) festgestellt werden. Dieser Tatbestand dürfte u. a. darauf zurückzuführen sein, daß hier die überall eingestreute *Abies concolor* in den Jahren 1963 bis 1965 mit Mehrnährstoffdünger gedüngt wurde. In E I und E III wies sich der Adlerfarn durch seinen besonders hohen Anteil an der Krautschicht aus; er erreichte stellenweise eine Höhe von 3 m. Für die Falle v 16 sei darauf hingewiesen, daß im Bereich der Krautschicht ein Flecken von 5 bis 6 m² dicht mit *Teucrium scorodonia* bewachsen war; nahe der Falle v 17 befand sich ein ebenso großer Bestand von *Polygonum mite*. In E II waren die Stämme von *Chamaecyparis lawsoniana* bis in 2 m Höhe über dem Boden geastet. Das Astwerk war liegengelassen worden und bildete eine ± dichte Schicht auf der Bodenoberfläche. Obgleich die Krautschicht hier nicht wesentlich artenärmer war als in E I, zeigte sie sich jedoch wesentlich dürrtiger, regional war sie nicht ausgebildet (Tab. 3).

Im Laubwald war der Kronenschluß erfolgt und somit der Lichteinfall nach der Laubentfaltung sehr gering (s. Tab. 4). Die Krautschicht fehlte fast vollständig. An wenigen lichter Stellen wuchs hoher dürrtiger Adlerfarn. Im Bereich der Falle v 5 hatte sich auf einer schmalen Schneise *Urtica dioica* angesiedelt. Überall befanden sich in der Nähe der Fallen stark verrottete Stubben, ein auffallend großer bei v 5. Der Fichtenbestand selbst wies keine Krautschicht auf, nur die Schneisen, die zu den Fallen v 21 bis v 24 führten, waren bewachsen. Den höchsten Deckungsgrad zeigten hier *Agrostis tenuis* und *Calamagrostis arundinacea*.

3.4. Makroklima

Das Burgholz wird vom subatlantischen Klima beeinflusst. Bei einem Vergleich mit anderen Gegenden gleicher Höhenlage in Nordrhein-Westfalen liegt hier für das Waldwachstum ausgesprochen günstiges Wärmeklima vor. Dieser Tatbestand ergibt sich durch die Randlage zur Kölner Bucht. Im Verhältnis zur Höhenlage fallen im Burgholz sehr hohe Niederschläge (BUTZKE 1969).

3.5. Mikroklima

3.5.1. Licht

Im August 1972 wurden an vier Tagen Beleuchtungsintensitäten an verschiedenen Standorten der untersuchten Biotope ermittelt. Die Meßergebnisse, die in Tabelle 4 zusammengestellt sind, zeigen, daß in diesem Monat sowohl an trüben als auch an sonnenreichen Tagen im Laub- und Fichtenbestand im allgemeinen niedrigere Luxwerte ermittelt worden sind, als vergleichsweise in den Exotenbeständen. Dieser Tatbestand ergibt sich aus dem Kronenschluß im Laubwald und der weitgehenden Lichtundurchlässigkeit im dichten Fichtenbestand. Im Bereich der Exotenbestände dagegen waren die Gehölze in ihrer Zusammenstellung ± licht angeordnet, so daß hier vielfach auch eine hohe Sonneneinwirkung bis in den Bereich der Bodenoberfläche möglich war. Den Ergebnissen im Laubwald und Fichtenbestand am nächsten kommen die Messungen in E III bei x 6; hier wurde direkt unter einer *Thuja plicata* gemessen. Nur etwa 1 bis 2 m entfernt von dieser Meßstelle liegt jene von x 5, die bereits wieder wesentlich höhere Luxwerte aufweist (mosaikartiger Wechsel).

3.5.2. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation

Temperatur-, Luftfeuchtigkeits- und Evaporationsmessungen wurden am 22. 7. und 13. 8. 1971 in den Exotenbeständen und im Fichtenforst durchgeführt. Die Ablesung erfolgte halbstündlich. An diesen beiden Tagen herrschte bis auf die Windstille unterschiedliche Wetterlage. Der 22. 7. war sonnig, klar und schwül; nur um die Mittagszeit zeigte sich der Himmel bewölkt. Der Nachmittag des Vortages war sehr regenreich.

Tab. 4: Meßergebnisse der Beleuchtungsstärke (in Lux) ausgewählter Standorte aus dem Burgholz (vgl. Karten 1 und 2, sowie p. 38)

Datum	Bewöl- kungs- grad (und -dichte	Sonnen- bedek- kung	Laubwald		Exotenbestände					Fichten- forst
			X 1	X 2	X 3	X 4	X 5	X 6	X 7	X 8
1. 8. 1972 15.30 Uhr	5 ¹	S ₁ —S ₂	300	450	2300	900	6000	400	700	500
8. 8. 1972 10.30 Uhr	10 ²	S ₀	70	150	1200	550	1200	170	850	200
16. 8. 1972 10.15 Uhr	10 ²	S ₀	70	130	500	1500	6000	350	1000	200
31. 8. 1972 10.40 Uhr	2 ⁰	S ₃	280	500	4500	2000	6600	1400	1300	290

Am 13. 8. war es zunächst stark bewölkt. In der vorhergehenden Nacht hatte es bis in die Morgenstunden hinein geregnet. Um die Mittagszeit schließlich lockerte sich die Bewölkung etwas auf.

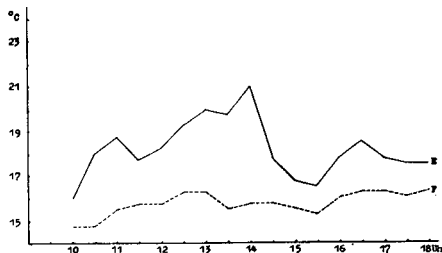
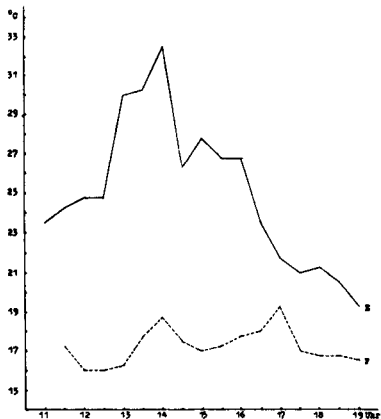


Abb. 1a: Tagesgang der Temperatur in den Exotenbeständen (E) und im Fichtenforst (F). Mittelwerte von je 4 Stationen, gemessen am 22. 7. 1971 bei niedrigem Bewölkungsgrad.

Abb. 1b: Desgl., gemessen am 13. 8. 1971 bei hohem Bewölkungsgrad.

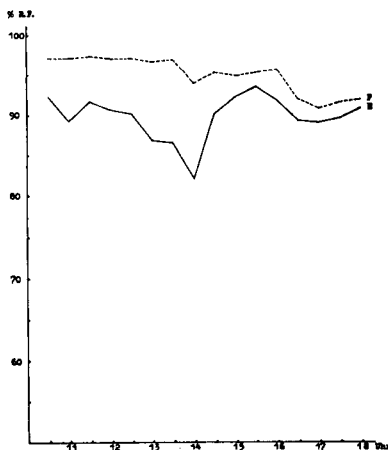
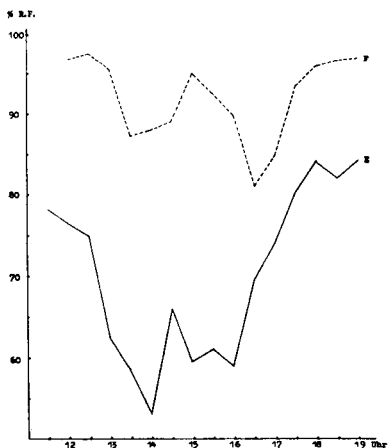


Abb. 2a: Tagesgang der relativen Luftfeuchte (R. F.) in den Exotenbeständen (E) und im Fichtenforst (F). Mittelwerte von je 4 Stationen, gemessen am 22. 7. 1971 bei niedrigem Bewölkungsgrad.

Abb. 2b: Desgl., gemessen am 13. 8. 1971 bei hohem Bewölkungsgrad.

Bei einer vergleichenden Betrachtung des Tagesganges der Temperaturen (Abb. 1 a/b) und der relativen Luftfeuchtigkeit (R. F., Abb. 2 a/b) im Fichtenforst sowie in den Exotenbeständen zeigte sich, daß die Amplitude für beide Klimafaktoren im Bereich der exotischen Coniferen am höchsten liegt. Während die thermischen Schwankungen in E am 22. 7. 13,3° C (am 13. 8. 5° C) betragen, umfaßt die Amplitude in F am 22. 7. nur 3,3° C (am 13. 8. 1,5° C). Die Meßwerte vom 22. 7. in E entsprechen etwa den Ergebnissen, die LAUTERBACH (1964) an einem Sonntag auf Kahlschlägen und in Schonungen im Sauerland ermitteln konnte.

Der Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit ist mit der Temperatur korreliert. Je höher die Temperatur, desto geringer die Luftfeuchtigkeitswerte; diese liegen an beiden Tagen in E niedriger als in F. Die Amplitude beträgt am 22. 7. in E 31‰, am 13. 8. 12‰; in F weist sie am 1. Meßtag 17‰, am 2. 6‰ auf.

Mit Hilfe der Evaporation läßt sich der Austrocknungsgrad eines Standorts durch Sonneneinstrahlung und Wind noch besser wiedergeben als durch die Werte der relativen Luftfeuchtigkeit. Evaporation und relative Luftfeuchtigkeit sind negativ miteinander korreliert; die Verdunstungsrate liegt folglich an den Meßstellen in E höher als in F (vgl. Abb. 3 a/b).

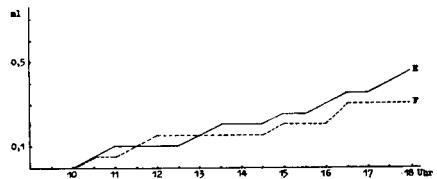
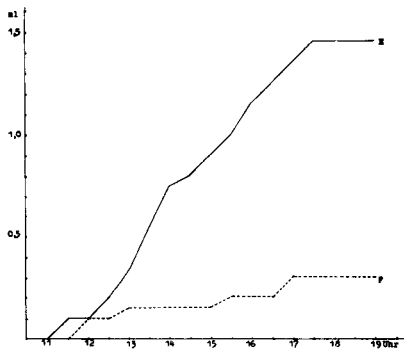


Abb. 3a: Summenkurve der Evaporation in den Exotenbeständen (E) und im Fichtenforst (F); Summenwerte von je 2 Stationen, gemessen am 22. 7. 1971 (niedriger Bewölkungsgrad).

Abb. 3b: Desgl., gemessen am 13. 8. 1971 (hoher Bewölkungsgrad).

Die Meßergebnisse für die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation stellen Mittelwerte dar. Dieser Tatbestand verdeckt die einzelnen Meßwerte, so daß aus den Abb. 1a – 3b weniger klar erkannt werden kann, daß diese Mikroklimadaten innerhalb der E-Bestände ± mosaikartig schwanken.

Tab. 5: Gesamtübersicht der ermittelten Coleopteren

L = Laubwald, F = Fichtenforst, E = exotische Coniferenbestände (berechnet für die Fangergebnisse von 5 Fallen).

Arten	Anzahl der Individuen innerhalb der Bestände		
	L	E	F
<i>Cychrus attenuatus</i> F.	12	6,66	11
<i>Carabus problematicus</i> Thoms.	22	16	27
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Dft.	1	3	1
<i>Abax ater</i> Villa	120	63	42
<i>Agathidium badium</i> Er.	1	1	1
<i>Neuraphes elongatulus</i> Müll. et Kze.	5	18,66	2
<i>Acrotrichis intermedia</i> Gillm.	26	8,66	4
<i>Oxytelus sculpturatus</i> Grav.	2	2,33	2
<i>Othius myrmecophilus</i> Kiesw.	1	2,66	2
<i>Euryporus picipes</i> Payk.	6	1,66	1
<i>Atheta</i> spec.	45	53	3
sonst. Aleocharinae gen. spec.	62	35	9
<i>Cryptophagus subfumatus</i> Kr.	5	3	4
<i>Lathridius nodifer</i> Westw.	29	33	3
<i>Barypithes araneiformis</i> Schrk.	35	14	156
<i>Bembidion lampros</i> Hbst.	1	2,66	
<i>Trechus obtusus</i> Er.	29	27	
<i>Stomis pumicatus</i> Panz.	2	2	
<i>Pterostichus strenuus</i> Panz.	1	1,33	
<i>Pterostichus cristatus</i> Duf.	2	0,33	
<i>Megasternum boletophagum</i> Marsh.	1	2	
<i>Nargus wilkini</i> Spence	3	1	
<i>Sciodrepoides watsoni</i> Spence	1	0,33	
<i>Catops grandicollis</i> Kr.	2	0,66	
<i>Liodes badia</i> Strm.	1	0,66	
<i>Anthobium abdominale</i> Grav.	1	1	
<i>Medon brunneus</i> Er.	1	1,33	
<i>Domene scabricollis</i> Er.	1	1,33	
<i>Philonthus decorus</i> Grav.	2	1,33	
<i>Quedius fuliginosus</i> Grav.	2	4	
<i>Sipalia circellaris</i> Grav.	1	4,33	
<i>Ilyobates nigricollis</i> Payk.	1	1,66	
<i>Cryptophagus setulosus</i> Strm.	3	1	
<i>Dasycerus sulcatus</i> Brongn.	4	2	
<i>Sphaerosoma pilosum</i> Panz.	1	3,66	
<i>Barypithes pellucidus</i> Boh.	2	1,66	
<i>Bolitobius exoletus</i> Er.	2		2
<i>Carabus purpurascens</i> F.		3,33	3
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.		3,66	1

Arten	Anzahl der Individuen innerhalb der Bestände		
	L	E	F
<i>Catops fuliginosus</i> Er.		2	2
<i>Proteinus brachypterus</i> F.		1	2
<i>Bryocharis inclinans</i> Grav.		0,33	1
<i>Agriotes pallidulus</i> Illig.		0,66	1
<i>Rhizophagus dispar</i> Payk.		0,33	3
<i>Otiorrhynchus singularis</i> L.		2,33	2
<i>Nebria brevicollis</i> F.	1		
<i>Molops piceus</i> Panz.	2		
<i>Colenis immunda</i> Er.	6		
<i>Proteinus atomarius</i> Er.	2		
<i>Lathrimaeum atrocephalum</i> Gyll.	1		
<i>Habrocerus capillaricornis</i> Grav.	1		
<i>Mycetoporus splendidus</i> Grav.	3		
<i>Strophosomus melanogrammus</i> Först.	5		
<i>Rhynchaenus fagi</i> L.	1		
<i>Cychrus rostratus</i> L.		0,33	
<i>Carabus nemoralis</i> Müll.		0,66	
<i>Harpalus latus</i> L.		0,66	
<i>Agonum moestum</i> Dft.		0,33	
<i>Phosphuga atrata</i> L.		0,33	
<i>Choleva oblonga</i> Latr.		0,33	
<i>Catops picipes</i> F.		0,33	
<i>Colon latum</i> Kr.		2,33	
<i>Liodes calcarata</i> Er.		0,33	
<i>Cephennium gallicum</i> Gglb.		2,33	
<i>Micropeplus porcatus</i> F.		0,33	
<i>Megarthritis sinuatocollis</i> Lac.		0,33	
<i>Anthobium limbatum</i> Er.		3	
<i>Olophrum piceum</i> Gyll.		0,33	
<i>Arpedium quadrum</i> Grav.		2	
<i>Syntomium aeneum</i> Müll.		0,66	
<i>Platystethus arenarius</i> Fourcr.		0,33	
<i>Lathrobium fulvipenne</i> Grav.		1,66	
<i>Lathrobium longulum</i> Grav.		1	
<i>Xantholinus clairei</i> Coiff.		0,33	
<i>Philonthus politus</i> L.		0,33	
<i>Philonthus fuscipennis</i> Mannh.		0,33	
<i>Philonthus fimetarius</i> Grav.		0,33	
<i>Staphylinus stercorarius</i> Ol.		0,33	
<i>Quedius molochinus</i> Grav.		0,66	
<i>Mycetoporus brunneus</i> Marsh.		0,33	
<i>Mycetoporus ruficornis</i> Kr.		0,66	
<i>Mycetoporus punctus</i> Gyll.		0,33	

Arten	Anzahl der Individuen innerhalb der Bestände		
	L	E	F
<i>Bolitobius thoracicus</i> F.		0,33	
<i>Bryocharis cingulata</i> Mannh.		1	
<i>Conosoma littoreum</i> L.		0,33	
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> L.		0,33	
<i>Tachyporus solutus</i> Er.		0,66	
<i>Tachinus elongatus</i> Gyll.		0,66	
<i>Atheta fungi</i> Grav.		0,33	
<i>Pycnota nidorum</i> Thoms.		0,33	
<i>Astilbus canaliculatus</i> F.		5,33	
<i>Zyras humeralis</i> Grav.		3	
<i>Zyras confragosus</i> Hochh.		0,33	
<i>Oxygoda alternans</i> Grav.		2	
<i>Bythinus curtisi</i> Denny		0,33	
<i>Pselaphus heisei</i> Hbst.		8	
<i>Cantharis obscura</i> L.		0,33	
<i>Rhagonycha fulva</i> Scop.		0,33	
<i>Elater elongatulus</i> F.		0,33	
<i>Agriotes obscurus</i> L.		0,33	
<i>Throscus dermestoides</i> L.		6	
<i>Syncalypta paleata</i> Er.		0,33	
<i>Eपुरaea pusilla</i> Ill.		0,33	
<i>Atomaria atricapilla</i> Steph.		34,66	
<i>Atomaria ruficornis</i> Marsh.		2,33	
<i>Lathridius angusticollis</i> Gyll.		0,66	
<i>Enicmus transversus</i> Ol.		4	
<i>Cartodere elongata</i> Curt.		0,33	
<i>Propylaea 14punctata</i> L.		0,33	
<i>Otiorrhynchus sulcatus</i> F.		0,33	
<i>Caenopsis fissirostris</i> Walt.		0,66	
<i>Sciaphilus asperatus</i> Bonsd.		0,66	
<i>Pissodes pini</i> L.		0,66	
<i>Calandra granaria</i> L.		0,66	
<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.		1	
<i>Crypturgus cinereus</i> Hbst.		0,66	
<i>Omalius caesum</i> Grav.			1
<i>Rhagonycha translucida</i> Kryn.			3
<i>Sphaerites glabratus</i> L.			1
<i>Polydrosus impar</i> Goz.			8
Summe der Käfer in 5 Fallen	458	436	298
Gesamtzahl der Individuen	458	1308	298

4. Die Fangergebnisse

Für den Fangzeitraum vom 1. 4. bis 31. 10. 71 wurden insgesamt 2064 Coleopteren ermittelt. Sie verteilen sich folgendermaßen auf die 5 Biotope:

	Individuen	Arten*)
L	458	45
F	298	27
E I	460	64
E II	542	56
E III	306	60

*) Ein Teil der zur Subfamilie der Aleocharinae gehörenden Arten konnte nicht determiniert werden; er bleibt in dieser Spalte unberücksichtigt.

Die ermittelten Coleopteren sind in den Tabellen 5 und 6 zusammengestellt. Während in der Tabelle 6 die Individuenzahlen aus den drei Exotenbeständen detailliert aufgeführt sind, enthält die Tabelle 5 diese in einer Spalte. So ist der Vergleich mit den Coleopteren des Laubwaldes und Fichtenforstes übersichtlicher. Um echte Vergleichszahlen zu haben, sind in Tabelle 5 die Fänge aus den Exotenbeständen auf 5 Fallen berechnet (L und F enthielten je 5 Fallen).

Tab. 6: Gesamtübersicht der ermittelten Arten in den Exotenbeständen (E I, II und III)

Arten	Bestand			Summe
	E I	E II	E III	
<i>Cychrus attenuatus</i>	5	8	7	20
<i>Carabus purpurascens</i>	1	6	3	10
<i>Carabus problematicus</i>	13	23	12	48
<i>Trechus obtusus</i>	29	39	13	81
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	1	2	6	9
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	5	3	3	11
<i>Abax ater</i>	27	126	36	189
<i>Catops fuliginosus</i>	1	1	4	6
<i>Colon latum</i>	1	1	5	7
<i>Cephennium gallicum</i>	4	1	2	7
<i>Neuraphes elongatulus</i>	3	36	17	56
<i>Acrotrichis intermedia</i>	5	19	2	26
<i>Arpedium quadrum</i>	4	1	1	6
<i>Lathrobium fulvipenne</i>	2	1	2	5
<i>Othius myrmecophilus</i>	1	4	3	8
<i>Euryporus picipes</i>	1	3	1	5
<i>Quedius fuliginosus</i>	3	6	3	12
<i>Sipalia circellaris</i>	3	8	2	13
<i>Atheta spec.</i>	44	86	29	159
<i>Zyras humeralis</i>	3	5	1	9
sonst. Aleocharinae gen. spec.	48	37	20	105
<i>Pselaphus heisei</i>	17	1	6	24
<i>Cryptophagus subfumatus</i>	4	3	2	9
<i>Atomaria atricapilla</i>	77	16	11	104

Arten	Bestand			Summe
	E I	E II	E III	
<i>Dasycerus sulcatus</i>	2	1	3	6
<i>Lathridius nodifer</i>	47	43	9	99
<i>Barypithes pellucidus</i>	2	1	2	5
<i>Carabus nemoralis</i>	1	1		2
<i>Megasternum boletophagum</i>	4	2		6
<i>Liodes badia</i>	1	1		2
<i>Mycetoporus ruficornis</i>	1	1		2
<i>Bryocharis cingulata</i>	1	2		3
<i>Oxypoda alternans</i>	5	1		6
<i>Sphaerosoma pilosum</i>	4	7		11
<i>Stomis pumicatus</i>	3		3	6
<i>Anthobium abdominale</i>	2		1	3
<i>Oxytelus sculpturatus</i>	4		3	7
<i>Medon brunneus</i>	3		1	4
<i>Quedius molochinus</i>	1		1	2
<i>Tachyporus solutus</i>	1		1	2
<i>Astilbus canaliculatus</i>	8		8	16
<i>Atomaria ruficornis</i>	6		1	7
<i>Pterostichus strenuus</i>		2	2	4
<i>Anthobium limbatum</i>		3	6	9
<i>Syntomium aeneum</i>		1	1	2
<i>Lathrobium longulum</i>		2	1	3
<i>Ilyobates nigricollis</i>		3	2	5
<i>Agriotes pallidulus</i>		1	1	2
<i>Otiorrhynchus singularis</i>		6	1	7
<i>Barypithes araneiformis</i>		6	36	42
<i>Bembidion lampros</i>	8			8
<i>Pterostichus cristatus</i>	1			1
<i>Phosphuga atrata</i>	1			1
<i>Choleva oblonga</i>	1			1
<i>Sciodrepoides watsoni</i>	1			1
<i>Catops picipes</i>	1			1
<i>Micropeplus porcatus</i>	1			1
<i>Megarthus sinuatocollis</i>	1			1
<i>Platystethus arenarius</i>	1			1
<i>Xantholinus clairei</i>	1			1
<i>Philonthus politus</i>	1			1
<i>Mycetoporus brunneus</i>	1			1
<i>Tachyporus chrysomelinus</i>	1			1
<i>Atheta fungi</i>	1			1
<i>Pycnota nidorum</i>	1			1
<i>Bythinus curtisi</i>	1			1
<i>Throscus dermestoides</i>	18			18

Arten	Bestand			Summe
	E I	E II	E III	
<i>Lathridius angusticollis</i>	2			2
<i>Enicmus transversus</i>	12			12
<i>Propylaea 14punctata</i>	1			1
<i>Caenopsis fissirostris</i>	2			2
<i>Pissodes pini</i>	2			2
<i>Crypturgus cinereus</i>	2			2
<i>Catops grandicollis</i>		2		2
<i>Liodes calcarata</i>		1		1
<i>Domene scabricollis</i>		4		4
<i>Philonthus fuscipennis</i>		1		1
<i>Philonthus fimetarius</i>		1		1
<i>Mycetoporus punctus</i>		1		1
<i>Bolitobius thoracicus</i>		1		1
<i>Bryocharis inclinans</i>		1		1
<i>Conosoma littoreum</i>		1		1
<i>Syncalypta paleata</i>		1		1
<i>Epuraea pusilla</i>		1		1
<i>Rhizophagus dispar</i>		1		1
<i>Cartodere elongata</i>		1		1
<i>Sciaphilus asperatus</i>		2		2
<i>Hylurgops palliatus</i>		3		3
<i>Cychrus rostratus</i>			1	1
<i>Harpalus latus</i>			2	2
<i>Agonum moestum</i>			1	1
<i>Nargus wilkini</i>			3	3
<i>Agathidium badium</i>			3	3
<i>Proteinus brachypterus</i>			3	3
<i>Olophrum piceum</i>			1	1
<i>Philonthus decorus</i>			4	4
<i>Staphylinus stercorarius</i>			1	1
<i>Tachinus elongatus</i>			2	2
<i>Zyras confragosus</i>			1	1
<i>Cantharis obscura</i>			1	1
<i>Rhagonycha fulva</i>			1	1
<i>Elater elongatulus</i>			1	1
<i>Agriotes obscurus</i>			1	1
<i>Cryptophagus setulosus</i>			3	3
<i>Otiorrhynchus sulcatus</i>			1	1
<i>Calandra granaria</i>			2	2
Gesamtzahl der Individuen	460	542	306	1308
Gesamtzahl der Arten (unter Ausschluß der sonst. Aleocharinae)	64	56	60	

In allen 5 Beständen gleichzeitig sind nur 10 Arten angetroffen worden. Es sind dies *Cychnus attenuatus*, *Carabus problematicus*, *Trichotichnus laevicollis*, *Abax ater*, *Neuraphes elongatulus*, *Acrotichis intermedia*, *Othius myrmecophilus*, *Euryporus picipes*, *Cryptophagus subfumatus* und *Lathridius nodifer*. Dieser niedrigen Anzahl steht aber eine Individuenzahl von 793 gegenüber, das sind 38,4% aller ermittelten Coleopteren. Daher ist es verständlich, daß die Hälfte dieser Arten (*Abax ater*, *Carabus problematicus*, *Neuraphes elongatulus*, *Lathridius nodifer* und *Acrotichis intermedia*) zu den dominanten Coleopteren gehört (Tab. 7). Allerdings ist nur *Abax ater* in allen fünf Biotopen dominant.

Von Bedeutung ist weiterhin die Tatsache, daß sich unter den 62 Arten, die in ihrem Vorkommen auf die Exotenbestände beschränkt sind, 6 befanden, die in der Rheinprovinz selten bzw. seit vielen Jahren nicht mehr angetroffen worden sind (Koch 1968); es handelt sich um *Cephennium gallicum*, *Mycetoporus ruficornis*, *Mycetoporus punctus*, *Zyras confragosus*, *Caenopsis fissirostris* und *Crypturgus cinereus*. An weiteren seltenen Arten konnten ferner *Domene scabricollis* – in E und L – sowie *Sphaerites glabratus* – in F – festgestellt werden.

Tab. 7: Die dominanten Coleopterenarten der 5 Untersuchungsgebiete (L = Laubwald, F = Fichtenforst, E I – E III = exotische Coniferenbestände).

	L	E I	E II	E III	F
<i>Abax ater</i>	×	×	×	×	×
<i>Trechus obtusus</i>	×	×	×		
<i>Lathridius nodifer</i>	×	×	×		
<i>Barypithes araneiformis</i>	×			×	×
<i>Neuraphes elongatulus</i>			×	×	
<i>Acrotichis intermedia</i>	×				
<i>Atomaria atricapilla</i>		×			
<i>Carabus problematicus</i>					×
Gesamtzahl	5	4	4	3	3

5. Diskussion

Das Untersuchungsergebnis zeigt, daß die Anzahl der Arten in den Exotenbeständen deutlich höher liegt als in L und F.

Dieses Ergebnis ist jedoch nur beschränkt für allgemein gültige Aussagen geeignet, da Fallenzahl und Fangzeiten hierfür nicht ausreichen. Beispielsweise wurden von THIELE & KOLBE (1962) *Carabus nemoralis*, *Lathrobium fulvipenne*, *Quedius molochinus* und *Bryocharis cingulata* in einem Buchen-Traubeneichen-Wald im Burgholz gefangen. Diese Arten konnten von uns nur in E nachgewiesen werden. Gleiches gilt für *Colon latum*, *Xantholinus clarei* und *Pselaphus heisei* sowie ebenfalls für *Carabus nemoralis* und *Lathrobium fulvipenne*, die von KOLBE (1972) auf dem Burggrafenberg im Burgholz in einem Laubwald mit Hilfe von Barberfallen eingefangen worden sind.

Trotz dieser Einschränkungen ist es auf die nachweislich unterschiedlichen ökologischen Gegebenheiten zurückzuführen, daß in den Beständen mit exotischen Coniferen Lebensbedingungen für eine größere Artenzahl gegeben sind als im Laubwald und Fichtenforst (s. Tab. 5 u. 8).

Tab. 8: Anzahl der Arten und Individuen jener Coleopteren, die ausschließlich in einem Biotop ermittelt wurden (L = Laubwald, F = Fichtenforst, E I – E III = exotische Coniferenbestände).

Bestand	Artenzahl	Individuenzahl
L	9	22
E I	20	52
E II	10	13
E III	13	16
F	4	13

5.1. Der Einfluß abiotischer Faktoren

Die ermittelten mikroklimatischen Werte in den untersuchten Biotopen lassen 2 Gruppen von Lebensräumen erkennen. Laubwald nach der Laubentfaltung und Fichtenforst zeigen relativ ausgeglichene Klimaverhältnisse im Bereich der Bodenoberfläche; sie engen damit das Artenspektrum ein. Die Bestände mit exotischen Coniferen dagegen weisen stärker mosaikartig unterschiedliche Klimaverhältnisse auf. Neben ausgeglicheneren Regionen gibt es solche mit wesentlich extremeren Daten. Daher können diese Bestände außer stärker stenöken Coleopterenarten (mit einer Bevorzugung von dunkel, feucht und kühl) auch solchen Spezies Lebensmöglichkeiten bieten, die lichtere, wärmere und trockenere Biotope vorziehen. – Im Gegensatz dazu lassen sich die verhältnismäßig geringfügigen Abweichungen der ermittelten pH-Werte der Böden in L, F und E (Tab. 1) wohl kaum als Begründung für die unterschiedliche Zusammensetzung der Coleopterenfaunen in den einzelnen Gehölzen heranziehen.

Die Tab. 9 umfaßt alle dominanten, subdominanten und rezedenten Coleopterenarten, die ausschließlich in den Exotenbeständen angetroffen worden sind. 5 der dominanten bzw. subdominanten Arten, es handelt sich hierbei um *Atomaria atricapilla*, *Astilbus canaliculatus*, *Throscus dermestoides*, *Enicmus transversus* und *Atomaria ruficornis*, wurden auch \pm häufig in offenen Biotopen angetroffen (HEYDEMANN 1956, HORION 1960, KOCH 1968, KOLBE 1971, THIELE 1964, TISCHLER 1958). Für die ersten drei dieser Arten werden jedoch auch andere Biotope als Lebensraum genannt. Hier wäre also eine breitere ökologische Valenz vorhanden (eurytope Arten).

Tab. 9: Dominante, subdominante und rezedente Coleopterenarten, die ausschließlich in den Beständen mit exotischen Coniferen festgestellt werden konnten (Fangzeitraum 1. 4. – 31. 10. 1971).

Dominanten und Subdominanten

Atomaria atricapilla
Astilbus canaliculatus
Throscus dermestoides
Enicmus transversus
Atomaria ruficornis
Pselaphus heisei
Anthobium limbatum
Colon latum
Oxyptoda alternans

Rezedenten

Harpalus latus
Lathrobium fulvipenne
Zyras humeralis
Cephennium gallicum
Arpedium quadrum
Tachinus elongatus
Calandra granaria

Pselaphus heisei, *Colon latum* und *Lathrobium fulvipenne* sind von THIELE & KOLBE 1962 bzw. KOLBE 1972 auch für den Laubwald im Burgholz nachgewiesen worden (s. o.). *Harpalus latus* und *Lathrobium fulvipenne* sind sowohl in offenen Biotopen (HEYDEMANN 1956, KNIE 1971 und TISCHLER 1958) als auch in Wäldern anzutreffen. – *Zyras humeralis* ist an verschiedene Ameisenarten gebunden. In den Jahren 1971/72 wurden im Burgholz an anderen Orten gegen 1000 *Zyras humeralis* in Köder- und Barberfallen im Aktionsradius von *Formica polyctena* gefangen.

Außer den nur in den Exotenbeständen vorkommenden häufigeren Arten läßt eine Reihe von Arten, die im Laubwald und Fichtenforst nur in geringer Individuenzahl vertreten sind, auch eine Bindung an Feldbiotope, Kahlschläge und buschreiche Trockenrasen erkennen. Dies gilt z. B. für *Bembidion lampros*, *Carabus purpurascens*, *Stomis pumicatus*, *Megasternum boletophagum*, *Oxytelus sculpturatus* und *Barypithes pellucidus* (BECKER 1972, HORION 1941, KIRCHNER 1960, KNIE 1971, KOCH 1968, LAUTERBACH 1964, THIELE 1964, TISCHLER 1958). – Schließlich weist auch ein Teil der übrigen Spezies – meist subrezentente Arten – Bindungen an offene Biotope auf. *Lathrobium longulum*, *Mycetoporus brunneus* und *Tachyporus solutus* beispielsweise wurden von TISCHLER (1958) ausschließlich auf lehmigen Feldern angetroffen.

Zusammenfassend sei an dieser Stelle gesagt, daß in den untersuchten Exotenbeständen ein größerer Anteil von Arten angetroffen wurde, die eurytop sind oder deren Verbreitungsschwerpunkt mehr in offenen Biotopen liegt. Für diese Arten könnten demnach – gegenüber den ausgeglicheneren Klimabedingungen im Laub- und Fichtenwald – die extremeren Temperaturwerte, die geringere relative Luftfeuchte und (bzw. oder) der größere Lichteinfall in Teilbereichen der Exotenbestände bedeutungsvoll sein.

5.2. Der Einfluß trophischer Faktoren

Neben den mikroklimatischen Gegebenheiten sind die trophischen Faktoren für das Auftreten von Tierspezies in bestimmten Biotopen von eminenter Bedeutung. Jedes Tier bedarf für seinen Bau- und Betriebsstoffwechsel der Nahrung.

Tab. 10: Phytophage Forstschädlinge unter den ermittelten Coleopteren und ihre Verteilung auf die einzelnen Biotope (nach KEILBACH 1966 und NÜSSLIN-RHUMBLER 1927).

Art	Bestand				
	L	E I	E II	E III	F
<i>Bembidion lampros</i>	1	8	—	—	—
<i>Cantharis obscura</i>	—	—	—	1	—
<i>Agriotes obscurus</i>	—	—	—	1	—
<i>Otiorrhynchus singularis</i>	—	—	6	1	2
<i>Otiorrhynchus sulcatus</i>	—	—	—	1	—
<i>Polydrosus impar</i>	—	—	—	—	8
<i>Barypithes araneiformis</i>	35	—	6	36	156
<i>Strophosomus melanogrammus</i>	5	—	—	—	—
<i>Pissodes pini</i>	—	2	—	—	—
<i>Rhynchaenus fagi</i>	1	—	—	—	—
<i>Hylurgops palliatus</i>	—	—	3	—	—
<i>Crypturgus cinereus</i>	—	2	—	—	—
Gesamtzahl der Arten	4	3	3	5	3

5.2.1. Phytophage Schädlinge

Für den Forstentomologen sind innerhalb der phytophagen Coleopterenarten jene von besonderer Bedeutung, die als potentielle Schädlinge auftreten. Bei den in Tab. 10 zusammengestellten Arten handelt es sich um solche Coleopteren, die durch Fraß an kultivierten Pflanzen Schaden anrichten können. Ein Großteil der phytophagen Arten hält sich jedoch überwiegend in der Kraut-, Strauch- oder Baumschicht auf, so daß die Barberfallenmethode ungeeignet ist, quantitative Aussagen über ihre Aktivitätsdichte zu machen. Einen genaueren Überblick über Arten- und Individuenzahl könnte man durch Klopfänge erhalten; sie sind 1972 durchgeführt worden und werden in einer gesonderten Publikation zusammengestellt.

Die Tab. 10 enthält 12 phytophage Schädlingsarten, unter denen die Curculioniden mit 7 Spezies am stärksten vertreten sind.

Otiorrhynchus singularis lebt nach KEILBACH (1966) als Imago auf Eichen und anderen Laubbäumen, benagt aber auch Coniferen (*Abies* und *Picea*). Die Larven sind rhizophag. Während von uns nur insgesamt 9 Imagines dieser Art mit Hilfe von Barberfallen ermittelt werden konnten, wurden die Käfer 1972 in mehreren hundert Exemplaren von exotischen Coniferen, speziell *Chamaecyparis lawsoniana* (Bestand E II), im Burgholz geklopft. Dieser Wechsel zu einer neuen Wirtspflanze wurde 1972 auch experimentell bearbeitet und wird als eigenständige Arbeit publiziert.

Barypithes araneiformis ist als Imago ebenso wie *Otiorrhynchus singularis* polyphag und frißt an Laub- und Nadelgehölzen. Als befallene Coniferen nennt KEILBACH (1966) *Pinus* und *Picea*. Die Imagines legen im Mai/Juni die Eier im Boden ab, die Larven

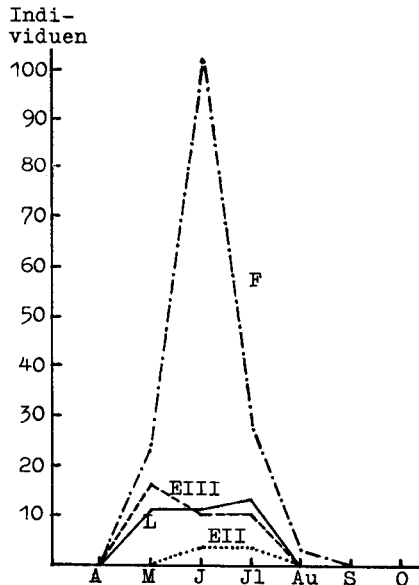


Abb. 4: Die monatliche Verteilung von *Barypithes araneiformis* im Laubwald (L —), in den Exotenbeständen (E II und E III - - -) und im Fichtenforst (F -.-.-.-). In E I war diese Art nicht vertreten.

sind rhizophag. Ende Juli schlüpfen die jungen Käfer. Unter Ausschluß von E I wurde *Barypithes araneiformis* in allen Beständen gefunden; in sehr großer Anzahl war diese Art im Fichtenbestand vertreten, aber auch in L und E III erwies sie sich als dominant. Aus der Abb. 4 ist zu ersehen, daß die Tiere fast ausschließlich in der Zeit von Mai bis Juli in die Fallen gerieten.

Strophosomus melanogrammus konnte von uns nur aus dem Laubwald nachgewiesen werden. Die Art wurde jedoch 1971 und 1972 auch von exotischen Coniferen und *Picea abies* im Burgholz geklopft. Diese Spezies ist ebenso wie die beiden vorhergehenden als Imago polyphag und an Coniferen und Laubgehölzen anzutreffen, während die Larven Wurzelfresser sind (SCHWERDTFEGER 1970, SCHIMITSCHEK 1955).

5.2.2. Zoophage Nützlinge

Die Anwesenheit nützlicher Insekten in den Wäldern wird von den Forstentomologen begrüßt, da sie bei genügender Anzahl im Rahmen der biologischen Schädlingsbekämpfung helfen, unerwünschte Tierpopulationen zu reduzieren. Die Episiten unter den eingesammelten Coleopterenarten gehören überwiegend zu den Carabiden und Staphyliniden. In Tab. 11 sind die größeren Vertreter dieser beiden Familien, die auch wegen ihrer hohen Aktivitätsbiomasse bedeutsam sind, und drei weitere Schädlingsvertilger zusammengestellt.

Tab. 11: Zoophage Nützlinge unter den ermittelten Coleopteren (Auswahl) und ihre Verteilung auf die einzelnen Biotope.

Art	Bestand				
	L	E I	E II	E III	F
<i>Cychrus rostratus</i>	—	—	—	1	—
<i>Cychrus attenuatus</i>	12	5	8	7	11
<i>Carabus purpurascens</i>	—	1	6	3	3
<i>Carabus problematicus</i>	22	13	23	12	27
<i>Carabus nemoralis</i>	—	1	1	—	—
<i>Neuraphes elongatulus</i>	5	3	36	17	2
<i>Othius myrmecophilus</i>	1	1	4	3	2
<i>Philonthus politus</i>	—	1	—	—	—
<i>Philonthus decorus</i>	2	—	—	4	—
<i>Philonthus fuscipennis</i>	—	—	1	—	—
<i>Staphylinus stercorarius</i>	—	—	—	1	—
<i>Euryporus picipes</i>	6	1	3	1	1
<i>Quedius fuliginosus</i>	2	3	6	3	—
<i>Quedius molochinus</i>	—	1	—	1	—
<i>Propylaea 14punctata</i>	—	1	—	—	—
<i>Rhizophagus dispar</i>	—	—	1	—	3

Neuraphes elongatulus lebt nach TISCHLER (1948) räuberisch von Milben. — *Propylaea 14punctata*, von uns nur in einem Exemplar gefangen, wurde 1972 in größerer Anzahl von den Gehölzen aller untersuchten Biotope geklopft. Diese Art, die als Vertilger zahlreicher Blattlausarten auftritt, gehört zu den Ubiquisten. — Die Familie Rhizophagidae zählt zum Vertilgerkreis der Borkenkäfer. *Rhizophagus dispar* wird von ESCHERICH (1923) als natürlicher Feind von *Hylurgops palliatus* und *Xyloterus signatus*

genannt; ersterer konnte in E II gefangen werden (s. Tab. 10). – Die Vertreter der Gattung *Cychrus* sind Schneckenfresser. – Diese Arten, die bestimmte Beutetiere bevorzugen, werden in ihrer Biotopbindung primär durch den Nahrungsfaktor festgelegt.

5.2.3. Mycetophage Coleopteren

Unter den festgestellten Coleopteren stellen die Familien der Ptiliidae, Cryptophagidae und Lathridiidae eine Reihe von Arten, die u. a. zum Verteilgerkreis von Schimmelpilzen gehören. In Tab. 12 sind mycetophage Arten dieser Familien zusammengestellt. Die Tab. zeigt, daß diese Spezies in ihrer Verbreitung den Laubwald und die exotischen Coniferenbestände gegenüber dem Fichtenforst bevorzugen.

Tab. 12: Mycetophage (Auswahl) unter den ermittelten Coleopteren und ihre Verteilung auf die einzelnen Biotope.

Art	Bestand				
	L	E I	E II	E III	F
<i>Acrotrichis intermedia</i>	26	5	19	2	4
<i>Cryptophagus subfumatus</i>	5	4	3	2	4
<i>Cryptophagus setulosus</i>	3	—	—	3	—
<i>Atomaria atricapilla</i>	—	77	16	11	—
<i>Atomaria ruficornis</i>	—	6	—	1	—
<i>Dasycerus sulcatus</i>	4	2	1	3	—
<i>Lathridius angusticollis</i>	—	2	—	—	—
<i>Lathridius nodifer</i>	29	47	43	9	3
<i>Enicmus transversus</i>	—	12	—	—	—
<i>Cartodere elongata</i>	—	—	1	—	—

6. Zusammenfassung

1. Im Revierförsterbezirk Burgholz in Wuppertal werden neben einheimischen Gehölzen seit 1959 exotische Coniferen großflächig angebaut. Drei in ihrer Zusammensetzung unterschiedliche Exotenbestände (E I, II und III) sowie ein Laub- (L) und Fichtenwald (F) wurden für vergleichende Untersuchungen ausgewählt. Vom 1. 4. bis 31. 10. 1971 wurde dort mit Hilfe von Barberfallen die Aktivitätsdichte der bodenstrebewohnenden Coleopterenfauna ermittelt.

2. Mikroklimamessungen (Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation) ergaben, daß in den Biotopen mit exotischen Coniferen allgemein höhere Temperaturen, niedrigere Luftfeuchte und stärkerer Lichteinfall zu verzeichnen waren als in dem Laub- und Fichtenwald. Innerhalb der Exoten unterliegen die Mikroklimagegebenheiten, bedingt durch den stark wechselnden Deckungsgrad der Vegetation ± mosaikartigen Schwankungen. – Die pH-Werte der Böden liegen im sauren Bereich (in F und E niedriger als in L).

3. Es wurden insgesamt 2064 Coleopteren gefangen. 118 Spezies (unter Ausschluß verschiedener Aleocharinae) konnten determiniert werden. – 10 Arten mit 793 Individuen (38,4%) waren in allen 5 Biotopen vertreten.

4. Die Coleopterenfaunen aller Biotope mit exotischen Coniferen weisen einen größeren Artenreichtum auf als die des Laub- und vor allem die des Fichtenbestandes (L 45, F 27, E I 64, E II 56, E III 60). Die Anzahl der Individuen entspricht in E I und E II annähernd der des Laubwaldes, in E III der des Fichtenbestandes (L 456, F 298, E I 460, E II 542, E III 306).
5. Die Exotenbestände zeichnen sich durch einen auffallend hohen Anteil an rezedenten und subrezedenten Arten aus. Bei einigen dieser Spezies, sie waren größtenteils auf die Exoten beschränkt, handelt es sich um seltene Funde für die Rheinprovinz.
6. Der Artenreichtum in den Exotenbeständen ist u. a. darauf zurückzuführen, daß hier im Gegensatz zu den anderen Lebensräumen regional extremere Mikroklimaverhältnisse herrschen. Sie bieten auch noch Vertretern offener Biotope Lebensbedingungen.
7. Aus dem Themenkomplex der trophischen Faktoren wurden potentielle phytophage Schädlinge, ausgewählte zoophage Nützlinge und mycetophage Coleopterenarten tabellarisch zusammengestellt und in ihrer Bedeutung diskutiert.

7. Literatur

- BECKER, J. (1972): Art und Ursachen der Habitatbindung von Bodenarthropoden (Carabidae – Coleopt. –, Diplopoda, Isopoda) xerothermer Standorte in der Eifel. – Diss. Köln.
- BUTZKE, H. (1969): Erläuterungen zur Bodenkarte des Revierförsterbezirkes Burgholz des Staatl. Forstamtes Düsseldorf-Benrath f. d. forstl. Standorterkundung. – Geol. Landesamt NRW, Krefeld.
- ESCHERICH, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas, 2. Bd. Berlin.
- FREUDE, H., HARDE, K., LOHSE, G.-A.: Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 3 (1971), Bd. 4 (1964), Bd. 7 (1967), Bd. 8 (1969), Bd. 9 (1966). – Goecke & Evers, Krefeld.
- HEYDEMANN, B. (1956): Untersuchungen über die Winteraktivität von Staphyliniden auf Feldern. – Entomologische Blätter, 52, 138–150, Kiel.
- HORION, A. (1941): Faunistik der deutschen Käfer, Bd. I, Überlingen-Bodensee.
- HORION, A. (1951): Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas, 1 und 2, Stuttgart.
- HORION, A. (1960): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Bd. VII, Überlingen-Bodensee.
- KEILBACH, R. (1966): Die tierischen Schädlinge Mitteleuropas. Jena.
- KIRCHNER, H. (1960): Untersuchungen zur Ökologie feldbewohnender Carabiden. Diss. Köln.
- KNIE, J. (1971): Vergleichend-ökologische Untersuchungen der Carabidenfauna verschiedener Standorte des Kottenforstes bei Bonn. – Hausarbeit der Hauptprüfung für das Lehramt am Gymnasium, Bonn.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. – DECHENIANA Beiheft 13. Bonn.
- KOLBE, W. (1971): Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Coleopterenfauna in der Bodenstreu des Naturschutzgebietes Dolinengelände Krutscheidt (Meßtischblatt Elberfeld 4708). – Naturw. Ver., 24, 64–72, Wuppertal.
- KOLBE, W. (1972): Aktivitätsverteilung bodenbewohnender Coleopteren in einem Laubwald und drei von diesem eingeschlossenen Wertmehrorsten mit exotischen Coniferen. – DECHENIANA 125, H. 1/2, 155–164, Bonn.

- LAUTERBACH, A. W. (1964): Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. — Abh. Landesmus. Naturkd. Münster, 26, H. 4, 1–103.
- NÜSSLIN-RHUMBLER (1927): Forstinsektenkunde. — Berlin.
- REITTER, E.: Fauna Germanica, Bd. 1 (1908), Bd. 2 (1909), Bd. 3 (1911), Bd. 4 (1912), Bd. 5 (1916), Stuttgart.
- SCHIMITSCHEK, E. (1955): Die Bestimmung von Insektenschäden im Walde, Berlin.
- SCHMEIL-FITSCHEN (1965): Flora von Deutschland. Heidelberg.
- SCHWERDTFEGER, F. (1970): Die Waldkrankheiten. Hamburg und Berlin.
- STEBUNG, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin und Hamburg.
- THIELE, H. U. (1964): Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. — Z. Morph. Ökol. Tiere, 53, 537–586, Köln.
- THIELE, H. U. u. KOLBE, W. (1962): Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. Pedobiologia, 1, 157–173.
- TISCHLER, W. (1948): Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. — Zool. Jb. Syst., Ökol. u. Geogr., 77, 284–400.
- TISCHLER, W. (1949): Grundlage der terrestrischen Tierökologie, Braunschweig.
- TISCHLER, W. (1958): Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. Ein Beitrag zur Ökologie der Kulturlandschaft. — Z. Morph. Ökol. Tiere, 47, 54–114.

Die Zusammensetzung der Coleopterenfauna im engeren Aktionsradius der Roten Waldameise (*Formica polyctena*)

WOLFGANG KOLBE, Wuppertal

Einleitung

Die Roten Waldameisen werden als forstwirtschaftliche Nützlingle bezeichnet, da sie durch ihre \pm starke episitische Lebensweise auch zum Verteilgerkreis von Forstschädlingen gehören. Im Aktionsradius der Roten Waldameisen wird daher eine Veränderung der bodenstrebewohnenden Fauna zu erwarten sein, wie bereits am Beispiel der Coleopterenzusammensetzung in einem ca. 30jährigen Siegerländer Eichen-Birken-Wald erörtert wurde (KOLBE 1968a und 1969).

Dieser Problembereich ist 1971/72 erneut aufgegriffen worden, um weitere qualitative und quantitative Unterlagen zu gewinnen. Untersucht wurden Waldbestände im Revierförsterbezirk Burgholz (Meßtischblatt Elberfeld 4708).

Methode

1. Ausgehend von einem Nest von *Formica polyctena* wurden \pm strahlenförmig dreimal je 4 Barberfallen derart aufgestellt, daß sie zwischen 5 und 25 m von dem Nest entfernt standen (Abb. 1). Die Barberfallen enthielten 4%iges Formalin und waren durch je ein Blech vor Regeneinwirkung geschützt. Der Fangzeitraum lag zwischen dem 1. 4. und 31. 10. 1972.

Das *Formica*-Nest befand sich am Rande eines 21jährigen Fichtenbestandes (*Picea abies*). 9 Fallen (Nr. 1–3 und 5–10) standen im Bereich von *Picea abies*, zwei weitere (Nr. 11 und 12) in dem nach NNW angrenzenden gleichaltrigen Buchenwald (*Fagus*

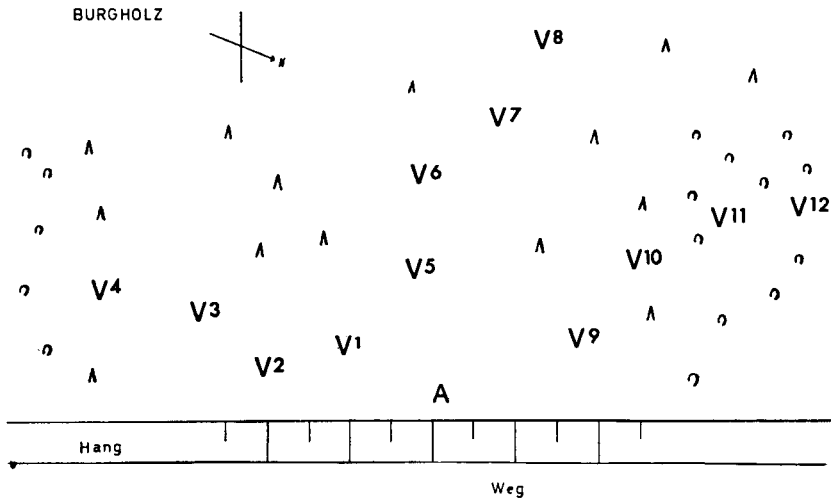


Abb. 1: Lageskizze der Barberfallenstandorte (V 1–12) und des *Formica polyctena*-Nestes (A).

silvatica), in den einzelne Eichen eingestreut sind. Falle Nr. 4 befand sich im Übergangsbereich von *Picea abies* zu einem Bestand von *Quercus rubra* (21jährig) mit einzelnen Rotbuchen und Birken. Die 3 genannten Bestände werden im Osten durch einen unbefestigten Fahrweg (Langensiepen) begrenzt.

2a. Im Rahmen von Köderfallenfängen wurden vom 5. 5.–31. 7. 1971 etwa 4–8 m von 3 *Formica*-Nestern entfernt insgesamt 5 Fanggläser eingegraben. Als Köder diente gehacktes Rindfleisch. Die Gläser wurden in 3- bis 6tägigem Abstand geleert. Neben allen *Zyras*-Individuen wurden auch Belegexemplare der übrigen Coleopterenarten mitgenommen. Die Fallenstandorte befanden sich einmal im Grenzbereich von 3 Beständen: 1. Fichte (*Picea abies*), 2. Rotbuche, Eiche, Birke und 3. Lärche (2 Fallen), zum anderen im Übergangsbereich eines Bestandes der Hemlocktanne (*Tsuga heterophylla*) und eines Eichen-Birken-Buchen-Hochwaldes, in den einzelne Lärchen sowie kleine Horste des Bergahorns eingestreut sind (3 Fallen).

2b. Ebenfalls im Rahmen von Köderfallenfängen (Köder: gehacktes Rindfleisch) wurden vom 27. 6.–8. 8. 1972 jeweils 4 Fallen in 5–10 m Entfernung von 2 *Formica*-Nestern aufgestellt. Diese befanden sich am SSW-Hang des Burggrafenberges, einmal an einem unbefestigten Gehweg, der einen jüngeren Wildkirschenbestand (*Prunus avium*) von verschiedenen exotischen Coniferenarten (*Metasequoia glyptostroboides*, *Sequoia-dendron giganteum*, *Abies* spec. u. a.) trennt, zum anderen am Rande eines Wertmehrunghorstes (mit *Thuja plicata* u. a. exotischen Coniferen) in einem Rotbuchenbestand, in den Wildkirschen und Bergahorn eingestreut sind. Während des genannten Zeitraumes erfolgten 12 Leerungen. Eingesammelt wurden alle Individuen von *Zyras humeralis* (162), *Abax ater* (45) und Belegexemplare der übrigen Coleopterenausbeute.

Die Fangergebnisse

Die Zusammensetzung der mit Hilfe von Barberfallen ermittelten Coleopterenarten ist aus der Tab. 1 zu ersehen. In dem Zeitraum vom 1. 4.–31. 10. 1972 wurden in 12 Fallen 821 Coleopteren gefangen, davon 676 *Zyras humeralis*. Unter Ausschluß von *Zyras humeralis* wurden folglich 145 Käfer in 12 Fallen festgestellt.

Tab. 1: Die Fangergebnisse an Coleopteren, die mit Hilfe von Barberfallen im Aktionsradius von *Formica polyctena* im Burgholz ermittelt wurden (Fangzeitraum 1. 4. bis 31. 10. 1972; Anzahl der Fallen 12).

	Anzahl der Individuen		Anzahl der Individuen
Carabidae		Liodidae	
<i>Carabus problematicus</i> Thoms.	7	<i>Liodes calcarata</i> Er.	2
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Dft.	1	Clambidae	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	2	<i>Clambus minutus</i> Strm.	1
<i>Pterostichus cristatus</i> Duf.	7	Ptiliididae	
<i>Abax ater</i> Villa	19	<i>Acrotichis ?fasciculatus</i> Hbst.	1
Staphylinidae		Cantharidae	
<i>Xantholinus clairei</i> Coiff.	8	<i>Rhagonycha limbata</i> Thoms.	1
<i>Othius myrmecophilus</i> Kiesw.	7	Elateridae	
<i>Quedius lateralis</i> Grav.	2	<i>Dolopius marginatus</i> L.	1
<i>Quedius brevis</i> Er.	2	Nitidulidae	
<i>Bryocharis inclinans</i> Grav.	1	<i>Epuraea depressa</i> Gyll.	1
<i>Proteinus macropterus</i> Gyll.	1	Rhizophagidae	
<i>Proteinus brachypterus</i> F.	3	<i>Rhizophagus dispar</i> Payk.	2
<i>Omalium rivulare</i> Payk.	1	Cryptophagidae	
<i>Medon brunneus</i> Er.	1	<i>Cryptophagus saginatus</i> Strm.	2
<i>Lathrobium pallidum</i> Nordm.	1	<i>Cryptophagus setulosus</i> Strm.	3
<i>Mycetoporus brunneus</i> Marsh.	1	Curculionidae	
<i>Bolitobius exoletus</i> Er.	1	<i>Polydrosus impar</i> Goz.	4
<i>Notothecta flavipes</i> Grav.	1	<i>Polydrosus undatus</i> F.	4
<i>Sipalia circellaris</i> Grav.	9	<i>Barypithes araneiformis</i> Schrk.	17
<i>Atheta palustris</i> Kiesw.	6	<i>Strophosomus melanogrammus</i> Först.	1
<i>Atheta fungi</i> Grav.	1	<i>Strophosomus rufipes</i> Steph.	1
<i>Atheta longicollis</i> Steph.	2	Scolytidae	
<i>Atheta oblongiuscula</i> Shp.	3	<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.	9
<i>Oxypoda vittata</i> Märk.	2		
<i>Zyras humeralis</i> Grav.	676		
<i>Zyras lugens</i> Grav.	1		
Catopidae			
<i>Nargus wilkini</i> Spence	2		
<i>Catops neglectus</i> Kr.	1		
<i>Catops picipes</i> F.	1		
<i>Catops dorni</i> Rtt.	1		

Die Anzahl der gefangenen *Formica polyctena* ist in Tab. 2 nach Fallen aufgegliedert zusammengestellt (insgesamt 48.940 Tiere). Trotz dieses Verlustes entwickelte sich

das Ameisenvolk 1972 auffallend gut, was u. a. an der wesentlichen Vergrößerung des Nestes – Umfang und Höhe oberhalb der Erdoberfläche – sichtbar wurde. Die Tab. 2 zeigt gleichzeitig die Fangzahlen der ermittelten *Zyras humeralis* (insgesamt 676) und der Carabiden (insgesamt 36) pro Falle.

Tab. 2: Aufteilung der mit Barberfallen ermittelten Individuen von *Formica* und *Zyras humeralis* auf die einzelnen Fallen und Vergleich mit den Carabidenfangzahlen.

Nr. der Falle	<i>Formica</i> - Individuen	<i>Zyras</i> - Individuen	Carabiden
1	11929	63	4
2	4348	250	2
3	851	80	1
4	4314	71	1
5	14584	69	1
6	1989	21	2
7	2645	15	0
8	1204	21	0
9	4191	77	1
10	1754	3	8
11	711	6	8
12	420	0	8
Gesamtzahl	48940	676	36

Die Tab. 3 umfaßt jene Arten, die mit Hilfe von Köderfallen im Aktionsbereich von *Formica*-Nestern eingesammelt werden konnten. Dieses Ergebnis ist durch die olfaktorischen Reize, die vom Köder ausgehen, beeinflusst. Daher ist hier besonders die Anzahl der Aaskäferarten im engeren und weiteren Sinne (Silphidae, Catopidae, Colonidae und Leptinidae) sehr hoch (11 von 41 Arten). Während man die meisten necrophagen Catopidenarten vor allem an frischen Ködern antrifft, finden sich die Silphiden, die ein besonders gut ausgebildetes Flugvermögen besitzen, vielfach erst bei stärkerem Fäulnisstadium am Köder ein (HORION 1949).

Tab. 3: Die Fangergebnisse an Coleopteren, die mit Hilfe von Köderfallen im Aktionsradius von *Formica polyctena* im Burgholz ermittelt wurden (Fangzeitraum 5. 5. bis 31. 7. 1971 mit 5 Fallen; 27. 6. bis 8. 8. 1972 mit 8 Fallen; als Köder diente gehacktes Rindfleisch).

Carabidae

Cychrus attenuatus F.
Carabus purpurascens F.
Bembidion lampros Hbst.
Trechus quadristriatus Schrk.
Trechus obtusus Er.
Trichotichnus laevicollis Dft.
Stomis pumicatus Panz.
Abax ater Villa

Silphidae

Necrophorus humator F.
Necrophorus vespilloides Hbst.

Leptinidae

Leptinus testaceus Müll.

Catopidae

Sciodrepoides watsoni Spence
Sciodrepoides fumatus Spence

Catops subfuscus Kelln.
Catops tristis Panz.
Catops picipes F.
Catops nigricans Spence
Catops grandicollis Kr.

Colonidae

Colon latum Kr.

Staphylinidae

Proteinus atomarius Er.
Oxytelus sculpturatus Grav.
Lathrobium fulvipenne Grav.
Philonthus chalceus Steph.
Philonthus politus L.
Philonthus decorus Grav.
Platydracus fulvipes Scop.
Quedius lateralis Grav.
Quedius mesomelinus Marsh.

Bryocharis analis Payk.
Tachinus laticollis Grav.
Tachinus marginellus F.
Atheta gaganina Baudi
Atheta castanoptera Mannh.
Atheta pertyi Heer
Atheta cadaverina Bris.
Zyras humeralis Grav.
Ocalea badia Er.
Aleochara curtula Grav.

Lycidae

Homaligus fontisbellaquei Fourcr.

Nitidulidae

Brachypterus glaber Steph.

Mordellidae

Mordella holomelaena Apfelb.

Diskussion

Die Barberfallenfänge lassen erkennen, daß im engeren Aktionsradius von *Formica polyctena* die Coleopterenfauna verändert wird.

Annähernd vergleichbare Coleopterenfänge mit Barberfallen – ohne *Formica polyctena*-Einfluß – wurden 1965 und 1966 in einem ca. 20jährigen Fichtenbestand nordwestlich Littfeld (Meßtischblatt Olpe 4913) durchgeführt (KOLBE 1968a). Hier wurden vom 1. 4. bis 1. 11. 1965 in 1 Falle 79 und vom 1. 4. bis 1. 11. 1966 in 5 Fallen 372 Coleopteren (= 74,4 Tiere pro Falle) gefangen. Läßt man den hohen Anteil von *Zyras humeralis*, einer Art, die an Ameisen gebunden ist, unberücksichtigt, so wurden in den Barberfallen im Burgholz 1972 nur 12,1 Käfer pro Falle gefangen (insgesamt 145 in 12 Fallen).

Beim Vergleich der Carabidenfänge in dem Siegerländer Fichtenforst aus dem Jahre 1966 mit den entsprechenden Fangergebnissen im Burgholz liegt ein Zahlenverhältnis von 44,4 : 3 vor (mittlere Anzahl der Individuen pro Barberfalle und Jahr). Die niedrige Aktivitätsdichte der carnivoren Carabiden bei hoher Waldameisendichte ist u. a. auf interspezifische Konkurrenz zurückzuführen. Darüber hinaus wird der langanhaltende Einfluß des Abwehrsekretes von *Formica polyctena* in den Fällen bedeutsam sein, bei denen nach Auseinandersetzung mit potentiellen Beutetieren, zu denen auch die Carabiden zählen, diese nicht direkt von den Ameisen überwältigt, aber nachweislich geschädigt worden sind (KOLBE 1969).

Unter den räuberisch lebenden Staphyliniden haben sich verschiedene Arten in ihrer Ernährung auf Ameisen spezialisiert (myrmecophage Arten); zu ihnen gehört u. a. *Quedius brevis* (FREUDE, HARDE, LOHSE 1965). Andere Staphyliniden aus den Gattungen *Notothecta*, *Oxyptoda* und *Atheta* werden von den Ameisen geduldet (Synökie). Geringe Größe, Schnelligkeit und Wendigkeit ermöglichen ihnen das Leben im Bereich der Waldameisen. *Notothecta flavipes* wird von HORION (1967) als myrmecophil bezeichnet. *Zyras humeralis* sollte ebenfalls bei den Synöken eingeordnet werden, da diese Art sich u. a. von toten Ameisen ernährt (KOLBE 1971). Sie schützt sich vor den Waldameisen mit Hilfe eines Abwehrsekretes (KOLBE 1971, KOLBE u. PROSKE 1973).

Clytra quadripunctata wurde von mir am 26. 5. 1971 im Burgholz in mehreren Exemplaren vom Laub einzelner Gehölze eingesammelt, die den Ameisennestern benachbart standen. Diese Art lebt als Larve in Waldameisennestern, wo sie sich von tierischen Stoffen ernährt.

Verhältnismäßig selten in der Rheinprovinz sind *Lathrobium pallidum*, *Catops neglectus* und *Colon latum* (KOCH 1968).

Herrn K. KOCH, Düsseldorf, danke ich auch an dieser Stelle herzlich für seine Determinationshilfe. — Dr. G. A. LOHSE, Hamburg, determinierte dankenswerterweise die Atheten. — Fräulein J. KOLFFHAUS, Wuppertal, und mein Mitarbeiter, Herr H. HOFFMANN, Wuppertal, haben bei der Beschaffung und Aufarbeitung des Materials mitgewirkt; ihnen sei ebenfalls dafür gedankt.

Zusammenfassung

1. Im Revierförsterbezirk Burgholz (Meßtischblatt Elberfeld 4708) wurden Barber- und Köderfallenfänge im engeren Aktionsradius von *Formica polyctena*-Nestern durchgeführt.
2. Die quantitative Ausbeute von 12 Barberfallen (aufgestellt vom 1. 4. bis 31. 10. 1972) beträgt neben 676 *Zyras humeralis* nur noch 145 sonstige Coleopteren. — In den Köderfallen wurden 41 Coleopterenarten ermittelt, darunter 11 Aaskäferarten im engeren und weiteren Sinne (olfaktorische Anlockung!).
3. Das niedrige quantitative Ergebnis an Coleopteren aus den Barberfallenfängen — unter Ausklammerung von *Zyras humeralis* — wird am Beispiel der Carabiden erörtert (interspezifische Konkurrenz u. a.) — Synechtrie und Synökie ermöglichen das gemeinsame Vorkommen von *Formica polyctena* und einzelner festgestellter Coleopterenarten im gleichen Habitat (Myrmecophilie!).

Literatur

- FREUDE, H., HARDE, K., LOHSE, G.-A. (1965): Die Käfer Mitteleuropas, Bd. 1, Krefeld.
- HORION, A. (1949): Käferkunde für Naturfreunde. Frankfurt a. M.
- HORION, A. (1951): Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas, 1 u. 2, Stuttgart.
- HORION, A. (1967): Faunistik der mitteleuropäischen Käfer, Bd. XI, 3. Teil, Überlingen-Bodensee.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. DECHENIANA Beiheft 13, Bonn.
- KOLBE, W. (1968a): Der Einfluß der Waldameise auf die Verbreitung von Käfern in der Bodenstreu eines Eichen-Birken-Waldes. Natur und Heimat 28, H. 3, 120–124, Münster.
- KOLBE, W. (1968b): Über das Vorkommen bodenbewohnender Käfer in einem Siegerländer Hauberg und dem angrenzenden Fichtenforst. DECHENIANA 120, H. 1/2, 225–232, Bonn.
- KOLBE, W. (1969): Käfer im Wirkungsbereich der Roten Waldameise. Ent. Z. 79, 269–278.
- KOLBE, W. (1971): Untersuchungen über die Bindung von *Zyras humeralis* (Coleoptera, Staphylinidae) an Waldameisen. Ent. Blätter 67, H. 3, 129–136, Krefeld.
- KOLBE, W. u. PROSKE, M. G. (1973): Iso-Valeriansäure im Abwehrsekret von *Zyras humeralis* Grav. (Coleoptera, Staphylinidae). Ent. Blätter 69, H. 1, 57–60, Krefeld.

Untersuchungen zur Gastropodenfauna des Naturschutzgebietes Dolinengelände Krutscheidt (Wuppertal)

MARLIESE MÜLLER, Bergisch Gladbach

Das Naturschutzgebiet Dolinengelände Krutscheidt ist im westlichen Stadtbereich von Wuppertal gelegen (Meßtischblatt Elberfeld 4708). Lt. Angabe der Deutschen Grundkarte 1: 5000 Ausschnitt Gruitzen, Osterholz nimmt es eine Höhenlage zwischen 172 und 194 m ü. d. M. ein. Den geologischen Untergrund des 5,31 Hektar umfassenden Gebietes bildet dolomitisiertes Riff- und Riffschuttmaterial aus dem oberen Mitteldevon, welches teilweise von Mergeln durchsetzt ist. Im gesamten Bereich des Naturschutzgebietes führte seine Verkarstung zu zahlreichen Dolinen-Absenkungen, an deren Rändern das Kalkgestein oft in Form von Klippen und Blöcken zutage tritt.

Vegetation

Das Naturschutzgebiet stellt vom Vegetationscharakter und den Bodenverhältnissen her keinen einheitlichen Biotop dar. Vielmehr sind vier Anteile zu unterscheiden: Rotbuchenhochwald bzw. Stangengehölz, buschreicher Trockenrasen, krautiges Gebiet und das Gelände eines ehemaligen Steinbruchs.

Der Rotbuchenhochwald (Perlgras-Rotbuchenwald, *Melico*-Fagetum) zieht sich als bis 60 m tiefer Streifen an der nordwestlichen und nördlichen Grenze des Naturschutzgebietes entlang. Neben der dominierenden Rotbuche (*Fagus sylvatica*) sind auf Grund des mengenmäßigen Anteils erwähnenswert: Hainbuche (*Carpinus betulus*), Süßkirsche (*Prunus avium*) und Esche (*Fraxinus excelsior*). Vereinzelt wachsende Büsche von Schwarzem Holunder (*Sambucus nigra*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*) und Weißdorn (*Crataegus spec.*) bilden eine spärliche Strauchschicht. Auch eine geschlossene Krautschicht fehlt: Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*), Efeu (*Hedera helix*) und Einblütiges Perlgras (*Melica uniflora*) bedecken nur einen relativ geringen Anteil des Bodens in lockeren, kleinflächigen Beständen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem sich zum Innern des Naturschutzgebietes hin anschließenden Stangengehölz. Es zeichnet sich zwar durch eine größere Vielfalt an Baum- und Straucharten sowie deren höhere Soziabilität gegenüber dem Hochwald aus, ist letzterem jedoch, gemessen an den für Gastropoden wichtigen Faktoren, als Biotop gleichzusetzen.

Das Stangengehölz geht zum Zentrum des Naturschutzgebietes hin ohne scharfe Grenze in eine Vegetation über, welche in Anlehnung an KOLBE (1971) als buschreicher Trockenrasen bezeichnet werden soll, allerdings mit der Einschränkung, daß sie in Wirklichkeit keiner spezifischen pflanzensoziologischen Gesellschaft exakt zuzuordnen ist: Während sich einerseits noch Kahlschlagpflanzen wie Roter Fingerhut (*Digitalis purpurea*) und Tollkirsche (*Atropa belladonna*) finden, haben sich andererseits bereits zahlreiche Sträucher und junge Bäume in dem Trockenrasen angesiedelt und ihn bis auf geringe Reste zurückgedrängt. Diese zeigen außerdem eher den Wuchscharakter eines Halbtrockenrasens. Der heterogene Charakter der bisher beschriebenen Teile des Naturschutzgebietes ist darauf zurückzuführen, daß der sie ursprünglich bedeckende Rotbuchenhochwald unmittelbar nach dem zweiten Weltkrieg bis auf den schmalen nordwestlichen bis nördlichen Streifen abgeholzt worden ist, und daß sich das Gebiet heute in unterschiedlich weit fortgeschrittenen Regenerationsstadien befindet.

Die südliche Randzone des Naturschutzgebietes, welche direkt an Siedlungsgelände angrenzt, zeichnet sich durch Partien mit auf größerer Fläche lückenloser, bereits

unmittelbar über dem Boden geschlossener Pflanzendecke aus. Vorwiegend handelt es sich um Brennessel- und Gundermannbestände (*Urtica dioica* und *Glechoma hederacea*), in dichten Gruppen zusammenstehende Brombeersträucher (*Rubus fruticosus*) und bis fast zur Undurchringlichkeit verfilzte Geflechte aus Gemeiner Waldrebe (*Clematis vitalba*). Letztere sind besonders stark in der Gegend ausgeprägt, wo von dem zunächst am Naturschutzgebiet entlangführenden Weg ein weiterer abzweigt, welcher dieses von Südwesten nach Norden durchschneidet. Da hier nämlich fast nur niedrige Sträucher, vor allem Brombeeren, die Unterlage für die Kletterpflanzen bilden, zieht sich deren Rankenwerk von wenigen cm bis zu ca. 1 m Höhe direkt über dem Boden hin. Einige in einer Reihe angepflanzte Johannisbeersträucher legen die Vermutung nahe, daß zumindest ein Teil des Bezirkes eine zeitlang kultiviert worden ist. Vergleichbar mit einem Teil des im vorausgehenden Abschnitt beschriebenen Biotops ist eine kleine Fläche von ca. 20 x 3 m Ausdehnung an der nordöstlichen Grenze des Naturschutzgebietes, auf welcher Große Brennessel bestandsbildend auftritt und wo vom angrenzenden Siedlungsgelände her Gartenabfälle (Zweige, krautige Pflanzen) deponiert waren.

Den größten Teil des westlichen Viertels des Naturschutzgebietes nimmt ein seit längerer Zeit aufgelassener Steinbruch mit Eingang von Norden her ein. Vor seinen Wänden hat sich Schutt aus Steintrümmern unterschiedlichster Größe angesammelt, besonders viel vor der Rückwand (= Südwand), deren ca. 13 m hoch anstehendes Gestein stark verwittert und zerklüftet ist. Die Sohle des Steinbruchs senkt sich nach Süden hin ab; ihr tiefster Teil stellt gleichzeitig die tiefstgelegene und feuchteste Partie des gesamten Naturschutzgebietes dar. Hier haben sich in dem durch Kalksteintrümmer aufgelockerten Boden relativ umfangreiche und dichte Bingelkrautbestände angesiedelt. Überall im Steinbruch – einschließlich der Wände – wurzeln Bäume und Sträucher, vor allem Hainbuchen, Eschen, Süßkirschen, Haseln und Schwarze Holunder, welche das ganze Gelände beschatten.

Gastropodenfauna

Das Gastropodenvorkommen des Naturschutzgebietes, welches in den Monaten April bis Oktober 1972 ermittelt wurde, soll an dieser Stelle vorwiegend unter qualitativen Gesichtspunkten beschrieben werden. Im Rahmen der für 1973 vorgesehenen Untersuchung des zweiten im Stadtbezirk von Wuppertal gelegenen Naturschutzgebietes, Dolinengelände im Hölken, werden dann die Aussagen über Krutscheidt in Form einer vergleichenden Analyse der Ergebnisse zu erweitern sein.

Die Bestimmung der Mollusken erfolgte nach EHRMANN (1933) sowie ZILCH und JAECKEL (1962, Ergänzungsband zu EHRMANN). Die Belegexemplare sind im FUHL-ROTT-Museum der Stadt Wuppertal einzusehen.

a) Nachgewiesene Arten

Insgesamt konnten im Naturschutzgebiet Dolinengelände Krutscheidt 29 Gastropodenarten aus 14 Familien nachgewiesen werden. Sie sind in Tabelle 1, nach Familienzugehörigkeit geordnet, aufgeführt.

Tab. 1: Artenliste der Gastropoden des NSG Krutscheidt

Familie Ellobiidae

Carychium tridentatum (Risso 1826)

Familie Cochlicopidae

Cochlicopa lubrica (O. F. Müller 1774)

Cochlicopa lubricella (Porro 1837)

- Familie Succineidae
Succinea (Succinella) oblonga Draparnaud 1801
- Familie Endodontidae
Punctum pygmaeum (Draparnaud 1801)
Discus rotundatus (O. F. Müller 1774)
- Familie Arionidae
Arion (Arion) rufus (Linnaeus 1758)
Arion (Carinarion) circumscriptus Johnston 1828
Arion (Mesarion) subfuscus (Draparnaud 1805)
Arion (Kobeltia) hortensis Férussac 1819
- Familie Vitrinidae
Vitrina pellucida (O. F. Müller 1774)
Phenacolimax (Phenacolimax) major (Férussac 1807)
- Familie Zonitidae
Vitrea contracta (Westerlund 1871)
Aegopinella pura (Alder 1830)
Aegopinella nitidula (Draparnaud 1805)
Oxychilus (Oxychilus) draparnaudi (Beck 1837)
Oxychilus (Oxychilus) cellarius (O. F. Müller 1774)
- Familie Parmacellidae
Boettgerilla vermiformis Wiktor 1959
- Familie Milacidae
Milax (Tandonia) rusticus (Millet 1843)
- Familie Limacidae
Limax (Limax) maximus Linnaeus 1758
Lehmannia marginata (O. F. Müller 1774)
Deroceras (Agriolimax) reticulatum (O. F. Müller 1774)
- Familie Euconulidae
Euconulus fulvus (O. F. Müller 1774)
- Familie Ferussaciidae
Ceciliooides acicula (O. F. Müller 1774)
- Familie Clausiliidae
Clausilia bidentata (Ström 1765)
- Familie Helicidae
Helicella itala (Linnaeus 1758)
Perforatella (Monachoides) incarnata (O. F. Müller 1774)
Trichia (Trichia) hispida (Linnaeus 1758)
Cepaea hortensis (O. F. Müller 1774)

b) Verbreitung

Das Naturschutzgebiet wird von den in Tabelle 1 genannten Arten in sehr unterschiedlichem Maße besiedelt, unterschiedlich sowohl hinsichtlich des Artenspektrums allgemein als auch in Hinblick auf Frequenz und Abundanz, welche die in allen oder mehreren der o. g. Biotope vertretenen Arten jeweils erreichen. Zur Verdeutlichung der folgenden Erläuterungen ist in Tabelle 2 eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Gastropoden zusammengestellt. Die Ziffern I bis IV kennzeichnen dabei die Biotope wie folgt: I = buschreicher Trockenrasen, II = Hochwald / Stangengehölz, IIIa = nordöstliches Brennesselgebiet, IIIb = südliches krautreiches Gebiet, IV = Steinbruch.

Tab. 2: Artenspektren der einzelnen Biotope

Art	Biotop				
	I	II	IIIa	IIIb	IV
<i>Carychium tridentatum</i>					×
<i>Cochlicopa lubrica</i>			×	×	×
<i>Cochlicopa lubricella</i>				×	
<i>Succinea oblonga</i>			×		×
<i>Punctum pygmaeum</i>					×
<i>Discus rotundatus</i>	×	×	×	×	×
<i>Arion rufus</i>		×	×	×	×
<i>Arion circumscriptus</i>		×	×	×	×
<i>Arion subfuscus</i>		×	×	×	×
<i>Arion hortensis</i>	×	×	×	×	×
<i>Vitrina pellucida</i>		×	×	×	×
<i>Phenacolimax major</i>		×	×	×	×
<i>Vitrea contracta</i>	×	×	×	×	×
<i>Aegopinella pura</i>		×	×	×	×
<i>Aegopinella nitidula</i>	×	×	×	×	×
<i>Oxychilus draparnaudi</i>			×	×	×
<i>Oxychilus cellarius</i>		×	×	×	×
<i>Boettgerilla vermiformis</i>		×	×	×	×
<i>Milax rusticus</i>					×
<i>Limax maximus</i>					×
<i>Lehmannia marginata</i>					×
<i>Deroceras reticulatum</i>			×	×	×
<i>Euconulus fulvus</i>				×	×
<i>Cecilioides acicula</i>	×			×	
<i>Clausilia bidentata</i>			×	×	×
<i>Helicella itala</i>	(×)				
<i>Perforatella incarnata</i>	×	×	×	×	×
<i>Trichia hispida</i>			×	×	
<i>Cepaea hortensis</i>			×	×	×

() = kein Lebendfund

Wie aus der Tabelle ersichtlich, stellte der buschreiche Trockenrasen einen ausgesprochen unergiebigem Biotop dar. Für vier der in ihm aufgefundenen Arten müssen sogar noch Einschränkungen gemacht werden: Bei *Discus rotundatus*, *Arion hortensis*, *Aegopinella nitidula* und *Perforatella incarnata* handelte es sich um Arten, deren Vertreter in geringer Anzahl ausschließlich in einigen größeren Buschinseln und zwischen diesen gelegenen Senken vorkamen, soweit letztere gut beschattet und mit Fallaub bedeckt waren. Sie lebten also nur an Orten, welche mikroklimatisch dem Stangengehölz gleichzusetzen waren.

Bewohnerin der xerothermen Anteile des buschreichen Trockenrasens war lediglich *Cecilioides acicula*. Abhängig von der Bodenstruktur trat die terricole Schnecke allerdings nur sehr sporadisch auf. Ihre stärkste Population befand sich in dem Trockenrasenabschnitt, welcher unmittelbar an die südöstliche Steinbruchwand angrenzt. Im Übergangabschnitt zwischen Steinbruchwand und Trockenrasen war sie mit *Vitrea*

contracta vergesellschaftet, welche aber im übrigen ausschließlich (und in weit höherer Abundanz) in den anderen Biotopen verbreitet war und nicht als Charakterart für xerotherme Orte bezeichnet werden kann.

Ein Vorkommen oberirdisch lebender, für Trockenrasen oder Halbtrockenrasen typischer Arten konnte nicht nachgewiesen werden. Dafür, daß ein solches aber einmal bestanden haben könnte, spricht der Fund eines stark angewitterten Gehäuses einer *Helicella*, welches sich mehrere cm tief in der Erde der an buschreichen Trockenrasen / Stangengehölz angrenzenden Ostwand des Steinbruchs befand. Seine Determination ist außer durch die Verwitterungserscheinungen dadurch erschwert, daß das Gehäuse von einem noch nicht ausgewachsenen Tier stammt und im Mündungsbereich beschädigt ist, doch handelt es sich mit größter Wahrscheinlichkeit um die Art *Helicella itala*. Auftreten und anschließendes Erlöschen der recht stenöken Art (HAGEN, 1952) wäre aus dem Bewuchswechsel des Naturschutzgebietes ohne weiteres verständlich: In dem sich nach dem Abholzen des Waldes ausbreitenden Trockenrasen oder ähnlicher Vegetation fand sie ihr zusagende Lebensbedingungen, welche ihr in dem Maße Schritt um Schritt wieder genommen wurden, wie der Trockenrasen durch den aufkommenden Strauch- und Baumwuchs zurückgedrängt wurde und sich in seiner Zusammensetzung änderte. Voraussetzung für die Besiedlung des Naturschutzgebietes bzw. eines Teiles von ihm war allerdings wohl in Anbetracht der kurzen Zeitspanne von nur etwa 20 Jahren, daß bereits eine *Helicella itala*-Population in der unmittelbaren Umgebung bestand, von welcher die Besiedlung ihren Ausgang nehmen konnte. Diesbezügliche Nachforschungen blieben ohne Ergebnis: In der Umgebung, welche, soweit es sich nicht um Siedlungsgelände handelt, vornehmlich aus Wiesen und Weiden besteht, ergaben sich keine Anhaltspunkte für eine ehemalige oder noch bestehende *Helicella*-Population.

Hochwald und Stangengehölz waren sowohl hinsichtlich der Arten- als auch der Individuenzahl schwach besiedelt. In besonderem Maße traf dies auf diejenigen Bodenflächen zu, welche nur mit Fallaub bedeckt waren oder lediglich spärlichen Krautwuchs besaßen. Von den dreizehn in Tabelle 2 genannten Arten fanden sich hier sehr zerstreut *Discus rotundatus*, die vier *Arion*-Arten, *Aegopinella pura* und *nitidula*, *Boettgerilla vermitiformis* sowie *Perforatella incarnata*. Eine etwas gesteigerte Abundanz (durchschnittlich ca. 15 Tiere/m² nach Zählungen von 1.10.1972) war in einigen tiefgelegenen Senken nahe dem Nordrand des Hochwaldes zu beobachten. In ihnen bildeten Bingelkraut und Goldnessel relativ dichte Bestände, begünstigt durch eine erhöhte Bodenfeuchtigkeit, auf welche bereits das gehäufte Auftreten von Eschen in der unmittelbaren Umgebung schließen ließ. Ebenfalls als Orte mit stärkerer Besiedlung sind diejenigen Stellen zu nennen, wo das Kalkgestein des Untergrundes klippenartig frei zutage trat, besonders, wenn es eine tiefliegende Einsenkung in Form felsiger Seitenwände abgrenzte. In der meist besonders dicken Fallaubschicht am Fuße solcher Felsen oder im Boden unter ihr, in den bodennahen Gesteinsspalten und im Schutze der Moospolster, welche ziemlich vereinzelt an ihnen wuchsen, hielten sich neben den bereits genannten Arten fast regelmäßig auch *Vitrina pellucida*, *Phenacolimax major*, *Vitrea contracta* und *Oxychillus cellarius* auf.

Gegenüber dem bewaldeten Anteil des Naturschutzgebietes wiesen seine beiden krautreichen Zonen eine deutliche Steigerung in der Artenzahl und in der Besiedlungsdichte auf. Als neu hinzukommende Arten sind zu nennen: *Cochlicopa lubrica*, *Oxychilus draparnaudi*, *Deroceras reticulatum*, *Clausilia bidentata*, *Trichia hispida* und *Cepaea hortensis* in beiden Gebieten, *Cochlicopa lubricella*, *Euconulus fulvus* und *Ceciloides acicula* nur in dem südlichen und *Succinea oblonga* ausschließlich in dem nordöstlichen Biotop. Im letztgenannten Biotop waren die einzelnen Arten gleich-

mäßig über den ihnen zur Verfügung stehenden Raum verteilt, entsprechend dem einheitlichen Gepräge des Gebietes, in dem südlichen dagegen traten sie, parallel zur Variabilität des Bewuchses und der Bodenbeschaffenheit – und damit des Mikroklimas – entweder nur in gleichartigen Habitaten oder, wenn sie im gesamten Biotop vorkamen, innerhalb der unterschiedlichen Habitate in stark wechselnder Häufigkeit auf. Als Beispiele für die erste Gruppe seien *Trichia hispida* genannt, deren Verbreitungsgrenzen sich mit denen der Großen Brennessel deckten, und *Cecilioides acicula*, welche in mit Mulm untermischtem Steingrus an nicht oder kaum beschatteten Stellen gefunden wurde. Unterschiedliche lokale Konzentration war vor allem bei *Cepaea hortensis* auffällig. Sie erreichte in den dichten Krautbeständen längs des Weges und unter den Clematis-Geflechten hohe Abundanzwerte, während sie in den restlichen Partien des Biotops (wie auch in dem nordöstlichen Brennesselgebiet und der Steinbruch-Region) nur vereinzelt zu finden war.

Die Zählung zum Zweck des provisorischen Vergleichs der Besiedlungsdichte des krautreichen Biotops mit den waldbedeckten Teilen erbrachte einen Wert von 158 Tieren/m² (Datum der Zählung: 1. 10. 1972).

Am ergiebigsten gestaltete sich die Suche nach Gastropoden im Steinbruch, welcher, wie der zu Anfang gegebenen Beschreibung zu entnehmen ist, eine besonders differenzierte Gliederung aufweist. Alle bisher genannten Arten mit Ausnahme von *Cochlicopa lubricella*, *Cecilioides acicula*, *Trichia hispida* und *Helicella itala* waren hier vertreten, und *Carychium tridentatum*, *Punctum pygmaeum*, *Milax rusticus*, *Limax maximus* und *Lehmannia marginata* erweiterten das Artenspektrum auf fünfundzwanzig.

In der Mehrzahl waren die einzelnen Arten im gesamten Steinbruch-Bezirk verbreitet, sieben jedoch zeigten eine Beschränkung auf bestimmte Regionen. Gemäß der durch Tabelle 2 vorgegebenen Reihenfolge ist hier zunächst *Carychium tridentatum* zu nennen. Hauptverbreitungsort, an welchem die Schnecke jederzeit in größerer Anzahl aufzufinden war, stellte die mit Bingelkraut und Moosen bewachsene unterste Zone des Kalkschuttes vor der südwestlichen Wand dar. Ein zweites, aber sehr individuenarmes Vorkommen war im Anfangsteil der östlichen Seitenwand zu verzeichnen. Hier hielten sich die Tiere in von Fallaub bedecktem und mit Erde untermischtem Steingrus auf. Unmittelbar benachbart lag der einzige Fundort von *Succinea oblonga*, und *Punctum pygmaeum* konnte nur im Randbereich der südlichen Wand im Fallaub einiger dicht stehender Sträucher nachgewiesen werden.

In dem Lückensystem zwischen den Kalksteintrümmern an der Rückwand des Steinbruchs trat *Milax rusticus* als häufigste Nachtschnecke (neben *Arion hortensis*) auf. Auch *Lehmannia marginata* lebte hier. Während sich jedoch *Milax rusticus* ständig in hoher Anzahl zwischen und unter den lose aufeinander aufliegenden Steinen aufhielt, gelang der Nachweis von *Lehmannia marginata* nur zweimal an einem regnerischen Tage. Zu den übrigen Zeiten waren die Tiere wohl unerreichbar tief in Gesteinslücken zurückgezogen. *Limax maximus* ließ sich ebenfalls nur in wenigen Exemplaren nachweisen, dafür aber sehr regelmäßig: Zwei ausgewachsene Tiere wurden von Beginn der Untersuchung an bis zum Spätherbst bei jeder Suche unter einem großen, im Anfangsteil des Steinbruchs liegenden Brett angetroffen, dem einzigen günstigen Rückzugsplatz in der näheren Umgebung überhaupt. Jüngere Exemplare konnten an mehreren Stellen auf der Sohle des Steinbruchs bis hin zu den Kalksteinsammlungen nachgewiesen werden, fast immer in unmittelbarer Nähe von modernem Holz oder direkt darunter. *Milax rusticus* und *Limax maximus* zogen sich von allen im Naturschutzgebiet lebenden Molluskenarten als erste in ihre Winterverstecke zurück: Von der Art *Milax rusticus* kroch am 10. 10. in derselben Gegend, in der sonst (bis 4. 10.)

mühe los zwanzig und mehr Tiere gezählt werden konnten, nur noch ein Jungtier herum, und *Limax maximus* war, einschließlich der beiden erwachsenen Individuen, vom 21. 10. an nicht mehr an den gewohnten Orten nachweisbar.

Die letzte Art, deren Habitat auf einen Teil des Steinbruchs beschränkt war, stellte *Clausilia bidentata* dar. Während dieselbe Art sich in den Biotopen IIIa und b direkt am Boden im Fallaub aufhielt, besiedelte sie im Steinbruch ausschließlich die felsigen Partien der Südwand.

Die Auszählung (1. 10.) einer Fläche von 1 m², bei der die Lage der Probequadrate so gewählt war, daß alle Bezirke erfaßt wurden (wie auch bei IIIb), ergab die Zahl von 207 Tieren und damit den höchsten Wert innerhalb des Naturschutzgebietes.

Nach dieser kurzen allgemeinen Charakterisierung der Biotope sollen abschließend noch einige Daten zu einzelnen Arten gegeben werden, vor allem Angaben über die Gehäusegröße.

c) Spezielle Angaben

Carychium tridentatum

Das Krutscheidter Vorkommen der bekanntlich recht veränderlichen Art zeigt eine ausgesprochen typische Gehäuseausprägung, sowohl in Hinblick auf die Abmessungen als auch in der Form der Spiralfalten der Columella.

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 1,85 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 0,85 mm

Durchschnittliche Mündungshöhe = 0,70 mm

Größte Geh.-Höhe = 2,00 mm, geringste Geh.-Höhe = 1,70 mm

Größte Geh.-Breite = 0,90 mm, geringste Geh.-Breite = 0,80 mm

Größte Mdgs.-Höhe = 0,76 mm, geringste Mdgs.-Höhe = 0,66 mm

Gehäusehöhe : Gehäusebreite = 2,18 : 1

Gehäusehöhe : Mündungshöhe = 2,61 : 1

Anzahl der gemessenen Exemplare = 12

Cochlicopa lubrica und *Cochlicopa lubricella*

Cochlicopa lubrica weist, je nach dem, aus welchem Biotop des Naturschutzgebietes sie stammt, deutlich unterschiedliche Gehäuseabmessungen auf. Nur die im ständig relativ gleichmäßig feuchten Mikroklima des Biotops IV lebende Population entspricht den Angaben EHRMANN'S für den Typus (mit der Einschränkung, daß die geringe Zahl der gemessenen Exemplare keine statistische Sicherung bietet):

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 5,84 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 2,53 mm

Größte Geh.-Höhe = 6,11 mm, geringste Geh.-Höhe = 5,45 mm

Größte Geh.-Breite = 2,63 mm, geringste Geh.-Breite = 2,46 mm

Anzahl der gemessenen Exemplare = 8

In dem mikroklimatisch uneinheitlichen, insgesamt trockeneren und weniger schattigen Biotop IIIb treten große Schwankungen in der Gehäusegröße auf und das durchschnittliche Größenmaß bleibt hinter dem von Biotop IV zurück:

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 5,47 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 2,42 mm

Größte Geh.-Höhe = 6,10 mm, geringste Geh.-Höhe = 5,23 mm

Größte Geh.-Breite = 2,62 mm, geringste Geh.-Breite = 2,29 mm

Anzahl der gemessenen Exemplare = 12

Im Gegensatz zur Gehäuseverkleinerung bei *Cochlicopa lubrica* in IIIb ist bei *Cochlicopa lubricella* im selben Biotop eine Steigerung der Abmessungen, besonders der Breite zu verzeichnen (relativ feuchtes Mikroklima für die an trockenere Biotope angepaßte Art):

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 4,68 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 2,21 mm

Größte Geh.-Höhe = 5,03 mm, geringste Geh.-Höhe = 4,33 mm

Größte Geh.-Breite = 2,38 mm, geringste Geh.-Breite = 2,05 mm

Anzahl der gemessenen Exemplare = 17

Aegopinella nitidula

Neben zahlreichen, in allen Bestimmungsmerkmalen dem Typus entsprechenden Gehäusen wurden auch solche gefunden, welche in einem oder mehreren Punkten (vor allem Färbung und Mündungsform) stark einer *Aegopinella nitens* ähnlich sahen. Ob es sich dabei tatsächlich um diese Art handelt, soll durch anatomische Untersuchungen geklärt werden.

Clausilia bidentata

Wie bei *Cochlicopa lubrica* unterscheiden sich die Populationen der Biotope IIIb und IV in ihrer Gehäusegröße, wobei auch hier die Art in Biotop IV die höheren Durchschnittswerte zeigt:

Biotop III b

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 9,48 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 2,46 mm

Größte Geh.-Höhe = 10,56 mm, geringste Geh.-Höhe = 8,77 mm

Größte Geh.-Breite = 2,65 mm, geringste Geh.-Breite = 2,31 mm

Anzahl der gemessenen Exemplare = 29

Biotop IV

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 10,35 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 2,62 mm

Größte Geh.-Höhe = 11,46 mm, geringste Geh.-Höhe = 9,49 mm

Größte Geh.-Breite = 2,86 mm, geringste Geh.-Breite = 2,45 mm

Anzahl der gemessenen Exemplare = 30

Cepaea hortensis

Als auffällig ist bei dieser Art anzuführen, daß nur ungebänderte Gehäuse gefunden wurden. Bei einer Zahl von 137 untersuchten Gehäusen darf angenommen werden, daß für die gesamte *Cepaea hortensis*-Population des Naturschutzgebietes ausnahmslos Bänderlosigkeit charakteristisch ist. Bei zwei leer gefundenen Gehäusen war die Verwitterung bereits zu stark fortgeschritten, als daß die Farbtonung noch hätte sicher bestimmt werden können; die übrigen 135 zeigten folgende Färbung: rein gelb = 85; rein rot = 17; rot-gelb, mehr gelb = 9; gelb-rot, mehr rot = 13; gelb mit roten Anfangswindungen = 1; rot mit gelben Anfangswindungen = 10.

70 der 137 Gehäuse waren intakt und ausgewachsen. Ihre Messung brachte folgende Ergebnisse:

Durchschnittliche Gehäusehöhe = 14,35 mm

Durchschnittliche Gehäusebreite = 18,11 mm

Größte Geh.-Höhe = 16,00 mm, geringste Geh.-Höhe = 13,21 mm

Größte Geh.-Breite = 20,50 mm, geringste Geh.-Breite = 16,80 mm

Die Werte liegen etwas unter den von EHRMANN angegebenen (15 mm h., 19 mm br. oder 16 mm h., 21 mm br.).

Diskussion

Das Naturschutzgebiet Dolinengelände Krutscheidt stellt heute, ca. 25 Jahre nach der weitestgehenden Abholzung des ursprünglich auf ihm stockenden Rotbuchen-Hochwaldes, ein in seiner Vegetation sehr uneinheitliches Gebiet dar, bei welchem sich mosaikartig verschiedene Regenerationsstadien aneinanderfügen. Entsprechend variabel ist das Bild, welches seine Gastropodenfauna bietet:

Im Zuge der mit der Abholzung verbundenen Vegetationsänderungen erhielten auch solche Gastropodenarten die Möglichkeit, in das Naturschutzgebiet vorzudringen, welche sich ihren Biotopenansprüchen nach nicht in dichtem Buchenwald anzusiedeln pflegen: *Cepaea hortensis* als Bewohnerin von Gebüschern oder warmen, lichten Laubwäldern, desgleichen *Succinea oblonga*, welche außerdem häufig in Grasfluren o. ä. angetroffen wird, ferner *Cochlicopa lubricella* und *Cecilioides acicula* als xerotherme Stellen bevorzugende Arten. Sie dürften in Anbetracht der aus malakologischer Sicht heraus isolierten Lage des Naturschutzgebietes, auf welche die fehlende Variationsbreite in der Gehäusezeichnung (keine gebänderten Typen) der *Cepaea hortensis*-Population deutlich hinweist, und der relativ kurzen Zeitspanne ihre Herkunft aus Populationen genommen haben, welche in den Randzonen um das Naturschutzgebiet bestanden. Gleichzeitig haben sie damit eine Rückzugsstätte gefunden; die Bewirtschaftung und Bebauung des umliegenden Geländes läßt ihnen nämlich außerhalb des Naturschutzgebietes heute kaum noch Raum.

Eine Besiedlung des Trockenrasens durch eine typische Gesellschaft, wie KOLBE (1971) sie für die bodenbewohnenden Coleopterenarten nachweisen konnte, ist – vermutlich aus den oben bereits genannten Gründen – nicht zustande gekommen. Auch sind für entsprechende, sehr stenök auf xerotherme Biotope spezialisierte (größere) Arten die Minimalbedingungen bereits unterschritten, wie aus dem Erlöschen der *Helicella itala*-Population zu schließen ist. Nur die terricole, wärmeliebende *Cecilioides acicula* hat sich stellenweise im Trockenrasen gehalten.

Aus der Lage des Naturschutzgebietes inmitten von Kulturlandschaft ist das Vorkommen von *Limax maximus*, *Oxychilus draparnaudi* und (evt.) *Arion hortensis* zu erklären. Betreffs des Zeitraumes, der seit ihrem ersten Vordringen in das Naturschutzgebiet vergangen ist, sind keine Mutmaßungen möglich, da dieses unabhängig von der Abholzung erfolgt sein dürfte.

Die übrigen Gastropodenarten sind fast durchweg typische Laubwaldbewohner oder Ubiquisten. Ihre Verteilung im Naturschutzgebiet ist vorwiegend durch ihre Anpassungsfähigkeit an wechselnde Feuchtigkeitsgrade bestimmt: Wenige, gegenüber geringen Feuchtigkeitswerten relativ resistente Arten besiedeln ohne Einschränkung den gesamten Hochwald und das Stangengehölz, Biotope, bei denen der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der bodennahen Luftschichten oft gering ist. Die widerstandsfähigsten Arten unter ihnen haben sogar bereits mit der Neubesiedlung der Buschinseln innerhalb des Trockenrasens begonnen. Stark vertreten sind die Laubwaldbewohner und Ubiquisten im feuchten, schattigen Steinbruch und der südlichen Krautzone. Trotz der weitgehenden Artenübereinstimmung können jedoch die feucht-schat-

tigen Partien des edaphisch und floristisch sehr heterogenen Biotops III nicht dem Steinbruch parallel gesetzt werden, wie ein Vergleich der Populationen derselben Art in den beiden Gebieten beweist. Neben der geringeren Abundanz in Biotop III ist vor allem der Größenunterschied der Gehäuse bei einigen Arten zu nennen (*Cochlicopa lubrica* und *Clausilia bidentata*), welche in der Krautzone kleinere, unterhalb der Norm liegende Gehäuse ausbilden. Daß dieselben Arten ebenso wie die sehr variable *Carychium tridentatum* im Steinbruch der Norm entsprechende Gehäuse besitzen, weist nicht nur diesen gegenüber der Krautzone als günstigeren Biotop aus, sondern erlaubt es zusätzlich, ihn zumindest für die genannten Arten auch absolut als günstigen Lebensraum einzustufen.

Es bleibt abzuwarten, in welchem Maße sich die Regeneration der Vegetation zum Hochwald auf die Zusammensetzung der Gastropodenfauna auswirken wird. Von besonderem Interesse dürften dabei die stufenweise Neubesiedlung der Tröckerrasenanteile und das Schicksal der in den krautreichen Gebieten und dem Trockenrasen lebenden, nicht zu den Buchenhochwald-Bewohnern zählenden Gastropodenarten sein. Daher soll die Gastropodenfauna des Naturschutzgebietes Krutscheidt nach Möglichkeit über einen längeren Zeitraum hinweg unter kontinuierlicher Kontrolle bleiben.

Zusammenfassung

1. Das Naturschutzgebiet Dolinengelände Krutscheidt, welches ursprünglich mit Rotbuchen-Hochwald bewachsen war, weist heute als Folge der nach dem 2. Weltkrieg vorgenommenen weitestgehenden Abholzung Regenerationsgesellschaften unterschiedlicher Zusammensetzung auf.
2. Es konnten in ihm 29 Gastropodenarten nachgewiesen werden.
3. Parallel zu dem heterogenen floristischen und edaphischen (und damit mikroklimatischen) Charakter des Naturschutzgebietes waren vier Gruppen von Gastropoden zu unterscheiden: Typische Laubwaldbewohner, wärmeliebende Arten, Kulturfolger und Ubiquisten.
4. Für einige Arten ließ sich anhand der Differenzen in der Gehäusegröße, welche die Populationen in verschiedenen Biotopen zeigten, eine Wertung dieser Lebensräume treffen.
5. Da mit fortschreitender Regeneration der Vegetation Änderungen des derzeitigen Aspektes der Gastropodenfauna zu erwarten sind, soll das Naturschutzgebiet weiterhin unter Beobachtung bleiben.

Literatur

- EHRMANN, P. (1933) in BROHMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas II, 1–264. Leipzig. Nachdruck von 1956.
- HAGEN, B. (1952): Die bestimmenden Umweltsbedingungen für die Weichtierwelt eines süddeutschen Flußufer-Kieferwaldes (*Mollusca terrestria* in *Pineto-ericae*). Veröffentl. d. Zool. Staatssammlung München 2, 161–276.
- KOLBE, W. (1971): Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Coleopterenfauna in der Bodenstreu des Naturschutzgebietes Dolinengelände Krutscheidt (Meßtischblatt Elberfeld 4708). Jahresber. d. Naturw. Vereins Wuppertal, 24, 64–72.
- ZILCH, A. und G. A. JAECKEL (1962) in BROHMER, P., P. EHRMANN & G. ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas II, 1. Lief., Ergänzung, 1–294. Leipzig.

Untersuchungen über die Sporen höherer Pilze im Raster-Elektronenmikroskop

II. Mitt. Stereoskopische Aufnahmen von Sporen*)

HARTMUND WOLLWEBER, Wuppertal, und REIMER HOLM, Schildgen

(Aus dem chemisch-wissenschaftlichen Laboratorium Pharma, BAYER Elberfeld und der Ingenieur-Abteilung für Angewandte Physik, BAYER Leverkusen)

Die Charakterisierung der Sporen höherer Pilze erfolgte lange Zeit ausschließlich mit dem Lichtmikroskop (LM). Da sich wegen der fehlenden Schärfentiefe die Sporen nicht fotografieren ließen, war man auf Zeichnungen auf Grund lichtmikroskopischer Betrachtungen angewiesen. Mit dem Raster-Elektronenmikroskop (REM) steht uns nun ein Abbildungsgerät mit mehr als 500-fach besserer Schärfentiefe und einem Auflösungsvermögen von ca. 100 Å zur Verfügung. Es gestattet direkten Einblick in den räumlichen Feinbau von Oberflächenstrukturen, wie ihn bisher nur das Transmissions-Elektronenmikroskop (TEM) mit Hilfe von komplizierten Abdruckverfahren bot. Infolge der relativ einfachen Präparation steigt die Zahl der rasterelektronenmikroskopischen Veröffentlichungen auch aus dem Bereich der Mykologie ständig. In vielen Fällen erhielt die Diskussion in der Systematik der Genera und Sporen neue Impulse.

Dem technisch interessierten Leser dieses Journals seien noch einmal folgende Details der Raster-Elektronenmikroskopie genannt: Ein Elektronenstrahl (Primärstrahl), der zu einem Bündel von ca. 100 Å Durchmesser fokussiert wird, tastet das präparierte Objekt Punkt für Punkt und Zeile für Zeile ab. Dabei bewirkt der Elektronenstrahl die Emission von Sekundärelektronen aus der Oberfläche des Objektes. Wieviele Sekundärelektronen emittiert werden, hängt in erster Linie von der Gestalt und der Lage des getroffenen Flächenelementes ab. Feine Spitzen oder Haare emittieren mehr Sekundärelektronen als glatte, ebene Flächenstücke. Die Sekundärelektronen werden in einem Kollektor gesammelt und in der anschließenden Elektronik so verarbeitet, daß ihre Anzahl die Helligkeit des zugehörigen Bildpunktes auf einem Oszillographenschirm steuert. Mit Elektronenbündeln sehr kleiner Apertur erzielt man eine Schärfentiefe, die etwa 500 x größer als die des Lichtmikroskopes ist (bei 10 000facher Vergrößerung ca. 5—10 µm).

Das auf dem Oszillographenschirm aufgefangene Bild ist zweidimensional. Bei der Auswertung zweidimensionaler Bilder hilft uns unsere Erfahrung, die uns bekanntlich zweidimensionale Photographien „räumlich sehen“ läßt, das heißt in ein Raumbild transponiert. Ob dabei das Bild in der richtigen Weise gedeutet wird, läßt sich mit Hilfe von Stereoaufnahmen überprüfen.

Man kippt zu diesem Zweck das Objekt zwischen zwei Aufnahmen von der gleichen Stelle um 6°—12° (je nach den vorhandenen Höhenunterschieden). Mit Hilfe eines Stereobetrachters vereinigt man das Stereobildpaar zu einem echten Raumbild. Ein besonders einfaches Betrachtungsgerät ist die beigefügte Prismenbrille (Beitr. elektronenmikroskop. Direktabb. Oberfl. 3 [1970]). Das Stereobildpaar wird übereinander angeordnet. Durch die Prismenbrille sieht man aus großer Entfernung vier Bilder, nämlich mit jedem Auge beide Einzelbilder. Nähert man die Bildtafel dem Auge, so überdecken sich die beiden mittleren Bilder und verschmelzen bei einem bestimmten Abstand (bei den beigefügten Bildtafeln ca. 30—50 cm) zum Raumbild. Mit anderen Worten sind dann genau drei Bilder in einer Reihe untereinander sichtbar. Das mittlere Bild erscheint stereoskopisch, wenn es scharf und ohne Doppelkonturen erkannt wird.**)

*) I. Mitt. H. WOLLWEBER und R. HOLM, Sporen einiger Russulaceen, Westfälische Pilzbriefe VIII, 180—191 (1971)

**) Stereobrillen erhältlich: Beim FUHLROTT-Museum, D-56 Wuppertal 1, Auer Schulstraße 20 (Haus der Erwachsenenbildung) oder Stereo System nesh, 44 Münster, Enschedeweg 78, Tel. 4 64 34.

Material und Methoden

Die Sporen, die sich als Abwurfpräparat auf einem 0,5 x 0,5 cm großem Glasstück eines Objektträgers befinden, erhalten im Hochvakuum eine 400 Å dicke Kohle-Gold-Bedampfung. Die Sporen sind nicht frisch, sondern einige Zeit gelagert. Der Zeitpunkt der Lagerung ergibt sich aus dem Funddatum. Die Aufnahmen wurden in den Jahren 1970–71 angefertigt.

Ergebnisse

Laccaria laccata (Scop. ex Fr.) Hooker Abb. 1

Fundort: Lüdenscheid 18. 10. 69

leg. H. WOLLWEBER

Abb. der Spore im Lichtmikroskop (LM): H. ROMAGNESI, Nouvel Atlas des Champignons III, S. 51, Abb. 101., E. HORAK, Synopsis Generum Agaricalum. S. 307 (1968)

LM-Charakteristika: Spore rund, 8 x 9 μm , dichtstachelig punktiert

(MICHAEL HENNIG, Handbuch für Pilzfreunde I, S. 231)

Sporen oval bis rundlich, mit deutlichem Apiculus, dicht von hyalinen konischen Stacheln überzogen, ohne Plage, (HORAK, l. c. 307 [1968])

REM-Charakteristika: Sporen, 6,5–7 μm mit lateralem Apiculus; aus der unebenen Oberfläche ragen größere (0,8–1,1 μm) isolierte Stacheln, die in vielen Fällen von kleinen, ebenfalls isolierten Stacheln umgeben sind, hervor. Die Betrachtung des Raumbildes durch die Stereobrille liefert uns neue Details: Die Oberfläche der Sporenmembran ist an der Basis der großen isolierten Stacheln geringfügig eingemuldet. Ebenso wie die Sporen einiger *Russula*-Arten (H. WOLLWEBER) sind auch die *Laccaria*-Sporen in einer Ebene abgeflacht und eingedellt (ca. 20–30% der Oberfläche). Auf einer weiteren, hier nicht abgebildeten Aufnahme, auf der sich 36 Sporen befinden, beobachtet man 31 derartige Eindellungen, während 5 scheinbar kugelig erscheinen. Bei diesen 5 liegt die Eindellung vermutlich auf der Rückseite der Photographie. Das Problem der Sporen-Eindellungen scheint recht kompliziert zu sein. In einer späteren Arbeit werden darüber weitere Untersuchungsergebnisse mitgeteilt.

Amanita muscaria (L. ex Fr.) Hooker Abb. 2

Fundort: Wuppertal 3. 9. 69

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: H. ROMAGNESI l. c. III, 39 Abb. 26

LM-Charakteristika: Spore oval-elliptisch mit lateralem Apiculus, ohne supraapiculäre Depression; Membran glatt, dünnwandig ohne Keimporus, 8,5–12/7,5–9 μm

(Horak, l. c. S. 75)

REM-Charakteristika: Die Oberfläche der 7,5–8 x 6,5–7 μm großen Sporen weist „raue“ Struktur auf, die besonders plastisch bei Betrachtung durch die Stereobrille wird. Auf eine unregelmäßige Oberflächenstruktur deutet wahrscheinlich auch eine nach dem LM angefertigte Zeichnung von ROMAGNESI. Die länglichen, bauchig zylindrischen Sporen sind an den Polseiten deutlich abgeflacht; der Apiculus sitzt an der Spitze der Längsachse (am Pol). Stärkere Eindellungen auf der Oberfläche einzelner Sporen mögen Artefakte sein. Sehr eindrucksvoll auf den Betrachter wirken die übereinandergeschichteten bzw. aufgereihten Sporen des Sporenabwurfpräparates.

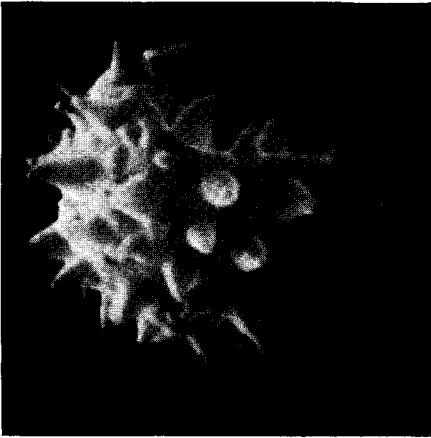


Abb. 1: *L. laccata* 1 $\mu\text{m} \triangleq 6,5 \text{ mm}$

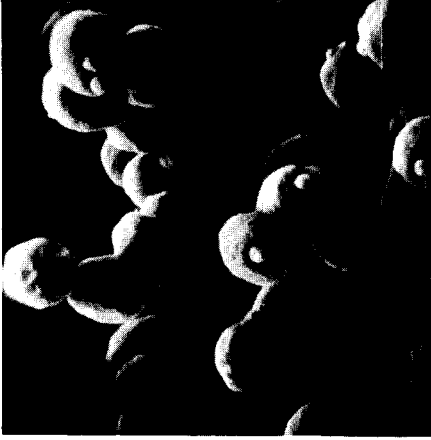


Abb. 2: *A. muscaria* 1 $\mu\text{m} \triangleq 1,5 \text{ mm}$

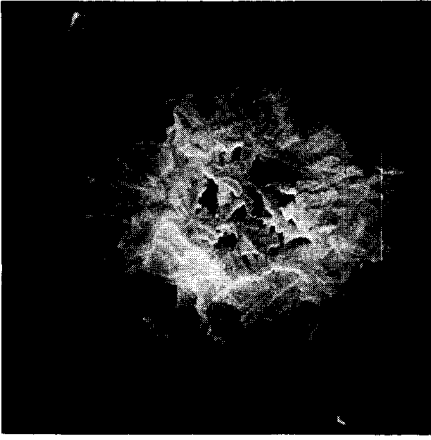
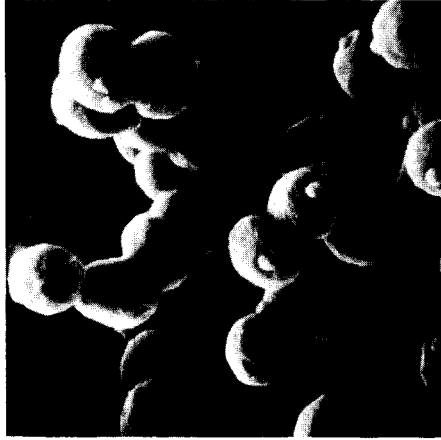
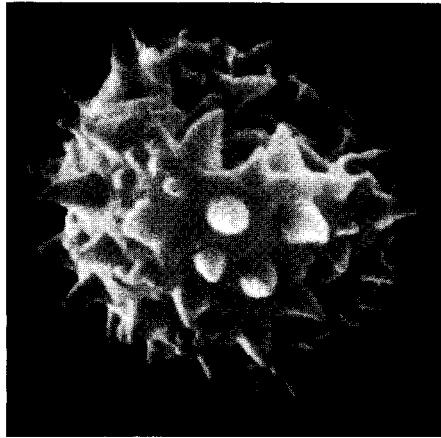


Abb. 3: *Scleroderma bovista* 1 $\mu\text{m} \triangleq 2,9 \text{ mm}$



Scleroderma bovista Fr. Abb. 3

Fundort: Baumberg (ca. 10 km südlich von Düsseldorf) 30. 8. 69

Substrat: Sandboden

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: V. DEMOULIN, Les Naturalistes Belg. 47, 400 (1966)

LM-Charakteristika: Sporen (8,0) 9,5–10,9 (–12,6) μm (ohne Grate), bei denen die Ornamentierung durch ein Netz hoher regelmäßiger Grate (1,3–1,7 μm hoch) gebildet wird (DEMOULIN, l. c. S. 399 (1966), s. a. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 37, 289–304 (1967)

REM-Charakteristika: Die Sporen von *S. bovista* sind durch die Ausbildung einer extrem großen Oberfläche gekennzeichnet. Feine, hauchdünne, fast unregelmäßig netzartig verbundene Grate, die ihrerseits zu kleinen Spitzen kluminieren und damit im LM an der Peripherie die Erscheinung von Stacheln vortäuschen, ziehen sich über die ganze Oberfläche. Versucht man die feinen Grate der Membran auszumessen, so können sie durchaus Höhen bis zu 3,5 μm erreichen. Die Betrachtung durch die Stereobrille demonstriert die „bewegte Filigranstruktur“ der Zellmembran und die räumliche Ausdehnung der $\sim 12 \times 14 \mu\text{m}$ großen Sporen (mit Graten, in der Projektion gemessen!). Die REM-Aufnahmen verschiedener *Scleroderma*-Arten bieten uns die Möglichkeit, die einzelnen Arten genau auseinanderzuhalten: *S. citrinum*, der gemeine Kartoffelbovist, hat wie *S. bovista* netzige Sporen. Die REM-Aufnahmen beider Arten zeigen ähnliche Bilder: Die Basidiosporen von *S. citrinum* sind stark skulpturiert und haben das Aussehen eines „dust mop“ (Staubwedels) (R. T. MOORE). *S. verrucosum* Bull. trans Pers., *S. areolatum* Ehrenb. dagegen sind mehr isoliert stachelig (DEMOULIN).

Peziza echinospora Karsten Abb. 4

Fundort: Wuppertal, Substrat: Bandstelle, 3. 9. 69

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: R. W. G. DENNIS, British Ascomycetes, Tafel III F. (1968)

LM-Charakteristika: Sporen ziemlich länglich-elliptisch, feinwarzig 14–18 x 7–9,5 μm (DENNIS, 19)

REM-Charakteristika: Der fast regelmäßige Bau der Membran, aus der zahlreiche 0,5–0,7 μm große an der Spitze abgerundete regelmäßig geformte Warzen oder Stacheln hervorragen, charakterisieren die ca. 15 x 6 μm großen Sporen. Die Spore ist, hier in dieser Abbildung nur angedeutet, (in anderen, hier nicht abgebildeten Aufnahmen) auf einer Längsseite eingebuchtet und gleicht so einer Walze, deren Oberseite nach innen eingedellt und deren Kopfseiten abgerundet sind (Langbootform).

Telephora terrestris Fr. Abb. 5

Fundort: Halver i. Westf. 1. 11. 70

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: H. ROMAGNESI l. c. IV, 45, Abb. 298 A; E. J. H. CORNER, Beiheft zur Nova Hedwigia No. 27, S. 12, Abb. 8; S. 14, Abb. 10 d (1968)

LM-Charakteristika: Sporen elliptisch bis unregelmäßig eckig, warzig 8–10 x 7–8 μm (MICHAEL HENNIG II, 312); eckig ellipsoid, mehr oder weniger gelappt, ziemlich spärlich stachelig mit 0,5 μm langen Stacheln, die variierend nahezu glatt sind, mit einem bis mehreren Tropfen (CORNER, S. 88).

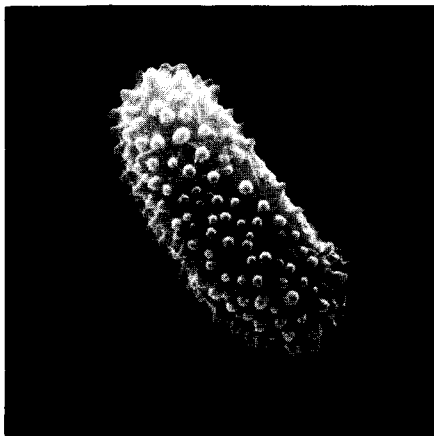


Abb. 4: *P. echinospora* 1 $\mu\text{m} \cong 2,9 \text{ mm}$

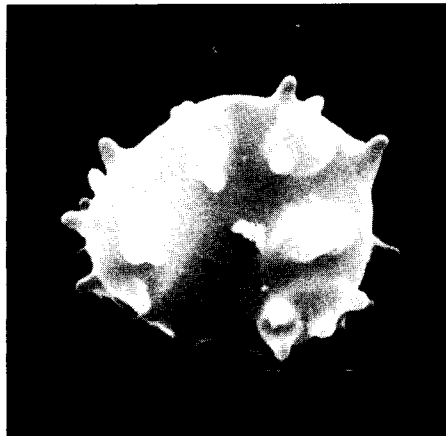


Abb. 5: *T. terrestris* 1 $\mu\text{m} \cong 4,7 \text{ mm}$



Abb. 6: *B. montana* 1 $\mu\text{m} \cong 4,2 \text{ mm}$

REM-Charakteristika: Erst die stereoskopische Betrachtung erschließt den räumlichen Bau dieser interessanten Sporenart. Ca. 0,4–0,6 μm lange Warzen ragen meist in Zwillingsform (s. a. MOORE und GRAND), in einigen Fällen als Drillinge aus der Oberfläche heraus und bilden in etwa die Peripherie eines Kreises (ungefähr 7–10, meist 9 Zwillingswarzen). Im Innern des Kreises ist die glatte Oberfläche eingedellt. Die Auswertung mehrerer Sporenaufnahmen ergibt ungefähr 6–8 solcher „Zwillingskreise“ auf der Membran. Das Phänomen der Zwillingswarzen und der „Warzenkreise“ wird erstmalig bei Sporen beobachtet und konnte bisher im LM nicht aufgefunden werden.

Bondarzewia Montana (Quél) Sing. Abb. 6

Fundort: Neubulach (Schwarzwald) 12. 9. 71

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: H. JAHN, Westfälische Pilzbrief IV S. 15. Abb. 2 h (1963)

LM-Charakteristika: Spore 7–8 x 6 μm , mit deutlichem Apiculus, großem zentralen Öltropfen und reihenförmig angeordneten stacheligen Warzen (J. POELT u. H. JAHN, Mitteleuropäische Pilze, Tafel 44).

REM-Charakteristika: Die glatte Sporenmembran besteht fast nur aus einer nahezu kugelsymmetrischen bzw. rosettenförmigen Anordnung abgestumpfter Grate, die \sim 0,5–0,8 μm hoch, an der Basis 1–1,5 μm breit und \sim 0,1–0,2 μm dick, an den Längsseiten flach und eben und auf der Oberseite deutlich abgerundet sind. Auch hier beobachten wir wiederum auf der Unterseite eine charakteristische Eindellung (s. a. Abb. 1,4). Der Apiculus der 5–6 μm großen Spore ist deutlich sichtbar.

Ganoderma applanatum (Pers. ex Wallr.) Pat. Abb. 7

Fundort: Wuppertal, 21. 11. 71

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: H. ROMAGNESI l. c. IV, 43, Abb. 290, H. JAHN, l. c. S. 130, Abb. 47

A. S. BONDARTSEV, The polyporaceae of the European USSR and Caucasia, S. 427, Abb. 104–105.

LM-Charakteristika: Sporen ovoid, abgestutzt, mit einem schmalen farblosen Anhang an der Spitze, mit warzigem Endospor. Die Spore besteht aus einer äußeren (Epispor) und einer inneren (Endospor) Hülle. (BONDARTSEV). Sporengröße 6–8 (–8,5) μm lang (H. JAHN, S. 87).

REM-Charakteristika: Die innere Hülle (Endospor) wird von dem Epispor, der ausgeprägte, porige „Apfelsinenstruktur“ aufweist, umhüllt. In einigen Fällen ist die Apfelsinenstruktur des Epispor „durchlöchert“ bis unterbrochen, bei einigen Sporen mehr, bei anderen weniger. Es gibt Sporen (hier nicht abgebildet), die wie ein Schwamm aussehen. Ihre zahlreichen regelmäßig angeordneten „Löcher“ lassen gut das darunterliegende glatte Endospor erkennen. Das Epispor kann an einzelnen Stellen zerreißen, so daß das glatte Endospor in größerer Fläche (hier nicht abgebildet!) freiliegt. Dieses Phänomen deutet entweder auf verschiedene Entwicklungsstadien der Spor oder auf lytische Erscheinungen der Sporenmembran. Der Keimporus befindet sich an der abgestutzten Seite der länglich ovalen Sporen. Die Sporengröße beträgt, wenn man die Längsachse zugrunde legt, \sim 6 μm . Im LM dagegen wird die Projektion der Spore gemessen; das hat zur Folge, daß die gefundenen Werte immer

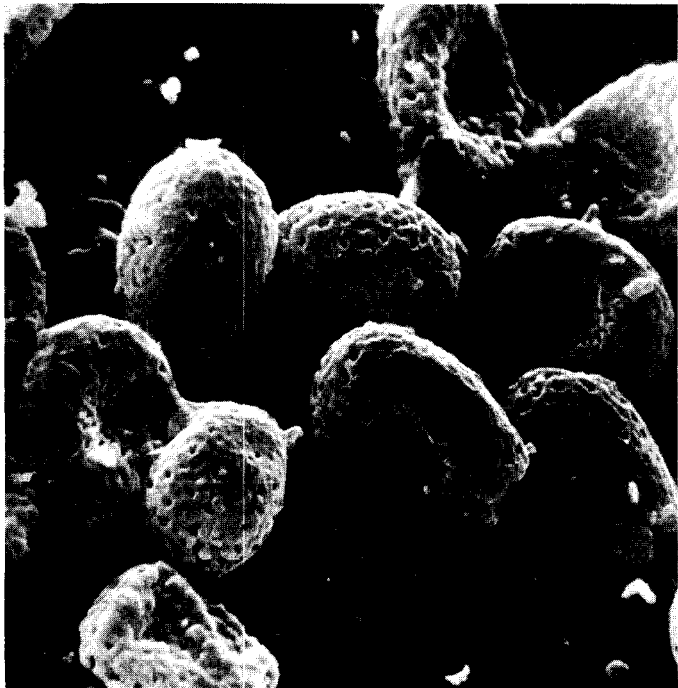
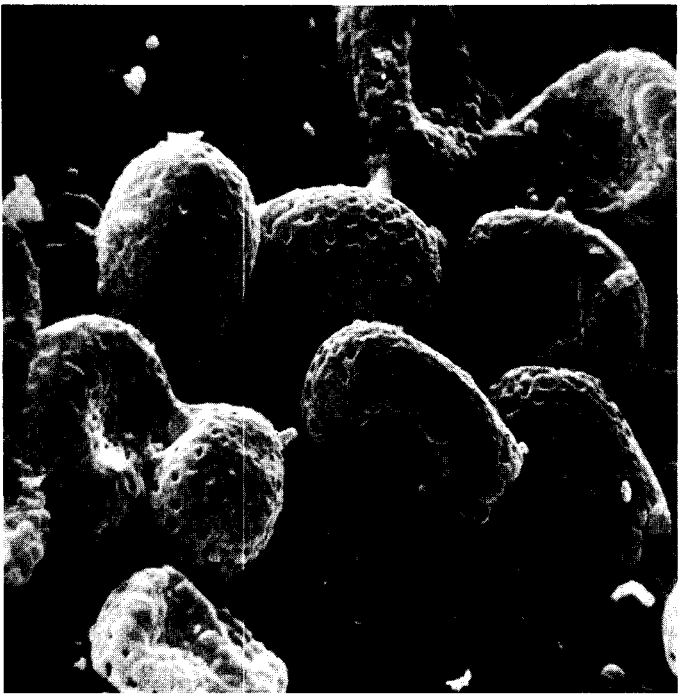


Abb. 7: *G. applanatum* $1 \mu\text{m} \cong 5 \text{mm}$

größer als die tatsächliche Länge und Breite der Spore sind. Die REM-„Projektionswerte“ unseres Präparates liegen \sim bei 6,5–7 μm . Alle Sporen sind eingedellt (Bootform).

Inocybe lanuginosa (Bull. ex Frr) Kummer Abb. 8

Fundort: Neheim-Hüsten, 14. 10. 68

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: M. MOSER, Kleine Kryptogamenflora II/b 2, 397, Abb. 288 MICHAEL HENNIG IV, Abb. 81

LM-Charakteristika: Spore länglich, vieleckig mit 8–10 Höckern 8–10 x 5–7 μm (MICHAEL HENNIG IV, S. 209).

REM-Charakteristika: Die Stereobrille demonstriert uns einen ganz neuen Sporentyp. Die Sporenmembran ist überraschend „gefältelt“. Einzelne schon im LM erkannte Höcker ragen aus der Oberfläche hervor, sehr ausgeprägt auf der rechten nach vorne stehenden Seite unserer Abb. 8. Die Auswertung mehrerer Aufnahmen mit zahlreichen Sporen liefert uns solche mit ca. 15–18 Höckern und andere, bei denen die Oberfläche wie in unserer Abb. 8 stärker gefaltet ist, mit ca. 8–12 Höckern. Alle Formen sind abgerundet, nirgends eine scharfe Kante, Grat oder Spitze. Die Projektion der Spore auf die Ebene ergibt die im LM beobachtete scheinbare Vieleckigkeit. Mißt man die Höcker bei der Größenangabe mit, so erhält man einen Wert von \sim 6 x 8 μm .

Rhodophyllus staurosporus (Pers) Lge. Abb. 9, 10

Fundort: Neubulach (Schwarzwald) 12.9.71

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: MICHAEL-HENNIG III, 65; M. MOSER I. c. 395, Abb. 241

LM-Charakteristika: Spore meist viereckig, fast kreuzförmig 8–11 x 7–9 μm (MICHAEL-HENNIG III, 257)

REM-Charakteristika Die Projektion der Spore ist natürlich kreuzförmig (staurosporus). Die wahre Gestalt offenbart aber erst die Stereoaufnahme. Von „kreuzförmig“ kann keine Rede sein! Vielmehr prägen etwa 5 „gefaltete“ und unregelmäßig eingedellte glatte Flächenteile, in charakteristischer Weise angeordnet, die Oberfläche. Die Größe beträgt \sim 8,5–9 x 6,5–8 μm .

Die Architektur der Sporen kann in vielen Fällen nur dann genau erfaßt werden, wenn zahlreiche Sporen in mehreren Aufnahmen abgebildet werden. Stark ornamentierte Sporen, insbesondere „gefältelte“, wie sie die Abb. 8–10 zeigen, sollten immer mehrfach fotografiert werden. Ihr räumlicher Bau erschließt erst vollständig die entsprechende Stereoaufnahme.

Lactarius pterosporus Romagn. Abb. 11

Fundort: Eschweiler (Eifel) 4. 10. 1969

leg. H. WOLLWEBER

Abb. LM: H.ROMAGNESI III, 2, Abb. 8, s. a. H. WOLLWEBER, Westf. Pilzbriefe VIII, 187 (1971)

LM-Charakteristika s. H. WOLLWEBER I. c. 198 (1971)

REM-Charakteristika: Abb. und Diskussion H. WOLLWEBER I. c. 198 (1971)

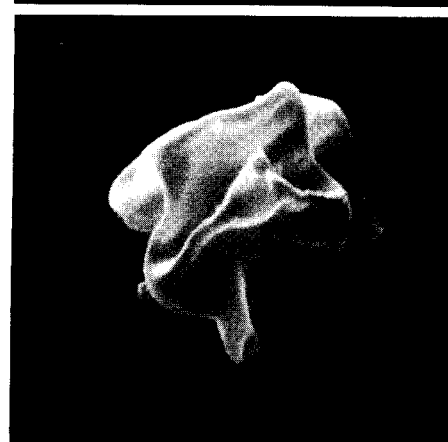
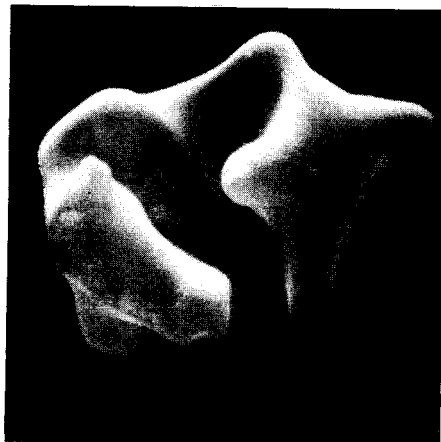
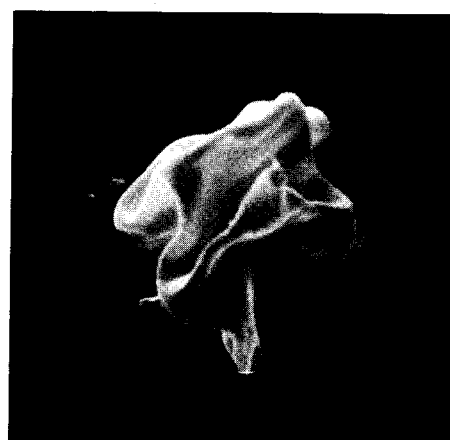
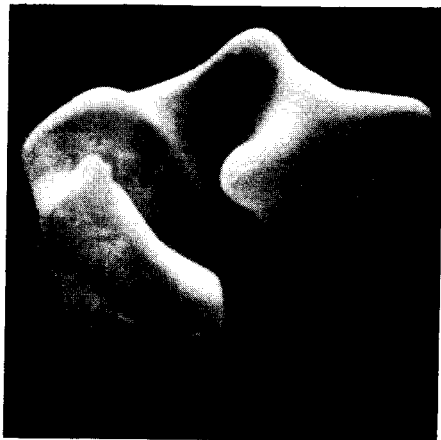


Abb. 8: *I. lanugisosa* $1 \mu\text{m} \cong 7 \text{mm}$

Abb. 9: *R. stauroporus* $1 \mu\text{m} \cong 1,9 \text{mm}$

Abb. 10: *R. stauroporus* $1 \mu\text{m} \cong 3,8 \text{mm}$



Abb. 11: *L. pterosporus* $1\ \mu\text{m} \cong 6,7\ \text{mm}$

Der eindrucksvolle Anblick der REM-Aufnahme dieser geflügelt gebänderten Sporenspezies wird bei Betrachtung durch die Stereobrille noch verstärkt. Wenn wir das zentrale flügelige Band sehen, fühlen wir uns an den breiten Spitzenkragen (Duttenkragen, Mühlsteinkragen) auf Porträtbildern berühmter Niederländer des 16. Jahrhunderts erinnert. – Es gibt jedoch auch „defekte oder mißgebildete“ Sporen von *L. pterosporus*. Bei ihnen erkennt man nur Ansätze zu einem flügeligen Band; die Bänder sind zu zahlreichen unregelmäßig angeordneten, kleinen stumpfen Warzen aufgelöst (hier nicht abgebildet).

Diskussion

Die Auswertung der REM-Aufnahmen von Sporen wird durch die Betrachtung von Stereoaufnahmen beträchtlich erleichtert. Das ist besonders dann von Bedeutung, wenn die Sporen nicht kugelsymmetrisch gebaut, sondern topographisch gefaltet (z. B. *Rhodophyllus*, *Inocybe*, *Telephora*) oder nicht kugelsymmetrisch ornamentiert sind (z. B. *L. pterosporus* *Scleroderma* *Ganoderma*).

Die eingangs aufgeworfene Frage, ob unser „räumliches Vorstellungsbild“ einer zweidimensionalen REM-Sporenaufnahme sich der Wirklichkeit annähert, wird durch die Anfertigung der Stereobilder positiv beantwortet. Weitere Hinweise und eine Bestätigung für den räumlichen Bau bringen Aufnahmen des Transmissionselektronenmikroskopes (TEM). Dazu wird ein Abdruck der Spore in Kohlenstoff/Platin vorgenommen, die Spore aus dem Abdruck herausgelöst und anschließend im TEM photographiert (SCHUR, BLASCHKE, REIMER u. SCHULTE). Nur Sporen, die keine starke Ornamentierung und eine relativ glatte Membran zeigen, die außerdem nicht „gefaltet“ sein dürfen, eignen sich für den Abdruck der gesamten Oberfläche. Die nach der TEM- und REM-Methode erhaltenen Bilder von *Lycoperdon perlatum* und *pyriforme* entsprechen sich weitgehend (PERREAU, s. a. BRONCHART u. DEMOULIN).

Die REM-Aufnahmen einiger Sporenarten (*S. bovista*, Abb. 3, *G. applanatum*, Abb. 7, *R. staurosporus*, Abb. 9, 10, *I. lanuginosa*, Abb. 8. usw.) konfrontieren uns mit einem neuen Problem, dem für die Taxonomie wichtigen Problem der Sporengröße (Länge, Breite).

Dürfen wir bei der Größenangabe die Grate, Warzen, Stacheln usw. mitmessen? Sind die Längs- und Querachsen als Richtmaß zu nehmen oder sollen wir die Projektion der Spore auf die Ebene, die auch im LM gesehen wird, angeben? In jedem Falle sind die Resultate bei vielen Sporenspezies nur angenähert richtig. Die Projektion für *Scleroderma bovista* (Abb. 3) z. B. kann nur mit Hilfe mehrerer Sporenaufnahmen abgeschätzt werden. Für eine Projektion der Spore auf die Ebene, muß die Spore in eine Optimal-lage (mit „größter“ Längs- und Querachse) gedreht werden. Auch hier benötigen wir wiederum Photographien mehrerer Sporen, aus denen sich der angenähert richtige Wert abschätzen läßt. Alle bisher angegebenen Werte sind daher nur mit Vorsicht und Kritik zu werten, und es ist zu wünschen, daß die Mykologen auf internationaler Ebene einheitliche Richtlinien für Größenmessungen der Sporen aufstellen.

Wie wir auf einer Reihe unserer Abbildungen sahen, sind zahlreiche Sporen eingedellt (Abb. 1, 4, 5, 6). Über das Problem der Eindellungen (natürlich oder Artefakt?) wird in einer späteren Arbeit berichtet.

Zusammenfassung

Das Raster-Elektronenmikroskop (REM) ist dem Lichtmikroskop (LM) in Bezug auf das Auflösungsvermögen um mehr als das 20-fache in Bezug auf die Schärfentiefe mehr als um das 500-fache überlegen. Es eignet sich daher in besonderer Weise zur Darstel-

lung des Feinbaues räumlicher Strukturen, die sonst nicht oder nur mit großem Aufwand erfaßt werden können. Die Betrachtung von Stereobildpaaren steigert den räumlichen Eindruck und erleichtert die Bilddeutung. Ihre Herstellung wird beschrieben und ein einfaches Betrachtungsgerät vorgestellt. Das Verfahren wird dazu benutzt, um die Architektur von 10-Sporen-Spezies verschiedener Art (Basidiomyceten, Ascomyceten) zu beschreiben.

Das Problem der Sporengröße durch Längen- und Breitenmessung im REM und LM wird diskutiert. Unsymmetrische Sporen (längliche, ovoid, vieleckige, „gefaltete“ usw.) erscheinen im Lichtmikroskop infolge der Projizierung der ganzen Sporen auf die Bildebene immer größer als im REM.

Literatur

REM-Literatur:

AMELUNXEN, F., K. MORGENROTH u. T. PICKSACK (1967): Untersuchungen an der Epidermis mit dem Stereoscan-Elektronenmikroskop. Z. Pflanzenphysiol. 57, 79–95.
ECKBLAD, F.-E. (1971): Spores of Gasteromycetes Studied in the Scanning Electron Microscope (SEM) I, Norw. J. of Botany 18, 145–151.

ELLIS, J. J., BULLA, L. A. JULIAN, G. St. u. HESSELTINE, C. W. (1970): Scanning electron microscope of fungal and bacterial spores. Scan. Electron Micr. 145–152.

HEYWOOD, V. H.: Scanning Electron Microscope, systematic and evolutionary applications; Proceeding of an International Symposium held at the Department of Botany, University of Reading (Verlag: Academic Press, London, New York, 1971). Folgende Vortragsreferate über Pilzsporen sind darin aufgenommen:

- a) HEIM, R. et J. PERREAU: Etude Ornamentale de Basidiospores au Microscope Electronique à Balayage.
- b) HAWKER, L. E.: Scanning Microscopy of Fungi and its Bearing on Classification.
- c) WILLIAMS, S. T. and J. C. FELTCAMP: Scanning Microscopy for the Examination of Actinomycetes.
- d) ALVON, K. L.: The Study of Fossil Epiphyllous Fungi by Scanning Electron Microscopy.
- e) ECHLIN, P.: Preparation of Labile Biological Material for Examination in the Scanning Microscope.

HILLE, M. u. J. BRANDES (1967): Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Sporen einiger Ustilago-Arten. Phytopath. Z. 28, 104–9.

JONES, D. (1968): Examination of Mycological Specimens in the Scanning Electron Microscope. Transact. Brit. Myc. Soc. 51, 608–610.

MOORE, R. T. u. GRAND, L. F. (1970): Application of scanning electron microscopy to basidiomycete taxonomy. Scan. Electron Micr. 1970, 139–144.

PERREAU, J. und HEIM, R. (1969): L'ornementation des basidiospores au microscope électronique à balayage. Revue de Mycol. 33, 329–340.

PERREAU, J. u. HEIM, R. (1971): A propos Mycenastrum représentés ou décrits par N. Patouillard, Revue de Mycol. 34, 83–95.

PERREAU, J. (1971): L'ornementation sporale chez les Lycoperdons. Annales des Sciences Naturelles, Botanique. Paris, 12. Serie, Band 12, 127–146.

SCHWINN, F. (1969): Die Darstellung von Pilzsporen im Raster-Elektronenmikroskop. Phytopath. Z. 64, 376–379.

WOLLWEBER, H. u. HOLM, R. (1971): Untersuchungen über die Sporen höherer Pilze im Raster-Elektronenmikroskop, I. Mitt. Sporen einiger Russulaceen. Westfälische Pilzbriefe VIII, 180–191.

TEM-Literatur:

BRONCHART, R. u. DEMOULIN, V. (1971): Ultrastructure de la paroi des basidiospores de Lycoperdon et de Scleroderma (Gastéromycètes) comparée à celle des quelques autres spores de champignons, Protoplasma 72, 179–189.

PERREAU, J. (1971): I. c. S. 133, 134.

PERREAU, J. u. HEIM, R. (1971): I. c. S. 93.

SCHUR, K., BLASCHKE, R., REIMER, L., SCHULTE, C. (1968): Vergleich der Oberflächen-Abbildung im Rastermikroskop Stereoscan mit der Oberflächen-Abbildung durch Platin/Kohle-Abdruckschichten im Durchstrahlungs-Elektronenmikroskop, Beitr. elektronenmikroskop. Direktabb. Oberfl. 1, S. 141–155, Münster.

Allgemeine Literatur:

BONDARTSEV, A. S. (1971): The Polyporaceae of the European USSR and Caucasia Moskau 1953. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.

CORNER, E. J. H.: A. Monograph of Telephora, Beiheft zur Nova Hedwigia Nr. 27.

DENNIS, R. W. G. (1968): British Ascomycetes. Lehre.

HEIM, R. (1962): L'organisation architecturale des spores de Ganodermes Rev. de Mycol. 27, 199–212.

HORAK, E. (1968): Synopsis Generum Agaricalum. Wabern, Bern.

JAHN, H. (1963): Westfälische Pilzbriefe IV.

MICHAEL, H. u. HENNIG, B.: Handbuch für Pilzfreunde 1 1967, II 1971, III 1964, IV 1967.

MOSER, M. u. GAMS, H. (1967): Kleine Kryptogamenflora II/b2.

POELT, J. u. JAHN, H. (1963): Mitteleuropäische Pilze, Hamburg.

ROMAGNESI, H.: Nouvel Atlas des Champignons III, IV Paris 1961, 1967.

DEMOULIN, V.: UNE groupe de champignons méconnus en Belgique, Les Sclérodermes, Les Naturalistes Belg., 47, 398–403 (1966), Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 37, 298–304 (1967).

Typification et nomenclature de quelques espèces du genre Scléroderma Pers.

Gastéromycètes de Belgique: Sclerodermateles, Tulostomatales, Lycoperdales, Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 38, 1–101 (1968).

Stereoskopische Aufnahmen metazoischer Parasiten (Würmer, Insekten) mit dem Raster-Elektronenmikroskop

HANS-PETER SCHULZ, Wuppertal, und REIMER HOLM, Schildgen

1. Einführung

Bereits wenige Jahre nach Entwicklung der technischen Grundlagen der Raster-Elektronenmikroskopie wurde die Abbildung biologischer Objekte versucht. Von festen Materialien, z. B. Zähnen, Knochenlamellen, Haaren, Pilzsporen, gelangen eindrucksvolle Aufnahmen (BOYD & LESTER, OHNSORGE & HOLM, ORFANOS et al., WOLLWEBER & HOLM, 1971). Schwierigkeiten entstanden jedoch bei der Präparation von Organismen oder Organteilen, wenn deren Oberfläche nicht durch feste Gewebestandteile gestützt wird.

Wegen der erforderlichen freien Weglänge der Elektronen müssen elektronenmikroskopische Untersuchungen im Hochvakuum durchgeführt werden. Eine unkontrollierte Verdampfung des Wassers führt dabei zu oft drastischen Veränderungen der Objekte. Deshalb wurde für biologisches Material eine Reihe von Vorschriften zur Fixierung und Trocknung erarbeitet (REIMER, BOYD & WOOD), die von der Transmissions-Elektronenmikroskopie übernommen werden können. Da im Raster-Elektronenmikroskop vielfach wesentlich größere Proben als im Transmissions-Elektronenmikroskop untersucht werden, muß man mit erheblich längeren Diffusionszeiten rechnen. Einbettungen entfallen, da die Oberfläche untersucht werden soll. Selbstverständlich sind Auflagerungen zu entfernen, Beschädigungen und Verunreinigungen bei der Präparation zu vermeiden.

Wir haben versucht, von verschiedenen parasitisch lebenden Rund- und Bandwürmern und von einer Stechmücke Aufnahmen uns interessierender Körperteile, hauptsächlich der Mundwerkzeuge, herzustellen. Die Aufnahmen sollten morphologische Einzelheiten in ihrer topographischen Einordnung anschaulich darstellen. Wir erhofften uns darüber hinaus einen besseren Einblick in den Feinbau und die mechanischen Funktionen verschiedener Organe.

Um den räumlichen Eindruck noch stärker hervortreten zu lassen, wurden Stereoaufnahmen angefertigt* (über den Gebrauch des Bildbetrachters s. S. 71).

Von den hier besprochenen Parasiten sind raster-elektronenmikroskopische Aufnahmen von *Ascaris* (MADDEN et al.) und *Aedes* (Aufnahmen der Sperry Rand Co.) bekannt. Stereoaufnahmen von Würmern oder Insekten wurden unseres Wissens bisher noch nicht veröffentlicht.

Angaben über Morphologie, Biologie, Verbreitung und Pathogenität der Würmer sind u. a. den Handbüchern von KOTLÁN, MOZGOVOI und SOULSBY entnommen.

2. Material und Präparation

Die untersuchten Würmer wurden den zu anderen Zwecken seziierten Wirtstieren entnommen, in körperwarmer, physiologischer Kochsalzlösung gewaschen und anschließend ein bis zwei Tage in phosphatgepufferter 4%iger Formalinlösung (pH 7,4) fixiert. Die so behandelten Würmer, bei *Ascaris* und *Hydatigera* nur die abgetrennten Vorderenden, wurden gründlich in mehrfach gewechselten destillierten Wasser gewaschen. Damit von Fixierungsmittelrückständen auf der Körperoberfläche befreite Würmer wurden in flüssigem Stickstoff eingefroren und in etwa 20 Std. gefrierge-

*) Stereobildbetrachter sind beim FUHLROTT-Museum, 56 Wuppertal 1, Auer Schulstr. (Haus der Erwachsenenbildung), oder bei Stereo System nesh, 44 Münster, Enschedeweg 78, zu beziehen.

trocknet. Ausgewählte Objekte wurden dann auf Proben Tellern befestigt und mit ca. 400 Å Kohle/Gold bedampft. Diese Bedampfung erfüllt mehrere Aufgaben: Vermeidung einer elektrischen Aufladung des Objekts während der Untersuchung, Schutz des Objekts während der Untersuchung, Schutz des Objekts gegen Beschädigung durch den Elektronenbeschuß, Wärmeableitung, Erhöhung der Sekundärelektronenausbeute und des Auflösungsvermögens. Einzelheiten über die Technik der Raster-Elektronenmikroskopie sind in der vorstehenden Arbeit enthalten (WOLLWEBER & HOLM, 1973).

Die abgebildete Stechmücke (Abb. 5) stammt aus einer *Aedes aegypti*-Zucht. Die Mücken wurden mit CO₂ begast, im narkotisierten Zustand auf die Proben Tellern geklebt und wie die gefriergetrockneten Würmer mit Kohlenstoff und Gold bedampft.

3. Morphologie und Funktion der abgebildeten Parasitenpartien

Abbildung 1:

***Ancylostoma caninum* (Ercolani, 1859)**, ein Hakenwurm des Hundes. Die deutsche Bezeichnung „Hakenwurm“ haben die Arten dieser Nematodengruppe wegen des hakenförmig abgebogenen Wurm Vorderendes erhalten. Diese Wurm art ist hauptsächlich in subtropischen und tropischen aber auch in einigen gemäßigten Klimazonen bei Hunden und anderen Carnivoren weit verbreitet. Die adulten Parasiten leben im Dünndarm. Die Wirtstiere werden dadurch geschädigt, daß die Würmer Verletzungen in der Dünndarmschleimhaut setzen, die zu Blutungen führen. Der Blutverlust kann ganz beachtlich sein, vor allem weil die Parasiten die Anheftungsstellen im Darm häufig wechseln. Ähnlich wie für andere Nematodenarten gilt auch für *Ancylostoma*, daß nicht nur die adulten Würmer, sondern auch die Larvenstadien den Wirtsorganismus schädigen. Die Infektionslarven können aktiv die unverletzte äußere Haut durchdringen, werden dann mit dem Blutstrom zur Lunge getragen, bohren sich in die Alveolarräume und gelangen über Luftröhre, Schlundkopf, Speiseröhre und Magen an ihren endgültigen Aufenthaltsort im Dünndarm. Bei diesen Wanderungen hinterlassen sie Entzündungsherde, die zu verschiedenen Erkrankungen, sogar zu tödlich verlaufenden Pneumonien führen können.

Ancylostoma caninum ist einer menschlichen Hakenwurm art – *Ancylostoma duodenale* – sehr nahe verwandt und hat deshalb auch eine große Bedeutung als Testmodell für die Suche nach wirksamen Heilmitteln gegen diese medizinisch wichtige Wurminfektion. Weibliche Würmer erreichen eine Länge von 18 mm, männliche 12 mm. Der größte Durchmesser beträgt etwa 0,6 mm.

Auf dem Bildpaar 1 ist das von dorsal aufgenommene Vorderende eines Hakenwurms mit dem Eingang in die Mundhöhle zu sehen (erst die Stereoaufnahme läßt ihre Geräumigkeit voll erkennen). Die Mundöffnung ist seitlich von 3 Zahnpaaren begrenzt. Am unteren Rand findet man an die Mundöffnung heranreichend zwei weitere Zähne. An der Körperoberfläche sind Gruben und Wülste zu erkennen, auffällige Borsten oder Papillen fehlen dagegen.

Über die Funktion der Mundkapsel hat man recht genaue Vorstellungen. Aus der Beobachtung lebender Würmer und aus histologischen Schnitten weiß man, daß die Hakenwürmer Teile der Darmschleimhaut einschließlich der Submucosa in die Mundkapsel hineinsaugen und zerstören. Dabei kommt es zu Blutungen aus den eröffneten Schleimhautgefäßen. Blut und Gewebestandteile werden von den Würmern aktiv aufgesogen und über den muskulösen Oesophagus weiter in den Darm transportiert. Die Funktion der massiven Haken am Mundkapselrand ist unklar. Vermutlich besitzen



Abb. 1: *Ancylostoma caninum*,
Hakenwurm des Hundes,
1 cm \cong 60 μ m

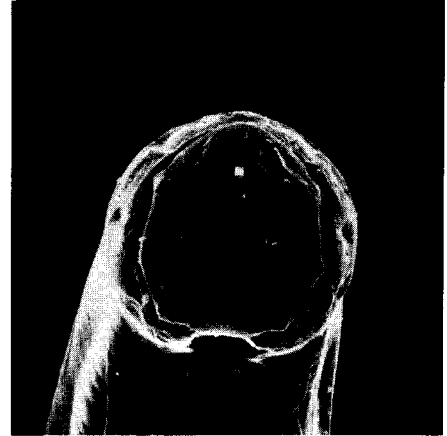
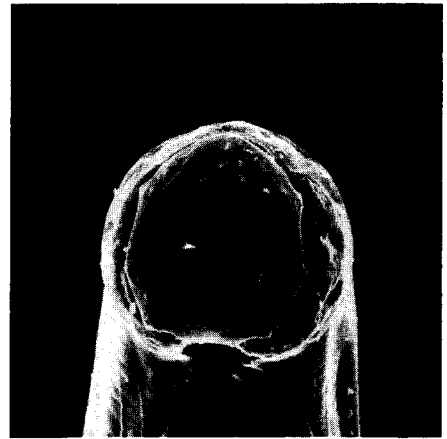


Abb. 2: *Bunostomum*
trigonocephalum,
Hakenwurm des Schafes,
1 cm \cong 60 μ m



sie die Bedeutung von Harpunenhaken zur Verankerung des in die Mundkapsel eingesogenen Schleimhautpfropfens.

Abbildung 2:

Bunostomum trigonocephalum (Rudolphi, 1808) ist ein weiterer Vertreter der Hakenwürmer. Die Art ist ebenfalls weltweit verbreitet und lebt im Dünndarm von Schafen und einigen anderen Wiederkäuerarten. Ähnlich wie *Ancylostoma* saugen sich die adulten *Bunostomum* an der Darmschleimhaut fest und verursachen dabei Zerstörungen und Blutungen. Bei der Sektion eines infizierten Schafes findet man weit mehr punktförmige Blutungen als Würmer. Ein Zeichen dafür, daß die Würmer häufig ihre Anheftungsstelle an der Darmwand wechseln. Der Infektionsgang dieser Wurmart ist dem von *Ancylostoma* ebenfalls sehr ähnlich. Die Larven durchdringen die Haut, werden mit dem Blutstrom in die Lunge getragen, bohren sich in die Aveolarräume und erreichen über Luftröhre, Schlundkopf, Speiseröhre und Magen ihren endgültigen Ansiedlungsort im Dünndarm. Bei der Wanderung werden ebenfalls Entzündungen in den Geweben provoziert, die zu mehr oder weniger ausgeprägten Funktionsstörungen führen. Männliche Würmer erreichen eine Länge von 17 mm, weibliche sogar von 25 mm. Als größter Durchmesser werden etwa 0,7 mm gemessen.

Auf den Abbildungen ist das Vorderende eines Wurmes mit dem Eingang in die Mundhöhle zu erkennen. Der Eingang wird von einem wulstigen Ring umgeben, an dem sechs warzenförmige Papillen auffallen. Am ventralen Rand des Mundhöhleneingangs (auf den Abbildungen oben) befinden sich zwei lanzettähnliche „schneidende Platten“. Vom dorsalen Rand (auf den Abbildungen unten) ragt eine Papille in die Mundhöhle hinein, in deren Tiefe zahnartige Gebilde mit schartiger Randstruktur sichtbar sind.

Die Mundkapsel dieser Hakenwurmart dient ebenfalls der Anheftung an der Darmwand und zur Aufnahme eines Schleimhautpfropfens. Die am dorsalen Mundkapselrand sichtbare Papille trägt den Ausführungsgang eines drüsigen Organs, das ein Verdauungssekret für den enzymatischen Aufschluß eines in die Mundkapsel eingesogenen Schleimhautpfropfens produziert. Ob die sogenannten „schneidenden Platten“ aktiv beweglich sind und eine Funktion bei der Zerstörung der Darmschleimhaut haben, ist unklar. Die in der Tiefe der Mundhöhle liegenden Zähne sind mit ihren sägeblattähnlichen Kanten vermutlich an der mechanischen Zerstörung des Schleimhautpfropfens beteiligt. Die peripher auf dem wulstförmigen Ring gelegenen Papillen gehören zu Tastorganen, die der Orientierung der Würmer dienen.

Abbildung 3:

Ascaris suum (Goeze, 1782), der Schweinespulwurm, erhielt seinen deutschen Namen durch die spulenförmige Gestalt. Diese Wurmart ist weltweit verbreitet und lebt als adulter Parasit bei Haus- und verschiedenen Wildschweinarten im Dünndarm. Die Wirtstiere werden durch die Parasiten auf verschiedene Weise geschädigt. Nach der Infektion, die durch orale Aufnahme embryonierter Wurmeier erfolgt, durchwandern die Larven Darmwand, Leber und Lunge und hinterlassen dabei Entzündungsherde, die unter Beteiligung bakterieller Sekundärinfektionen zu Funktionsstörungen in den passierten Geweben führen. Die adulten Parasiten im Darmlumen schädigen den Wirt durch Nahrungsentzug und vor allem durch abgegebene toxische und allergisierende Sekretionsprodukte.

Weibliche Spulwürmer erreichen eine Länge von 40 cm, männliche etwa 25 cm. Der größte Durchmesser ist mit 0,6 cm ebenfalls beachtlich. In den Körperabmessungen

und auch in vielen morphologischen Einzelheiten sind sie der beim Menschen vorkommenden Spulwurmart (*Ascaris lumbricoides*) sehr ähnlich.

Auf dem Bildpaar ist das Vorderende mit den drei Lippen, die den Eingang zur Mundhöhle umstehen und dahinter ein Teil des drehrunden Wurmkörpers zu erkennen. Auf der linken, dorsalen Lippe liegen zwei, auf den beiden subventralen Lippen (im Bild rechts) jeweils eine warzenförmige Papille. Auf den beiden subventralen Lippen befinden sich außerdem flache, linsenförmige Gebilde mit einer zentralen Vertiefung. Die vorderen Lippenränder tragen hinter einem Wulst eine Reihe kleiner Zähnchen. Die einzelnen Zähnchen haben von der Basis zur Spitze gemessen eine Höhe von etwa 4 μm . Sie sind auf dieser Abbildung wegen ihrer geringen Größe und des sie teilweise verdeckenden Lippenrandes nur undeutlich zu erkennen.

Der Eingang zur Mundhöhle, der etwa 250 μm (der Höhenunterschied wird in der Stereoaufnahme deutlich sichtbar) hinter dem Vorderrand der Lippen gelegen ist, erscheint dreizipfelig. An der rechten Bildseite ist hinter der Basis der linken subventralen Lippe die Oberfläche des Wurmes zerklüftet und aufgeworfen.

Über die Funktion der Lippen ist wenig bekannt. An lebenden Würmern läßt sich die Beweglichkeit der Lippen beobachten. Die Lippenränder werden, offensichtlich durch Kontraktion von Muskelzellen, einander genähert, so daß ein Schneideeffekt entsteht. Nach SPREHN sollen die Würmer mit ihren Lippenzähnen die Schleimhaut abgrasen und dabei kleine Defekte hinterlassen.

Die warzenförmigen Papillen dienen der Aufnahme taktischer, die flachen, elliptischen Papillen der Aufnahme chemischer Reize (LEE). Es ist denkbar, daß die beweglichen Lippen bei dem in vivo meist unbeweglich ruhenden Wurm zur Ortung dieser Reizquellen notwendig sind.

Abbildung 4:

Die Abbildung zeigt das Vorderende, den Scolex, eines Bandwurms. Bandwürmer unterscheiden sich in ihrem anatomischen Aufbau deutlich von Nematoden, der Wurmgruppe, zu der die oben beschriebenen Haken- und Spulwürmer gehören.

Das abgebildete Exemplar gehört zur Art *Hydatigera taeniaeformis* (BATSCH, 1786), die bei Katzen und einigen anderen Fleischfressern recht häufig vorkommt. Eine von diesem Parasiten befallene Katze wird durch Nahrungsentzug, vor allem durch Entzug bestimmter Vitamine, die mechanische Reizung der Dünndarmwand und durch vom Wurm abgesonderte giftige Stoffwechselprodukte, die Funktionsstörungen des Darmes hervorrufen, geschädigt. Der ausgewachsene Bandwurm wird bis zu 60 cm lang und etwa 0,6 cm breit.

Auf den Abbildungen sind die vier Saugnäpfe und im Zentrum das von einem Ring wallartig umgebene Rostellum mit den beiden Hakenkränzen zu erkennen. Das Rostellum ist bei diesem Präparat nur teilweise ausgestülpt. Vier Haken des proximalen Hakenkranzes sind durch die Manipulationen bei der Präparation zum Teil aus ihrer Verankerung gerissen, drei Haken sind gänzlich herausgefallen. Der ursprüngliche Satz bestand aus 2 mal 21 Haken. Die Form ist bei den teilweise herausgelösten Haken zu erkennen. Sie bestehen aus einem krallenförmig gewölbten langen und zwei kurzen kolbigen Schenkeln, an denen Muskeln angeheftet sind.

Hakenkränze und Saugnäpfe dienen der Verankerung des Bandwurms an der Darmwand. Sie haben keine Aufgaben bei der Nahrungsaufnahme, die durch Resorption über die gesamte Körperoberfläche erreicht wird. Das Rostellum kann ausgestülpt werden und hat dann die Form eines mit einem doppelten Hakenkranz ausgestatteten

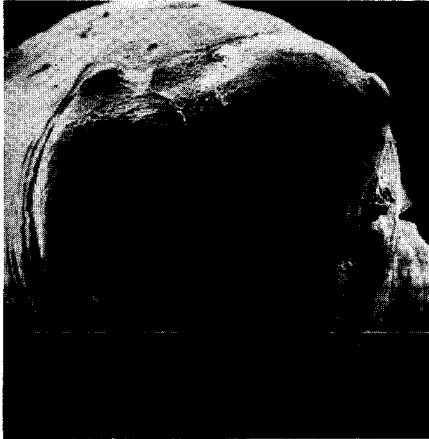


Abb. 3: *Ascaris suum*,
Spulwurm des Schweines,
1 cm \cong 180 μ m

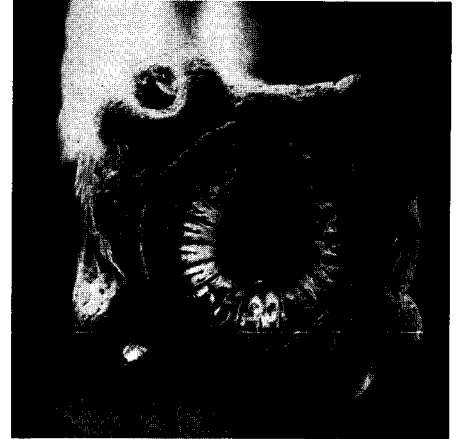


Abb. 4: *Hydatigera taeniaeformis*,
Bandwurm der Katze,
1 cm \cong 250 μ m



Zapfens. Die Haken selbst sind durch an die Wurzelfortsätze führende Muskelzüge beweglich. Mit diesem Festhalteorgan, das tief in die Schleimhaut eindringt, kann der Bandwurm sich entgegen der Peristaltik des Darmrohres in dem ihm zusagenden Abschnitt festsetzen.

Abbildung 5 :

Nach den vier Aufnahmen verschiedener Würmer ist auf dem letzten Bildpaar ein Insekt, *Aedes aegypti* (L.), abgebildet. *Aedes aegypti* ist unter dem Namen Gelbfiebermücke bekannt. Diese Mückenart ist der wichtigste Überträger des Gelbfiebers. Wegen ihrer Bedeutung in der Epidemiologie des Gelbfiebers und einiger anderer Viruserkrankungen gehört die Stechmücke zu den am besten untersuchten Insekten. Die bekannten Daten über diese Art sind in der Monographie von CHRISTOPHERS zusammengetragen.

Man findet *Aedes aegypti* in tropischen, subtropischen und gemäßigten Klimazonen rund um den Erdball, so in Europa in mehreren Ländern des Mittelmeerraums.

Die Abbildung wird durch die Facettenaugen beherrscht. Die Augen erstrecken sich bis auf die Unterseite des Kopfes und bestehen aus jeweils 400 bis 500 einzelnen Elementen. Auf der Abbildung erscheinen die Einzelelemente als kugelige Gebilde mit einem Durchmesser von etwa 20 μm . Zwischen beiden Augen entspringen paarig die Antennen, lange, gegliederte Gebilde, die auf diesen Abbildungen nach vorne und zur Seite aus dem Bildausschnitt herausragen. Der langgestreckte Antennenabschnitt entspringt aus dem kugeligen zweiten Segment der Antenne, dem sog. Pedicellus. Unterhalb der Antenne befindet sich der Clypeus, an dem die Mundwerkzeuge ansetzen. Von den aus neun Teilen bestehenden Mundwerkzeugen sind auf der Abbildung nur Teile der Palpen (Taster) sichtbar. In der Diagonale liegen unterhalb der rechten Antenne (auf der Abbildung links) schuppenbedeckte Gliedmaßeile der Mücke. Von diesen Schuppen sind auch Clypeus, Palpen und die hinter und zwischen den Augen gelegenen Teile der Kopfreion bedeckt. Die empfindlichen Schuppen sind bei den Präparationsschritten z. T. herausgefallen. Einige dieser abgelösten Schuppen sind in Antennenborsten und auf der Augenoberfläche lieengeblieben. Neben den Schuppen fallen an mehreren Körperpartien unterschiedlich lange Borsten auf. An den Antennen trägt jedes der zylindrischen Segmente einen Wirbel mit 5 oder 6 langen Borsten, daneben noch feine, wesentlich kürzere Härchen. Auffallend sind weiterhin an der Unterseite der Mundwerkzeuge die charakteristischen drei Borstenpaare. Auch die Facettenaugen sind ringförmig von langen Borsten umstanden.

Die Antennen funktionieren als Empfangsorgan für akustische Signale. Das zweite Antennensegment (der kugelige Pedicellus) hat eine besondere Bedeutung durch das in ihm enthaltene Johnston'sche Organ, das die akustischen Reize verarbeitet. Die Facettenaugen bedecken nur eine Fläche von etwa $\frac{1}{5}$ mm². Durch ihre Anordnung in einem fast geschlossenen Ring wird jedoch die Aufnahme von Lichteindrücken aus einem großen Umkreis ermöglicht. Ein einzelnes Element der zusammengesetzten Augen (Omnatidium) besteht aus Cornea, Linse, einem Mantel pigmentierter Zellen und 8 Retinulazellen und ist damit in der Lage, Helligkeitswerte aus einem Raumwinkel aufzuzeichnen und weiterzugeben. Aus den Informationen der rund 900 Einzelaugen einer Mücke entsteht dann die Möglichkeit zur optischen Orientierung, die aber bei den Mücken eine deutlich geringere Rolle spielt als bei vielen anderen Insekten (z. B. Fliegen).

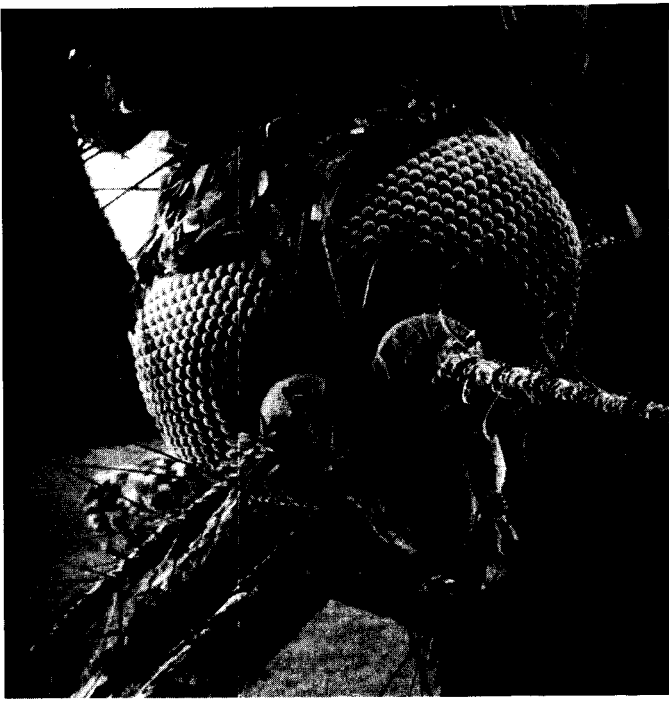


Abb. 5: *Aedes aegypti*, Gelbfiebermücke, 1 cm \cong 100 μ m

4. Schlußbetrachtung

Die gezeigten Aufnahmen ermöglichen, besonders bei Benutzung des Stereobildbetrachters, einen anschaulichen Einblick in mikroskopische Oberflächenstrukturen, wie ihn das Lichtmikroskop kaum bieten kann. In der Durchlichtmikroskopie ist es außerdem nicht immer leicht, Oberflächenstrukturen von darunterliegenden Elementen zu trennen.

Der wesentliche Vorteil der Raster-Elektronenmikroskopie liegt jedoch in der großen Schärfentiefe (in dem hier verwendeten Vergrößerungsbereich etwa das 500-fache der Lichtmikroskopie), die zu so eindrucksvollen Aufnahmen führt. Nachteile dieser Methode sind die aufwendige Apparatur und die schwierige, leicht zu Schädigungen führende Präparation biologischer Objekte. Durch Gefriertrocknung lassen sich von Würmern (verschiedene Nematodenarten und ein Bandwurm) geeignete Präparate herstellen. Wesentlich einfacher ist die Präparation von Organismen mit einem Exoskelett, wie hier am Beispiel der Mücke gezeigt, bei denen nach Bedampfung mit Kohlenstoff und Gold ohne vorherige Fixation gute Aufnahmen hergestellt werden können.

Literatur

- BOYDE, A. u. K. S. LESTER (1967): Electron microscopy of resorbing surfaces of dental hard tissues. *Z. Zellforsch.*, 83, 538–548.
- BOYDE, A. u. C. WOOD (1969): Preparation of animal tissues for surface scanning electron microscopy. *J. Microscopy*, 90, 221–249.
- CHRISTOPHERS, S. R. (1968): *Aedes aegypti* (L.) the Yellow Fever Mosquito. University Press, Cambridge.
- KOTLÁN, A. (1960): *Helminthologie*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- LEE, D. L. (1965): *The Physiology of Nematodes*. Oliver & Boyd, Edingburgh, London.
- MADDEN, P. A., TROMBA, F. G. u. J. M. VETTERLING (1970): En face views of *Ascaris suum* with the scanning electron microscope. *J. Parasit.*, 56, 202–203.
- MOZGOVOI, A. A. (1968): *Ascaridata of Animals and Man and the Diseases Caused by Them*, Part 1. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- OHNSORGE, J. u. R. HOLM (1970): Die Spongiosafeinstruktur im raster-elektronenmikroskopischen Bild. *Arch. Orthop. Unfall-Chir.*, 68, 15–27.
- ORFANOS, L., CHRISTENHUSZ, R. u. G. MAHRLE (1969): Die normale und psoriatische Hautoberfläche. Vergleichende Beobachtungen mit dem REM. *Arch. klin. exp. Derm.*, 235, 284–294.
- REIMER, L. (1967): *Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- SOULSBY, E. J. L. (1968): *Helminths, Arthropods and Protozoa of Domestic Animals*. Baillière Tindall & Cassel, London.
- SPERRY RAND CO. (1970): *Pest Control*. 38, 34–36.
- SPREHN, C. E. W. (1957): *Helminthen und Helminthiasen des Schweines*. Parasitologische Schriftenreihe, H. 7, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WOLLWEBER, H. u. R. HOLM (1971): Untersuchungen über die Sporen höherer Pilze im Rasterelektronenmikroskop. *Westfälische Pilzbriefe*, 8, 180–191.
- WOLLWEBER, H. u. R. HOLM (1973): Untersuchungen über die Sporen höherer Pilze im Raster-Elektronenmikroskop. II. Mitt. Stereoskopische Aufnahmen von Sporen. *J. Naturw. Verein Wuppertal*, 26, 71–83.

Verzeichnis der Schriften, die das FUHLROTT-Museum im Austausch mit den Jahresberichten des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal erhält.

Stichtag: 31. Dezember 1972

Zusammengestellt von ELMAR WINTER, Wuppertal

Bundesrepublik Deutschland einschl. Westberlin

Aschaffenburg

1. Nachrichten des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg, hsg. v. **Naturwissenschaftlichen Verein Aschaffenburg**

Früher: Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Museums der Stadt Aschaffenburg, hsg. in Gemeinschaft mit dem Naturwissenschaftlichen Verein Aschaffenburg

Augsburg

1. Aus der Schwäbischen Heimat
Berichte des **Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e. V.**
2. Berichte der **Naturforschenden Gesellschaft Augsburg**

Bad Dürkheim

1. Mitteilungen der Pollichia des **Pfälzischen Vereins für Naturkunde und Naturschutz Bamberg**
1. Berichte der **Naturforschenden Gesellschaft Bamberg**

Bayreuth

1. Berichte der **Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Bayreuth**

Berlin-West

1. Willdenowia
Mitteilungen aus dem **Botanischen Garten und Botanischen Museum Berlin-Dahlem** sowie
Willdenowia dto. Beihefte
Früher: Mitteilungen aus dem Botanischen Garten und Museum Berlin-Dahlem
Davor: Notizblatt
2. Mitteilungen aus der **biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem**
3. Jahresberichte der **Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig**
4. Mitteilungen der **Entomologischen Gesellschaft in der BRD**
(Nachfolgerges. der Deutschen Entomologischen Gesellschaft, e. V., gegr. 1856)
Früher: Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft, e. V.
5. Verhandlungen des **Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg**,
gegr. 15. Juni 1859

Bielefeld

1. Berichte des **Naturwissenschaftlichen Vereins für Bielefeld und Umgebung e. V. Birkenfeld / Nahe**

1. Mitteilungen des **Vereins für Heimatkunde im Landkreis Birkenfeld und der Heimatfreunde Oberstein**
sowie
Sonderhefte der Mitteilungen des Vereins für Heimatkunde im Landkreis Birkenfeld

Bonn

1. Myotis, Mitteilungsblatt für Fledermauskundler
hsg. **Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, Bonn**
2. Decheniana, Verhandlungen des **Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens**

Bonn-Bad Godesberg

1. Mitteilungen der **Deutschen Forschungsgemeinschaft**
2. Schriftenreihe für Vegetationskunde der **Bundesanstalt f. Veg.-Kunde, Naturschutz u. Landschaftspflege**

Braunschweig

1. Abhandlungen der **Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft**

Bremen

1. Mitteilungen der **Bremer Naturschutz-Gesellschaft**
(gleichz. Landesgruppe des Bundes für Vogelschutz, Stuttgart)
2. Abhandlungen hsg. v. **Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen**
3. Veröffentlichungen aus dem **Überseemuseum Bremen**

Darmstadt

1. Berichte des **Naturwissenschaftlichen Vereins Darmstadt**

Detmold

1. Lippische Mitteilungen aus Geschichte und Landeskunde
hsg. im Auftrage des **Naturwissenschaftlichen und Historischen Vereins für das Land Lippe e. V.**

Donaueschingen

1. Schriften des **Vereins für Geschichte und Naturgeschichte der Baar**
in Donaueschingen

Dortmund

1. Dortmunder Museumsbrief
hsg. von den **Dortmunder Museen**
2. Dortmunder Beiträge zur Landeskunde
hsg. vom **Museum für Naturkunde der Stadt Dortmund** in Zusammenarbeit mit der biologisch-ökologischen Arbeitsgemeinschaft des **Naturwissenschaftlichen Vereins Dortmund**

Düsseldorf

1. Mitteilungen der **Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege in Nordrhein-Westfalen**

Erlangen

1. Mitteilungen der **Fränkischen Geographischen Gesellschaft**

Essen

1. Mitteilungen (und Nachrichten) **aus dem Ruhrlanmuseum der Stadt Essen**

Frankfurt a. M.

1. Natur und Museum
Berichte der **Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft**

Freiburg i. Br.

1. Berichte der **Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.**
2. Mitteilungen des **Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e. V. Freiburg i. Br.**

Gießen

1. Oberhessische Naturwissenschaftliche Zeitschrift
Berichte der **Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde** zu Gießen,
Naturwissenschaftliche Abteilung
2. Hessische Heimat, Organ des **Heimattbundes für Kurhessen, Waldeck und Oberhessen sowie des Hess. Museumsverbandes**

Göttingen

1. Göttinger Floristische Rundbriefe
hsg. von der **Zentralstelle für Floristische Kartierung Westdeutschlands**

Hagen

1. Hagener Beiträge zur Geschichte und Landeskunde
hsg. von der **Stadt Hagen** in Verbindung mit dem **Hagener Heimatbund e. V.** und Förderkreisen der Stadt Hagen und Hagener Heimatbund

Hamburg

1. MNU – der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht
Organ des **Deutschen Vereins zur Förderung des Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterrichts e. V.**
2. BOMBUS – Faunistische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland
im Auftrag des **Vereins für Naturwissenschaftliche Heimatforschung**, Hamburg
3. CORAX – Veröffentlichungen der **Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e. V.**
4. Abhandlungen und Verhandlungen des **Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg**
sowie Beihefte
5. Mitteilungen der **Arbeitsgemeinschaft f. Floristik in Schl.-Holstein u. Hamburg**

Hanau a. M.

1. Jahresberichte der **Wetterauischen Gesellschaft für die gesamte Naturkunde zu Hanau a. M.**

Hannover

1. Natur, Kultur und Jagd (Mitteilungen des **Hermann-Löns-Kreises e. V.**)
Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens
hsg. vom **Niedersächsischen Landesmuseum Hannover**
2. Beiträge der **Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover**
sowie
Beihefte zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover

Hildesheim

1. Zeitschrift **des Museums zu Hildesheim**

Karlsruhe

1. Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland
hsg. von den **Landessammlungen für Naturkunde** Karlsruhe
in Verbindung mit der **Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege** Karlsruhe und dem **Naturwissenschaftlichen Verein Karlsruhe e. V.**

Kassel

1. Abhandlungen und Berichte des **Vereins für Naturkunde zu Kassel e. V.**
2. PHILIPPJA – Abhandlungen und Berichte aus dem **Naturkundemuseum im Ottonium zu Kassel**

Kiel

1. Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein
hsg. **Arbeitsgemeinschaft für Floristik in Schleswig-Holstein und Hamburg**
2. Schriften des **Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein**

Köln

1. Rheinische Heimatpflege
hsg. vom **Verband Rheinischer Heimatmuseen Köln**

Lauterbach

1. Lauterbacher Sammlungen
hsg. von **Hohhausmuseum und Hohhausbibliothek**

Lüneburg

1. Jahreshefte des **Naturwissenschaftlichen Vereins für das Fürstentum Lüneburg e. V. von 1851**

Ludwigsburg

1. Berichte des **Internationalen Rates für Vogelschutz, Deutsche Sektion**

Lübeck

1. Berichte des **Vereins „Natur und Heimat“ und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck**

Lüdenscheid

1. Der Sauerländische Naturbeobachter
Veröffentlichungen der **Naturwissenschaftlichen Vereinigung Lüdenscheid e. V.**

Mainz

1. Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv
Organ folgender Vereinigungen und Dienststellen:
Naturhistorisches Museum Mainz
Rheinische Naturforschende Gesellschaft
Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege in Rheinhessen-Pfalz und Koblenz
2. Zeitschrift der **Rheinischen Naturforschenden Gesellschaft in Mainz**
3. Jahrbuch der **Akademie der Wissenschaften und der Literatur**

Marburg

1. Sitzungsberichte der **Wissenschaftlichen Gesellschaft zu Marburg**
(vormals Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg)

München

1. Opuscula Zoologica
hsg. von der **Zoologischen Staatssammlung in München**
2. Veröffentlichungen der **Zoologischen Staatssammlung München**
3. Jahresberichte der **Zoologischen Staatssammlung**
4. Nachrichtenblatt der Bayerischen Entomologen
hsg. von der **Münchner Entomologischen Gesellschaft**
5. Mitteilungen der **Münchner Entomologischen Gesellschaft (e. V.)**
6. Berichte der **Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora**
7. Blätter für Natur- und Umweltschutz
hsg. vom **Bund Naturschutz in Bayern e. V.**
8. Informationsbriefe
hsg. vom **Deutschen Naturschutzring** in besonderer Zusammenarbeit mit der **Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Landesverband Bayern**
9. Mitteilungen der **Geographischen Gesellschaft in München**
10. Veröffentlichungen der **Gesellschaft für Bayerische Landeskunde e. V. München**
11. Berichte und Abhandlungen des **Deutschen Museums München**
12. Mitteilungsblatt der **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.**
13. Jahrbücher der **Fraunhofer-Gesellschaft**

Münster

1. Jahrbücher des **Deutschen Heimatbundes**
2. Abhandlungen aus dem **Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen**
3. Natur und Heimat
hsg. vom **Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen**

Neuß

1. Mitteilungsblatt – **Rheinischer Verein für Denkmalpflege und Heimatschutz**

Niedermendig

1. Geologische Rundschau – Internationales Jahrbuch für Geologie
hsg. von der **Geologischen Vereinigung**

Nürnberg

1. Abhandlungen der **Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg**
2. Jahresberichte der **Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg e. V.**

Offenbach

1. Berichte des **Offenbacher Vereins für Naturkunde**
sowie
Sonderhefte

Osnabrück

1. Veröffentlichung des **Naturwissenschaftlichen Vereins Osnabrück**

Regensburg

1. ACTA ALBERTINA RATISBONENSIA – Regensburger Naturwissenschaften
hsg. vom **Naturwissenschaftlichen Verein Regensburg e. V.**
2. Denkschriften der **Regensburgischen Botanischen Gesellschaft**
Früher: Denkschriften der Bayerischen Botanischen Gesellschaft in Regensburg
sowie
HOPPEA – Denkschriften der **Regensburgischen Botanischen Gesellschaft**

Schwelm

1. Beiträge zur Heimatkunde der Stadt Schwelm und ihrer Umgebung –
Jahresgabe des **Vereins für Heimatkunde Schwelm**

Siegen

1. SIEGERLAND – Blätter des **Siegerländer Heimatvereins e. V.**

Stuttgart

1. Blätter des Schwäbischen Albvereins
hsg. vom **Schwäbischen Albverein e. V. Stuttgart**
2. DEUTSCHES WANDERN
hsg. vom **Verband Deutscher Gebirgs- und Wandervereine e. V.**
3. Jahreshefte des **Deutschen Bundes für Vogelschutz e. V.**
4. Naturschutz- und Naturparke
Mitteilungen des **Vereins Naturschutzpark e. V. Stuttgart-Hamburg**
5. METRODIANA
J. Raitelhuber, Stuttgart und Acassuso, Bs. As./Argentinien

Ulm

1. Mitteilungen des **Vereins für Naturwissenschaft und Mathematik Ulm/Donau**

Wiesbaden

1. Jahrbücher des **Nassauischen Vereins für Naturkunde**

Wuppertal

1. Verhandlungen der **Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte**

Deutsche Demokratische Republik

Altenburg

1. Abhandlungen und Berichte des **Naturkundlichen Museums „MAURITIANUM“
Altenburg** (Fortsetzung der „Mitteilungen aus dem Osterlande“)

Bautzen

1. Wissenschaftliche Veröffentlichungen d. **Stadtmuseums Bautzen**
Urgeschichtlich-geschichtliche Reihe
Früher: Vorgeschichtlich-geschichtliche Reihe
2. Natura Lusatica – Beiträge zur Forschung der Natur der Lausitz (Sachsen)
Wissenschaftliche Veröffentlichungen des **Stadtmuseums Bautzen**

Berlin

1. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung
hsg. von der **Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik**
2. Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin
hsg. vom **Zoologischen Museum der Humboldt-Universität zu Berlin**

Dresden

1. Faunistische Abhandlungen
hsg. vom **Staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden**
2. Zoologische Abhandlungen
hsg. vom **Staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden**
3. Berichte der Arbeitsgemeinschaft sächsischer Botaniker
hsg. vom **Institut für Botanik der Technischen Universität Dresden**
bzw. vom **Botanischen Garten der Technischen Universität**
sowie dto. Beilage

Görlitz

1. Abhandlungen und Berichte des **Naturkundemuseums Görlitz**

Gotha

1. Gothaer Museums-Hefte – Abhandlungen und Berichte des **Museums der Natur, Gotha**
Früher: Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Gotha

Greifswald

1. Natur und Naturschutz in Mecklenburg – Schriftenreihe des Meereskundlichen Museums Stralsund und des **Instituts für Landesforschung und Naturschutz Halle/Saale, Zweigstelle Greifswald**
sowie
Sonderhefte der Schriftenreihe Natur und Naturschutz in Mecklenburg
2. Naturschutzarbeit in Mecklenburg
hsg. von der **Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin**.
Schriftleitung: **Zweigstelle Greifswald des Instituts für Landesforschung und Naturschutz Halle/Saale**
3. Kolloquien-Reihe: Naturschutz im Ostseeraum
Gemeinschaftsveranstaltung im Rahmen der Ostseewoche, Stralsund/Rostock
hsg. von der **Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin**.
Schriftleitung: **Zweigstelle Greifswald des Instituts für Landesforschung und Naturschutz Halle/Saale**

Halle

1. LEOPOLDINA – Mitteilungen der **Deutschen Akademie der Naturforscher LEOPOLDINA**
2. NOVA ACTA LEOPOLDINA – Abhandlungen der **Deutschen Akademie der Naturforscher LEOPOLDINA** – Neue Folge
sowie NOVA ACTA LEOPOLDINA, Supplement-Reihe
3. HERCYNIA – Neue Folge für die Fachgebiete Botanik – Geographie – Geologie – Paläontologie – Zoologie
hsg. im Auftrage der **Fakultät für Naturwissenschaften des Wissenschaftlichen Rates der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg**

Hohenleuben

1. Jahrbuch des **Museums Hohenleuben-Reichenfels**

Jena

1. Mitteilungen der **Thüringischen Botanischen Gesellschaft**

Karl-Marx-Stadt

1. Veröffentlichungen des **Museums für Naturkunde Karl-Marx-Stadt**

Magdeburg

1. Mitteilungen der **Bezirksfachausschüsse für Ur- und Frühgeschichte der Bezirke Halle und Magdeburg**
2. Abhandlungen und Berichte für Naturkunde und Vorgeschichte
hsg. vom **Museum für Kulturgeschichte Magdeburg**

Neubrandenburg

1. Heimatkundliches Jahrbuch des Bezirkes Neubrandenburg
hsg. vom **Rat für Museumswesen** bei der Abteilung Kultur des Rates des Bezirkes Neubrandenburg

Potsdam

1. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg
Hsg.: **Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik**, die Räte der Bezirke Potsdam, Frankfurt/Oder und Cottbus und der Magistrat von Groß-Berlin
sowie dto. Beihefte und Beilagen. (Beilagen früher unter dem Titel: Brandenburgische Naturschutzgebiete.)
2. Veröffentlichungen des **Bezirksheimatmuseum Potsdam**

Pritzwalk

1. Veröffentlichungen des **Heimatmuseums Pritzwalk**

Rostock

1. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg
hsg. von der **Universität Rostock**

Rudolstadt

1. Jahrbuch der **Staatlichen Museen Heidecksburg Rudolstadt**

Österreich

Bad Neydharting

1. Schriftenreihe des „**Österreichischen Moorforschungs-Institutes**“

Eisenstadt

1. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland
hsg. vom **Burgenländischen Landesmuseum Eisenstadt**
2. Burgenländische Heimatblätter, hsg. vom Amt der Burgenländischen Landesregierung, Landesarchiv – Landesbibliothek und Landesmuseum

Graz

1. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark
hsg. vom **Naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark**
sowie
Beilagen
2. Mitteilungen der Abteilung für Zoologie und Botanik am **Landesmuseum „JOANNEUM“ in Graz**
sowie
Mitteilungen der Abteilung für Botanik am **Landesmuseum „Joanneum“ in Graz**

Innsbruck

1. Berichte des **Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck**

Klagenfurt

1. CARINTHIA II, Naturwissenschaftliche Beiträge zur Heimatkunde Kärntens,
Mitteilungen des **Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten**
sowie
Sonderhefte

Linz

1. Linzer Atlas
hsg. von der **Kulturverwaltung der Stadt Linz**
2. Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz
hsg. vom **Stadtmuseum Linz**
3. Schriftenreihe des **Institutes für Landeskunde von Oberösterreich – Biographisches Archiv**

Salzburg

1. Berichte aus dem **Haus der Natur in Salzburg**
Abteilung A Zoologische und botanische Sammlungen sowie Allgemeines
Abteilung B Geologisch-mineralogische Sammlungen

Wien

1. EGRETTA Vogelkundliche Nachrichten aus Österreich
hsg. von der **Österreichischen Gesellschaft für Vogelkunde Wien**
2. Schriften des **Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien**
3. Verhandlungen der **Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien**
4. Annalen des **Naturhistorischen Museums in Wien**

Schweiz

Aarau

1. Mitteilungen der **Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**
sowie
Beihefte

Altdorf

1. Mineralienfreund
Früher: Urner Mineralienfreund
Mitteilungsblatt der **Urner Mineralienfreunde Altdorf UR**

Basel

1. Schweizer Naturschutz
Protection de la Nature hsg. vom **Schweizerischen Bund für Naturschutz Basel**
2. BAUHNIA Zeitschrift der **Basler Botanischen Gesellschaft**
3. Verhandlungen der **Naturforschenden Gesellschaft in Basel**

Bern

1. Jahrbuch des **Naturhistorischen Museums der Stadt Bern**
2. Wissenschaftliche **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft**
Actes scientifiques de la Société helvétique des sciences naturelles
Atti scientifici della Società elvetica di scienze naturali
Früher: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft

Chur

1. Jahresbericht der **Naturforschenden Gesellschaft Graubündens**

Frauenfeld

1. Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft

Fribourg

1. BULLETIN de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles
BULLETIN der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg im Uechtland
sowie
Rapportes annuelles – Jahresberichte

Genève

1. Extrait de la revue „**Musées de Genève**“
2. Abdruck aus den Mitteilungen der **Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**
3. Revue Suisse de Zoologie, Annales de la **Société Suisse de Zoologie**
et du **Muséum d'Histoire Naturelle de Genève**
4. Archives des Sciences Éditées pa la **Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève**
sowie Suppléments:
Compte Rendu des Séances de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Lausanne

1. BULLETIN de la **Société Vaudoise des Sciences Naturelles**
2. MÉMOIRES de la **Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Liestal

1. Tätigkeitsberichte der **Naturforschenden Gesellschaft Baselland**

Luzern

1. Mitteilungen der **Naturforschenden Gesellschaft Luzern**

Morges

1. UICN-BULLETIN hsg. von: **Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources**, Morges-Suisse

Neuchatel

1. BULLETIN de la **Société Neuchateloise des Sciences Naturelles**

St. Gallen

1. Bericht über die Tätigkeit (Jahrbuch) der **St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Schaffhausen

1. Mitteilungen der **Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**
sowie
Neujahrsblatt der **Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Thun

1. Mitteilungen der **Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Thun**

Winterthur

1. Natur und Mensch
La nature et l'homme
La natura e l'uomo
La natūra e l'uman
Schweizerische Blätter für Natur- und Heimatschutz
Herausgeber: Rheinaubund, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Natur und Heimat
2. Mitteilungen der **Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Winterthur**

Zürich

1. Jahresberichte des **Schweizerischen Landesmuseums in Zürich**
2. Vierteljahrsschrift der **Naturforschenden Gesellschaft in Zürich**
sowie
Neujahrsblatt der **Naturforschenden Gesellschaft in Zürich**
3. Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule Stiftung Rübel
sowie
Neujahrsblatt hsg. von der Gelehrten Gesellschaft als Fortsetzung der Neujahrsblätter der Chorherrenstube

Liechtenstein

Vaduz

1. Mitteilungsblatt
International Society for Research on Moor
Internationale Gesellschaft für Moorforschung

Argentinien

1. Revista del **Instituto Nacional de Investigacion de las Ciencias Naturales y Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"** — Ciencias Geológicas — Buenos Aires

Australien

1. Journal and Proceedings of the **Royal Society of New South Wales** Sydney

Belgien

1. Bulletin de la **Société Royale de Botanique de Belgique**, Bruxelles
2. LEJEUNIA Revue de Botanique – L'organe de la **Société Botanique de Liège**, de la **Société des Naturalistes Namur-Luxembourg** (partim: botanique) et de la **Société des Naturalistes de Charleroi** (partim: botanique).

Dänemark

1. VIDENSKABELIGE MEDDELELSER fra **Dansk Naturhistorisk Forening** Copenhagen

England

1. Manchester Literary and Philosophical Society
Memoirs and Proceedings, Manchester

Finnland

1. Commentationes Biologicae
Hsg. **Societas Scientiarum Fennica** Helsinki
2. The History of Learning and Science in Finland 1828–1918
Hsg. **Societas Scientiarum Fennica**
3. ÅRSBOK – VUOSIKIRJA
Verksamhetsår – Toimintavuosi . . . Hsg. **Societas Scientiarum Fennica**
4. Commentationes Physico-Mathematicae
Hsg. **Societas Scientiarum Fennica** Helsinki
5. Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk
Utgivna av **Finska Vetenskaps-Societeten** Helsinki
6. Acta **Societatis pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
7. Memoranda **Societatis pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
8. Acta Botanica Fennica – edidit **Societas pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
sowie SEPARATA
9. Flora Fennica – edidit **Societas pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
sowie SEPARATA
10. Acta Zoologica Fennica – edidit **Societas pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
11. Fauna Fennica – edidit **Societas pro Fauna et Flora Fennica** Helsinki
12. Annales Botanici Fennica – Hsg. **Societas Biologica Fennica Vanamo**, Helsinki

Frankreich

1. Extrait de MAMMALIA – Revue trimestrielle publiée avec le concours du
Centre National de la Recherche Scientifique Paris

2. VIE ET MILIEU – Bulletin du Laboratoire Arago
Périodique d'Ecologie générale
Université de Paris
VIE ET MILLIEU – Bulletin du Laboratoire Arago
Série A: Biologie Marine
Série B: Océanographie
Série C: Biologie Terrestre

Griechenland

1. Acta Biologica Hellenica - Edited by the **Departments of the Biological Sciences of the Universities of Athens and Salonica**

Italien

1. Bollettino della **Associazione Romana di Entomologia** (A. R. D. R.) Roma
2. Atti della **Società Italiana di Scienze Naturali** e del **Museo Civico di Storia Naturale di Milano**
3. NATURA – Rivista di Scienze Naturali
Editori: **Società Italiana di Scienze Naturali,**
Museo Civico di Storia Naturale di Milano,
Acquario Civico di Milano
4. Atti e Memorie dell' **Accademia Patavina di Scienze Lettere ed Arti** già **Accademia dei Ricovrati** Padova
sowie
MEMORIE della Classe di Scienze Matematiche e Naturali
5. COLLANA ACCADEMICA – **Accademia Patavina di Scienze Lettere ed Arti** Padova

Jugoslawien

1. PERIODIUM BIOLOGORUM
Hsg. **Societas Scientiarum Naturalium Croatica**
Official Journal of the Biological Section of the Croatian
Society of Natural Scientists,
Croatian Section of the Yugoslav Physiological Society,
the National Zoological Museum of Croatia,
and „Ruđer Bošković“ Institute
Zagreb
Früher: **Bio lo ški Glasnik**

Luxemburg

1. ARCHIVES – Nouvelle Série
Hsg. **Institut Grand-Ducal de Luxembourg**
Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques
Luxembourg

Mexico

1. **Universidad Nacional Autónoma de México**
Instituto de Geologia
 - a) Anales
 - b) Boletín
 - c) Paleontología Mexicana
 - d) Carta Geológica de México, Serie de 1:100 000
 - e) Cartas Geológicas y Mineras

Niederlande

1. Natuurhistorisch Maandblad
Orgaan van het **Natuurhistorisch Genootschap in Limburg** Maastricht
2. RIVON Jaarverslag – Annual Report
Hsg. Rijksinstituut voor Veldbiologisch Onderzoek ten behoeve van het Natuurbehoud
Rivon State Institute for Nature Conservation Research
Zeist, Nederland
Früher: verslag van de werkzaamheden in ... Bilthoven
und
„R. I. V. O. N.-mededeling“ – Einzelhefte
3. **Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen – Voordrachten**
Haarlem
HAARLEMSE VOODRACHTEN
4. PUBLICATIONS van het **Natuurhistorisch Genootschap in Limburg**
Maastricht
5. Wetenschappelijke Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse
Natuurhistorische Vereniging
Hoogwoud
6. **Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen**
Utrecht
VORTRÄGE
7. GORTERIA
Tijdschrift voor de Floristiek, de Plantenoecologie en het Vegetatie-Onderzoek van
Nederland, uitgegeven door het **Rijksherbarium, Leiden**
Früher: Tijdschrift ten Dienste van de Floristiek, de Oecologie en het Vegetatie-
Onderzoek van Nederland, uitgegeven door het Rijksherbarium, Leiden
Davor: Mededelingenblad ten Dienste van de Floristiek en het Vegetatie-Onderzoek
van Nederland, uitgegeven door het Rijksherbarium, Leiden

Norwegen

1. Det **Kongelige Norske Videnskabers Selskab Museet** Trondheim
– Jahrbücher –

Schweden

1. Arkiv för Botanik
Utgivet av **Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademien** Stockholm

Südafrikanische Union

1. Nachrichten der **Gesellschaft für wissenschaftliche Entwicklung** Swakopmund und des **Museums Swakopmund**, Südwestafrika

Tschechoslowakei

1. **Acta Universitatis Agriculturae**
Sbornik Vysoké školy zemědělské v Brně (řada A)
Brno
Acta Universitatis Agriculturae
Sbornik Vysoké školy zemědělské v Brně (řada D)
Facultas agroeconomica – Spisy fakulty provozně ekonomické
Brno
Acta Universitatis Agriculturae
Series C
Facultas silviculturae
Brno
2. **Studia geographica**
Czechoslovak Academy of Sciences – Institute of Geography
Brno
3. **Folia Mendeliana Musei Moraviae**
Moravian Museum Brno

Ungarn

1. **TISCIA Dissertationes Biologicae a Collegio Exploratorum Fluminis Tiscae Editae**
Szeged
2. **ACTA BOTANICA Academiae Scientiarum Hungaricae**
Budapest
3. **Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici**
A Természettudományi Múzeum Évkönyve
Budapest
Früher: Országos Természettudományi Múzeum Évkönyve
Davor: Az Országos Magyar Természettudományi Múzeum Folyóirata
4. **AQUILA**
A Magyar Madártani Intézet
Az Orsz. Természetvédelmi Hivatal Madártani Intézete
ÉVKÖNYVE
Annales Instituti Ornithologici Hungarici
Budapest
Früher: A Madártani Intézet
A Növényvédelmi Kutató Intézet Madártani Osztályának
Davor: Magyar Madártani Intézet
A Növényvédelmi Kutatóintézet Madártani Osztálya

Vereinigte Staaten von Nordamerika

1. SMITHSONIAN YEAR
Annual Report of the **Smithsonian Institution**
Washington
Früher: Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution
Washington
2. MEMOIR
Cornell University
Agricultural Experiment Station
New York State College of Agriculture, Ithaca, N. Y.
3. ANNUAL REPORT
Chicago Natural History Museum
4. Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters
Madison, Wisconsin
5. Annual Report of the Librarian of Congress
Library of Congress. Washington
6. Illinois Biological Monographs
University of Illinois Press, Urbana, Illinois

Mitarbeiter dieses Heftes

Dr. M. Biana-Müller
507 Bergisch-Gladbach, Am Vogelherd 18

D. Brandes
56 Wuppertal 1, Herberts Katernberg 7

A. M. J. Evers
415 Krefeld, Dürerstraße 13

Dr. R. Holm
5072 Schildgen üb. Bergisch-Gladbach, Am Katterbach 32

G. Houver
403 Ratingen, Rotdorn 1

Dr. H. Knübel
56 Wuppertal 2, Hinsbergstraße 82

K. Koch
4 Düsseldorf-Nord, Am Heidquell 9

Dr. W. Kolbe
Fuhlrott-Museum, 56 Wuppertal 1, Auer Schulstraße 20

Dr. H. P. Schulz
56 Wuppertal 1, Viktoriastraße 64

Dr. R. zur Strassen
Natur-Museum und Forschungs-Institut Senckenberg, 6 Frankfurt/Main,
Senckenberganlage 25

Dr. E. Winter
Fuhlrott-Museum, 56 Wuppertal 1, Auer Schulstraße 20

Dr. H. Wollweber
56 Wuppertal 1, In den Birken 73