

Jahresberichte
des Naturwissenschaftlichen Vereins
in Wuppertal
42. Heft

Herausgegeben von
Wolfgang Kolbe

Wuppertal
31. Juli 1989

Danksagung

Diese Schrift wurde mit finanzieller Unterstützung der Stadt Wuppertal, des Landschaftsverbandes Rheinland und der Nordrhein-Westfalen-Stiftung Naturschutz, Heimat- und Kulturpflege gedruckt.

Naturwissenschaftlicher Verein Wuppertal und FUHLROTT-Museum Wuppertal

Redaktions-Komitee:

C. BRAUCKMANN, M. LÜCKE
H. KNÜBEL
H. SUNDERMANN, W. STIEGLITZ
H. WOLLWEBER
R. SKIBA
W. KOLBE

Geologie, Paläontologie und Mineralogie
Geographie
Botanik unter Ausschluß der Mykologie
Mykologie
Ornithologie
Zoologie unter Ausschluß der Ornithologie

Schriftentausch und -vertrieb:

FUHLROTT-Museum
Auer Schulstraße 20
D-5600 Wuppertal 1

Nachruf

STIEGLITZ, W.: Zum Gedenken an ALFRED BECKER	5
--	---

Faunistik, Ökologie

SKIBA, R.: Erstnachweis der Nordfledermaus, <i>Eptesicus nilssonii</i> (KEYSERLING & BLASIUS, 1839), in der Eifel	7
MEINIG, H. & ECKSTEIN, H. P.: Zur Situation der Grünfrösche in Wuppertal (Amphibia, Ranidae)	10
STUMPP, J.: Ökologische Untersuchungen an Proturen (Arthropoda: Insecta) in süd-deutschen Wäldern	13
WENZEL, E.: Die Käferfauna des oberbergischen Ülfetals, Teil II	18
WOLTERS, V.: Influence of the larvae of <i>Athous subfuscus</i> (MÜLLER, 1764) (Coleoptera, Elateridae) on the nutrient status of the microflora in three different beech forest soils	38
WOLTERS, V.: Die Wirkung der Bodenversauerung auf Protura, Diplura und Collembola (Insecta, Apterygota) — Untersuchungen am Stammfuß von Buchen	45
KOCH, K.: Zur Käferfauna des Wahler Berges	51
RETHMEYER, U.: Zur Käferfauna von Spargelfeldern in Südhessen	52

Floristik, Pflanzensoziologie

WEBER, G.: Die Makrophyten der Wupper, Teil II: Die amphibische Vegetation und die Ufervegetation	57
WOIKE, S.: Die Rotalge <i>Hildenbrandia rivularis</i> (LIEBM.) J. AG. auch im Bergischen Land	68
GRIMBACH, N.: Floristische Untersuchungen im Raum Neuss — ein Beitrag zur Unterschutzstellung einer Dünenlandschaft	72

Ökotoxikologie, Bioindikatoren

KOLBE, W.: Zur Eignung von Käfern als Bioindikatoren in Wäldern	77
POSPISCHIL, R.: <i>Carabus</i> -Arten als Bioindikatoren	86
ROTH-HOLZAPFEL, M.: Zur Standortsabhängigkeit der Elementgehalte von <i>Ips typographus</i> (Scolytidae) — Ein Beitrag zur Bioindikation von Schwermetallen ...	90
PLATEN, R.: Der Einfluß von Na-Pentachlorphenol auf die Spinnen- (Araneida) und Weberknechtfauna (Opilionida) zweier unterschiedlicher Bestände des Staatswaldes Burgholz, Teil II	96
JANKE, V. & KOTHEN, G.: Auswirkungen von Na-PCP auf die Pseudoskorpionidea im Buchen- und Fichtenforst (Burgholz)	104
JANKE, V.: Zum Vorkommen der Dermapteren im Burgholz (Solingen)	109
SCHMITT, G., FUNKE, W. & KRANIZ, V.: Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes	112
VOGEL, J. & FUNKE, W.: Auswirkungen verschiedener Substanzen auf die euedaphische Collembolenzönose eines Fichtenforstes	116

Paläontologie, Geologie

GRABERT, H.: Das Oberbergische Land — eine Erd- und Landschaftsgeschichte. Teil I	119
HAHN, G. & BRAUCKMANN, C.: Zur Phylogenie der Archegoninae (Trilobita, Oberdevon-Perm)	163

	Seite
HAHN, G., HAHN, R. & BRAUCKMANN, C.: Neue Kulm-Trilobiten aus Wuppertal (Bundesrepublik Deutschland)	183
ARCHINAL, A. & BRAUCKMANN, C.: Über <i>Spinibole</i> (<i>Cooimbewoodia</i> n. sg.) <i>coddonensis</i> (H. WOODWARD 1902) (Trilobita; Unter-Karbon)	201
 Museumssammlung	
KOLBE, W.: Eine bemerkenswerte Arthropoden-Sammlung für das Fuhlrott-Museum	212
 Diversa	
WOLLWEBER, H.: Untersuchungen zur radioaktiven Belastung von Pilzen in Nordrhein-Westfalen	215
BÜCHS, W., KÜHLE, J. C., NEUMANN, C. & WENDLING, W.: Untersuchungen zur Fauna und Flora im Großraum Altenahr — ein Beitrag zur Charakterisierung eines Naturraumes	225
BEHRE, G. F.: Freilandökologische Methoden zur Erfassung der Entomofauna (Weiter- und Neuentwicklung von Geräten)	238
Der Vorstand des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal nach der Wahl am 9. März 1989	243

Zum Gedenken an Alfred Becker

Mit 1 Abbildung



ALFRED BECKER

*27. 11. 1896 †10. 10. 1986

Im Alter von fast 90 Jahren verstarb am 10. 10. 1986 Alfred BECKER. Die Botanische Sektion betrauert den Tod eines Mannes, der durch seine Kenntnisse und durch seine Persönlichkeit für uns immer ein Vorbild sein wird.

Alfred BECKER wurde am 27. 11. 1896 in Wuppertal geboren. Von Beruf war er Maschinenbauer. Seit seiner frühesten Jugend war er mit der Botanik vertraut. R. SCHALLER und E. SCHULTEN waren seine Lehrer, ebenso wie H. SCHMIDT, der Verfasser der „Flora von Elberfeld“, und J. MÜLLER aus Velbert. 1928 heiratete er Paula WEINREICH. 1936 trat er in den Naturwissenschaftlichen Verein ein. Da er als Mitarbeiter in einer Rüstungsfirma nicht an die Front mußte, sondern in Wuppertal blieb, konnte er die botanischen Aufzeichnungen und Herbaraufsammlungen lückenlos auch während der Kriegszeit vervollständigen. Seine Tochter Roswitha HAPP erinnert sich, daß er bei Luftangriffen immer einen kleinen Koffer mit Bestimmungsbüchern in den Luftschutzkeller mitnahm!

In den 60er Jahren regte Dr. MEYER an, die vorhandenen Daten und Herbarbelege zu einer Flora von Wuppertal zusammenzufassen. An dieser Materialsammlung hatte Alfred BECKER wesentlichen Anteil. Unter dem damaligen Vereinsvorsitzenden Prof. HIRSCH war Alfred BECKER Leiter der Botanischen Arbeitsgemeinschaft. Die umfangreiche, sorgfältig gepflegte Fundortkartei sowie das Bergische Herbar, das er lange Jahre betreute, bildeten eine wesentliche Grundlage für die 1987 erschienene „Flora von Wuppertal“. Bis 1975 hat Alfred BECKER noch botanisiert und Daten festgehalten. Aus gesundheitlichen Gründen zog er sich dann mehr und mehr vom Vereinsleben zurück.

Alfred BECKER war Naturkundler: Die Gesamtheit der Natur faszinierte ihn, besonders widmete er sich der Geologie, der Ornithologie und der Lepidopterologie. Aber seine große Liebe gehörte der Botanik. Sein Exemplar der „Flora von Elberfeld“ von H. SCHMIDT, das er mir überlassen hat, spiegelt durch seine präzisen handschriftlichen Zusätze und Anmerkungen eine Geschichte der Pflanzenwelt Wuppertals wider, denn bei seltenen Arten ist nicht nur der Erstfund vermerkt, sondern auch der Zeitpunkt und in einigen Fällen sogar die Umstände, die zum Verschwinden einer Art führten, angegeben.

Als ich 1977 die ersten Daten zur „Flora von Wuppertal“ sammelte, lernte ich Alfred BECKER kennen. Dabei begegnete ich neben einem leidenschaftlichen Botaniker einem gütigen Menschen mit einem ausgeprägten Gerechtigkeitssinn, für den der Erhalt von Natur und Umwelt ein inneres Anliegen war. Sein Rat als Natur- und Umweltschützer war gefragt, seine Meinung vertrat er oft sehr nachdrücklich.

Alfred BECKER hat schon lange vor großen Kartierungsprojekten Grundlagenforschung getrieben, ganz im Sinn der Tradition des Naturwissenschaftlichen Vereins. Ich bedauere sehr, daß er das Erscheinen der „Flora von Wuppertal“, an deren Zustandekommen er durch sein umfangreiches Material und seine kompetenten und fruchtbaren Anregungen viel Anteil hatte, nicht mehr miterleben konnte.

Ich habe ihm sehr viel zu verdanken, wir alle werden ihm ein bleibendes Andenken bewahren!

WOLF STIEGLITZ

Erstnachweis der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (KEYSERLING & BLASIUS, 1839), in der Eifel

REINALD SKIBA

Mit 1 Abbildung

Kurzfassung: Die Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni*, wurde am 1. und 3. August 1988 erstmals für die Eifel in Kempenich (500 m ü. NN) nachgewiesen. Das Exemplar jagte regelmäßig über einer Straßenbeleuchtung.

Abstract: The Northern bat, *Eptesicus nilssoni*, for the first time in the district Eifel/Federal Republik of Germany was observed 1988 in Kempenich (500 m over sea-level). The specimen was hunting routinely above lightings of a street.

Über den Verlauf der westlichen Verbreitungsgrenze der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni*, bestanden bisher nur sehr unvollständige Kenntnisse. Als typisch boreomontane Art bevorzugt sie das Gebirge. Traditionelle Vorkommensgebiete sind in der Bundesrepublik Deutschland der Harz und der Böhmerwald / Bayerische Wald, doch stammt u. a. auch ein Einzelnachweis von Dillenburg, wo sie im April 1863 geschossen wurde (KOCH 1863).



Abb. 1: Das Flugrevier der Nordfledermaus am Nordrand von Kempenich/Eifel.

Erst in den letzten Jahren gelang es im Winter durch systematische Stollenkontrollen und im Sommer mit Hilfe von Präzisions-Ultraschalldetektoren, die westliche Verbreitungsgrenze genauer zu klären. Nachdem u. a. im Sauerland (SKIBA 1986) und im Hunsrück (VEITH 1987, WEISHAAR 1988, SKIBA 1989) die Nordfledermaus im Sommer nachgewiesen werden konnte, wurden 1988 vom Verfasser die westlich gelegenen Mittelgebirge der Bundesrepublik Deutschland auf Sommervorkommen der Nordfledermaus untersucht. Zu diesem Zweck wurde auch die gesamte Eifel in acht Nächten an typischen Habitaten mit Hilfe des schwedischen Ultraschalldetektors D 940 (F. Petterson Elektronik, Vretgränd 9 D, S-75322 Uppsala) abgesehen. Besonders gründlich erfolgte die Suche in der Schnee-Eifel (höchste Erhebung: Schwarzer Mann 697 m ü. NN) und im Gebiet um die Hohe Acht (747 m ü. NN).

Während in der Schnee-Eifel kein Nachweis gelang, wurde der Verfasser am 1. August 1988 in Kempenich/Hohe Eifel (Rheinland-Pfalz) fündig. Der Ort liegt etwa auf halbem Weg zwischen der Hohen Acht und dem Laacher See. Oberhalb des Ortskernes befindet sich in einer Höhe von etwa 500 m ü. NN parallel zur Bundesstraße 412 eine Sackgasse mit Peitschenlichtmasten, über die die Nordfledermaus regelmäßig hinwegflog. Zum Zeitpunkt der Beobachtung (22.30—23.30 Uhr) war gerade ein Gewitter, von dem sich die Nordfledermaus nicht beeindrucken ließ und auch bei einem stärkeren Regenguß noch jagte. Regelmäßig flog dort auch die Zwergfledermaus.

Das Foto zeigt die Örtlichkeit, die für das Vorkommen typisch ist. Von anderen Fundpunkten ist bekannt, daß die Nordfledermaus gern regelmäßig über Beleuchtungskörpern an Straßen jagt, um die zum Licht fliegenden Insekten zu fangen.

Die Artbestimmung erfolgte an Ort und Stelle und später anhand der aufgenommenen Impulse im wesentlichen nach Frequenz und Rhythmus. Die Einzelimpulse der Nordfledermaus liefen bei etwa 29 kHz aus; Schalldruckamplituden und Impulsabstände waren arttypisch wechselnd. Die Fledermaus wurde zeitweise auch mit einem Halogenscheinwerfer verfolgt, ohne daß sie sich daran störte. Ihre Flughöhe betrug 6—10 m. Das regelmäßig beflugene Revier hatte eine Länge von etwa 140 m.

Am 3. August 1988 wurde das Gebiet erneut aufgesucht und offensichtlich dasselbe Exemplar sofort festgestellt. Gegen 0.15 Uhr verschwand es dann und wurde in der nächsten Stunde nicht mehr vernommen.

Eine Kontrolle am 21. September 1988 war erfolglos, obwohl gutes Flugwetter herrschte und andere Fledermausarten an der Straßenbeleuchtung festgestellt wurden. Außerdem wurden in allen drei Nächten die Straßen des Ortes Kempenich, die Umgebung und die benachbarten Ortschaften vergeblich abgesehen.

Den Beobachtungsumständen nach muß vermutet werden, daß es sich bei diesem Erstnachweis der Nordfledermaus in der Eifel um ein umherstreifendes Exemplar gehandelt hat, das sich einige Tage am Ortsrand von Kempenich aufhielt. Es bleibt abzuwarten, ob der Fund als Hinweis für eine westliche Arealausweitung gewertet werden kann. Für Winterfunde der Nordfledermaus bei Bestwig/Sauerland haben bereits VIERHAUS (1979) und VIERHAUS & FELDMANN (1980) sowie im Hunsrück VEITH (1987) eine derartige Vermutung geäußert. Vielleicht können auch neuere Nachweise in Ostfrankreich eine solche Annahme stützen (vgl. HANÁK & HORÁČEK 1986).

Andererseits ist bewiesen, daß selbst in Gebieten mit hoher Siedlungsdichte (Harz, Thüringen, Frankenwald, Bayerischer Wald) jahrzehntelang kein Nachweis dieser heimlichen Art gelang. Erst die Zunahme von Fledermausbeobachtern und vor allem die moderne Elektronik ermöglichten in den letzten Jahren eine Fülle von neuen Nachweisen (SKIBA 1989) in Gebieten, in denen sie früher vielleicht übersehen worden ist. Der vorliegende Nachweis ist in diesem Zusammenhang ein Beispiel für Möglichkeiten und Nutzen von elektronischen Hilfsmitteln zum Nachweis von Fledermausarten, die sonst dem Menschen verborgen geblieben wären.

Literatur

- HANÁK, V. & HORÁČEK, I. (1986): Zur Südgrenze des Areals von *Eptesicus nilssoni* (Chiroptera Vespertilionidae). — Ann. Naturhist. Mus. Wien **88/89 B**, 377—388; Wien.
- KOCH, K. (1863): Das Wesentliche der Chiropteren mit besonderer Beschreibung der im Herzogthum Nassau und den angränzenden Landestheilen vorkommenden Fledermäusen. — Jb. Ver. Naturk. Herzogthum Nassau **17/18**, 510 S.; Nassau.
- SKIBA, R. (1986): Sommernachweise der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling et Blasius, 1839) im südwestfälischen Bergland. — Z. Säugetierk. **51**, 209—212; Hamburg.
- (1989): Die Verbreitung der Nordfledermaus, *Eptesicus nilssoni* (Keyserling & Blasius, 1839) in der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik. — Myotis **27**, im Druck; Bonn.
- VEITH, M. (1987): Vorkommen und Status der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni* Keyserling & Blasius, 1938) in Rheinland-Pfalz. — Naturschutz und Ornithologie **4** (4), 885—896; Landau.
- VIERHAUS, H. (1979): Nordfledermäuse *Eptesicus nilssoni* (Keyserling und Blasius, 1839) überwintern im südwestfälischen Bergland. — Z. Säugetierk. **44**, 179—181; Hamburg.
- VIERHAUS, H. & FELDMANN, R. (1980): Ein sauerländischer Nachweis der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni*) aus dem Winter 1972/73. — Natur u. Heimat **40**, 97—99; Münster.
- WEISHAAR, M. (1988): Weitere Ergebnisse der Fledermauskartierung (Stand: Herbst 1987) im Regierungsbezirk Trier. — Dendrocopos **15**, 2—8; Trier.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Reinald Skiba, Mühlenfeld 52, D-5600 Wuppertal 21

Zur Situation der Grünfrösche in Wuppertal (*Amphiba, Ranidae*)

HOLGER MEINIG & HANS-PETER ECKSTEIN

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

1988 wurden die bekannten Grünfroschvorkommen in Wuppertal auf ihren Bestand und ihre Artzusammensetzung hin überprüft. Es wurde eine Bestandverschlechterung gegenüber 1985 festgestellt. Die Populationen setzen sich aus *Rana lessonae* und *Rana kl. esculenta* zusammen. Hinweise zur Bestandsstützung werden gegeben.

Einleitung

In der von SCHALL et al. (1985) vorgelegten Bearbeitung der Wuppertaler Amphibienfauna wird auf die schlechte Bestandssituation der Grünfrösche und die noch offene Frage der Artzugehörigkeit der vorhandenen Populationen hingewiesen. Seit BERGER (1967) den Bastardcharakter des Teichfrosches (*Rana kl. esculenta*) herausstellte, ist eine Vielzahl von Veröffentlichungen zur „Grünfroschproblematik“ erschienen (z. B. BERGER 1973, GÜNTHER 1973, HOTZ 1974, GÜNTHER 1979).

EIKHORST (1982) bot eine erste Bestimmungshilfe für die heimischen Grünfrösche Kleiner Wasserfrosch (*Rana lessonae*), Seefrosch (*Rana ridibunda*) und deren Bastard Teichfrosch (*Rana kl. esculenta*). Die Artbestimmung erfolgt anhand von morphologischen und akustischen Merkmalen. Die Ergebnisse sind zu einem hohen Prozentsatz sicher, müssen aber u. U. durch biochemische und histologische Methoden überprüft werden (EIKHORST 1984, GREVEN et al. 1988).

Material und Methode

1988 wurden von den Autoren die in Wuppertal bekannten Grünfroschvorkommen überprüft und Tiere, soweit möglich, nach EIKHORST (1982) morphologisch auf ihre Artzugehörigkeit untersucht. Zusätzlich wurden zur Bestimmung der Populationen auch die charakteristischen Paarungsrufe verwendet. Auf eine Untersuchung möglicherweise künstlich angesiedelter Gartenteichpopulationen wurde verzichtet.

Ergebnis

SCHALL et al. (1985) weisen auf den starken Rückgang der Grünfrösche in Wuppertal hin und beschreiben nur noch ein autochthones Vorkommen im Nordosten Wuppertals im Bereich der ehemaligen Tonerdegrube Uhlenbruch. Soweit es sich heute noch nachvollziehen läßt, handelte es sich hier um eine Mischpopulation von *R. lessonae* und *R. kl. esculenta* (WEBER, mdl. Mitt.). Sie ist inzwischen auf ein einziges Gewässer auf dem Gelände einer Fertighausausstellung zusammengeschrunpft.

Alle anderen Verbreitungspunkte der Bestandsaufnahme von SCHALL et al. (1985) gehen bereits auf Umsiedlungen von Tieren aus diesem Vorkommen zurück.

Gegenüber 1985 sind 1988 weniger Verbreitungspunkte zu verzeichnen. Die im Süden gelegenen neuen Populationen gehen ebenfalls auf Aussetzungen zurück. Neben Tieren aus dem

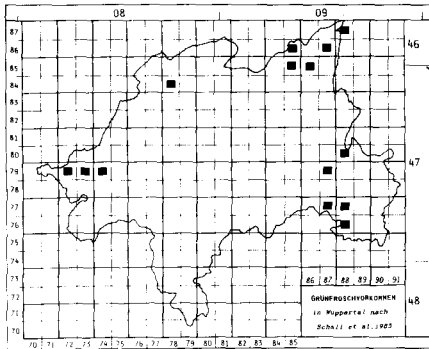


Abb. 1: Verbreitung der Grünfrösche in Wuppertal nach dem Datenmaterial von SCHALL et al. (1985).

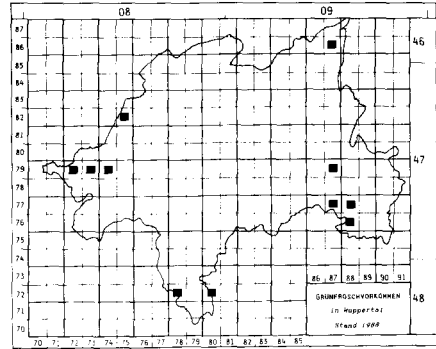


Abb. 2: Verbreitung der Grünfrösche in Wuppertal 1988.

Uhlenbruch wurden hier auch Tiere aus anderen Gebieten angesiedelt. Im Bereich Kohlfurth (Stadtplanquadrant 7872) wurden mindestens 70 *R. lessonae* aus der Eifel und Bayern, sowie ca. 100 Adulti als auch eine größere Menge Laich nicht bestimmter Artzugehörigkeit aus Monheim (Kreis Mettmann) eingebracht. Im Morsbachtal (Stadtplanquadrant 8072) sind neben mindestens 4–6 Tieren aus dem Uhlenbruch ca. 100 nicht bestimmte Tiere aus der Eifel eingesetzt worden (ECKSTEIN & MEINIG, im Druck). Die bei Gut Steinberg (Stadtplanquadrant 7582) auftretenden Tiere sind selbst eingewandert. Seit 1986 werden Tiere beobachtet. Wahrscheinlich sind sie aus den nahe gelegenen Populationen der Kalkschlammteiche in Dornap eingewandert. Auch hier wurden Tiere aus der Eifel eingesetzt.

Die Herkunft der Grünfrösche im Südosten Wuppertals an der Herbringhauser Talsperre und im Marscheider Bachtal beruhen auf Aussetzungen von Tieren aus dem Uhlenbruch. Daneben wurde auch hier nicht bestimmter Amphibienlaich aus anderen Gebieten in die Gewässer einer Fischzuchtanlage eingebracht, die den Verbreitungsschwerpunkt im Marscheider Tal bildet (FRIEDRICH, mdl. Mitt.). Die Herkunft dieser Population läßt sich heute nicht mehr zweifelsfrei klären.

Die untersuchten Vorkommen stellen alle mit einer Ausnahme Mischpopulationen aus *R. lessonae* und *R. kl. esculenta* dar. Eine Abschätzung der Bestandsanteile der beiden Formen kann nicht gegeben werden, da die Tiere auf unterschiedliche Weise gefangen wurden. Neben Fröschen, die aus den Gewässern stammten, wurden auch Tiere vermessend, die sich auf der Laichwanderung befanden. In der letzteren Gruppe ist *R. lessonae* überrepräsentiert, da die Form im Gegensatz zu *R. kl. esculenta* hauptsächlich an Land überwintert (BERGER 1982/83). Im Gebiet der Kalkschlammteiche im Westen Wuppertals und bei Gut Steinberg konnten keine Tiere gefangen werden. Hier wurde nach akustischen Merkmalen nur der Teichfrosch (*R. kl. esculenta*) nachgewiesen. Für die Schlammteiche wird dieses Ergebnis von PASTORS (mdl. Mitt.) bestätigt. Der für den Mittelgebirgsraum untypische Seefrosch (*Rana ridibunda*) wurde nicht festgestellt.

Konsequenzen

Hauptrückgangursache für die Grünfrösche in Wuppertal ist neben der Verkippung die zunehmende Beschattung von Laichgewässern (SCHALL et al. 1985). Durch eine vorsichtige, dem Landschaftsraum angepaßte Neuanlage von Gewässern und der Pflege von bestehenden Laichhabitaten kann dem entgegengewirkt werden. Dabei sollte den Tieren selbst Gelegenheit

gegeben werden, neue Gewässer zu besiedeln; auf eine künstliche Ansiedlung mit heimischen und besonders mit gebietsfremden Tieren ist zu verzichten. Die Folgen einer Faunenverfälschung auf die bestehenden Biozöosen sind nicht abschätzbar (MEINIG & ECKSTEIN, im Druck). In Ballungsräumen ist die Herpetofauna stark durch anthropogene Eingriffe geprägt, dies gilt auch für die Grünfrösche, wie KORDGES (1987, 1988) für das Stadtgebiet von Essen zeigt. In Wuppertal sind bereits heute viele Bestände von Amphibien und Reptilien angesiedelt und entsprechen nicht mehr den natürlich gewachsenen Verbreitungsverhältnissen.

Literatur

- BERGER, L. (1967): Embryonal and larval development of F1-generation of green frogs different combinations. — *Acta. Zool. Cracow* **12** (7): 123—160; Cracow.
- (1973): Systematics and hybridization in European green frogs of *Rana esculenta* complex. — *J. Herpetol.* **7** (1): 1—10.
- (1982/83): Hibernation of the European water frogs (*Rana esculenta* complex). — *Zool. Pol.* **29** (1—2): 57—72.
- ECKSTEIN, H.-P., & MEINIG, H. (im Druck): Umsiedlungen und Aussetzungen in Wuppertal. — *Jbuch. f. Feldherpetol.*, **3**, Duisburg.
- EIKHORST, R., (1982): Zur Unterscheidung der heimischen Grünfrösche. — Anlage zum Merkblatt Nr. 4: Unseren Lurche und Kriechtieren muß geholfen werden, 2. Aufl. — Niedersächsisches Landesverwaltungsamt, Fachbehörde für Naturschutz, Hannover, 4. S.
- (1984): Untersuchung zur Verwandtschaft der Grünfrösche. — Dissertation Universität Bremen: 154 S.
- GREVEN, H., GLANDT, D., & SCHINDELMEISER, I. (1988): Zur Kenntnis der Wasserfrösche Nordrhein-Westfalens. I. Untersuchungen an einer *Rana esculenta* / *Rana lessonae* — Population des Teichgutes Hausdülmen. — In: GÜNTHER, R., & KLEWEN, R. (Hrsg.): Beiträge zur Biologie und Bibliographie (1960—1987) der europäischen Wasserfrösche. *Jbuch. f. Feldherpetol.*, Beih. 1: 105—116; Duisburg.
- GÜNTHER, R. (1973): Über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den europäischen Grünfröschen und den Bastardcharakter von *Rana esculenta* L. (*Anura*). — *Zool. Anz.* **190** (3/4): 250—285.
- (1979): Die europäische Wasserfroschgruppe — ein evolutionsbiologischer Sonderfall. — *Biol. Rundschau* **17**: 217—228.
- HOTZ, H. (1974): Biometrische Untersuchungen an europäischen Grünfroschpopulationen des *Rana esculenta*-Komplexes (*Amphibia*, *Salientia*). — Diplomarbeit Universität Zürich: 74 S.
- KORDGES, T. (1987): Amphibien und Reptilien in Ballungsräumen, dargestellt am Beispiel der Städte Essen und Hattingen. *Dipl.-Arb.*, Universität-GHS Essen Fb. 9: 245 S.
- (1988): Zur Wasserfroschproblematik in Ballungsräumen — eine Essener Fallstudie. — In: GÜNTHER, R., & KLEWEN, R. (Hrsg.): Beiträge zur Biologie und Bibliographie (1960—1987) der europäischen Wasserfrösche. *Jbuch. f. Feldherpetol.*, Beih. 1: 97—104; Duisburg.
- MEINIG, H., & ECKSTEIN, H.-P. (im Druck): Problematik von Aussetzungen und Ansiedlungen. — *Jbuch. f. Feldherpetol.*, **3**; Duisburg.
- SCHALL, O., WEBER, G., PASTORS, J., & GRETZKE, R. (1985): Die Amphibien in Wuppertal — Bestand — Gefährdung — Schutz. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **38**: 87—107, Abb. 1—11; Wuppertal.

Anschriften der Verfasser:

Holger Meinig, Universität Bielefeld, Fak. f. Biologie, Verhaltensphysiologie, Postfach 8640, D-4800 Bielefeld 1

Hans-Peter Eckstein, Rudolfstr. 70, D-5600 Wuppertal 2

Ökologische Untersuchungen an Proturen (*Arthropoda: Insecta*) in süddeutschen Wäldern*

JÖRG STUMPP

Mit 6 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

In den Jahren 1984—1988 wurden in verschiedenen Wäldern Süddeutschlands Untersuchungen zur Taxonomie und Ökologie von Proturen durchgeführt. Die vorgestellten Ergebnisse beinhalten Artenspektrum, Abundanz, Populationsdynamik, vertikale und horizontale Verteilung sowie Untersuchungen zur Empfindlichkeit dieser Tiere gegenüber Umweltveränderungen.

Summary

Investigations on the ecology of Protura were made in different forests of the southern part of the Federal Republic of Germany from 1984 to 1988. The results inform about spectrum of species, abundance, population-dynamics, vertical and horizontal distribution and the sensibility of these animals to environmental alterations.

Einleitung

Die Ordnung Protura oder Beintastler umfaßt 0,5—2,4 mm kleine, primär flügellose Tiere, die vorwiegend humusreiche Waldböden besiedeln. Ihnen fehlen Augen und Antennen. Die Tastfunktion übernehmen dafür die Vorderbeine. Über ihre Biologie und Ökologie ist bisher nur wenig bekannt. Besonders erwähnenswert ist die Entdeckung ihrer hochspezialisierten Ernährungsweise als Mykorrhizazehrer durch STURM 1959. Einige Arbeiten geben Hinweise auf ihre Eignung als Bioindikatoren (FUNKE 1986, NOSEK 1982, STUMPP 1987).

Die folgenden Untersuchungen waren in ein Projekt zur Erforschung der Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Waldökosysteme (PEF, Kernforschungszentrum Karlsruhe) integriert.

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen wurden vorwiegend in 50—120jährigen Fichtenforsten mit unterschiedlichen Schädigungsgraden und Höhenlagen durchgeführt: bei Ulm (U1), bei Ochsenhausen (Ux und Oc), im Welzheimer Wald (Ed), im Süd- und Nordschwarzwald (Ks und Fs) sowie im Fichtelgebirge (Fg) und Harz (Kk). Daneben wurden ein Buchen- (Ef), ein Eichen-Hasel-Mischwald (U2) und 2 Auwälder (Gr und Au) berücksichtigt. Ziel weiterer Untersuchungen waren auch mit Nexit-, Ripcord 40-, H₂ SO₄- und NaCl-Lösung besprühte „Befugungsflächen“ in U1 (Einzelheiten siehe FUNKE 1986).

Material und Methoden

Auf den Untersuchungsflächen wurden Bodenproben mit einem zylindrischen Metallstechrohr entnommen. Die Bohrkern wurden in 3 cm dicke Teilproben unterteilt und der Extraktion nach MACFADYEN 1961 unterzogen. Die damit ausgetriebenen Tiere wurden in Alkohol fixiert und

*Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

	U1 ¹	Ux ¹	Oc ¹	Ks ¹	Fs ¹	Ed ¹	Fg ¹	KK ¹	U2 ²	Ef ³	Gr ⁴	Au ⁴
<u>Eosentomidae</u>												
<i>Eosentomon armatum</i> STACH									*	*	*	
<i>E. fichteliense</i> RUS							*					
<i>E. foliaceum</i> RUS	*	*							*			
<i>E. funkei</i> RUS						*	*					
<i>E. rusekianum</i> STU & SZEP												*
<i>E. stachi</i> GIS									*		*	*
<i>E. stumppi</i> RUS							*					*
<i>E. transitorium</i> BERL		*	*	*	*	*	*					
<i>E. cf. transitorium</i>	*	*							*	*		
<i>E. zodium</i> SZEP												*
<i>E. sp. Typ A</i>											*	
<i>E. sp. Typ B</i>											*	
<i>E. sp. Typ C</i>												*
<i>E. sp. Typ D</i>		*	*									
<u>Protentomidae</u>												
<i>Hesperentomon n. sp.</i>											*	*
<i>Protentomon tuxeni</i> NOS											*	
<i>Proturentomon condei</i> NOS											*	*
<u>Acerentomidae</u>												
<i>Acerentulus gisini</i> CONDE											*	
<i>A. oxsenhausenus</i> RUS	*	*	*									
<i>A. sp. Typ A</i>												*
<i>Acerentomon affine</i> BAG			*									
<i>A. gallicum</i> ION		*					*	*		*		
<i>A. mesorhinus</i> ION				*	*							

¹: Fichtenforst; ²: Eichen-Haselmischwald; ³: Buchenwald; ⁴: Auwald

Tab. 1: Artenspektrum

dann nach RUSEK 1975 zur Fertigstellung von Dauerpräparaten behandelt, auf einen Objektträger gebracht und eingebettet.

Ergebnisse

Die Proturen stellen im Vergleich zu anderen Bodenmikroarthropoden eine relativ artenarme Tiergruppe dar (Tab. 1): In den untersuchten Wäldern wurden 23 Arten aus 6 Gattungen nachgewiesen. Es dominierten die Gattungen *Eosentomon* und *Acerentulus*, in den Auwäldern auch *Ionescuellum* und *Proturentomon*. Am artenreichsten (je 8) erwiesen sich die Proturenzoosen der Auwälder; nur je 2—6 Arten wurden in den Fichtenforsten nachgewiesen. Darunter befanden sich 7 neue, bisher unbekannte Spezies (RUSEK 1988, STUMPP & SZEPTYCKI im Druck).

Sie erreichten in Fichtenforsten eine durchschnittliche Populationsdichte von 5 700 Ind./m² (Abb. 1). Spitzenwerte wurden hierbei in Ux mit einer mittleren Dichte von 13 000 Ind./m² erzielt. Ähnlich hoch lag ihre durchschnittliche Dichte nur im Auwald Au mit 12 000 Ind./m². In den Laubwäldern U2 und Ef waren sie mit 1 700 Ind./m² deutlich seltener. Hohe Sommer-/Herbst- und niedrige Winterwerte prägten das Bild saisonaler Schwankungen.

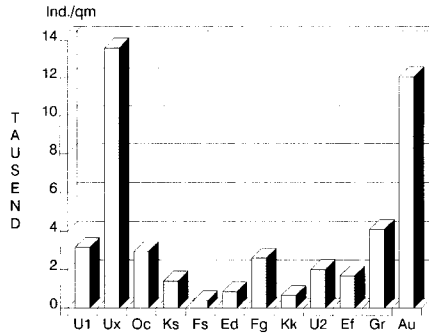
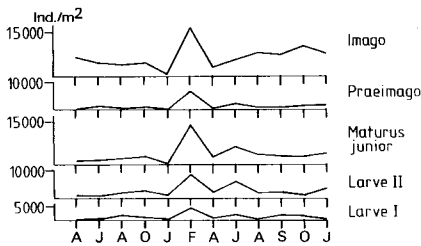


Abb. 1: Gemittelte Proturen-Abundanz auf den Untersuchungsflächen.

Untersuchungen über die Populationsdynamik häufiger Arten (aus U1 und Ux) ließen einen extrem vielschichtigen Altersaufbau der Populationen erkennen (Abb. 2): die einzelnen Larvenstadien und die Imagines traten nebeneinander auf (z. B. bei *Acerentulus ochsenhausenus*). Nur bei *Eosentomon foliaceum* zeigten sich im Jahresverlauf zwei um ca. 2 Monate verschobene Entwicklungslinien.

a



b

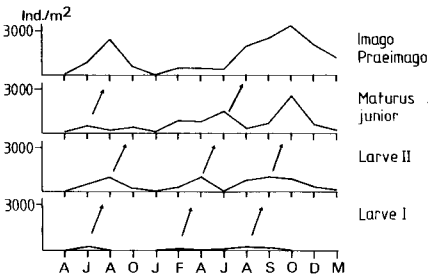


Abb. 2: Populationsdynamik (Aug. 1984—Jan. 1986) von a) *Acerentulus ochsenhausenus* in Ux und b) *Eosentomon foliaceum* in U1.

Proturen leben vorzugsweise in oberen Bodenschichten. Mit zunehmender Tiefe ist ein Rückgang ihrer Häufigkeit zu beobachten (Abb. 3). Ihre größten Dichten erreichen sie entweder im Streu- (z. B. in U1) oder im obersten Humusbereich (z. B. in Ux). Dabei bevorzugen einzelne Arten bestimmte Tiefenzonen (Abb. 4): im Fichtenforst Ux wurden die meisten Tiere von *Eosentomon cf. transitorium* in der Streu, von *E. foliaceum* und *Acerentulus ochsenhausenensis* im obersten Humusbereich (0–3 cm) gefunden. Eine weitere Art (*Eosentomon* sp. Typ D) siedelt noch tiefer (6–9 cm). Es wurden auch Vertikalwanderungen beobachtet, die teilweise mit Niederschlägen oder extremen Temperaturen korrelierten.

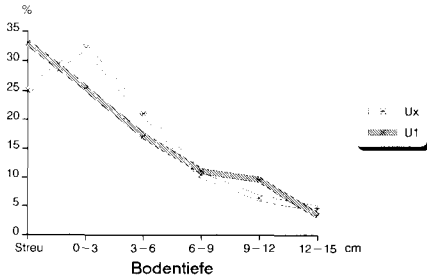


Abb. 3: Vertikalverteilung der Proturen in U1 und Ux. Angaben in % am Gesamtfang.

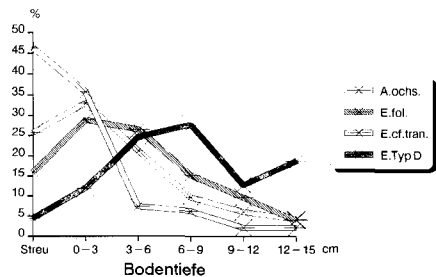


Abb. 4: Vertikalverteilung von *Acerentulus ochsenhausenensis*, *Eosentomon foliaceum*, *E. cf. transitorium* und *E. sp.* (Typ D) in Ux.

Das horizontale Verteilungsmuster der Proturen ist geprägt durch eine große Tendenz zur Aggregation. Die Analyse der großräumigen Dispersion erbrachte eine inäquale bis kumulative Verteilung. In einem kleinräumigen Dispersionsversuch war ihre Verteilung gleichförmiger.

Proturen ernähren sich vorzugsweise vom Hyphenmantel der ektotrophen Mykorrhiza höherer Pflanzen (STURM 1959). Fütterungsversuche im Labor konnten diese Beobachtungen bestätigen. Nach einer Hungerhaltung von mehreren Wochen und anschließendem Eintrag mykorrhizierter Wurzelspitzen, gelang es, einige Tiere beim Saugakt zu beobachten. Diese starke Spezialisierung bezüglich der Nahrung führt zu einem engen Beziehungsverhältnis zwischen der Proturen-Abundanz und dem Ausbildungsgrad der Mykorrhiza. Dies kam in einer Untersuchung zum Ausdruck, wo der Anzahl mykorrhizierter Feinwurzeln an intakten Feinwurzelsystemen die Oszillationen der Proturen-Abundanz in U1 gegenübergestellt wurden (Abb. 5). Hierbei ergaben sich besonders bei Jungtieren recht enge Korrelationen. Lebendbeobachtungen haben gezeigt, daß diese nur sehr kurze Zeit ohne Nahrung überdauern können. In stark geschädigten Beständen des Fichtelgebirges, des Südschwarzwaldes und des Harzes waren kaum Proturen nachzuweisen. In wie weit dafür ein u. U. geschädigtes Mykorrhizasystem verantwortlich gemacht werden kann, ist noch ungewiß.

Die Empfindlichkeit dieser Tiere kam auch in einer Versuchsreihe zum Ausdruck, wo die Auswirkungen der Biozide Lindan und Ripcord, verdünnter Schwefelsäure- und Kochsalzlösung auf die Bodenfauna getestet wurden (Abb. 6): Ripcord 40 wirkt letal; Nexit und NaCl verursachten einen starken Abundanzrückgang. Weniger stark waren die Beeinträchtigungen auf der mit verdünnter Schwefelsäurelösung behandelten Fläche. Ganz besonders geschädigt wurden hierbei die Jungtiere.

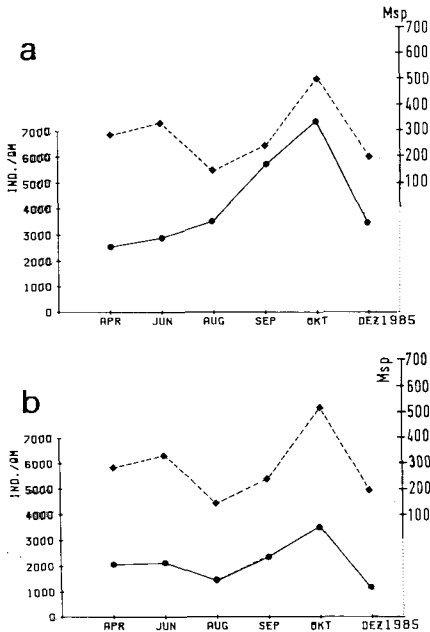


Abb. 5: Oszillationen der Proturen-Abundanz in U1 und (nach FEIL et al. 1986) der Anzahl mykorrhizierter Wurzelspitzen an intakten Feinwurzelsystemen in 1 000 cm³ Boden. a) Protura Gesamt, b) Juvenile Tiere.

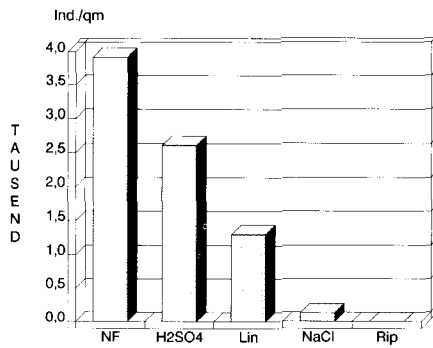


Abb. 6: Auswirkungen toxischer Substanzen auf die Proturen-Abundanz. NF: unbehandelte Kontrollfläche; H₂SO₄: mit H₂SO₄- (pH2); Lin: Lindan-; NaCl: Natriumchlorid-; Rip: Ripcordlösung behandelte Areale.

Literatur

- FEIL, W., KOTTKE, I. & OBERWINKLER, F. (1986): Vergleichende Untersuchungen zur Auswirkung von Trockenstreß auf Feinwurzelsysteme — KfK-PEF 4, 1; 324—330, Kernforschungszentrum Karlsruhe.
- FUNKE, W. (1986): Tiergesellschaften im Ökosystem „Fichtenforst“ (Protozoa, Metazoa — Invertebrata) — Indikatoren von Veränderungen in Waldökosystemen — KfK-PEF 9; 1—150, Kernforschungszentrum Karlsruhe.
- MACFADYEN, A. (1961): Improved funnel-type extractors for soil Arthropods — J. Anim. Ecol. 30; 171—184.
- NOSEK, J. (1982): Indikationsbedeutung der Proturen — Pedobiologia 24; 249—253.
- RUSEK, J. (1975): Eine Präparationstechnik für Springschwänze und ähnliche Gliederfüßer — Mikrokosmos 64; 378—381.
- (1988): *New Eosentomon and Acerentulus species* (Protura) from Federal Republic Germany — Vest. cs. Spolec. zool. 52; 217—237.
- STUMPP, J. (1987): Zur Taxonomie und Ökologie einheimischer Proturen (Arthropoda: Insecta) in Fichtenforsten — Dissertation, Ulm.
- STUMPP, J. & SZEPTYCKI, A. (im Druck)
- STURM, H. (1959): Die Nahrung der Proturen — Die Naturwissenschaften 46; 90—91.

Anschrift des Verfassers:

Dr. JÖRG STUMPP, Universität Ulm, Abt. Ökologie u. Morphologie der Tiere, Oberer Eselsberg M 25, D-7900 Ulm

Die Käferfauna des oberbergischen Ülfetals, Teil II*

EDMUND WENZEL

Mit 2 Tabellen

	Häufigkeit		Fangm.	Feuchtblöde Wald	Wies./offene Fläche	Kulturland	Bio-Ind. F	W	spezielle Bemerkungen
	N	S							
STAPHYLINIDAE - Fortsetzung									
<i>Cordalia obscura</i> (Grav.)	2	2	7,12		x				
<i>Bohemellina paradoxa</i> Mach.	1	1	9		x				ss, NFBL
<i>Tachysa coarctata</i> Er.	1	2	4	x			x		
<i>T. leucopus</i> (Mannh.)	1	1	4	x			x		
<i>Gnypeta ripicola</i> Kiesw.			2,4,7	x			x		
<i>G. carbonaria</i> (Mannh.)	1	4	4	x			x		
<i>Trichiusa immigrata</i> Lohse	h		3-12	x	x	x			NFBL
<i>Callicerus obscurus</i> Grav.	2	3	4,5	x			x		vs
<i>Hydrosmectina subtilissima</i> (Kr.)	1	1	7	x			x		s, RL
<i>Aloconota planifrons</i> (Waterh.)	4	6	5,7,10	x	x	x			ss
<i>A. sulcifrons</i> (Steph.)	1	2	9	x			x		vs
<i>A. gregaria</i> (Er.)	2	3	7,10	x			x		
<i>Amischa analis</i> (Grav.)	h		1-12	x	x	x			
<i>A. soror</i> (Kraatz)	h		1-12	x	x	x			
<i>Amidobia talpa</i> (Heer)	1	4	3						
<i>Neohemitropia sordida</i> (Mannh.)	1	1	9	x					
<i>Geostiba circellaris</i> (Grav.)	h		1-12	x				x	
<i>Dinaraea aequata</i> (Er.)			2-11	x					
<i>D. linearis</i> (Grav.)	3	7	5,9	x				x	vs
<i>Dadobia immersa</i> (Er.)	1	1	6	x				x	s
<i>Plataraea brunnea</i> (F.)	h		5,6	x		x			
<i>Liogluta pagana</i> (Er.)	m	>10			x				s
<i>L. letzneri</i> Eppelsh.	1	1	5		x				
<i>L. wüsthoffi</i> Benick	3	5	5,6				x		
<i>L. microptera</i> Thoms.	m	m	3,4,10	x	x				
<i>Atheta elongatula</i> (Grav.)	h		3-11	x	x	x	x		
<i>A. hygrotopora</i> (Kr.)	m	m	5-7	x	x				
<i>A. luridipennis</i> (Mannh.)	m	m	3-7	x	x				
<i>A. obtusangula</i> Joy	1	1	6	x			x		
<i>A. palustris</i> (Kiesw.)	3	8	5,9	x		x			
<i>A. debilis</i> (Er.)	2	4	4,9	x			x		vs
<i>A. deformis</i> (Kraatz)	3	7	5,6,9	x		x			ss
<i>A. fungivora</i> (Thoms.)	1	1	9	x			x		s
<i>A. nigricornis</i> (Er.)	3	5	4,7,9	x					
<i>A. harwoodi</i> Williams	1	1	11	x					
<i>A. amicula</i> (Steph.)	1	1	10				x		
<i>A. pittionii</i> Scheer	m	m	5-9	x	x	x			
<i>A. sodalis</i> (Er.)	h		2-12	x					
<i>A. gagatina</i> Baudi	1	1	7	x					
<i>A. pallidicornis</i> Thoms.	m	m	3,5	x			x		
<i>A. trinotata</i> (Kr.)	h		4-8	x		x			
<i>A. cadaverina</i> Bris.	3	3	9,11	x		x			vs
<i>A. fungi</i> (Grav.)	h		2-11	x	x	x			
<i>A. amplicollis</i> (Muls.)	2	3	3,4	x			x		
<i>A. pygmaea</i> (Grav.)	m	m	4-7			x	x		
<i>A. aterrima</i> (Grav.)	h		3-11	x	x		x		
<i>A. nigra</i> (Kr.)	1	2	9			x			
<i>A. canescens</i> Shp.	2	4	5,9	x			x		vs
<i>A. castanoptera</i> (Mannh.)	m	m	9,10	x	x		x		
<i>A. triangulum</i> (Kr.)	h		3-11	x	x		x		
<i>A. xanthopus</i> (Thoms.)	1	1	4				x		
<i>A. graminicola</i> (Grav.)	2	3	4,9	x			x		
<i>A. aquatilis</i> Thoms.	4	5	3,4	x			x		vs, RL
<i>A. incognita</i> Shp.	2	2	4,7			x	x		vs
<i>A. aquatica</i> Thoms.	1	1	3			x			
<i>A. laticollis</i> (Steph.)	3	3	6,7,9	x	x				

*Kurzfassung eines Vortrages (2. Teil) der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbiole			Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W	
<i>Atheta coriaria</i> (Kr.)	1	2	9	x					vs
<i>A. ravilla</i> (Er.)	2	2	3,9		x	x			
<i>A. crassicornis</i> (F.)	h		4-10		x	x			
<i>A. ischnocera</i> (Thoms.)	1	1	5			x			S
<i>A. laevana</i> (Muls. Rey)	2	7	3,4		x	x			
<i>A. atramentaria</i> (Gyll.)	l	1	11	x					
<i>A. marcida</i> (Er.)	m		1,4,10	x	x	x	x		
<i>A. putrida</i> (Kr.)	m		3-5,9	x	x	x	x		
<i>A. longicornis</i> (Grav.)	m		3-10	x	x	x	x		
<i>Aleunota egregia</i> Rye	l	1	6			x		x	S
<i>Drusilla canaliculata</i> (F.)	h		4-10			x			
<i>Atemeles emarginatus</i> (Payk.)	2	2	5		x				vs
<i>Phloeopora testacea</i> Mannh.	4	>10	5-7		x				
<i>Chilopora longitarsis</i> (Er.)	3	>10	5,6,9	x	x		x		vs
<i>Ocalaea badia</i> Er.	2	2	3	x	x				
<i>O. picata</i> Steph.	h		1-12	x	x	x	x		
<i>Meotica apicalis</i> Benick	3	6	2,3,12	x	x	x	x		vs
<i>Deubelia picina</i> (Aubé)	3	5	3,11	x	x	x	x		
<i>Mniusa incrassata</i> Muls. Rey	2	7	7,9		x			x	
<i>Oxyпода elongatula</i> (Aubé)	h		2-5,11	x	x		x		
<i>O. procerula</i> Mannh.	l	1	7	x			x		S
<i>O. opaca</i> Grav.	2	2	6			x			
<i>O. longipes</i> Muls. Rey	l	1	9		x				
<i>O. vittata</i> Märk	3	4	6,10,11	x					
<i>O. lividipennis</i> Mannh.	h		3-11	x		x			
<i>O. spectabilis</i> Mark.	5	7	6,10,12			x	x		S
<i>O. induta</i> Muls. Rey	3	5	3,10	x		x			S
<i>O. umbrata</i> (Gyll.)	m		3,6,8	x		x			vs
<i>O. vicina</i> Kr.	l	1	3		x			x	SS
<i>O. alternans</i> (Grav.)	m		9,10		x			x	
<i>O. annularis</i> Mannh.	m		6,10,11		x			x	
<i>O. amoena</i> Fairm.	l	2	11			x		x	S
<i>Crataraea suturalis</i> (Mannh.)	2	>10	6,11			x			vs
<i>Haploglossa pulla</i> (Gyll.)	3	5	7,9		x				
<i>Aleochara curtula</i> (Goeze)	h		2-12	x	x	x			
<i>A. tristis</i> Grav.	l	1	9			x			vs
<i>A. sparsa</i> Heer	h		3-10		x	x			
<i>A. lanuginosa</i> Grav.	m	>10	4,5		x	x	x		
<i>A. bipustulata</i> (L.)	h		5,6,8,10	x	x	x			
PSELAPHIDAE									
<i>Bibloporus bicolor</i> (Denn.)	2		2-12	x				x	S
<i>Euplectus nanus</i> (Reichb.)	2	2	12	x					S
<i>E. sanguineus</i> Den.	h		2-12			x	x		
<i>E. signatus</i> (Reichb.)	m		4,6,11				x		
<i>E. punctatus</i> Muls.	l	1	6			x		x	S
<i>E. karsteni</i> Reichb.	m		6,7		x			x	
<i>Plectophloeus fischeri</i> (Aubé)	2	2	6,7	x		x			SS
<i>Bythinus macropalpus</i> Aubé	l	1	2	x				x	vs
<i>B. burelli</i> Denn.	h		2-12	x	x			x	
<i>Bryaxis carinula</i> (Rey)	l	2	3	x					S
<i>B. puncticollis</i> (Denn.)	h		2-12	x				x	vs
<i>B. curtisi</i> (Leach)	2	2	3,4	x					
<i>B. bulbifer</i> (Reichb.)	h		2-12	x				x	
<i>B. clavicornis</i> (Panz.)	l	1	2	x				x	S
<i>Brachygluta fossulata</i> (Reichb.)	3	5	2,4,5	x					

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchthabitate				Bio-Ind.		spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W		
<i>Pselaphus heisei</i> Hbst.	4	5	3,4,8	x	x			x		
<i>Tyrus mucronatus</i> (Panz.)	1	1	10		x					s,RL
LYCIDAE										
<i>Homaliscus fontisbellaqueui</i> Geoffr.	3	3	6,7		x					
LAMPYRIDAE										
<i>Lamprohiza splendidula</i> (L.)	m		6,7		x	x				
CANTHARIDAE										
<i>Cantharis cyanipennis</i> Falder.	3	3	5,6			x				
<i>C. fusca</i> L.	3	4	6,7		x	x				
<i>C. pellucida</i> F.	h		5-7		x	x				
<i>C. obscura</i> L.	m		5,6		x	x	x			
<i>C. nigricans</i> Müll.	m		5-7		x	x	x			
<i>C. livida</i> L.	m		5-7		x	x	x			
<i>C. rufa</i> L.	2	2	7			x				
<i>Rhagonycha fulva</i> (Scop)	h		8,9			x				
<i>R. lignosa</i> (Müll.)	m		5,7			x				
<i>R. atra</i> (L.)	m		6,7		x	x				
<i>Malthinus flaveolus</i> Hbst.	m		5-7	x	x	x				
<i>Malthodes dispar</i> germ	m		6,7	x	x	x				
<i>M. marginatus</i> Latr.	m		7,8		x	x	x			
<i>M. spathiter</i> Kiesw.	2	2	7			x				
<i>M. brevicollis</i> Payk.	2	6	5,6			x				x vs
MALACHIDAE										
<i>Malachius bipustulatus</i> (L.)	m		5,6,7		x	x				
<i>Anthocomus fasciatus</i> (L.)	2	2	6			x				
<i>A. bipunctatus</i> (Marrer.)	1	1	5			x				
<i>Axinotarsus pulicarius</i> (F.)	1	1	9	x						
<i>A. marginalis</i> (Cast.)	2	5	8				x			
MELYRIDAE										
<i>Haplocnemus nigricornis</i> (F.)	m		4-7		x		x			x
<i>Dasytes niger</i> (L.)	m		6-7		x	x				x vs
<i>D. plumbeus</i> (Müll.)	2	2	6			x				
<i>D. aerosus</i> Kiesw.	1	1	5		x					x
CLERIDAE										
<i>Thanasimus formicarius</i> (F.)	1	1	9		x					
<i>Korynetes coeruleus</i> (De Geer.)	1	1	8			x				vs
LYMEXYLONIDAE										
<i>Hylecoetus dermestoides</i> (L.)	h		5-7		x					x
ELATERIDAE										
<i>Ampedus balteatus</i> (L.)	2	2	5,6		x					x
<i>A. sanguineus</i> (L.)	4	5	5,6		x					x
<i>A. cinnabarinus</i> (Esch.)	1	1	11		x					x s,RL
<i>Dalopius marginatus</i> (L.)	h		5-7		x	x	x			x
<i>Agriotes aterrimus</i> (L.)	3	3	5,6		x	x				x
<i>A. pallidulus</i> (Ill.)	h		5-7		x	x	x			
<i>A. pilosellus</i> (Schönh.)	2	3	6		x					x

	Häufigkeit		Fangmon.	Lebensbiotope				Bio-Ind.		spezielle Bemerkungen
	N	S		Feuchtbio- tope	Wald	Wiesenge- biet	Kulturland	F	W	
<i>Agriotes obscurus</i> (L.)	2	2	5,6	x	x					
<i>Adrastus pallens</i> (F.)	3	7	6,7	x	x	x				
<i>Melanotus castanipes</i> (Payk.)	1	1	6	x				x	s	
<i>M. rufipes</i> (Hbst.)	3	3	4,6,7	x		x				
<i>Adolocera murina</i> (L.)	4	4	5-7	x	x	x				
<i>Ctenicera pectinicornis</i> (L.)	m		5-6	x	x	x		x		
<i>Anostirus castaneus</i> (L.)	1	1	6		x			x	vs	
<i>Haplotarsus incanus</i> (Gyll.)	3	10	5,6	x				x		
<i>Selatosomus aeneus</i> (L.)	4	5	5,6	x	x					
<i>Denticollis lineatus</i> (L.)	m		5,6		x	x				
<i>D. rubens</i> (Pill. et Mitt.)	1	1	6	x				x	s, RL	
<i>Cidnopus parvulus</i> (Panz.)	2	2	5			x				
<i>Pseudathous niger</i> (L.)	1	1	7			x				
<i>Athous haemorrhoidalis</i> (F.)	m		5,6		x		x			
<i>A. vittatus</i> (F.)	1	2	5		x			x		
<i>A. subfuscus</i> (Müll.)	m		5-7		x	x		x		
<i>A. bicolor</i> (Goeze)	2	2	7		x			x		
<i>Hypnoidus riparius</i> (F.)	m		5-7	x				x		vs, RL
EUCNEMIDAE										
<i>Melasis buprestoides</i> (L.)	2	10	5,6		x				x	s
THROSCIDAE										
<i>Throscus dermestoides</i> (L.)	h		5-8		x		x			
<i>T. carinifrons</i> Bonv.	h		6-8		x		x			
BUPRESTIDAE										
<i>Anthaxia salicis</i> (F.)	3	3	5-6			x				s
<i>A. quadripunctata</i> (L.)	1	1	6		x					
<i>Agrius sulcicollis</i> Lac.	m	10	5,6		x	x		x		vs
HELODIDAE										
<i>Helodes marginata</i> (F.)	3	3	6,7	x		x		x		vs
<i>Microcara testacea</i> (L.)	1	1	5	x				x		
<i>Cyphon coarctatus</i> Payk.	2	3	6	x						
<i>C. palustris</i> Thoms.	1	1	5	x				x		
<i>C. ruficeps</i> Tourn.	1	1	7			x		x		vs
<i>Prionocyphon serricornis</i> (Müll.)	1	1	7	x				x		s, RL
<i>Hydrocyphon deflexicollis</i> (Müll.)	1	1	6	x				x		s, RL
DRYOPIDAE										
<i>Dryops ernesti</i> Des Gozis	1	1	5	x				x		
<i>Elmis mangetii</i> Latr.	m		6,7,11	x				x		
<i>E. aenea</i> (Müll.)	h		6-8	x				x		
<i>Limnius perrisi</i> (Duf.)	4	9	7-9	x				x		
<i>L. volckmari</i> (Panz.)	m		7,8	x				x		
DERMESTIDAE										
<i>Dermestes lardarius</i> L.	m		5,6,8					x		
<i>Attagenus pellio</i> (L.)	h		3-6					x		
<i>Megatoma undata</i> (L.)	1	1	1		x					
<i>Anthrenus verbasci</i> (L.)	m		4-7					x		
<i>A. museorum</i> (L.)	h		5-8					x		
<i>A. fuscus</i> Ol.	1	1	8					x		

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchthabitate				Bio-Ind.	Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wieser/ offene Fläche	Kulturland	F		
BYRRHIDAE									
Simplocaria semistriata F.	m		3,9,10	x	x	x			
Cytilus sericeus (F.)	m		3,5,6		x	x			
Byrrhus pilula L.	3	3	5,7		x	x			
OSTOMIDAE									
Nemosoma elongatum (L.)	1	1	10		x			x	vs
BYTURIDAE									
Byturus tomentosus (F.)	h		5,6		x	x			
NITIDULIDAE									
Cateretes rufilabris (Latr.)	2	2	5,9			x	x	x	
Heterhelus scutellaris (Heer)	2	6	5		x	x		x	
Brachypterus urticae (F.)	h		4-9			x	x		
B. glaber Steph.	2	2	8,10			x			
Brachypteroles pulicarius (L.)	1	2	7			x			
B. cornelii Scop.	m		7,9			x	x		
Carpophilus sexpustulatus (F.)	3	7	2,4,6		x			x	vs
Meligethes denticulatus (Heer)	2	2	5		x	x			
M. aeneus (F.)	h		5,6,9		x	x	x		
M. viridescens (F.)	h		5-8		x	x	x		
M. difficilis (Heer)	2	2	5,9		x				
M. morosus Er.	2	2	5,6			x	x		
M. haemorrhoidalis Forst.	1	1	5				x		
M. erythropus (Marsh.)	1	1	6			x			
M. symphyti (Heer)	3	3	5,6		x	x			
Epuraea melanocephala Marsh.	1	1	6				x		
E. neglecta (Heer)	1	1	6		x	x		x	
E. florea Er.	m		5-7		x	x	x		
E. pusilla (Ill.)	3	4	5,7,9		x	x	x	x	
E. longula Er.	m		4-6		x	x	x		
E. binotata Reitt.	m		6,7		x	x	x	x	vs
E. terminalis Mannh.	1	1	7				x		
E. adumbrata Mannh.	1	1	7			x			
E. biguttata (Thunb.)	1	1	5			x			
E. unicolor (Ol.)	4	9	6,10		x	x	x		
E. variegata (Hbst.)	m		4-7		x			x	
E. depressa (Ill.)	h		5-9		x	x			
E. rufomarginata (Steph.)	m		4,6,9			x	x	x	s, RL
Omosita discoidea (F.)	h		6-9			x			
Soronia punctatissima (Ill.)	3	3	7,8			x		x	vs
S. grisea (L.)	m		5-9			x	x		
Pocadius ferrugineus (F.)	3	4	5,8,9		x	x			
Cychramus luteus (F.)	1	1	6		x			x	
Glischrochilus quadriguttatus (F.)	h		3-11		x	x	x	x	
G. hortensis Fourc.	1	1	6				x		
G. quadripunctatus L.	m		4-7,10		x			x	
CYBOCEPHALIDAE									
Cybocephalus politus Gyll.	1	1	9		x			x	ss, NFBL

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbiopt.			Kulturland	Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	F		W		
RHIZOPHAGIDAE										
<i>Rhizophagus ferrugineus</i> (Payk.)	m		3,5,10	x		x				
<i>R. perforatus</i> Er.	3	4	4,6	x				x		
<i>R. dispar</i> (Payk.)	h		1-5,12	x						
<i>R. bipustulatus</i> F.	h		2-12	x						
<i>R. nitidulus</i> (F.)	h		3,4,9	x				x	vs	
CUCUJIDAE										
<i>Monotoma picipes</i> Hbst.	m		7-9			x	x			
<i>M. brevicollis</i> Aubé	1	1	7				x			vs
<i>M. longicollis</i> Gyll.	h		6-9	x			x			
<i>Ahasverus advena</i> (Waltl)	m		9-12		x	x				
<i>Silvanus unidentatus</i> (F.)	3	5	4,5		x				x	
<i>Laemophloeus ferrugineus</i> (Steph.)	2	2	7,8		x					
EROTYLIDAE										
<i>Tritoma bipustulata</i> F.	h		4-11		x	x				
<i>Dacne bipustulata</i> (Thunb.)	3	10	7,9		x		x			
CRYPTOPHAGIDAE										
<i>Cryptophagus lindbergorum</i> Bruce	1	1	9		x				x	ss,RL
<i>C. acutangulus</i> Gyll.	3	4	3,4		x		x			
<i>C. cylindrus</i> Kiesw.	1	1	2		x					ss,NFBL
<i>C. subfumatus</i> Kr.	2	6	9,11	x	x					
<i>C. saginatus</i> Er.	h		3-11		x		x			
<i>C. dentatus</i> Hbst.	h		3-8,11		x					
<i>C. pseudodentatus</i> Bruce	2	3	5,10		x		x			
<i>C. distinguendus</i> Strm.	h		2-12		x		x			
<i>C. scanicus</i> L.	m		1,9,11		x		x			
<i>C. pallidus</i> Strm.	3	4	6,7				x		x	
<i>C. scutellatus</i> New.	m		4,7-11		x	x				
<i>C. lycoperdi</i> (Hbst.)	h		6-10		x		x		x	
<i>C. pilosus</i> Gyll.	m		3,10		x					
<i>C. affinis</i> Strm.	m		5-9,12			x	x			
<i>C. setulosus</i> Strm.	1	1	8		x					
<i>Caenoscelis subdeplanata</i> Bois	4	7	4,5,7		x	x	x			s
<i>Atomaria nigripennis</i> (Payk.)	1	2	2		x					ss
<i>A. contaminata</i> Er.	1	1	10		x			x		vs
<i>A. pusilla</i> Schönh.	h		3,5,6		x		x			
<i>A. fusca</i> (Schönh.)	m		3,7,10	x	x	x				
<i>A. lewisi</i> Reitt.	h		2-12		x	x	x			
<i>A. berolinensis</i> Kr.	2	4	5,6		x					
<i>A. atricapilla</i> Steph.	h		2-12		x	x	x			
<i>A. borealis</i> Sjob.	1	1	10		x					
<i>A. apicalis</i> Er.	m		7-10		x	x				
<i>A. ruficornis</i> (Marsh.)	h		3-11		x	x	x	x		
<i>A. fimetarii</i>	1	2	9		x					vs
<i>A. fuscicollis</i> Mannh.	h		2-7		x			x		
<i>A. linearis</i> Steph.	h		3-10		x	x	x			
<i>Ootyplus globosus</i> (Waltl.)	2	3	6,7		x	x				s
<i>Epistemus globosus</i> (Payk.)	h		3-12		x	x	x	x		
PHALACRIDAE										
<i>Olibrus aeneus</i> (F.)	3	4	4,8			x				

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbioptop			Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/Offene Fläche	Kulturland	F	W	
LATHRIDIIDAE									
<i>Dasycerus sulcatus</i> Brogn.	2	2	6,7	x	x			x	vs
<i>Lathridius lardarius</i> Deg.	h		2-12	x		x			
<i>L. angusticollis</i> Gyll.	m		4,6,7		x	x			
<i>L. alternans</i> Mannh.	l	1	5	x	x			x	s
<i>L. nodifer</i> Wetw.	h		4-6,11	x	x	x			
<i>Enicmus anthracinus</i> Mannh.	h		1-12	x	x	x			
<i>E. brevicornis</i> Mannh.	l	2	9	x	x			x	s
<i>E. minutus</i> L.	m		3,9,10	x	x				
<i>E. rugosus</i> Hbst.	4	7	4,6,10	x	x	x			vs
<i>E. transversus</i> (Ol.)	h		3,8-10	x	x	x			
<i>E. histrio</i> Joy.	m		3,6,8	x	x	x			
<i>Cartodere elongata</i> Curt.	h		2-12	x	x	x			
<i>C. ruficollis</i> Mrsh.	2	3	9			x			
<i>C. filum</i> Aubé	l	1	9	x	x				s
<i>Corticaria fulva</i> Com.	m		5,9,10	x	x	x			
<i>C. umbilicata</i> Beck.	2	3	9		x	x			
<i>C. impressa</i> Ol.	3	3	2,4,10	x	x	x			
<i>C. abietum</i> Motsch	l	1	11	x				x	vs, RL
<i>C. inconspicua</i> Woll.	l	1	9			x			s, RL
<i>C. elongata</i> Gyll.	h		4-8	x	x	x			
<i>Corticarina gibbosa</i> (Hbst.)	h		5-8,10	x	x	x	x		
<i>C. similata</i> (Gyll.)	2	2	9,10			x			
<i>C. fuscata</i> (Gyll.)	4	5	4,6,11	x		x			
MYCETOPHAGIDAE									
<i>Litargus connexus</i> Geoffr.	3	3	5,7	x		x			
<i>Mycetophagus atomarius</i> F.	h		4,7,12	x				x	
<i>M. quadriguttatus</i> Müll.	2	10	4,11	x					vs
<i>M. populi</i> F.	l	1	5	x				x	ss
<i>Thyphaea stercorea</i> (L.)	h		2-11	x	x	x			
COLYDIIDAE									
<i>Synchita humeralis</i> F.	2	3	6,9	x				x	vs
<i>Ditoma crenata</i> (F.)	h		1-11	x		x			
<i>Cerylon histeroides</i> (F.)	h		1-12	x					
<i>C. ferrugineum</i> Steph.	m		3-6,10	x				x	
ENDOMYCHIDAE									
<i>Sphaerosoma pilosum</i> (Panz.)	l	2	7	x				x	vs
<i>Mycetaea hirta</i> (Marsh.)	h		4-12	x		x			
COCCINELLIDAE									
<i>Coccidula rufa</i> (Hbst.)	m		4-6	x					
<i>Rhizobius chrysolmelides</i> (Hbst.)	m		5-9		x	x			
<i>Scymnus frontalis</i> (F.)	3	3	6,7	x	x	x			
<i>S. rubromaculatus</i> (Goeze)	4	4	5,6			x	x		
<i>S. haemorrhoidalis</i> Abst.	m		3,5,7	x		x			
<i>S. auritus</i> Thunb.	m		6-10		x	x		x	
<i>S. suturalis</i> Thunb.	2	2	3,9		x	x		x	
<i>Chilocorus renipustulatus</i> (Scrib.)	m		5,7,9	x	x				
<i>Exochomus nigromaculatus</i> (Gze.)	2	5	4,8		x				
<i>Aphideeta oblitterata</i> (L.)	h		3-11	x		x		x	
<i>Adalia decempunctata</i> (L.)	m		4-9			x		x	
<i>A. bipunctata</i> (L.)	h		2-11	x	x	x			

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbiope			Wiese/offene Fläche		Bio-Ind.		spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W			
<i>Coccinella septempunctata</i> L.	h		3-10	x	x	x					
<i>C. undecimpunctata</i> L.	2	2	5,7			x					
<i>Harmonia quadripunctata</i> (Pont.)	m		5-8	x		x			x		
<i>Myrrha octodecimguttata</i> (L.)	3	7	7,8	x		x			x		RL
<i>Calvia quatuordecimguttata</i> (L.)	h		5-10	x		x			x		
<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i> L.	h		3-8	x	x	x					
<i>Neomysia oblongoguttata</i> (L.)	h		4-8	x	x	x			x		
<i>Anatis ocellata</i> (L.)	m		4-8	x	x	x			x		
<i>Vibidia duodecimguttata</i> (Poda)	1	1	7			x					RL
<i>Thea vigintiduopunctata</i> (L.)	3	>10	9,10	x		x					
ASPIDIPOHORIDAE											
<i>Aspidiphorus orbiculatus</i> (Gyll)	1	3	7	x					x		vs
CISIDAE											
<i>Octotemnus glabriculus</i> (Gyll.)	h		3-12	x		x					
<i>Sulcacis affinis</i> (Gyll.)	h		6-12	x		x			x		
<i>Cis nitidus</i> (Hbst.)	3	5	3,5,8	x		x			x		
<i>C. hispidus</i> Gyll.	h		5-8,11	x		x					
<i>C. micans</i> (F.)	1	1	11	x					x		s
<i>C. boleti</i> (Scop)	h		4-11	x		x					
<i>C. festivus</i> (Panz.)	m		5,6	x					x		vs
<i>C. vestitus</i> Mell.	1	1	7	x					x		s,RL
<i>Ennearthron cornutum</i> Gyll.	h		3-12	x		x					
ANOBIIDAE											
<i>Hedobia imperialis</i> (L.)	3	>10	4-6	x		x					vs
<i>Gryobius planus</i> (F.)	3	8	4,5	x					x		ss,RL
<i>Xestobium plumbeum</i> (Ill.)	m		4-6	x					x		
<i>Ernobius angusticollis</i> (Ratz.)	2	2	6	x		x			x		s
<i>E. mollis</i> (L.)	2	2	6,9	x		x					
<i>Stegobium paniceum</i> (L.)	m		3-10			x					
<i>Anobium punctatum</i> (Deg)	4	6	8,9			x					
<i>Ptilinus pectinicornis</i> (L.)	3	>10	5,6	x					x		
<i>Dorcatoma chrysomelina</i> (Strm.)	4	>10	5-7	x					x		s
PTINIDAE											
<i>Ptinus rufipes</i> Ol.	m		4-5	x		x					
<i>P. fur</i> L.	h		3-12	x		x					
<i>P. subpilosus</i> Sturm.	1	1	11	x							ss
OEDEMERIDAE											
<i>Oedemera virescens</i> (L.)	3	3	5,7			x	x				
PYTHIDAE											
<i>Rabocerus gabrieli</i> (Gerh.)	m		9,10	x	x			x			ss
<i>Vincenzellus ruficollis</i> (Gerh.)	h		5-9	x		x			x		vs
<i>Rhinosimus planirostris</i> (F.)	h		5-8	x					x		
PYROCHROIDAE											
<i>Pyrochroa coccinea</i> (L.)	h		4-7	x					x		
<i>Schizotus pectinicornis</i> (L.)	m		5,6	x					x		vs

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbiope			Bio-Ind.		Spezietie Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W	
ANTHICIDAE									
Anthicus floralis (L.)	h		7-11	x		x			
A. formicarius (Gze.)	3	3	6,11	x		x			
MORDELLIDAE									
Mordella holomelaena Apfelb.	3	4	6,8		x				
Anaspis frontalis (L.)	h		5-7	x	x				
A. maculata (Fourc.)	m		5-7	x	x				
A. rufilabris (Gyll)	m		4,6,7		x	x			
A. flava (L.)	2	2	5,6			x			
SEROPALPIDAE									
Tetratoma ancora F.	2	2	9		x			x	VS
Hallomenus binotatus (Quens)	4	7	8,9		x			x	VS
Orchesia undulata Kr.	h		8-11		x	x	x		
Abdera flexuosa (Payk.)	3	10	5,6	x	x			x	VS
Phloeotrya rufipes (Gyll.)	h		5-7		x	x		x	VS
Serropalpus barbatus (Schall.)	l	1	7		x			x	SS
Melandrya caraboides (L.)	m		5,6		x			x	
Conopalpus testaceus (Ol.)	4	10	5-7		x			x	VS
LAGRIIDAE									
Lagria hirta (L.)	3	3	6,7		x	x			
TENEBRIONIDAE									
Alphitophagus bifasciatus (Say)	2	10	4,11		x				VS
Hypophloeus unicolor (Pill. et M.)	3	6	6,8,10		x			x	
Tribolium castaneum (Hbst.)	1	1	6				x		
Alphitobius diaperinus (Panz.)	2	2	9,11				x		VS
Tenebrio molitor L.	m		6,7,9				x		
SCARABAEIDAE									
Trox scaber (L.)	3	3	5,6,8				x		
Geotrupes spiniger Marsh.	4	5	9,10			x			
G. stercorarius (L.)	h		4,5		x	x			
G. stercorosus (Scrib.)	h		4-6,8			x			
Onthophagus similis (Scrib)	1	1	5			x			
O. coenobita (Hbst.)	1	1	5			x			
Oxyomus silvestris Scop	h		3-5			x	x		
Aphodius fossor (L.)	m		5,6		x	x			
A. rufipes (L.)	h		3-11		x	x	x		
A. depressus (Kugel.)	m		5-8			x		x	
A. maculatus Sturm.	2	8	7		x			x	VS, RL
A. prodromus Brahm.	h		3-7		x	x	x		
A. fimetarius (L.)	h		4-10			x	x		
A. ater De Geer	h		5,6		x	x	x		
A. rufus (Moll.)	4	6	6-8			x	x		
A. corvinus Er.	2	2	5,7		x			x	VS
Serica brunnea (L.)	h		7,8				x		
Melolontha melolontha (L.)	2	2	5				x		
Phyllopertha horticola (L.)	3	10	6		x				
Hoplia philanthus Fuess.	1	3	7			x			VS
Trichius fasciatus (L.)	3	8	7		x		x		VS

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbioptop			Bio-Ind.		spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W	
LUCANIDAE									
Platycerus caraboides (L.)	2	2	5	x				x	vs, RL
Sinodendron cylindricum (L.)	1	1	6	x				x	s, RL
CERAMBYCIDAE									
Criocephalus rusticus (L.)	1	1	7	x					
Tetropium castaneum (L.)	1	1	6		x			x	
Rhagium mordax (Deg.)	m		3,4,9	x				x	
R. inquisitor (L.)	3	5	9,11	x				x	
Leptura rubra L.	m		7,8	x				x	
Judolia cerambyciformis (Schn.)	m		6,7	x	x				
Strangalia quadrifasciata (L.)	h		7,8	x	x				
S. maculata (Poda.)	m		6,7	x	x			x	
S. aethiops (Poda.)	l	1	6	x				x	s
S. melanura (L.)	h		6,7	x	x				
Molorchus minor (L.)	3	3	6,7			x		x	vs
Stenopterus rufus (L.)	2	2	7		x	x			vs
Aromia moschata (L.)	l	1	8		x	x	x		s
Collidium violaceum (L.)	l	1	6		x	x		x	s
Clytus arietis (L.)	m		6,7	x		x			
Plagionotus arcuatus (L.)	4	6	5,6	x	x	x		x	
Pogonocherus hispidus (L.)	5	8	4-6,9	x	x	x		x	vs, RL
Leiopus nebulosus (L.)	m		5,6	x		x		x	
Saperda populnea (L.)	4	10	6	x	x			x	
S. scalaris (L.)	2	2	6	x	x				s
Stenostola dubia (Laich.)	3	4	6	x	x				
Tetrops praeusta (L.)	4	9	5,6			x			
CHRYSOMELIDAE									
Plateumaris consimilis (Schrk.)	m		5,6	x				x	
Orsodacne cerasi (L.)	2	3	4,5	x					
Zeugophora subspinosa (F.)	l	1	5			x			
Lema lichensis Voet.	h		4-7	x					
L. melanopus (L.)	h		2,4-6	x		x	x		
Lilioceris lili	m		4-7,10				x		
Cryptocephalus labiatus L.	m		6,7		x			x	
C. pusillus F.	4	7	8,9	x	x				
Adoxus obscurus (L.)	4	10	4,5,8			x			
Leptinotarsa decemlineata Say.	l	1	6				x		
Chrysomela polita L.	4	4	7-9	x					
C. staphylea L.	2	2	4,5	x					
C. diversipes Bed.	m		5	x				x	
C. varians Schall.	m		7-9		x		x		
Dlochrysa fastuosa (scop.)	h		6-8	x	x	x	x		
Gastroidea polygona (L.)	m		5-7			x	x		
G. viridula (Deg.)	m		5-9	x		x	x		
Phaedon cochleariae (F.)	m		5,6	x				x	
P. armoraciae (L.)	m		4-7	x				x	
Hydrothassa glabra (Hbst.)	m		4,5	x				x	
H. marginella (L.)	h		5-7	x				x	
H. hannoverana (F.)	2	5	5	x				x	ss, RL
Prasocuris phellandrii (L.)	h		3-6	x				x	
Plagiodera versicolora Laich.	m		6-8	x		x		x	
Melasoma aenea (L.)	m		6-9	x	x				
M. vigintipunctata (Scop.)	4	5	5,6	x			x	x	vs, RL

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbioptere			Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Flächen	Kulturland	F	W	
<i>Phytodecta viminalis</i> (L.)	m		5,6	x	x			x	
<i>P. olivaceus</i> (Forst.)	m		6,7		x	x			
<i>P. quinquepunctatus</i> (F.)	4	6	5,6		x			x	RL
<i>Phyllodecta laticollis</i> Suff.	m		5,6	x	x				
<i>P. vitellinae</i> (L.)	m		5	x	x	x			
<i>P. atrovirens</i> Corn.	3	7	5,6					x	
<i>Galerucella lineola</i> (F.)	m		6,8,9	x	x				
<i>G. tenella</i> (L.)	h		3-7	x			x		
<i>Pyrrhalta viburni</i> (Payk.)	4	10	8,9		x	x			
<i>Galeruca tanacetii</i> (L.)	2	2	6,9	x	x	x			
<i>Lochmaea capraea</i> (L.)	m		5,6	x	x				
<i>L. crataegi</i> (Forst.)	m		5,6		x	x			
<i>Phyllobrotica quadrimaculata</i> (L.)	1	2	5	x			x		
<i>Luperus longicornis</i> F.	h		6,7		x				
<i>L. lyperus</i> Sulz.	m		6,7		x				
<i>L. flavipes</i> (L.)	3	5	6		x				
<i>Agelastica alni</i> (L.)	m		5,6	x			x		
<i>Semylassa halensis</i> (L.)	m	10	8,9		x				
<i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch.	h		5,8	x	x	x	x		
<i>P. tetrastigma</i> (Com.)	h		4,5,6	x			x		
<i>P. vittata</i> (F.)	1	1	7	x					
<i>P. exclamatoris</i> (Thunb.)	4	7	3,4,9	x			x		
<i>P. nigripes</i> (F.)	h		4,5,8		x	x			
<i>Apthona coerulea</i> (Geoffr.)	4	10	5,6	x			x		
<i>Longitarsus pellucidus</i> (Foud.)	1	3	9		x				
<i>L. succineus</i> (Foud.)	m		7-10		x	x			
<i>L. curtus</i> (All.)	4	6	8,9	x	x	x			vs
<i>L. pratensis</i> (Panz.)	3	5	8,9		x				
<i>L. cerinthes</i> Schrk.	1	1	9		x				s, NFBL
<i>L. atricillus</i> (L.)	2	5	3,4		x				
<i>L. hasturtis</i> (F.)	4	5	2-4,9	x					
<i>L. luridus</i> (Scop.)	m		9,10		x	x			
<i>L. anchusae</i> (Payk.)	1	1	9	x					
<i>Haltica oleracea</i> (L.)	h		4-6,8	x	x	x			
<i>Crepidodera transversa</i> (Marsh.)	3	5	6,7			x			
<i>C. ferruginea</i> (Scop.)	m		8,10	x	x	x			
<i>Derocrepis rufipes</i> (L.)	2	3	5,7		x	x			
<i>Chalcoides fulvicornis</i> (F.)	3	3	4,8	x					
<i>C. aurata</i> (Marsh.)	h		5,6,8	x	x				
<i>Mantura chrysanthemi</i> (Koch)	2	7	9		x				s
<i>M. obtusata</i> (Gyll.)	2	3	6		x				s
<i>Chaetocnema concinna</i> (Marsh.)	4	10	3,4,8	x	x		x		
<i>C. mannerheimi</i> (Gyll.)	3	10	3,8,9	x			x		
<i>C. hortensis</i> (Geoffr.)	m		4,6,8	x	x	x	x		
<i>C. subcoerulea</i> (Kutsch.)	2	3	9	x			x		vs
<i>Sphaeroderma testaceum</i> (F.)	3	5	8,9		x	x			
<i>S. rubidum</i> (Grae.)	2	6	7,8		x	x			
<i>Apteropeda orbiculata</i> (Marsh.)	h		2,5-7	x	x	x			
<i>Psylliodes affinis</i> (Payk.)	h		3-5,8		x	x	x		
<i>P. picina</i> (Marsh.)	m		2,5-8	x			x		
<i>P. napi</i> (F.)	m		3,6	x		x			
<i>P. isatidis</i> Hktr.	1	2	5	x					s, NFBL
<i>Cassida viridis</i> L.	3	3	5,6	x			x		
<i>C. hemisphaerica</i> Hbst.	2	2	5	x			x		vs, RL
<i>C. flaveola</i> Thunb.	h		2-9,11	x			x		
<i>C. rubiginosa</i> Muell.	m		5-7	x	x				

	Häufigkeit		Fangmomen.	Feuchtbiootope		Wies/offene Fläche		Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Kulturland	F	W			
BRUCHIDAE										
<i>Bruchus atomarius</i> L.	m		5,6,9			x	x			
<i>B. rufimanus</i> Bohem.	4	4	6,7			x	x			
<i>Bruchidius fasciatus</i> Ol.	2	2	6			x				
ANTHRIBIDAE										
<i>Platyrhinus resinosus</i> Scop.	1	1	10	x				x		s, RL
<i>Brachytarsus nebulosus</i> Forst.	3	3	5,6	x		x				RL
SCOLYTIDAE										
<i>Scolytus rugolosus</i> Müll.	1	1	8				x			
<i>S. intricatus</i> Ratzeb.	1	1	7				x		x	
<i>Hylastes opacus</i> Er.	2	5	9,10	x					x	
<i>Hylurgops palliatus</i> Gyll.	h		4-6	x					x	
<i>Blastophagus piniperda</i> L.	1	2	4	x					x	
<i>Leperisinus varius</i> F.	2	5	3,4	x		x				vs
<i>Dryocoetes antographus</i> Ratzeb.	m		5,6	x		x			x	
<i>D. villosus</i> F.	f	1	5	x					x	
<i>Cryphalus piceae</i> Ratzeb.	m		4-6	x					x	s
<i>Ernoporus fagi</i> F.	2	3	11	x					x	s
<i>Pityophthorus pubescens</i> Marsh.	1	2	7	x					x	ss, NFBL
<i>Taphrorychus bicolor</i> Hbst.	m		4-6	x		x			x	
<i>Pityogenes chalcographus</i> L.	2	3	6	x						
<i>Orthotomicus laricis</i> F.	2	5	9,10	x					x	
<i>Xyleborus dispar</i> F.	3	>10	4,8,9	x					x	
<i>Xyloterus domesticus</i> L.	m		3-6	x		x			x	
<i>X. signatus</i> F.	m		4-6, 11	x		x			x	vs
<i>X. lineatus</i> Ol.	4	>10	6,7	x						
CURCULIONIDAE										
<i>Pselaphorhynchites nanus</i> (Payk.)	4	4	6,8	x	x			x		
<i>P. tomentosus</i> (Gyll.)	m		5,6	x	x					
<i>P. longiceps</i> (Thoms.)	3	4	5,6	x	x					vs
<i>Lasiorhynchites cavifrons</i> (Gyll.)	2	1	5	x	x				x	vs
<i>L. olivaceus</i> (Gyll.)	2	2	5,7	x	x				x	vs
<i>Coenorhinus germanicus</i> (Hbst.)	h		4-6	x	x		x			
<i>Rhynchites cupreus</i> (L.)	1	1	5	x	x				x	
<i>Bytiscus betulae</i> (L.)	1	1	5	x	x					vs
<i>Doporaus mannerheimi</i> (Hum.)	4	6	6,7	x	x			x	x	s, RL
<i>D. betulae</i> (L.)	h		4,5	x	x					
<i>Attelabus nitens</i> (Scop.)	3	5	4-6	x	x	x			x	
<i>Apion miniatum</i> Germ.	1	1	5	x	x					
<i>A. cruentatum</i> Steph.	3	8	9,10	x	x					
<i>A. rubens</i> Steph.	1	1	9		x					s, NFBL
<i>A. violaceum</i> Kirby	h		5,6	x	x					
<i>A. marchicum</i> Hbst.	3	7	6	x	x					
<i>A. curtirostre</i> Germ.	m		5,6	x	x					
<i>A. onopordi</i> Kirby.	m		5,6		x	x				
<i>A. carduorum</i> Kirby.	2	2	5		x	x				vs
<i>A. ebenium</i> Kirby.	4	7	6,7		x	x				
<i>A. loti</i> Kirby.	1	1	4		x	x				
<i>A. simile</i> Kirby.	1	1	2,8		x					
<i>A. viciae</i> Payk.	3	4	7,8			x	x			
<i>A. cerdo</i> Gerst.	m		6-8			x				
<i>A. virens</i> Hbst.	2	2	5,9	x						
<i>A. flavipes</i> (Payk.)	3	6	6,7			x				
<i>A. nigrিতarse</i> Kirby.	2	3	4,5	x						

	Häufigkeit		Fangmon.	Flechtbiotope				Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Wiese/offene Fläche	Kulturland	F	W		
Otiiorhynchus scaber (L.)	2	3	5,8	x	x			x	vs, RL	
O. singularis (L.)	h		5-8	x	x	x				
O. sulcatus (F.)	m		4-6, 10			x			RL	
Phyllobius parvulus Ol.	m		6	x						
P. oblongus (L.)	m		5,6	x						
P. urticae Deg.	2	5	6	x						
P. calcaratus (F.)	m		5,6	x	x		x			
P. maculicornis Germ.	m		5,6	x		x		x		
P. argentatus (L.)	h		5	x				x		
P. pyri (L.)	h		5,6	x	x	x				
P. vespertinus (F.)	3	4	6	x						
Polydrusus impar Goeze	m		6,7	x		x				
P. atomarius (Ol.)	3	4	5,6	x				x		
P. undatus (F.)	h		5,6	x		x		x		
Liophloeus tessulata (Muell.)	3	3	5,6,8		x	x			vs	
Sciaphilus asperatus (Bonsd.)	3	3	5	x		x				
Barypeithes araneiformis (Schrk.)	h		6	x		x				
B. pellucidus (Boh.)	2	2	7			x				
Strophosoma melanogrammum (Forst)	h		5-8	x		x				
S. capitatum (Deg.)	m		5-9	x						
Barynotus obscurus (F.)	l	1	5		x				vs	
Sitona cambricus Steph.	3	3	6		x	x	x		vs	
S. lineatus (L.)	m		5,6,8		x	x				
S. suturalis Steph.	3	3	5,7		x					
S. flavescens (Marsh.)	m		4,7,8			x				
S. humeralis Steph.	2	2	9		x					
Tropiphorus carinatus (Müll.)	2	2	4,5	x			x		s, RL	
Phloeophagus lignarius (Marsh.)	l	2	11		x			x	vs	
Dorytomus dejeani Faust.	l	1	5		x				vs	
D. taeniatus (F.)	3	>10	3,5	x	x					
D. melanophthalmus (Payk.)	2	2	6,7	x		x				
D. rufatus Bed.	l	1	5		x					
Notaris acridulus (L.)	h		2-4,9	x			x			
Tychius picirostris (F.)	2	3	6,9		x					
Anthonomus pomorum (L.)	h		3-7,11	x		x				
A. bituberculatus Ths.	l	1	5	x					ss, NFBL	
A. conspersus Desbr.	l	1	5	x			x		ss, NFBL	
A. pedicularius (L.)	m		5,6	x		x				
A. rubi Hbst.	m		5,6,8	x		x				
Furcipes rectirostris (L.)	2	2	5,10	x						
Curculio venosus Grav.	2	2	6,7	x		x		x	vs	
C. nucum L.	2	2	5,8	x		x				
C. glandium Marsh.	2	>10	5	x				x		
C. crux F.	2	2	6	x	x		x			
C. salicivorus Payk.	l	2	6	x			x			
C. pyrrhoceras Marsh.	3	3	5	x		x		x		
Magdalis barbicornis Latr.	l	1	9	x				x	ss, NFBL	
M. violacea (L.)	2	2	6,7		x			x	vs	
M. duplicata Germ.	l	1	6	x					vs	
Hylobius abietis (L.)	2	2	7,9		x		x		x	
Leiosoma deflexum (Panz.)	m		4-6,9	x		x				
L. oblongulum Boh.	m		4-6	x		x			s, RL	
Hypera arator (L.)	l	1	7			x				
Sitophilus granarius (L.)	2	>10	4,7			x				
Phytobius comari (Hbst.)	3	3	8,9		x	x	x			
P. waltoni Bohem.	m		7-9	x			x		vs	
P. quadrituberculatus F.	m		2,6-9	x			x			

	Häufigkeit		Fangmon.	Feuchtbiootope		Wieseroffene Fläche		Bio-Ind.		Spezielle Bemerkungen
	N	S		Wald	Kulturland	F	W			
Rhinoncus pericarpus (L.)	h		5,9	x		x				
R. gramineus (F.)	2	2	8	x						
R. bruchoides (Hbst.)	1	1	2	x						
R. castor (F.)	3	3	6	x		x				
Coeliodes rubicundus (Hbst.)	3	3	5,6		x					
C. dryados (Gmel)	m		5-7	x				x		VS
C. ruber (Marsh)	1	1	5	x				x		VS
C. cinctus (Geoffr.)	4	6	5		x			x		
Thamiocolus viduatus (Gyll.)	1	1	5	x				x		VS
Ceutorhynchus contractus (Marsh.)	3	3	4,5	x		x				
C. pervicax Weise	3	9	2,4,5	x				x		S
C. cochleariae	2	3	5	x						
C. pleurostigma (Marsh.)	1	1	6			x				
C. assimilis (Payk.)	3	4	5,6	x						
C. suturalis (F.)	1	1	4			x				VS
C. angulosus Boh.	m		5,6,9	x				x		VS
C. melanostictus (Marsh.)	2	2	5,9	x				x		
Neosirocalus floralis (Payk.)	h		5,6	x						
Cidnorhinus quadrimaculatus (L.)	h		4-7	x		x	x			
Nanophyes marmoratus (Goeze)	h		5,9	x				x		
Gymnaetron antirrhini (Payk.)	m		7-9			x	x			
Miarus campanulae (L.)	1	1	8			x	x			VS
Cionus alauda (Hbst.)	2	5	7			x	x			
C. tuberculatus (Scop.)	1	2	7			x				
C. hortulanus Geoffr.	3	>10	5-7	x		x	x			
Stereonychus fraxini (De Geer)	3	>10	5,9	x	x			x		VS
Anoplus plantaris (Naezen)	2	2	5	x						
A. roboris Suffr.	m		5,8	x	x			x		VS
Rhynchaenus pilosus (F.)	2	2	6,10	x			x		x	VS
R. quercus (L.)	2	2	5	x			x			
R. fagi (L.)	h		1-12	x	x	x			x	
R. rusci (Hbst.)	m		5-9	x	x					
R. stigma Germ	1	1	7	x						
R. salicis (L.)	2	2	5,7		x			x		
R. populi (F.)	1	2	8	x				x		
Rhamphus pulicarius (Hbst.)	4	4	5,6		x					
R. oxyacanthae (Marsh)	1	2	6			x				VS

Tab. 1: Übersicht der Käfer im Ülfetal, 2. Teil.

Käfer als Bioindikatoren in naturnahen Lebensräumen des Ülfetals

Das Ülfetal stellt in seiner heutigen Ausprägung eine über viele Jahrhunderte von Menschen beeinflusste Landschaft dar. Diese Beeinflussung hat jedoch in unterschiedlicher Weise und Intensität stattgefunden, so daß heute ein Spektrum verschiedenster Biotope im Tal anzutreffen ist. Ordnet man diese nach dem Grad der heute stattfindenden anthropogenen Einflußnahme, so ergibt sich für die Landbiotope bei abnehmender Tendenz menschlicher Einflußnahme eine Reihenfolge von: landwirtschaftlich genutzten Feldern, gedüngten Weiden, Streuwiesen, Fichtenforsten und Laubwäldern, Erlengehölzen bis hin zu Sumpfgewässern. Bei einer Zuordnung der ermittelten Fangdaten zu diesen Biotopen fällt die relative Artenarmut der Ackerfauna an Coleopteren auf, wobei die nachgewiesenen Spezies hauptsächlich kommune Arten sind, deren ökologische Valenz gering ist. Anders bei den weniger stark beeinflussten/genutzten Biotopen. Hier konnte eine erstaunlich hohe Zahl seltener, häufig hygrophiler Arten ermittelt werden, die darüber hinaus in vielen Fällen als Bioindikatoren Bedeutung erlangen.

Solche, nur in geringem Maße anthropogenen Einflüssen ausgesetzte Biototypen sind Feuchtbiotope, vernäßte Erlengehölze und vielfach Laubwälder. Bedingt durch die auf das Untersuchungsgebiet wirkenden klimatischen und geologischen Faktoren können diese Lebensräume als die für das Tal charakteristischen angesehen werden. Aufgrund ihres oftmals geringen ökonomischen Wertes erfahren diese Flächen keine oder nur sehr geringe Beachtung; sie stellen daher die naturbelassenen Biotope mit großer ökologischer Bedeutung dar. Anhand einiger Beispiele soll die charakteristische Coleopterenfauna dieser Biotope aufgezeigt werden.

1. Wiesenquellsümpfe

An verschiedenen Stellen des Tales, meist im Bereich der unteren Hangabschnitte bzw. auf der Talsohle, kommen kleine bis mittlere Sumpfgewässere, die größtenteils durch Quellen verursacht werden. Hauptsächlich im Sohlenbereich ist der Vernässungsgrad häufig so hoch, daß eine Begehung der Sumpfmittle kaum möglich ist. Hier herrschen semiaquatische Zustände vor. Besonders bei Quellen mit stärkerer Schüttung kann eine deutliche Zonierung festgestellt werden, die auf die vorherrschenden Coleopterenpezies Auswirkungen hat.

Die Zentralzone eines solchen Wiesenquellsumpfes ist gekennzeichnet durch eine tiefgründige Bodenaufweichung und Verschlammung um die Quelltöpfe herum. Sumpfdotterblumen, Wiesenschaumkraut und Seggen wachsen insulär, durch Schwarzschlammlöcher getrennt. Als Charakterarten (Bioindikatoren) dieser Zone konnten *Hydroporus ferrugineus* Steph. und *Hydrothassa hannoverana* (F.) festgestellt werden.

Hydroporus ferrugineus Steph. ist eine krenophile Dytiscide, die teilweise bedingt durch ihre Lebensweise im Quellinneren, recht selten gefunden wird. Die Chrysomelide *Hydrothassa hannoverana* (F.) konnte nur auf *Caltha* festgestellt werden, wenn diese in der extrem nassen Zentralzone stand. An Pflanzen, die zwar sumpfig, jedoch außerhalb der Zentralzone wuchsen, konnten keine Tiere nachgewiesen werden. Dafür lebte hier *Hydrothassa marginella* (L.). Es kommt demzufolge innerhalb eines Sumpfes zur Arttrennung bei *Hydrothassa* in Abhängigkeit vom Standort der Futterpflanze. Während *H. marginella* (L.) auf frischen bis feuchten *Caltha*-Standorten festzustellen ist, kommt *H. hannoverana* (F.) nur auf naß stehenden *Caltha*-Stauden vor. Ob ein Fall interspezifischer Konkurrenz vorliegt, konnte nicht geklärt werden.

Um die verschlammte Zentralzone erstreckt sich ein zwar sumpfiger, jedoch begehrbarer Bereich; Wiesenschaumkraut, Pestwurz, Sumpfdotterblumen, Milzkraut und Moose bilden hier teilweise dichte Bestände. Diese Mittelzone weist die überwiegende Zahl hydrophiler Arten auf, wobei Staphyliniden einen besonders hohen Anteil am Artenspektrum aufweisen. Vertreter dieser Familie stellen daher auch das Gros der Indikatorarten, darunter *Lesteva punctata* Er. und *Lesteva nivicola* Fauv., *Carpelimus gracilis* (Mannh.), *Stenus picipennis* Er., *Myllaena elongata* (Matth.) und die beiden *Gymnusa*-Arten *G. variegata* Kiesw. und *G. brevicollis* (Payk.). Gerade in moosreichen Sumpfabschnitten konnte *Gymnusa* im Frühjahr in teilweise hoher In-

dividuendichte festgestellt werden, bis zu 18 Tiere/m². *Gymnusa* scheint im Oberbergischen eine häufigere stenöke Sumpfgattung zu sein, denn schon EIGEN (1920) verwies auf ihr relativ zahlreiches Vorkommen an entsprechenden Biotopen der Bevertalsperre.

Die Randzone des Sumpfes bildet den fließenden Übergang zur Feuchtwiese und weist ein verändertes Florenspektrum auf, u. a. Buschwindröschen und *Ranunculus*-Arten. Neben hygrophilen Ubiquisten treten hier Feuchtwiesenarten auf wie: *Leistus rufescens* (F.), *Domene scabricollis* (Er.), *Hypnoidus riparius* (F.), *Prassocuris phellandrii* (L.), *Phyllobrotica quadrimaculata* (L.), *Cassida hemisphaerica* Hbst. und *C. flaveola* Thunb., *Phytobius waltoni* Bohem. und *Ceutorhynchus pervicax* Weise.

2. Erlengehölze

Die Talsohle weist an drei Stellen Erlengehölze auf, die auf feuchtem bis vernäßigem Boden stehen. Diese zwischen 0,3 und 3 ha großen Erlenbestände stellen einen weiteren charakteristischen Biotoptypus des Ülfetals dar. Die Gehölze bestehen hauptsächlich aus Schwarzerlen in allen Altersstadien, in einem Fall vermischt mit Eschen. Viele Erlen weisen Pilzbefall auf oder sind abgestorben. Teilweise tritt in den Randbereichen Verbirkung und Verweidung auf. Buschwindröschen und Wiesenknöterich bilden in zwei Gehölzen einen teilweise flächendeckenden Unterbewuchs.

Im Frühjahr und Herbst/Winter sind diese Bestände häufig stark vernäßig; teils durch Überflutung, teils durch Staunässe. Diese montanen Erlengehölze werden verständlicherweise in hohem Maße von hygrophilen Coleopteren präferiert, wobei neben häufig vorkommenden Ubiquisten mehrere Arten ermittelt werden konnten, die als Charakterarten dieses Lebensraumes angesehen werden können. Zu ihnen gehören *Trechus obtusus* Er., *Platynus obscurus* Hbst., *Clambus nigrellus* Reitt., *Prionocyphon serricornis* (Müll.) und *Rabocerus gabrieli* (Gerh.).

Rabocerus gabrieli (Gerh.) galt bisher in der Rheinprovinz als sehr selten; KOCH (1968/1978) führt lediglich 6 Fundorte in der gesamten Rheinprovinz auf. Im Ülfetal konnte diese Pythide im September und Oktober in allen Erlengehölzen nachgewiesen werden. *Rabocerus* lebt dort hauptsächlich an kränkelnden, vielfach von Pilz befallenen Stämmen mit Stammdurchmessern zwischen 5—20 cm. An manchen Bäumen konnten durch Abklopfen bis zu 60 Exemplare festgestellt werden. Diese hohen Individuendichten traten zwar nur an wenigen Bäumen auf, konnten jedoch während des gesamten Untersuchungszeitraumes immer wieder bestätigt werden. Trotz dieses Massenvorkommens in den Erlenbeständen gelang es nicht, *Rabocerus* auf solitär stehenden Erlen am Rande des Ülfebaches nachzuweisen. Diese offensichtliche Bevorzugung geschlossener Gehölze wurde durch weitere Funde in entsprechenden Biotopen des Oberbergischen bestätigt.

3. Montane Laubwälder

Laubwälder weisen im Ülfetal besonders im westlichen Talabschnitt eine größere zusammenhängende Ausdehnung auf, während im östlichen Teil kleinstrukturierte Einheiten dominieren. Hauptsächlich handelt es sich um drei Waldgesellschaften, den Buchenwald, den Buchen-Eichen-Wald und den Eichen-Birken-Wald. Sie stocken auf sauer reagierenden Grauwackeverwitterungsböden mit pH-Werten zwischen 4,6 bis 4,9. Der Unterbewuchs ist besonders in den Buchenwäldern äußerst dürrtig, während er in den anderen Waldgesellschaften ausgeprägter ist und meist aus Hainsimse, Drahtschmiele und Schafschwingel besteht. Die ungünstigen Standortbedingungen bezüglich Klima und Bodenverhältnissen, verbunden mit einer extensiven Bewirtschaftungsweise, spiegeln sich im Zustand der Wälder wieder. Auffällig viele Stämme weisen Stammaufbrüche, größere verpilzte und faulende Partien oder Höhlenbildungen auf. Durch eine geringe anthropogene Einflußnahme auf den Ist-Zustand resultiert in manchen Wäldern das Erscheinungsbild eines relativ naturnahen Laubmischwaldes. Somit kommt es zu einem hohen Angebot unterschiedlichster Strukturelemente, die potentielle Basis für die Ausbildung artenreicher Käfergesellschaften.

An Rotbuchen mit Rindenaufbrüchen, Faulstellen oder Höhlenbildung kommen u. a. *Bibloporus bicolor* (Denn.) und *Mycetophagus atomarius* F. in oft erheblicher Anzahl vor. Eine Fläche von 1/4m² beherbergt nicht selten bis zu 20 *Bibloporus*-Individuen. Wenn auch nicht ausschließlich montan verbreitet, so sind Populationsdichte und Häufigkeit seines Vorkommens doch recht beachtlich. *Cephennium gallicum* Gangl., *Neuraphes rubicundus* (Schaum.), *Ptenidium gressneri* Er., *Acrulia inflata* (Gyll.) und *Oligota apicata* Er. sind weitere habitattypische Arten des verpilzten Altholzes und besitzen zudem als Bioindikatoren Bedeutung.

Acrulia inflata (Gyll.) ist ein Beispiel für die Ausbreitung einer Art in neuerer Zeit. Während KOCH (1968) das Vorkommen von *Acrulia* in der Rheinprovinz für fraglich hielt, der einzige Fundort lag auf belgischer Seite im Hohen Venn, kann die Art heute besonders im montanen Bereich an Pilzen und unter verpilzten Rinden häufiger angetroffen werden (vgl. WENZEL 1985). Im Ülfetal wurde die Art während des Untersuchungszeitraumes in 32 Exemplaren festgestellt, meist handelte es sich um Einzelfunde.

Besonders in den Eichenmischwäldern fällt ein großer Totholzanteil im Kronenbereich und durch Windbruch verursacht auf dem Boden liegend auf. Dieses abgestorbene, vielfach myceldurchsetzte Altholz bietet xylophagen Coleopteren ein reichhaltiges Substratangebot. Bleiben Äste und Stämme liegen, können sich in den unterschiedlich zersetzten Substraten polystrukturierte Zönosen einstellen. Aus eingetragenen 5 bis 10 cm starken Eichenästen konnte z. B. die vielfach seltene Indikatorart *Conopalpus testaceus* (Ol.) gezogen werden. Die Herkunft der Äste spielte keine Rolle; es waren sowohl am Boden liegende als auch abgestorbene, noch in der Krone befindliche besetzt.

An Eichen mit kleineren, 0,1 bis 0,4 m² großen, borkenfreien Stammartien konnte verschiedentlich die sehr seltene Anobiide *Grynobius planus* (F.) gefunden werden. An allen Fundstellen war das Holz durch Pilzbefall geschädigt. Da jeweils nur wenige Bohrlöcher feststellbar waren, dürfte *Grynobius* als Primärschädling ausscheiden. Vielmehr scheint es so zu sein, daß die Art schon vorgeschädigtes Holz befällt.

In unteren Stammabschnitten, vielfach auf Bodenniveau, wiesen Eichen oft unterschiedlich große Bezirke rotfaulen Holzes auf. In stärker zersetzten Substraten, teilweise konnte das Holz mit den Fingern zerbröseln werden, lebt *Dorcatoma chrysolina* (Strm.) oft in hoher Individuendichte. In einem Fall schlüpfen aus 2 Litern eingetragenen Substrates binnen weniger Wochen 53 Käfer.

Ein Beispiel für die besondere Charakteristik der Wälder des Ülfetals bietet ebenso die Serralpide *Phloeotrya rufipes* (Gyll.). Diese als vereinzelt und selten (KOCH 1968) angegebene Art ist im Untersuchungsgebiet geradezu häufig. Sie lebt in weißfaulem Hainbuchenholz unterschiedlichen Zersetzungsgrades. Dicke der Äste oder Standort spielen keine Rolle. *Phloeotrya* wurde im Waldinnern ebenso gefunden wie im Totholz sonnig stehender Weißbuchenhecken. Voraussetzung scheint lediglich die Schädigung des Holzes durch Pilz zu sein. Bei günstigen Verhältnissen konnten aus 5 dm³ Holzmasse zwischen 20 und 30 Individuen gezogen werden.

Unterschiedliche Strukturen weisen auch die Böden der drei vorherrschenden Laubgesellschaften auf. Zwischen Kahlstellen, nur sporadisch mit Moospolstern bewachsen, und flächendeckendem Grasbewuchs, oder tiefen, myceldurchsetzten Laublagen und blankgewehter, nur wenige Zentimeter messender Humusschicht kommen alle Übergänge vor. Entsprechend vielfältig ist die terricole Coleopterenfauna. Stellvertretend für die Artenvielfalt der Laubstreu seien nur einige, selten in der Rheinprovinz gefundene Arten angeführt, wie *Liodes flavicornis* Bris., *Microscymus nanus* (Schaum.), *Mycetoporos rufescens* Steph., *Bryoporos crassicornis* Müll. und *Bry. rufus* (Er.) und *Ptinus subpilosus* Sturm. *Microscymus nanus* (Schaum.) konnte mehrfach aus tieferen, myceldurchsetzten Laublagen unter verrottenden, dicken Buchenästen gesiebt werden. Im gleichen Habitat befanden sich *Liodes flavescens* Bris. und *Ptinus subpilosus* Sturm. Die ökologische Bedeutung der Laubstreuhabitate mag die Tatsache unter-

streichen, daß neben vielen seltenen Arten vier Neufunde für das Bergische Land in diesem Bereich festgestellt werden konnten.

Zur Schutzwürdigkeit großer Teile des Ülfetals

Während des vierjährigen Untersuchungszeitraumes konnten im Ülfetal 1 159 Coleopterenpezies nachgewiesen werden. Verglichen mit der Gesamtzahl aller in der Rheinprovinz festgestellten Arten (KOCH 1978) entspricht dies einem Wert von rund 28%. Diese recht beachtliche Zahl stellt jedoch nur den untersten Wert der tatsächlich im Ülfetal vorkommenden Käferarten dar! Berücksichtigt man die sammlerabhängige, individualtypische Arbeitsweise, die bewußt oder unbewußt bestehenden Präferenzen bezüglich bestimmter Substrate, Biotope, Familien, die vor Ort angewandte Methode . . . , so ist leicht verständlich, daß trotz aller Bemühungen das Gesamtspektrum nicht erfaßt worden ist. Allerdings darf bezweifelt werden, daß eine durch Ausdehnung des Untersuchungszeitraumes oder Besammlung durch mehrere Coleopterologen zu erwartende höhere Artenzahl detailliertere Aussagen bezüglich des ökologischen Wertes des Ülfetales ermöglicht hätte.

Von den 1 159 nachgewiesenen Käferarten sind 396 Arten als Bioindikatoren anzusehen. Das bedeutet, 34,2% aller aufgefundenen Spezies sind Charakterarten für Feuchtbiootope oder Wälder und besitzen diesbezüglichen Zeigerwert. Schlüsselte man die Indikatorarten nach Feuchtbiotop- und Waldarten auf, so sind von 392 Arten, die in Feuchtgebieten ermittelt wurden, 171 (43,6%) Indikatorarten. Von den 528 in Wäldern nachgewiesenen Spezies kommt 230 (43,5%) der Rang einer Indikatorart zu.

Familie	Gesamtartenzahl n	Anzahl nachgewiesener Arten in		Anzahl und Prozentwert der Indikatorarten				Anzahl und Prozentwert seltener Arten	
		F	W	F	%	W	%	n	%
Carabidae	94	51	20	23	45,1	12	60	14	14,9
Haliplidae	4	4	-	3	75	-	-	1	25
Dytiscidae	20	20	-	4	20	-	-	3	15
Hydraenidae	15	15	-	7	46,7	-	-	2	13
Lioidae	14	-	14	-	-	4	28,6	7	50
Clambidae	6	1	4	1	100	-	-	2	33,3
Scydmaenidae	8	2	7	1	50	3	42,9	5	62,5
Ptiliidae	21	3	11	2	67	4	36,4	10	47,6
Staphylinidae	349	131	137	74	56,5	46	33,6	119	34,1
Pselaphidae	17	10	5	6	60	3	60	7	41,2
Elateridae	26	6	17	1	16,7	14	82,4	5	19,2
Helodidae	7	6	1	5	83,3	1	100	4	57,1
Nitidulidae	26	5	16	1	20	12	75	4	15,4
Cryptophagidae	31	7	27	1	14,3	4	14,5	5	16,1
Mycetophagidae	5	-	5	-	-	2	40	2	40
Cisidae	9	-	9	-	-	5	55,6	2	22,2
Anobiidae	9	-	7	-	-	5	71,4	4	44,4
Pythidae	3	1	2	1	100	2	100	2	66,7
Pyrochroidae	2	-	2	-	-	2	100	1	50
Serropalpidae	8	-	8	-	-	8	100	6	75
Lucanidae	2	-	2	-	-	2	100	2	100
Cerambycidae	22	-	16	1	-	11	68,8	7	31,8
Chrysomelidae	106	68	22	31	45,6	7	31,8	11	10,4
Curculionidae	121	44	60	20	45,5	23	38,3	35	28,9

Tab. 2: Indikatorarten und Seltenheiten ausgewählter Käferfamilien.

Indikatorarten im Verhältnis zur Gesamtzahl der in Feuchtbiotopen (F) und Wäldern (W) nachgewiesenen Arten. Seltenheiten im Verhältnis zur Gesamtzahl der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Arten.

Eine differenzierte Betrachtung der Biotopzeiger innerhalb einzelner Käferfamilien läßt erkennen, daß für Familien, in denen größtenteils feuchte — oder walpräferente Arten vorkommen, oftmals erheblich höhere Indikatorwerte resultieren, vgl. Tab. 2. In vielen Familien erhält man Werte von über 50% Zeigerarten, welche größtenteils eng angepaßte, stenöke Arten repräsentieren.

tieren. Solche hohen Anteile zeigen deutlich die Biotopqualität und die ökologische Bedeutung dieser Lebensräume auf. Eine nachhaltige Veränderung oder Zerstörung vorhandener Biotopstrukturen hätte für diese Arten fatale Konsequenzen!

Neben der hohen Zahl an Indikatorarten konnten im Ülfetal 19 Neufunde für den Großraum Bergisches Land getätigt werden. Diese Tatsache ist um so bemerkenswerter, da der nahebei gelegene Bereich Wuppertal/Solingen ein coleopterologisch sehr gut untersuchtes Gebiet darstellt. Erst in jüngster Zeit wurden dort umfangreiche Untersuchungen von KOLBE (1978a, 1978b) durchgeführt.

44 Käferarten stehen auf der Roten Liste. Sie sind in der Rheinprovinz vom Aussterben bedroht oder durch Biotopzerstörung in ihrem Überleben stark gefährdet (KOCH et al. 1977). Alle diese Daten unterstreichen den besonderen ökologischen Stellenwert des Ülfetals. Wenn diese Bedeutung hier auch nur am Beispiel der Käfer aufgezeigt werden konnte, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß bei einer so hohen Indikatorenzahl auch in anderen Ordnungen ähnliche Ergebnisse zu erwarten sind! Biotope, die aufgrund ihrer besonderen Struktur einer vielfältigen Coleopterenfauna Lebensmöglichkeiten bieten, bieten in ihrem multifunktionalen Beziehungssystem auch anderen Faunenelementen Überlebensräume. Eine Unterschützstellung großer Teile des Ülfetals ist zwingend geboten. Nur konsequent durchgeführte Sicherungsmaßnahmen führen zu einer langfristigen Erhaltung der ökologisch wertvollen Biotope und deren vielfältigen Biozöosen.

Gerade im Hinblick auf eine sich stark wandelnde Landschaft ist es notwendiger denn je, ökologisch wertvolle Gebiete zu erhalten, von denen eine Wiederbesiedlung stark negativ beeinflusster Regionen erfolgen kann. In diesem Zusammenhang sei auf die erheblichen Eingriffe in das Naturgefüge durch den Bau der Wuppertalsperre verwiesen. Die alleinige Anlage von „Ersatzbiotopen“ ist bei weitem nicht ausreichend. Diese müssen sich erst zu komplexen Lebensräumen mit einer vielfältigen Fauna entwickeln. Nur durch einen sinnvollen Verbund mit bestehenden, ökologisch wertvollen Biotopen, ist diese Möglichkeit gegeben. Auch unter diesem, die Grenzen des Untersuchungsgebietes übergreifenden Aspekt, müssen die besonderen Landschaftselemente des Ülfetals geschützt werden!

Danksagung

Für die liebenswürdige Unterstützung bei der Determination und Überprüfung seltener oder schwieriger Arten möchte ich den Herren L. DIECKMANN, Eberswalde (Curculionidae), K.-H. MOHR, Halle (Chrysomelidae) und J. VOGEL, Görlitz (Staphylinidae) nochmals herzlich danken. Ebenso bin ich Herrn K. KOCH, Neuss, für hilfreiche Hinweise und die kritische Durchsicht der Artenlisten dankbar.

Literatur

- EIGEN, P. (1920): Die Käferfauna der bergischen Talsperren. — *Kranchers Ent. Jahrb.*: 137—144.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1964—1983): Die Käfer Mitteleuropas, 2—11; Krefeld.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz — *Decheniana-Beihefte* 13: 1—139; Bonn.
- (1974): Erster Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz — *Decheniana*, 126: 191—265; Bonn.
- (1978): Zweiter Nachtrag zur Käferfauna der Rheinprovinz — *Decheniana*, 131: 228—261; Bonn.
- KOCH, K. et al. (1977): Rote Liste der im nördlichen Rheinland gefährdeten Käferarten (Coleoptera) mit einer Liste von Bioindikatoren — *Entomol. Blätter*, 73 (Sonderheft): 1—39; Krefeld.

- KOLBE, W. (1978a): Käfer im Gebiet der Gelppe in Wuppertal (MB 4708/09) — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **31**: 58—68; Wuppertal.
- (1978b): Die Käferfauna des Staatswaldes Burgholz in Wuppertal (MB 4708) — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **31**: 107—130; Wuppertal.
- LASAR, R. (1985): Käfer und andere Tiergruppen als Bewohner von Quellen im Bergischen Land. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**: 16—19; Wuppertal.
- WENZEL, E. (1984): Bemerkenswerte Käferfunde aus dem Bergischen Land. — Entomol. Blätter, **80**: 63—64; Krefeld.

Anschrift des Verfassers:

EDMUND WENZEL, Mühlenstr. 8, D-5608 Radevormwald

Influence of the larvae of *Athous subfuscus* (Müller, 1764) (Coleoptera, Elateridae) on the nutrient status of the microflora in three different beech forest soils*

VOLKMAR WOLTERS

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Am Beispiel der Larven des Schnellkäfers *Athous subfuscus* wurde die Wirkung humiphager Arthropoden auf den Nährstoffumsatz der streuzersetzenen Mikroflora in drei unterschiedlichen Buchenwaldböden (Mull, Moder, gekalkter Moder) untersucht. Die Larven verringerten in allen drei Böden die Immobilisation von Nährstoffen wie N, P, K und Ca durch eine Reduktion der mikrobiellen Biomasse. In dem Moderboden erhöhte *A. subfuscus* den Nährstoffbedarf der streubesiedelnden Mikroflora. Dies weist auf die große Bedeutung der Nährstoffverfügbarkeit für die Interaktion zwischen Tieren und Mikroflora in sauren Böden hin. In dem Mullboden verstärkte *A. subfuscus* die Akkumulation stickstoffreicher Verbindungen während er den Abbau dieser Verbindungen in dem Moderboden beschleunigte. In dem gekalkten Moderboden verschoben die Larven die Balance zwischen der edaphischen Mikroflora und der streubesiedelnden Mikroflora zu gunsten der edaphischen Mikroflora. Darüber hinaus verstärkte *A. subfuscus* die Akkumulation N-reicher Verbindungen in dem gekalkten Boden.

Abstract

The larvae of the elaterid beetle *Athous subfuscus* served as an example of the effect of humiphagous arthropods on the nutrient turnover of the decomposer microorganisms in three contrasting beech forest soils (mull, moder and limed moder). The larvae reduced the microbial immobilization of nutrients as N, P, K and Ca by reducing the size of the microbial biomass. In the moder soil, *A. subfuscus* increased the nutrient requirements of the litter-colonizing microflora. This points to the most important effect of nutrient availability on the interaction between fauna and microflora in acid soils. The effect of the larvae on the pronase-extractable ¹⁴C-fraction (= labile N-rich organic compounds) shows that *A. subfuscus* promotes the accumulation (mull) or the rapid turnover (moder) of the nutrients contained in the tissue of the microflora in a soil specific way. In the limed moder soil, the humiphagous larvae shifted the balance between soil microflora and litter microflora towards the soil microflora. In addition, *A. subfuscus* accelerated the accumulation of N-rich compounds in the limed soil.

1. Introduction

The elaterid beetle *Athous subfuscus* (Müller, 1764) occurs in various ecosystems (e. g. CYKOWSKI 1977, KOPONEN 1985) but prefers woodland habitats (PRANCE 1985). The soil dwelling larvae of *A. subfuscus* greatly affect the decomposition process (WOLTERS 1889b) and form an important component of the decomposer food web in many soils (KORNALWICZ 1977 a & b, KRISTEK 1979, NIELSEN 1974 & 1975, SCHAUERMANN 1986). They feed on dif-

*Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

ferent kinds of food (BLUNCK & MÜHLMANN 1954, ESCHERICH 1923, MORITZ 1986, SCHAERFFENBERG 1942, SERGEEVA 1983, STREY 1972). According to the results of gut content analyses and microcosm experiments they seem to be humiphagous, even under extremely different soil conditions (WOLTERS 1989b). This unspecialized feeding behavior is typical to many soil arthropods. The widespread larvae of *A. subfuscus* are therefore well suited as an indicator for the reaction of edaphic fauna to variations in environmental conditions (KOLBE et al. 1988) and for a comparative analysis of the influence of soil arthropods on the edaphic microflora (WOLTERS 1989a).

In the following paper, data are presented on the influences of *A. subfuscus* on the nutrient demand and on the nutrient turnover of soil microflora. It is demonstrated that humiphagous arthropods such as *A. subfuscus* larvae significantly affect the microbial immobilization of plant nutrients, the accumulation of N-rich C-compounds in the litter layer and the C-, N- und P-requirements of the microflora. Most of these influences are soil specific.

2. Methods

Samples were taken from three German beech forest soils with contrasting soil conditions in October 1986: I. Ah horizon of a 130 year old beech forest on mull soil (Göttinger Wald); II. F/H horizon of a 142 year old beech forest on moder soil (Solling); III. F/H horizon of an area close to the second site, which had been limed with a total amount of three tons of lime per ha in 1973, 1975 and 1980. The study area in the Göttinger Wald is situated at an altitude of approx. 420 m and the study areas in the Solling are situated at an altitude of approx. 500 m. The experiment was carried out in 36 microcosms (specially designed perspex tubes with a diameter of 6 cm, which were fixed on a ceramic plate; for a more detailed description of the microcosm system see WOLTERS 1989b). The construction of the microcosms allows a continuous flow of soil water and thereby a nutrient transfer, closely simulating natural conditions. The sieved soil samples (mull: 25 g soil, moder and limed moder: 10 g soil) were filled into the perspex tubes and then compressed to field density (if not otherwise stated, all data are expressed on an oven dry [OD] weight basis). Rainfall was simulated by daily watering with 7 ml water per microcosm. After 56 days, 2 *A. subfuscus* larvae were placed into each of 18 microcosms. The live weight of the larvae varied between 8.12 and 26.14 mg. On the 57th day, 60 mg of the non-labile residues of ¹⁴C-labelled litter of beech leaves (corresponding to 25.2 mg C; for details see WOLTERS 1988 and 1989b) were placed on the surface of the 36 soil columns, replacing the litter layer. The microcosms were kept for 137 days at a temperature of 10 °C and at 100% air humidity in permanent darkness. Six replicates were set up per treatment.

The CO₂ and the ¹⁴CO₂ released by the soil was absorbed with 10 ml NaOH. CO₂ and ¹⁴CO₂ evolution from the soils was determined in 0.5 ml aliquots of the NaOH using standard methods. C- and ¹⁴C-content of the microbial biomass was measured by the fumigation-incubation method at the end of the experiment (JENKINSON & POWLSON 1976; VANCE et al. 1987). The reaction of the microflora to additional nutrient supply was tested by adding either 8000 ppm glucose or 1600 ppm N (as NH₄NO₃) or 800 ppm P (as KH₂PO₄) to 1 g OD aliquots of mixed soil (3 replicates per treatment). The CO₂ and ¹⁴CO₂ released during a period of 7 days from the soils treated in this way was determined. The influence of the larvae on the physico-chemical state of the non-mineralized portion of the labelled leaf litter was determined by subsequently extracting 1 g OD aliquots of mixed soil with methanol-chloroform-water (12 : 5 : 3; 4 h at 20 °C; soluble C-compounds), pronase (Pronase E [Serva, Heidelberg] in 0.05 M tris-buffer, 24 h at 30 °C; labile, N-rich C-compounds) and amyloglucosidase (Rohalase HT [Serva, Heidelberg] in 0.05 M KH₂PO₄, 24 h at 60 °C) (3 replicates per treatment). The influence of *A. subfuscus* and soil on the thus extractable C-compounds were tested by means of a two-way analysis of variance. Mean values were compared using the Tukey-test.

3. Results

3.1 The influence of *A. subfuscus* on the microbial immobilization of nutrients

At the end of the experiment, the size of the soil microbial biomass amounted to 2085 $\mu\text{gC g}^{-1}$ OD soil in the An-horizon of the mull soil (= 2.61% of total-C), to 3073 $\mu\text{gC g}^{-1}$ OD in the F/H-horizon of the moder soil (= 0.73% total-C) and to 9230 $\mu\text{gC g}^{-1}$ OD (= 2.20% total-C) in the F/H-horizon of the limed moder soil. The feeding activity of the *A. subfuscus* larvae reduced the size of the microbial C-pool in all three soils: in the mull soil by 31.9%, in the moder soil by 31.7% and in the limed moder soil by 37.1%. This effect is inevitably connected with a reduced immobilization of nutrients in the soil microbial biomass. The C/N-value of the soil microflora amounts to 6.67, the C/P amounts to 8.62, the C/K amounts to 10.2 and the C/Ca amounts to 71.43 (Anderson and Domsch 1980). It can be calculated from these values that *A. subfuscus* mobilized 99.7 $\mu\text{g N g}^{-1}$ OD soil, 77.2 $\mu\text{g P g}^{-1}$ OD soil, 65.2 $\mu\text{g K g}^{-1}$ OD soil and 9.31 $\mu\text{g Ca g}^{-1}$ OD soil from the labile biomass pool of the microflora in the mull soil. In the moder soil, the estimated nutrient mobilization amounts to 146.1 $\mu\text{g N g}^{-1}$ OD soil, 113 $\mu\text{g P g}^{-1}$ OD soil, 95.5 $\mu\text{g K g}^{-1}$ OD soil and 13.6 $\mu\text{g Ca g}^{-1}$ OD soil. In the limed moder soil, *A. subfuscus* mobilized 513 $\mu\text{g N g}^{-1}$ OD soil, 397.3 $\mu\text{g P g}^{-1}$ OD soil, 335.7 $\mu\text{g K g}^{-1}$ OD soil and 47.9 $\mu\text{g Ca g}^{-1}$ OD soil.

3.2 The influence of *A. subfuscus* on the microbial transformation of beech leaf litter

In the 137 days of the experiment, 15.3% of the non-labile residues of the ^{14}C -labelled beech litter were mineralized in the litter layer of the mull soil, in that of the moder soil, 12.9% and in that of the limed moder soil, 18.8%. According to the results of the two-way analysis of variance, these soil specific differences in the efficiency of the litter colonizing microflora also affected the physico-chemical state of the non-mineralized remains of the ^{14}C -labelled beech litter. In the moder soil and in the limed moder soil, the proportion of water soluble ^{14}C -compounds was significantly higher than in the mull soil ($p < .05$, Tab. 1). Furthermore, there was a significant accumulation of pronase-extractable ^{14}C -compounds in the limed moder soil ($p < .05$).

Site	I	Göttinger	I	Solling	I	Solling	I	
	I	Wald	I	I	I	I	I	
Soil type	I	mull	I	moder	I	limed	I	
	I		I		I	moder	I	
<i>A. subfuscus</i>	I	-	I	+	I	-	I	+
	I	I	I	I	I	I	I	I
M-C-W soluble ^{14}C (ppm)	I	29.0	I	27.2	I	36.7	I	34.5
	I	I	I	I	I	I	I	I
influence of <i>A. subfuscus</i> (%)	I	- 6.2 (n.s.)	I		I	- 5.9 (n.s.)	I	- 2.1 (n.s.)
Amyloglucosidase-extractable ^{14}C (ppm)	I	18.0	I	17.4	I	19.3	I	19.1
	I	I	I	I	I	I	I	I
influence of <i>A. subfuscus</i> (%)	I	- 3.2	I		I	- 1.0	I	+ 4.0
Pronase-extractable ^{14}C (ppm)	I	24.4	I	24.9	I	21.1	I	18.8
	I	I	I	I	I	I	I	I
influence of <i>A. subfuscus</i> (%)	I	- 2.1	I		I	- 10.8**	I	+ 17.6**

Tab. 1: Influence of soil conditions and *A. subfuscus* larvae on the physico-chemical state of ^{14}C -labelled beech litter, which was not mineralized during a timecourse of 137d (M-C-W soluble: methanol-chloroform-water (12 : 5 : 3) soluble; for further explanation see chapter on methods).

The influence of *A. subfuscus* was limited to the pronase-extractable C-compounds (Tab. 1). In the mull soil, the larvae had no influence on the proportion of this ^{14}C -fraction, whilst they significantly promoted its decomposition in the moder soil ($p < .05$). In the limed moder soil, however, *A. subfuscus* reduced the decomposition of the pronase-extractable ^{14}C -fraction and so accelerated the accumulation of nitrogen-rich carbon compounds in the litter layer. This effect coincides with the inhibitory effect of *A. subfuscus* on the leaf litter decomposition in the lime ameliorated soil (compare WOLTERS 1989b).

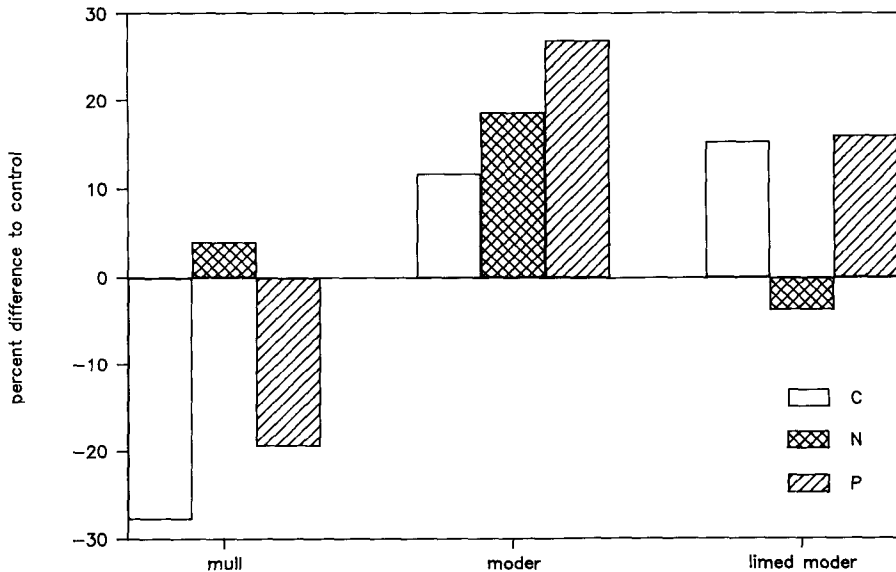


Fig. 1: Soil-specific influence of *A. subfuscus* larvae on the reaction of litter-microflora to additional carbon (C), nitrogen (N) and phosphorus (P) supply (measured as influence of fertilization on the ^{14}C -mineralization rate in three soils, which were kept for 137 in microcosms with and without larvae [= control]).

3.3 The effect of *A. subfuscus* on the nutrient requirements of the microflora

Differences in carbon mineralization clearly demonstrated that *A. subfuscus* larvae strongly influenced the C-, N- and P-requirements of the litter microflora and of the edaphic microflora. According to the influence of C-, N- and P-fertilization on ^{14}C -mineralization (Fig. 1), *A. subfuscus* reduced the nutrient requirements of the microflora living in the surface layer of the mull soil (C, P) or did not alter it at all (N). In the QL-horizon of the moder soil, in contrast, the larvae markedly raised the C-, N- and P-demand of the litter-colonizing microflora. In the limed moder soil, *A. subfuscus* also raised the C- and P-demand of the litter microflora, but had no influence on N-requirements.

According to the influence of additional nutrient supply on soil respiration, *A. subfuscus* reduced N-requirements of the edaphic microflora in the Ah-horizon of the mull soil by 15% ($p < .1$). In the F/H-layer of the moder soil, *A. subfuscus* raised the N-demand of the edaphic microflora by 9% (n. s.). In the natural soils, the effect of the larvae on the nutrient demand of the edaphic

microflora was thus similar to the effect on the litter microflora. In the F/H-layer of the limed moder soil, however, the larvae lowered the P-requirements of the edaphic microflora by 42% ($p < .05$). This effect is opposite to the effect of the larvae on the P-requirements of the litter-colonizing microflora.

4. Discussion

The larvae of *A. subfuscus* served as an example of the effect of humiphagous arthropods on the nutrient turnover of the decomposer microorganisms. It is generally accepted that soil animals affect the turnover of bioelements in the soil in many ways (e. g. WERNER & DINDAL 1987). This is confirmed by the results of the experiments presented here. The influence of *A. subfuscus* on the mobilization of nutrients like N, P, K and Ca by reducing the size of the microbial biomass and by stimulating the metabolic activity of the microflora (see also WOLTERS 1989b) is remarkably high.

While the larvae had a general effect on the size of the microbial nutrient-pool, the influence on the reaction of the microflora to additional nutrient supply was soil specific. *A. subfuscus* greatly increased the nutrient requirements of the litter-colonizing microflora in the moder soil. This points to the most important effect of nutrient availability on the interaction between fauna and microflora, especially in acid soils. Because the availability of inorganic nutrients may also affect the structure of the decomposer community (van STRAALEN et al. 1987, WOLTERS 1989c), the results presented should make an important contribution to an understanding of the influence of soil acidification on soil-biological processes (ULRICH 1987, WOLTERS 1989d). Further studies are needed, to overcome the dichotomy between descriptive and functional approaches in soil ecology (WOLTERS et al. 1989).

The increased carbon and phosphorus limitation brought about by *A. subfuscus* confirms the hypothesis of an increased competition for nutrients within the microbial community of the lime ameliorated moder soil (WOLTERS 1988). In limed substrate, the larvae also had a contrasting effect on the nutrient demand of the litter microflora and of the soil microflora. This points to a promotion of the autochthonous soil microflora as opposed to the zymogenous litter microflora through the burrowing activity of *A. subfuscus*. This confirms the postulated "shifting effect" of humiphagous soil arthropods on the balance between different functional groups of the microorganisms. It also offers an explanation for the inhibitory effect of *A. subfuscus* on litter decomposition in the limed soil (WOLTERS 1989b).

The overwhelming portion of the pronase-extractable ^{14}C -fraction was most probably of microbial origin. The effect of the larvae on these nitrogen-rich organic compounds shows that *A. subfuscus* promotes, in a soil-specific way, the accumulation (mull) or the rapid turnover (moder) of the nutrients contained in the tissue of the microflora. Thus, the humiphagous arthropods not only stimulate the short-term turnover of nutrients by the soil microflora but also affect the long-term turnover of nutrients by influencing the composition of soil organic matter (compare WOLTERS 1988 and 1989b). In the limed moder soil, the larvae accelerated the accumulation of N-rich compounds in the litter layer. In this substrate, in contrast to the mull and moder soil, *A. subfuscus* feeds directly on the freshly fallen leaf litter and/or on the litter-colonizing microflora (WOLTERS 1989b). This leads to the conclusion that the accumulated N-rich compounds in the limed moder soil (see LANG & BEESE 1985) are partly a result of the concentration of microbially transformed carbon compounds on and in the feces of soil animals. The accumulation of labile N-compounds in the organic layer of the limed moder soils confirms that the liming of acid forest soils does not necessarily lead to a stabilization of soil biological processes (WOLTERS & SCHAUERMANN 1989).

This research was supported by the Bundesministerium für Forschung und Technologie.

References

- ANDERSON, J. P. E. & DOMSCH, K. H. (1980): Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. — *Soil Science* **130**, 211—216.
- BLUNCK, H. & MÜHLMANN, H. (1954): Elateridae. — In: Sorauer, P. (ed) *Handbuch für Pflanzenkrankheiten* **5**. Berlin, Parey-Verlag, pp 25—61.
- CYKOWSKI, R. K. (1977): Elateridae Biologie in Wiesen- und Waldökotonen. — *Ecol. Bull. (Stockholm)* **25**, 533—536.
- ESCHERICH, K. (1923): Die Forstinsekten Mitteleuropas II. — Berlin, Parey Verlag, pp 152—167.
- JENKINSON, D. S. & POWLSON, D. S. (1976): The effects of biocidal treatments on metabolism in soil — V. A method for measuring soil biomass. — *Soil Biol. Biochem.* **8**, 209—213.
- KOLBE, W., DORN, K. & SCHLEUTER, M. (1988): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus zwei Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung. — *Spezielle Berichte der Kernforschungsanlage Jülich* **439**, 369—547.
- KOPONEN, S. (1985): Herbivorous insects on planted birch in the Faroe islands Denmark. — *Not. Entomol.* **65**, 119—121.
- KORNALIEWICZ, W. (1977a): Larvae of Elateridae (Coleoptera) in the soil of beech forest reserve Muszkowice lower silesia (Poland). — *Pol. Pismo. Entomol.* **47**, 87—104.
- (1977b): Larvae of Elateridae (Coleoptera) in the soil of selected forest nurseries in the Henrikow forestry unit (Poland). — *Pol. Pismo. Entomol.* **47**, 105—112.
- KRISTEK, J. (1979): Schnellkäfer (Coleoptera, Elateridae) der Fichtenbestände. — *Acta Universitatis Agriculturae (Brno.) C (Facultas silviculturae)* **48**, 53—76.
- MORITZ, G. (1986): Zur Ökologie von Schnellkäfern (Coleoptera: Elateridae) in Buchen- und Fichtenwäldern. — Diplomarbeit, Göttingen.
- NIELSEN, B. O. (1974): The phenology of beech canopy insects in Denmark. — *Vid. Meddr. Dansk. Naturh. Foren.* **137**, 95—124.
- (1975): The species composition and community structure of the beech canopy fauna in Denmark. — *Vid. Meddr. Dansk. Naturh. Foren.* **138**, 137—170.
- PERSSON, T. (1988): Effects of Liming on the Soil Fauna in Forests — a Literature Review. — *Naturvårdsverket Rapport 3418*, Stockholm, Modin-Tryck AB, pp 47—91.
- PRANCE, D. A. (1985): *Athous subfuscus* (Coleoptera, Elateridae) in Southern England. — *Entomol. Rec. J. Var.* **97**, 96.
- SCHAERFFENBERG, B. (1942): Der Einfluß von Humusgehalt und Feuchtigkeit des Bodens auf die Fraßtätigkeit der Elateridenlarven. — *Anz. Schädlingkd.* **18**, 133—136.
- SCHAUERMANN, J. (1986): Die Tierwelt, ihre Nahrungsbeziehungen und ihre Rolle. — In: Ellenberg, H., Mayer, R., Schauermann J. (eds) *Ökosystemforschung — Ergebnisse des Sollingprojektes 1966—1986*. Stuttgart, Ulmer, pp 179—266.
- SERGEEVA, T. K. (1983): A study of soil living click beetles by a serological method. — *Zool. Zh.* **62**, 1510—1513.
- van STRAALLEN, N. M., GEURS, M. & van der LINDEN, J. M. (1987): Abundance, pH-preference and mineral content of Oribatida and Collembola in relation to vitality of pine forests in the Netherlands. — In: Perry, R., Harrison, R. M., Bell, J. N. B., Lester, J. N. (eds) *Acid Rain: Scientific and Technical Advances*. Publications Division, Selper Ltd., London. pp 674—679.
- STREY, G. (1972): Ökoenergetische Untersuchungen an *Athous subfuscus* Müll. und *Athous vittatus* Fbr. (Elateridae, Coleoptera) in Buchenwäldern. — *Dissertation*, Göttingen.
- ULRICH, B. (1987): Stability, Elasticity, and Resilience of Terrestrial Ecosystems with Respect to Matter Balance. — In: Schulze, E.-D. & Zwölfer, H. (eds). *Potentials and Limitations of Ecosystem Analysis*. Berlin, Springer-Verlag, pp 50—67.

- WERNER, M. R. & DINDAL, D. L. (1987): Nutritional ecology of soil arthropods. — In: Slansky, F., & Rodriguez, J. G. (eds). *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates*. New York, John Wiley & Sons, pp 815—836.
- WOLTERS, V. (1988): Effects of *Mesenchytraeus glandulosus* (Oligochaeta, Enchytraeidae) on decomposition processes. — *Pedobiologia* **32**, 387—398.
- (1989a): Die Zersetternahrungskette von Buchenwäldern. — Untersuchungen zur ökosystemaren Bedeutung der Interaktionen zwischen Bodentieren und Mikroflora. — *Verh. Ges. Ökol.* **17**, in press.
- (1989b): The influence of omnivorous elaterid larvae on the microbial carbon cycle in different forest soils. — *Oecologia*, in press.
- (1989c): Die Wirkung der Bodenversauerung auf Protura, Diplura und Collembola (Insecta, Aperygota) — Untersuchungen im Stammfußbereich von Buchen. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal.* **42**, 45—50, Wuppertal.
- (1989d): Die Wirkung von saurem Regen auf biotische Interaktionen im Boden von Buchenwäldern. — *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben (A)*, in press.
- WOLTERS, V. & SCHAUERMANN, J. (1989): Die Wirkung von Meliorationskalkung auf die ökologische Funktion von Regenwürmern. — *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben (A)*, Bd. **49**, 141—151.
- WOLTERS, V., SPRENGEL, T., VANSELOW, M. & SCHEU, S. (1989): Die Bodentiere als Steuergrößen für die Zusammensetzung und Leistungsfähigkeit der Zersetzergemeinschaften von Waldökosystemen — Perspektiven für einen integrierten Forschungsansatz. — *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben (A)*, Bd. **49**, 153—158.

Anschrift des Verfassers:

Dr. VOLKMAR WOLTERS, II. Zoologisches Institut der Universität, Berliner Str. 28, D-3400 Göttingen

Die Wirkung der Bodenversauerung auf Protura, Diplura und Collembola (Insecta, Apterygota) — Untersuchungen am Stammfuß von Buchen

VOLKMAR WOLTERS

Mit 2 Tabellen

Abstract

In the beech forest on limestone (mull) studied, there is a marked increase in the abundance of Collembola, Protura, and Diplura in the area around beech trees. The soil close to the trunks of the beech trees is strongly acidified ($\text{pH H}_2\text{O} < 4$) by the high input of protons via stemflow-water. This area has been used as a typical example of the impact of airborne pollutants, such as protons, heavy metals etc., on the microarthropods of forest soils. It could be demonstrated that differences in soil acidity on the different sides of the trees are correlated with the distribution of Apterygota. Collembola and Protura reached highest densities in the most acid soil, while Diplura only occurred in the soil with the higher pH-value. As indicated by the quality of the organic layer and by the composition of the soilfauna, the soil-conditions in the area around the trunks come close to the conditions in a moder soil. With respect to the species-specific reaction of Collembola, the hypothesis was developed that the long-term input of acid rain (and the factors normally connected with acid rain) to base-rich soils may favor epedaphic species. In certain microhabitats, these species could indicate, and probably promote, the disintegration of the litter layer and the mineral soil — a process usually connected with soil acidification.

1. Einleitung

Wegen der hohen Akzeptorfläche des Kronendaches ist der Säure- und Schwermetalleintrag, der mit dem Stammabfluß an den Waldboden gelangt, sehr hoch. So kann im Bereich des Stammfußes von Buchen der Protoneneintrag bis zu 23mal höher sein als im stammfernen Bereich (KOENIGS 1985). Dies führt auch auf basenreichen Standorten zu einer starken Versauerung des Bodenwassers (MEIWES & BEESE 1988). Nach einer Hypothese SCHÄFER's (1988) eignet sich der extrem belastete Mikrostandort „Stammfuß“ gut als Modell für die langfristige Wirkung von Schadstoffeinträgen auf die Bodenorganismen. In der vorliegenden Arbeit wird diese Hypothese durch die Untersuchung der Verteilung von Mikroarthropoden im stammnahen und im stammfernen Bereich von Altbuchen getestet. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die Bodenfauna auch in scheinbar gut gepufferten Waldökosystemen sensibel auf die zum Teil extreme Belastung ihrer Umgebung reagiert.

2. Methoden

Die Untersuchungen wurden im Göttinger Wald, einem ca. 130jährigen Buchenwald auf Muschelkalk (420 ü. NN), durchgeführt. In einem Bereich, in dem der Bodentyp als Terra fusca Rendzina zu bezeichnen ist, wurden an 4 Buchen Bodenkerne entnommen (Durchmesser: 5,5 cm). Der Bohrer wurde an der Nord-, der Ost-, der Süd- und der Westseite der Bäume unmittelbar am Stammfuß bis zu einer Tiefe von 3 cm eingestochen. In jeweils 2 m Entfernung von jeder der Probestellen habe ich in gleicher Weise Bodenkerne entnommen. Da die Buchen so ausgewählt wurden, daß die benachbarten Bäume mindestens 5 m entfernt waren, waren die Kon-

trollproben also immer mindestens 2 m vom Fuß der Stämme entfernt. Zusätzlich wurden Proben für die Bestimmung des pH-Wertes (in 0—3 und 4—6 cm Bodentiefe), des Wassergehaltes, des Aschegewichtes und der Bodendichte genommen. Die Mikroarthropoden wurden mit Hilfe einer modifizierten Macfadyen-Extraktion auf dem Boden ausgetrieben (WOLTERS 1983; Probenzahl n = 32).

3. Ergebnisse

3.1 Bodenversauerung im Stammfußbereich

In der Streuschicht am Fuße der Buchen war der Wassergehalt signifikant höher als im baumfernen Bereich ($p < .05$). Dies weist auf die Bedeutung des Stammabflußwassers und der veränderten mikroklimatischen Verhältnisse im Stammfußbereich hin. Gemessen an der Feuchtigkeit der Stämme läuft an der Süd-/Ostseite der Bäume ein besonderes großer Teil des Stammablaufwassers hinunter. Die Feuchtigkeit von Streu und Boden war allerdings an der Süd- und Westseite der Bäume am höchsten ($p < .05$). Die pH-Werte zeigen, daß der Boden an der südlichen Seite der Stämme besonders stark versauert ist (Tab. 1). Der Zusammenhang zwischen Stammablauf und Bodenversauerung wird durch die geringe Versauerung des Bodens an der relativ trockenen Nordseite der Stämme besonders deutlich.

Methode	I pH (H ₂ O)						II pH (KCl)											
	I	N	I	O	I	S	I	W	II	N	I	O	I	S	I	W	I	
Himmelsrichtung	I	N	I	O	I	S	I	W	II	N	I	O	I	S	I	W	I	
Stammfuß	0-3	I	4.4	I	3.9	I	3.7	I	3.9	II	3.7	I	3.1	I	2.9	I	2.8	I
		I	I	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	3-6	I	4.2	I	3.8	I	3.6	I	3.9	II	3.5	I	3.0	I	2.9	I	3.1	I
		I	I	I	I	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mittelwert	0-3	I				3.9				II			3.0					I
(stammnah)		I								II								I
	3-6	I				3.8				II			3.6					I
		I								II								I
stammfern	0-3	I				5.6				II			4.3					I
		I								II								I
	3-6	I				5.3				II			3.9					I
		I								II								I

Tab. 1: pH-Wert der Bodenlösung am Stammfuß von Buchen und im stammfernen Bereich (Ah-Horizont des Göttinger Kalkbuchenwaldes, Humusform: mull).

3.2 Umsatz der organischen Substanz am Stammfuß

Am Fuß der Bäume war das Trockengewicht der Streuauflage signifikant erhöht ($p < .05$). An den verschiedenen Seiten der Bäume nahm das Gewicht der Streuauflage in der Reihenfolge $S > O > W > N$ ab. Das hohe Gewicht der Streu an der Westseite der Bäume wurde vor allem durch den großen Anteil an mineralischen Bestandteilen verursacht. Eine Akkumulation organischer Substanz fand also nur an der Süd- und Ostseite des Stammfußes statt. In diesem Bereich war die Beschaffenheit des Auflagehorizontes z. T. mit der eines Moderbodens vergleichbar. An der Westseite der Bäume war bei hoher Bodendichte relativ wenig organisches Material in den oberen 3 cm des Ah-Horizontes. Dies weist darauf hin, daß der hohe Anteil an mineralischen Bestandteilen in der Streuschicht nicht eine Folge der Bioturbation (d. h. einer Vermengung von Streu und Mineralboden durch die Bodentiere) ist, sondern auf abiotische

Einflüsse (Einwaschung o. ä.) zurückgeht. An der Nordseite der Stämme war die Streuauflage besonders dünn.

3.3 Verteilung und Individuendichte der Apterygota im Stammfußbereich von Buchen

Im Stammfußbereich der Buchen war die Abundanz der Protura, Diplura und Collembola deutlich erhöht (Tab. 2). Abgesehen von einer gewissen Zunahme des Anteils hemiedaphischer Arten, waren die Lebensformtypen der Collembolen in Stammnähe in ähnlicher Zusammensetzung vertreten wie im stammfernen Bereich. Dies zeigt, daß die unmittelbare Umgebung Bäume durchaus mit der freien Fläche zu vergleichen ist. Eine Bevorzugung des Stammfußbereiches ließ sich für *H. burkilli*, die meisten Poduromorpha (*X. armatus*, *X. corticalis*, *F. clavisetata*) *T. krausbaueri*, die meisten Onychiuridae (*O. tricamatus*, *O. furcifer*, *O. sublegans*), *F. quadrioculata*, juvenile Isotomiden und *E. corticalis* nachweisen. Eine Meidung des baumnahen Bereiches zeigte nur *H. denticulata*.

Die Verteilung der Apterygota am Fuße der Bäume bestätigt die Bedeutung des Stammabflusses für die Zusammensetzung der Bodenfauna. Die Gesamtzahl der Collembolen korrelierte linear mit dem pH-Wert an den verschiedenen Seiten der Buchen (obere 3 cm des Mineralbodens, $r^2 = .93$): mit zunehmender Bodenversauerung stieg die Dichte der Collembolen an. Die Proturen bevorzugten ebenfalls den versauerten Bereich an der Ost- und an der Südseite der Buchenstämme, mieden jedoch den stark verdichteten Boden an der Westseite. Dies weist auf die Bedeutung der Veränderung bodenphysikalischer Verhältnisse durch den erhöhten Wassereintrag hin. Dipluren wurden nur an der am geringsten belasteten Nordseite der Bäume gefunden. Die artspezifischen Unterschiede in der Bevorzugung bestimmter Seiten des Stammfußes durch Collembolen zeigen, daß die Reaktion der Mikroarthropoden auf die Veränderungen im Stammfußbereich von den biologischen Besonderheiten der einzelnen Arten abhängt (Tab. 2). Nach den abiotischen Faktoren lassen sich verschiedene Gruppen der Apterygotenecoenose am Stammfuß zusammenfassen:

a. Bevorzugung des wenig belasteten Bereiches (N): *T. krausbaueri*, *Diplura*;

b. Bevorzugung des stark belasteten Bereiches (S): *T. callipygos*, *L. lignorum*, *T. flavescens*, *E. corticalis*;

b1. Bevorzugung besonders feuchter Bereiche (S/W): *H. burkilli*, *I. notabilis*;

b2. Bevorzugung des Bereiches, in dem die organische Substanz akkumuliert (S/O und O): *H. denticulata*, *O. scotarium*, *I. minor*, *M. minimus*, Protura.

Der starke Anstieg Oberflächen-orientierter Arten an der stark belasteten Südseite der Bäume ist besonders auffällig.

Diskussion

Im Zusammenhang mit der Diskussion von Großaggregaten der Mikroarthropoden entlang von Umweltgradienten betont STREIT (1982) die große Bedeutung der Baumstämme für die edaphische Mesofauna. Meine Untersuchungen an Proturen, Dipluren und Collembolen bestätigen diesen Befund. Zwar konnte ich keine so extreme Steigerung der Siedlungsdichte von Springschwänzen im baumnahen Bereich nachweisen wie STEBAYEVA (1975), aber auch im Göttinger Wald war die Dichte der Collembolen am Fuß der Bäume bis zu 1,5mal so hoch wie im stammfernen Bereich. Die Dichte der Proturen war an bestimmten Seiten der Buchen sogar um den Faktor 6.6 und die Dichte der Dipluren um den Faktor 5 gegenüber der freien Fläche erhöht.

An der Seite der Buchen, an der die größte Menge des Stammablaufes herunterfließt, kommt es zu einer starken Bodenversauerung und zu einer Streuakkumulation. Die positive Korrelation zwischen dem Anstieg der Bodenversauerung und der Siedlungsdichte der Collembolen belegt die große Bedeutung des erhöhten Protoneneintrages für die edaphischen Mikroarthropoden. Die erhöhte Abundanz der Collembolen im besonders versauerten Bereich des Stammfußes deckt sich mit der positiven Reaktion dieser Tiergruppe auf experimentelle Bodenver-

Himmelsrichtung	I stammfern I		Stammfuß									
	I	I	I	N	I	O	I	S	I	W	I	Mittel
<i>Hypogastrura</i>	I	80	I	0	I	0	I	632	I	948	I	395
<i>burkilli</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Hypogastrura</i>	I	526	I	0	I	211	I	316	I	0	I	132
<i>denticulata</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Neanura</i>	I	55	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0
<i>muscorum</i>	I		I		I		I		I		I	
Übrige Poduromorpha	I	265	I	2527	I	421	I	4948	I	3053	I	2737
(s. Text)	I		I		I		I		I		I	
<i>Onychiurus</i>	I	948	I	948	I	1790	I	632	I	526	I	974
<i>scotarius</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Tullbergia</i>	I	2921	I	7370	I	3790	I	4572	I	1684	I	4354
<i>krausbaueri</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Tullbergia</i>	I	79	I	0	I	0	I	211	I	0	I	53
<i>callipygos</i>	I		I		I		I		I		I	
Übrige Onychiuri-	I	895	I	2632	I	1684	I	1895	I	316	I	1632
dae (s. Text)	I		I		I		I		I		I	
<i>Folsomia</i>	I	1500	I	3158	I	4001	I	3895	I	5053	I	4027
<i>quadrioculata</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Isotoma</i>	I	5184	I	3474	I	3895	I	6317	I	6212	I	4975
<i>notabilis</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Isotomiella</i>	I	5447	I	5053	I	10107	I	4738	I	4527	I	6106
<i>minor</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Isotoma</i> juv.	I	1605	I	316	I	4843	I	2000	I	6001	I	3290
	I		I		I		I		I		I	
<i>Lepidocyrtus</i>	I	6683	I	3580	I	4422	I	8582	I	5475	I	5515
<i>lignorum</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Pseudosinella</i>	I	342	I	0	I	632	I	0	I	526	I	290
<i>alba</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Heteromurus</i>	I	132	I	105	I	105	I	0	I	105	I	79
<i>nitidus</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Tomocerus</i>	I	763	I	211	I	316	I	1474	I	737	I	685
<i>flavescens</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Entomobrya</i>	I	211	I	0	I	0	I	0	I	0	I	0
<i>muscorum</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Entomobrya</i>	I	211	I	737	I	632	I	4001	I	0	I	1343
<i>corticalis</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Orchesella</i>	I	79	I	211	I	0	I	0	I	0	I	53
<i>flavescens</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Megalothorax</i>	I	1131	I	421	I	3369	I	1579	I	316	I	1421
<i>minimus</i>	I		I		I		I		I		I	
<i>Arrhopalites</i> juv.	I	0	I	0	I	105	I	0	I	0	I	26
	I		I		I		I		I		I	
Collembola	I	28186	I	28214	I	36006	I	42322	I	34637	I	35295
	I		I		I		I		I		I	
Protura	I	658	I	316	I	4316	I	2572	I	0	I	1801
	I		I		I		I		I		I	
Diplura	I	105	I	526	I	0	I	0	I	0	I	263
	I		I		I		I		I		I	

Tab. 2: Abundanz der Apterygota am Stammfuß von Buchen und im stammfernen Bereich (Ind. pro m² in der Laubauflage und im Ah-Horizont des Göttinger Kalkbuchenwaldes, Humusform: mull; n = 32, Juni).

sauerung (e. g. HAGVAR 1984, HAGVAR & KJÖNDAL 1981). Der von CORSMANN (1982) nachgewiesene Biomasseanstieg der säureempfindlichen Gehäuseschnecken am Fuß der Buchen des Göttinger Waldes verdeutlicht jedoch, daß eine einfache Korrelation zwischen der Bodenversauerung und der Dichte der Tiere am Stammfuß problematisch ist. Es ist schwer zu klären, inwieweit dieser Bereich für bestimmte Arten nur als Durchgangszone bzw. als kurzfristiges Refugium (z. B. vor Austrocknung) dient. So deutet die Artenzusammensetzung der Gastropoden darauf hin, daß die empfindliche Reaktion kleiner, immobiler Arten auf Belastungen im Stammfußbereich durch große Arten, die schnell zwischen verschiedenen Mikrohabitaten wechseln können, überlagert wird. Entsprechend läßt sich sicherlich auch die Verteilung der Mikroarthropoden am Stammfuß nicht allein auf eine Bodenversauerung zurückführen. Die Untersuchungen von van STRAALEN et al. (1987) belegen z. B. die große Bedeutung der säurebedingten Nährstoffverarmung für die Mesofauna. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, welchen Einfluß solche und andere Faktoren (erhöhte Bodenfeuchte, Schwermetallbelastung, veränderte Beschaffenheit von Streu und Boden etc.) auf Bodenorganismen im Mikrostandort „Stammfuß“ haben.

Eine Reihe von Autoren hat die Folgen künstlicher Bodenversauerung auf die Bodenfauna untersucht (z. B. ABRAHAMSEN 1983, BAATH et al. 1980, HAGVAR 1984, HAGVAR & AMUNDSEN 1981, HEUNGENS & van DALE 194, LEETHAM et al. 1982, SCHAUERMANN 1987). In allen Fällen reagierten die einzelnen Bodentierarten sehr unterschiedlich auf die erhöhte Säurebelastung. Meine Untersuchungen bestätigen dieses artspezifische Reaktionsmuster der Bodentiere. Betrachtet man allerdings den pH-Wert als die Hauptvariable, so stehen meine Ergebnisse zum Teil im Widerspruch zu den Befunden der genannten Autoren. So reagierten *I. notabilis* und *I. minor* in den Experimenten von HAGVAR & KJÖNDAL (1981) sehr empfindlich auf simulierten sauren Regen, während *M. yosii* (eine Art, die möglicherweise mit *T. krausbaueri* identisch ist) durch den simulierten sauren Regen gefördert wurde. Nach meinen Untersuchungen bevorzugte *I. notabilis* dagegen die Süd-/Westseite und *I. minor* bevorzugte die Ostseite der Bäume — also besonders stark versauerte Bereiche des Stammfußes. *T. krausbaueri* bevorzugte eindeutig die weniger versauerte Nordseite. Die langfristige Wirkung erhöhter Schadstoffbelastung im Stammfußbereich läßt sich also nur begrenzt mit den Ergebnissen relativ kurzfristiger Versauerungsexperimente vergleichen.

Trotz aller Probleme bei der Bewertung meiner Untersuchungsergebnisse bestätigt die klare Reaktion der Proturen, Dipluren und Collembolen die Hypothese von der Eignung des Mikrostandortes „Stammfuß“ für die Beurteilung der Auswirkungen erhöhter Schadstoffbelastungen auf die Bodenorganismen. Zusammen mit der Bodenversauerung und der Streuakkumulation zeigt der Anstieg der Mesofauna in besonders belasteten Bereichen des Stammfußes, daß es auch in scheinbar gut gepufferten Mullböden zu einer Entwicklung in Richtung auf die biotischen und abiotischen Verhältnisse eines Moderbodens kommen kann. Aus der überraschenden Zunahme der Biomasse Oberflächen-orientierten Collembolenarten im besonders versauerten Bereich der Bäume läßt sich die Hypothese ableiten, daß bei der kleinräumigen Versauerung von Waldböden Tierarten gefördert werden, die auf die säurebedingte Entkopplung von organischer Auflage und Mineralboden hinweisen — und diese möglicherweise sogar beschleunigen. Eine typische „Moder-Fauna“ kann sich erst einstellen, wenn die Versauerung so weit fortgeschritten ist, daß sich acidophile Arten ausbreiten bzw. ansiedeln. Da das Verständnis solcher und ähnlicher Entwicklungen innerhalb der Zersetzergemeinschaft von großer Bedeutung für die Beurteilung der Stabilität von Waldökosystemen ist, sind weitere Untersuchungen dringend erforderlich.

Literatur

ABRAHAMSEN, G. (1983): Effects of lime and artificial acid rain on the enchytraeid (Oligochaeta) fauna in coniferous forest. — *Holarc. Ecol.* 6, 247—254.

- BAATH, E., BERG, B., LOHM, U., LUNDGREN, B., LUNDQUIST, H., ROSSWALL, T., SÖDERSTRÖM, B. & WIREN, A. (1980): Effects of experimental acidification and liming on soil organisms and decomposition in Scots pine forest. — *Pedobiologia* **20**, 85—100.
- CORSMANN, M. (1982): Untersuchungen zur Ökologie der Schnecken (Gastropoda) eines Kalkbuchenwaldes: Populationsdichte, Phänologie und kleinräumige Verteilung. — *DROSERA* **81**, 75—92.
- HAGVAR, S. (1984): Effects of liming and artificial acid rain on Collembola and Protura in coniferous forest. — *Pedobiologia* **27**, 341—354.
- HAGVAR, S. & AMUNDSEN, T. (1981): Effects of liming and artificial acid rain on the mite (Acar) fauna in coniferous forest. — *Oikos* **37**, 7—20.
- HAGVAR, S. & KJÖNDAL, B. R. (1981): Effects of artificial acid rain on the microarthropod fauna in decomposing birch leaves. — *Pedobiologia* **22**, 409—422.
- HEUNGENS, A. & van DAELE, E. (19884): The influence of some acids, bases and salts on the mite and Collembola population of a pine litter substrate. — *Pedobiologia* **27**, 299—311.
- KOENIES, H. (1985): Über die Eigenart der Mikrostandorte im Fußbereich der Altbuchen unter besonderer Berücksichtigung der Schwermetallgehalte in der organischen Auflage und im Oberboden. — *Berichte aus dem Forschungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben*, **9**, 288 S.
- LEETHAM, J. W., McNARY, T. J., DODD, J. L. & LAUENROTH, W. K. (1982): Response of soil Nematodes, Rotifers, and Tardigrades to three levels of season-long sulfur dioxide exposure. — *Water, Air and Soil Pollution* **17**, 343—356.
- MEIWES, K. J. & BEESE, F. (1988): Ergebnisse der Untersuchung des Stoffhaushaltes eines Buchenwaldökosystemes auf Kalkgestein. — *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme B*, **9**, 1—141.
- SCHÄFER, H. (1988): Auswirkungen der Deposition von Luftschadstoffen auf die Streuzersetzung in Waldökosystemen. — Eine Fallstudie an den durch Stammablaufwasser stark säure- und schwermetallbelasteten Baumfuß-Bodenbereichen alter Buchen. — *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben A*, **37**, 244pp.
- SCHAUERMANN, J. (1987): Tiergesellschaften der Wälder im Solling unter dem Einfluß von Luftschadstoffen und künstlichem Säure- und Düngereintrag. — *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, Bd. **16**, 53—62.
- STEBAYEVA, S. K. (1975): Phytogenetic microstructure of Collembola associations in steppes and forests of Siberia. — In: J. VANEK (ed.): *Progress in Soil Zoology. Proc. 5th Int. Coll. Soil. Zool., The Hague (W. Junk/Prague (Academia)*, 77—84.
- van STRAALEN, N. M., GEURS, M. & van der LINDEN, J. M (1987): Abundance, pH-preference and mineral content of Oribatida and Collembola in relation to vitality of pine forests in the Netherlands. — In: Perry R., Harrison, R. M., Bell J. N. B., Lester, J. N. (eds.). *Acid Rain: Scientific and Technical Advances. Publications Division, Selper Ltd., London*, pp 674—679.
- STREIT, B. (1982): Microarthropod population gradients and aggregations in the soil of a mixed temperate deciduous forest. — *Rev. suisse Zool.*, **89**, 993—1004.
- WOLTERS, V. (1983): Ökologische Untersuchungen an Collembolen eines Buchenwaldes auf Kalk. — *Pedobiologia*, **25**, 73—85.

Anschrift des Verfassers:
 Dr. VOLKMAR WOLTERS,
 II. Zoologisches Institut der Universität,
 Berliner Str. 28,
 D-3400 Göttingen

Zur Käferfauna des Wahler Berges*

KLAUS KOCH

Seit 1977 wurde die Käferfauna des Wahler Berges von GRIMBACH und mir auf 28 mehrstündigen Exkursionen intensiv erforscht. Dabei konnten von uns bisher 629 Käferarten festgestellt werden. Diese für das recht kleine Areal ziemlich hohe Artenzahl rührt daher, daß aufgrund seiner geringen Größe von den benachbarten Feldern und Ruderalflächen ständig Ubiquisten und euryöke Arten in das gesamte Gebiet eindringen können. Daher ist auch der Anteil der Bioindikatoren (*psammophile*, *psammobionte*, *xerophile*, *thermophile* Arten) mit ca 15% relativ niedrig. Jedoch zeigt sich die außergewöhnliche Bedeutung dieses Biotops an den zahlreichen faunistischen Besonderheiten, die dort vorkommen, z. B.: *Astenus subditus* = 2. Fund im zentralen Mitteleuropa; *Medon nigrutilus* = 2. Fund in der Rheinprovinz; *Scymnus apetzii* = 1. Fund am Niederrhein u. v. a.

Die bereits von GRIMBACH (1989) aufgezeigten Veränderungen des Biotops wirkten sich auch vielfach auf die Besiedlung durch Käfer aus. Anthropogene Einflüsse (Zerstörungen durch Reiter, Motorräder usw.) haben besonders die Populationen einiger terricoler Käferarten stark geschädigt (vor allem Larven von *Cicindela hybrida* und *Melanimon tibiale*).

Das Vordringen von Gehölzen und anderen biotopfremden Pflanzen zerstört die Habitate phytophager Arten, die an bestimmte Pflanzen und auch Standorte gebunden sind (Beispiel: monophag an *Rumex acetosella* lebende *Apion*-Arten, die an extrem sonnexponierten Stellen vorkommen).

Klimatische Einflüsse, wie z. B. starke Frostperioden führten zunächst zum Erfrieren der alten *Sarothamnus*-Bestände und damit mehr oder weniger zum Verschwinden der daran lebenden Arten, anschließend aber dann zum Auftreten vorher noch nicht vorkommender Tiere, die einerseits das Totholz befielen (Borkenkäfer), andererseits wiederum diese Käfer als Nahrung benötigen (*Laemophloeus ater*). Auch die in den letzten Jahren — zwar nur geringfügig — ansteigenden Durchschnittstemperaturen bewirkten, daß einige thermophile Arten vom Mittelrhein her weiter nach Norden vordringen konnten und nunmehr, wie der *Verbascum*-Rüßler *Cleopus solani*, oft in Anzahl am Wahler Berg auftreten.

Der Beitrag soll zeigen, daß auch der Einzelne durch intensive Erforschung eines kleineren, überschaubaren Biotops erreichen kann, daß dieser unter Schutz gestellt wird. Jedoch muß im allgemeinen anschließend durch eine Reihe gezielter Maßnahmen fortwährend für die Erhaltung dieses Areals gesorgt werden. Dabei sollten alle Maßnahmen stets erst nach vorheriger Absprache aller am Projekt beteiligten Fachleute erfolgen.

Literatur

GRIMBACH, N. (1989): Floristische Untersuchungen im Raum Neuss — ein Beitrag zur Unter-
schutzstellung einer Dünenlandschaft. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, 42, 72—76;
Wuppertal.

Anschrift des Verfassers:

Dr. KLAUS KOCH, Niersstr. 64, D-4040 Neuss 21

*Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhrrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Zur Käferfauna von Spargelfeldern in Südhessen *

UTE RETHMEYER

Mit 2 Tabellen

Abstract

On the coleopteran fauna of asparagus fields in Southern Hessen.

The coleopteran fauna of asparagus fields in Southern Hessen (Federal Republic of Germany) was investigated by means of pitfall traps. Two fields were studied in relation to their cultivation, i. e. fertilizing, weed control, harvesting period and tillage. In both fields, a high species diversity and abundance has been found. The marked difference, especially in the fauna of ground beetles (Col.: Carabidae) of the two fields correlated with the cultivation methods. These led to a shift in the spectrum of species, but not to a decrease in the number of species.

In Deutschland wird Spargel (*Asparagus officinalis* Linné) seit 1775 in der Braunschweiger Region angebaut, in der untersuchten Pflungstädter Region (Südhessen) dagegen erst seit dem Jahre 1898. Im Gegensatz zu der Fauna vieler Getreide- und Gemüsekulturen, die relativ gut untersucht ist, liegt über die Fauna der Spargelfelder erst eine größere Arbeit vor (DINGLER 1934). Er konnte in Hessen-Starkenburg und Rheinhessen durch Hand- und Kescherfänge sowie durch die Aufzucht gefundener Larven und Puppen 378 Insektenarten nachweisen.

In den letzten Jahren wurden bevorzugt Untersuchungen über die Schädlingsfauna von Spargelfeldern durchgeführt. In der vorliegenden Untersuchung sollte dagegen ein Überblick über die gesamte epigäische Fauna der Spargelfelder gegeben werden, wobei der Schwerpunkt auf der Käferfauna lag. Insbesondere wurde den Einflüssen der Bearbeitung, des Pflanzenschutzmitteleinsatzes und der Ernteperiode nachgegangen. Die Ergebnisse, die die Käferfauna betreffen, sollen im folgenden dargestellt werden.

Versuchsflächen und Methode

Von Anfang Mai bis Mitte September wurden zwei im Nebenerwerb bewirtschaftete Ertragsanlagen auf umgelagertem Flugsand untersucht. Die Felder liegen zwischen Pflungstadt und Eschollbrücken, westlich von Darmstadt. Feld I besitzt eine Größe von 25 x 98 m (0,245 ha), Feld II von 14,5 x 158 m (0,229 ha). In der Umgebung der Felder befinden sich weitere Spargelfelder, einige Getreideäcker und zwei Gärten. Die beiden Felder unterscheiden sich wie folgt: Feld I wurde zweimal mit je 6 000 l Gülle gedüngt (je 2,5 l/m²); Unkräuter wurden durch Hacken und Schälen bekämpft. Die Stechperiode dauerte vom 5. 5. bis 29. 6. 1986.

Feld II wurde zweimal mit je 188 kg Blaukorn gedüngt (je 0,082 kg/m²); Unkräuter wurden vor der Stechperiode mit 2 l/ha Atrazin flüssig und nach der Stechperiode mit 750 g/ha Sencor WG bekämpft. Die Stechperiode dauerte vom 14. 5. bis 15. 6. 1986.

Die Fauna der Spargelfelder wurde mit Hilfe von Bodenfallen erfaßt. Hierbei handelte es sich um zwei ineinander gesetzte Bellaplast-Becher (Art. Nr. 755), mit einem oberen Durchmesser und einer Höhe von 10 cm. Sie wurden etwa zu einem Drittel mit 2%igem Formol unter Zugabe

*Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Familie	Feld I		Feld II	
	Indiv.	Arten	Indiv.	Arten
Anthicidae	3871	3	64	3
Byrrhidae	1	1	--	--
Carabidae	1606	48	1942	47
Catopidae	1	1	--	--
Chrysomelidae	26	>7	40	>7
Coccinellidae	19	4	11	5
Cryptophagidae	3179	>3	78	>2
Cucujidae	4	3	--	--
Curculionidae	69	>5	32	>5
Dermestidae	--	--	1	1
Dryopidae	--	--	1	1
Elateridae	18	2	5	1
Histeridae	29	4	2	2
Hydrophilidae	35	4	2	2
Lagriidae	--	--	1	1
Lathridiidae	36	>3	17	>2
Liodidae	13	>2	23	>3
Nitidulidae	36	>3	16	>2
Oedemeridae	3	1	--	--
Ptiliidae	4	>1	1	1
Scarabaeidae	580	8	236	10
Scolytidae	3	1	--	--
Scydmaenidae	4	>1	1	1
Silphidae	4	2	2	1
Staphylinidae	2751	>36	1720	>31
Tenebrionidae	3	1	1	1
insgesamt	12295	>144	4198	>129

Tab. 1: Individuenzahlen (bezogen auf jeweils 10 Bodenfallen) und Artenzahlen der auf den untersuchten Spargelfeldern aufgefundenen Käferfamilien.

Arten / Unterfamilien	Individuenzahlen	
	Feld I	Feld II
<i>Cicindela hybrida</i> L.	33	21
<i>Amara fulva</i> (O. F. Mueller)	50	5
<i>Bembidion femoratum</i> Sturm	126	222
<i>B. quadrimaculatum</i> (L.)	36	37
<i>Brosicus cephalotes</i> (L.)	21	101
<i>Calathus erratus</i> Sahlberg	210	346
<i>C. melanocephalus</i> (L.)	6	50
<i>Harpalus aeneus</i> (F.)	30	10
<i>H. distinguendus</i> Duftschmid	46	2
<i>H. frölichi</i> Sturm	714	83
<i>H. griseus</i> (Panzer)	45	633
<i>H. rufipes</i> (De Geer)	89	234
<i>H. serripes</i> (Quensel)	30	4
<i>H. smaragdinus</i> (Duftschmid)	61	22
<i>H. tardus</i> (Panzer)	31	19
<i>Loricera pilicornis</i> (F.)	4	20
<i>Poecilus lepidus</i> (Leske)	14	21
weitere Bembidiinae	18	19
Dromiinae	13	2
weitere Harpalinae	20	18
weitere Pterostichinae	18	21
weitere Zabrinae	29	27
sonstige Unterfamilien	5	23
insgesamt	1606	1942

Tab. 2: Abundanzen der Carabiden (Arten bzw. Unterfamilien) der untersuchten Felder.

von etwas Detergens gefüllt. Auf Feld I waren 8, auf Feld II 10 Fallen in der Sohle alternierender Reihen eingegraben. Im Ergebnisteil werden die Fangzahlen jeweils auf 10 Fallen bezogen. Die Fallen wurden einmal wöchentlich geleert.

Der Schwerpunkt der Auswertung lag bei den Laufkäfern (Carabidae). Die Determination erfolgte nach FREUDE, HARDE & LOHSE (1963—1982).

Zum Vergleich der beiden Felder wurden der Diversitätsindex nach SHANNON-WIENER und die Evenness herangezogen. Ferner wurde ein Diversitätsvergleich als Maß für die Verschiedenheit der Felder durchgeführt.

Ergebnisse

Der Anteil der Coleopteren am Gesamtfang betrug auf Feld I etwa ein Drittel (12 295 von 31 159 Individuen), auf Feld II etwa ein Fünftel (4 198 von 21 746 Individuen). Die aufgefundenen Familien sind mit den jeweiligen Arten- und Individuenzahlen in Tab. 1 zusammengestellt.

Bei der Betrachtung der Fänge von Feld I fällt die hohe Individuenzahl der Anthicidae (Blütenmulmkäfer) auf. Die dominierende Art war hier *Anthicus bimaculatus* (Ill.). Während diese Art auf Feld I mit 3 700 Individuen ein Massenaufreten zeigte, wurden auf Feld II nur 50 Individuen gefangen.

Ein Vergleich der Carabidenfauna der beiden Felder zeigte, daß hinsichtlich der Besiedlung größere Unterschiede bestanden: So dominierte auf Feld I *Harpalus frölichii* Sturm, auf Feld II dagegen *H. griseus* (Panzer). Bei beiden Arten handelt es sich um Sandbewohner, doch liegen ihre Aktivitätsmaxima zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Jahr. *H. frölichii* zeigt im Frühjahr und — in geringerem Maß — im Spätsommer Abundanzmaxima, *H. griseus* dagegen nur im Spätsommer.

Insgesamt wurden 59 Carabidenarten nachgewiesen, wovon 36 Arten beiden Feldern gemeinsam waren. Der Diversitätsunterschied war mit 22% recht groß, die Artenzahl etwa gleich (48 bzw. 47 Arten: Evenness fast identisch).

Die Individuenzahlen der häufigsten Carabidenarten bzw. -unterfamilien sind in Tab. 2 aufgeführt. Alle aufgefundenen Arten sind bei BATHON & RETHMEYER (1988) mitgeteilt.

Diskussion

Trotz der scheinbar einseitigen Bedingungen liegt auf den Spargelfeldern eine hohe Artenvielfalt vor. Die unterschiedlichen Bearbeitungsmaßnahmen führen dabei im wesentlichen zu einer Verschiebung des Artenspektrums, aber nicht zu einer Artenverarmung. Allerdings sind sie eine der Hauptursachen dafür, daß die beiden Felder für einzelne Arten unterschiedliche Lebensbedingungen bieten. So kann sich eine Population nur schwer auf einem Feld entwickeln, wenn ihr Aktivitätsmaximum mit dem Zeitpunkt einer Bodenbearbeitung, eines Dünger- oder Herbizideinsatzes zusammenfällt. Dies gilt für *H. griseus*, dessen Aktivitätsmaximum mit dem Schälen zur Unkrautbekämpfung auf Feld I zusammentraf, wodurch er auf Feld II dominierte. *H. frölichii* dagegen war auf diesem Feld nicht so oft zu finden, da dort zu den Zeiten seiner Aktivitätsmaxima Herbizide ausgebracht wurden; er war auf Feld I die dominierende Art.

Es muß offenbleiben, ob die Käfer zu den Zeitpunkten der Bearbeitung auf andere Flächen abwanderten oder ob sich nur wenige Imagines entwickeln konnten.

Auch das Fehlen bzw. Vorhandensein von Unkräutern hat einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Fauna. Infolge der Herbizidausbringung bildete sich auf Feld II erst im August ein dichter Unkrautbestand aus, was zu einem Anstieg der Fänge führte. Auf Feld I waren dagegen ständig Unkräuter zu finden, doch wurden die Tiere durch das Unkrauthacken oftmals gestört. Dies könnte für die deutlich geringere Abundanz von *Broscus cephalotes* (L.) auf Feld I verantwortlich sein. Die längere Stechperiode auf diesem Feld dürfte ebenfalls einen Einfluß auf die Fauna ausgeübt haben. Schließlich ist auch die Jauchedüngung ein wesentlicher Fak-

tor, der die Zusammensetzung der Fauna beeinflußt: sie lockte viele Mist- und Moderbewohner wie Cryptophagiden, Scarabaeiden, Lathridiiden und Staphyliniden an, die dementsprechend auf Feld I häufiger waren als auf Feld II. Ferner wird durch die Gülleausbringung auch die Oberflächenstruktur des Feldes verändert, was sich ebenfalls modifizierend auf die Fauna auswirken kann.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen von DINGLER, so zeigt sich, daß 1986 mehr Arten gefunden wurden. Dies beruht wohl hauptsächlich auf den unterschiedlichen Fangmethoden. DINGLER dürfte durch Hand- und Kescherfänge v. a. tagaktive und krautschichtbewohnende Arten gefangen haben, in den Bodenfallen dagegen finden sich vornehmlich nachtaktive, epigäische Arten.

Trotz langjährigen Spargelanbaus im Nebenerwerb ist demnach noch eine reichhaltige Käferfauna auf den Feldern zu finden. Sogar Arten wie *Anthicus bimaculatus*, die in ihrem Bestand als „gefährdet“ gelten (GEISER 1984), können auf diesen Feldern noch einen Lebensraum finden, wie das Massenvorkommen dieser Art auf Feld I zeigt. Allerdings muß die Frage offenbleiben, ob es auch in Großbetrieben mit intensiverem Pflanzenschutz nicht zu deutlichen Beeinträchtigungen der epigäischen Käferfauna kommt.

Literatur

- BATHON, H. & RETHMEYER, U. (1988): Zur epigäischen Fauna von Spargelfeldern in Südhessen. — Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. **6**: 188—193.
- DINGLER, M. (1934): Die Tierwelt des Spargelfeldes. — Z. angew. Entomol. **21**: 291—328.
- FREUDE, H., HARDE, K. W. & LOHSE, G. A. (1963—1982): Die Käfer Mitteleuropas, Bde. 1—11. — Goecke & Evers, Krefeld.
- GEISER, R. (1984): Rote Liste der Käfer. — In: BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. — Kilda, Greven: 75—114.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Biologin UTE RETHMEYER, BBA, Institut für biologische Schädlingsbekämpfung, Heinrichstr. 243, D-6100 Darmstadt

Die Makrophyten der Wupper, Teil II: Die amphibische Vegetation und die Ufervegetation

GUIDO WEBER
Mit 2 Tabellen

Kurzfassung

Die Makrophytenvegetation des Wupperlaufes wurde an ausgewählten Abschnitten des Flusses untersucht. In diesem Aufsatz wird die amphibische Vegetation und die Ufervegetation beschrieben. Da die Vegetation auf Umweltveränderungen reagiert, wird ein kurzer Abriss der Umweltproblematik an der Wupper in Vergangenheit und Gegenwart vorgestellt. Die Gewässerverschmutzung im Aufnahmezeitraum wird durch Eckdaten der wichtigsten chemischen und physikalischen Parameter des Wassers dargelegt.

Umweltprobleme der Wupper in der Vergangenheit und der Gegenwart

Die Wupper hat mehrere Vergangenheiten. Dokumente aus vorindustrieller Zeit kennzeichnen die Wupper als ertragreiches Fischgewässer, in dem es Lachse, Forellen und Flußkrebse zu fangen gab (ULLMANN 1971). Das klare, weiche Wasser eignete sich hervorragend für das Bleichen von Garnen. 1527 erhielten die an der Wupper ansässigen Garnbleicher das „Privilegium der Garnnahrung“, welches das Garnbleichergewerbe nur an den Wupperauen und den einmündenden Bächen erlaubte.

Gleichzeitig entstanden die ersten Umweltprobleme, denn Färber, Weber und Händler sorgten schon vor der industriellen Revolution für eine stürmische Entwicklung der Industrie im Tal der Wupper. Abfälle und Abwässer wurden durch die Wupper entsorgt. 1846/47 geht der Londoner Nationalökonom T. C. Banfield, der ausgedehnte Studienreisen an den Rhein unternahm, auf den Zustand der Wupper ein: „... der Fluß macht einen üblen Eindruck, da er eine offene Kloake ist, die alle Abwässer aufnimmt. Sie gibt die verschiedenen Farben nicht preis, welche von den Färbereien in einer trüben, undefinierbaren Brühe abgelassen werden. Ihr Anblick läßt den Fremden erschauern . . .“ (BERGISCHE FORSCHUNGEN XV 1978, zit. n. WOLF 1985).

Jedes Hochwasser hinterließ Tonnen von faulendem Schlamm auf den Ufern zurück, tödlich endende Infektionskrankheiten traten gegen Ende des 19. Jahrhunderts gehäuft auf. Da mit der Zeit auch die Trinkwasserversorgung gefährdet war und in Trockenperioden Wassermangel die Industriebetriebe bedrohte, wurde 1896 die „Wupper-Thalsperren-Genossenschaft“ begründet. Bis 1913 wurden 14 Talsperren und Ausgleichsweiher gebaut. 1929 wurde angesichts vieler noch ungelöster Probleme, zu denen auch die Gewässerverschmutzung gehörte, der Wupperverband aus der Taufe gehoben (Näheres zur Geschichte in: WUPPERVERBAND 1980).

Schritt für Schritt wurden die Probleme durch den Bau von Kläranlagen und Talsperren in Angriff genommen. Dieser Prozeß dauert bis in die Gegenwart an. Allmählich steigerte sich die Qualität des Wupperwassers. Die Wupper wurde in den letzten Jahrzehnten wieder Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Doch nur abschnittsweise belebte sich die Wupper. Unterhalb der Industriekläranlage Rutenbeck war die Biozönose bis in das Untersuchungsjahr 1986 hinein empfindlich gestört. Industrielle Abwässer bewirkten eine sehr starke Toxizität, die sich auf alle Arthropodengruppen auswirkte und mittels eines Daphnien-Testes (KNIE 1983) nachgewiesen

wurde. Zudem ist die Wupper heute noch stark durch Schwermetalle und verschiedene organische Einzelverbindungen im Unterlauf belastet. Problematisch sind auch immer noch überhöhte Werte von Ammonium, Nitrit und Phosphaten.

In einem Bewirtschaftungsplan, den der Gesetzgeber für die Untere Wupper ab Wuppertal-Beyenburg zur Zeit aufstellt, werden für diese Problemstoffe neue Grenzwerte festgesetzt. Große Investitionen werden notwendig, um die Abwässer der Bergischen Großstädte soweit aufzubereiten, daß die vorgegebenen Werte, als Summe im Fluß gemessen, unterschritten werden. Eine chemische Reinigungsstufe ist dafür in den Großkläranlagen unumgänglich. Der problematischste Abschnitt ist dabei die Wupper unterhalb der Kläranlagen Rutenbeck und Buchenhofen.

Bis zu diesen Kläranlagen haben sich bereits große Teile einer Fließgewässerbiozönose wieder aufgebaut. Selbst etwas anspruchsvollere Tierarten, wie Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), Elritze (*Phoxinus phoxinus*) und Gebänderte Prachtlibelle (*Calopteryx splendens*) werden wieder bis ins Stadtgebiet hinein beobachtet. Traurige Rückschläge, wie z. B. ein Fischsterben am 13. Juni 1988, verursacht durch Einleitung von Tensiden nach einem Unfall in einem Industriebetrieb, sind leider täglich zu befürchten. Sämtliche Oberflächenabwässer von Straßen und von vielen Fabrikhöfen werden heute noch unbehandelt in die Wupper eingeleitet. Nur selten besteht die Möglichkeit, nach Unfällen mögliche Gefahrenstoffe in Rückhaltebecken aufzufangen. Eine Sanierung der Kanalisation ist daher ebenfalls Gegenstand des Bewirtschaftungsplanes.

Der Fluß ist im Stadtgebiet über weite Strecken kanalartig verbaut und mit unnatürlichen Ufern versehen. Eine Renaturierung bzw. naturnahe Umgestaltung der Wupper, die der schon erreichten Gewässergüte besser entspräche, ist bisher nicht abzusehen. Von einem intakten Fließgewässer wird man aber erst dann wieder sprechen können, wenn auch dieser Schritt vollzogen worden ist.

Chemische und physikalische Wassereigenschaften

Die chemischen Untersuchungen beschränkten sich auf Kontrollmessungen einiger wichtiger Parameter (Temperatur, pH-Wert, Sauerstoff, Leitfähigkeit, Chlorid, Ammonium und Nitrit) am Ort der Pflanzenaufnahmen. Weitere umfangreiche Daten wurden vom Wupperverband und vom Staatlichen Amt für Wasser und Abfallwirtschaft (StAWA) zur Verfügung gestellt, so daß zum Teil auf Messungen mehrerer Jahre zurückgegriffen werden konnte. Dafür möchte ich hier den entsprechenden Stellen herzlichen Dank aussprechen.

Die Betrachtung der Daten sollte einer Zuordnung zu bestimmten Größenbereichen der Parameter dienen und war als Zusatzinformation für die Güteklassifizierung gedacht. Eine genaue Analyse der aktuellen chemischen Zusammensetzung des Wassers und der zeitlichen Veränderung hätten umfangreiche Messungen erforderlich gemacht und den Rahmen der Diplomarbeit gesprengt. Aus diesen Gründen sollen auch hier nur wichtige Eck- und Durchschnittswerte genannt werden. Als Vergleichsdaten wurden Bezugswerte aus der Literatur herangezogen. Eine weitere Vergleichsmöglichkeit bieten die „Weitergehenden Anforderungen an Abwasser-einleitungen in Fließgewässer“ (LWA 1984).

In dieser Richtlinie werden u. a. Grenzwerte genannt, die in einem Fließgewässer entsprechend der späteren Nutzungsart oder aus Gründen des Gewässerschutzes eingehalten werden müssen. So gibt es eine „Mindestgüteanforderung für Fließgewässer“ (MGA) und eine „Güteanforderung der Hauptnutzungsart Freizeitfischerei“. Mindestgüteanforderung bedeutet, daß das Wasser eine Mindestgüte aufweisen soll, bei der wenigstens eine der Gewässergüteklassen II/III entsprechende Lebensgemeinschaft erhalten bleibt bzw. erreicht wird und die Selbstreinigung nicht beeinträchtigt wird. Durch biologische Selbstreinigung im Gewässer wird dann die Belastung weitgehend abgebaut, und es verbleibt in der Regel ein aerober Ge-

wässerzustand. Bei Unterschreiten dieser Mindestgüte ist mit rapider Abnahme der Artenvielfalt, mit Fischsterben, Faulschlamm- und Geruchsbelästigung zu rechnen.

Für die Wupper wird im Bewirtschaftungsplan im Wupperabschnitt ab Wuppertal-Beyenburg sogar die Freizeidfischerei als Nutzungsziel angestrebt. Die entsprechenden Güteanforderungen verlangen, daß das Fließgewässer eine Güte aufweist, bei der arten- und individuenreiche Lebensgemeinschaften entsprechend der Güteklasse II vorhanden sind bzw. erreicht werden. Es stellt dann dank günstiger Sauerstoffverhältnisse und eines reichhaltigen Nahrungsangebotes ein ertragreiches Fischgewässer dar. Den Anforderungen liegt die Annahme zugrunde, daß der Wert über 90% der Zeit des Jahres eingehalten wird (Quelle: „Weitergehende Anforderungen an Abwassereinleitungen in Fließgewässer“, LWA 1984). Das bedeutet, daß die unten für einige Parameter angegebenen Jahresmittelwerte diesen Anforderungen oft noch nicht entsprechen, auch wenn sie dicht bei den Grenzwerten liegen.

Wassertemperatur

Der Jahresgang für die Wassertemperatur in Wuppertal-Barmen im Jahr 1985 reicht von 5,4 °C bis 16,1 °C. Diese Werte würden eine Zuordnung zu den sommerkalten Gewässern zulassen. Doch in warmen Perioden werden auch Maximalwerte über 20 °C im Stadtgebiet von Wuppertal gemessen. Zahlreiche Stauhaltungen im Wupperlauf und die Kühlwassernutzung bewirken unnatürlichen Temperaturanstieg.

pH-Wert

Ein pH-Wert unter 7,0 wurde nur im Quellgebiet der Wupper gefunden (pH: 5,3). Alle anderen ermittelten Werte liegen zwischen 7,0 und 8,0. pH-Wert-Verschiebungen in den alkalischen Bereich können unterhalb von Kläranlagen auftreten. Sie hängen vom Nährstoffangebot des Wassers und dem daraus resultierenden Grad der Primärproduktion in der Wupper ab (vgl. SCHARF & ZWENGER 1981).

Gesamthärte

Oberhalb der Kläranlage Marienheide kann das Wupperwasser mit 2—3 °dH als sehr weich, im gesamten restlichen Verlauf als weich (4—7 °dH) eingestuft werden. Diese Eigenschaft war der Grund für die sehr gute Eignung des Wupperwassers für das Bleichen der Garne in der vorindustriellen Zeit.

Sauerstoff

Sauerstoff ist einer der Parameter, den die Pflanzen ihrerseits stark beeinflussen. In einem Gewässer bilden sich durch Photosynthese- und Atmungsaktivitäten charakteristische Tagesgänge aus, die von der Nährstoffsituation abhängen. Stichproben-Werte, die im Untersuchungs-jahr am gesamten Wupperlauf zwischen 70% und 110% der O₂-Sättigung schwanken, sagen daher relativ wenig über den Sauerstoffhaushalt aus. Die Entwicklung der Sauerstoffversorgung der Unteren Wupper wurde schon von SCHARF & ZWENGER (1981) für die Jahre 1978 bis 1981 in einem Bericht über die Belastung der Wupper durch organische Stoffe analysiert. Als Ergebnis stellen sie die schon damals gute Sauerstoffversorgung auch in den stark belasteten Abschnitten fest. Für Selbstreinigungsvorgänge sei der notwendige Sauerstoff in ausreichender Menge und Konzentration vorhanden. Dieser Zustand hat sich bis heute noch verbessert.

Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen — BSB₅

Nach Messungen des StAWA liegen die BSB₅-Werte im gesamten Oberlauf der Wupper bis zur Wuppertaler Stadtgrenze unter 5 mg/l. Im Stadtgebiet und im Unterlauf betragen sie selten mehr als 5—6 mg/l. Die Güteanforderung für die Hauptnutzungsart Freizeidfischerei verlangt, daß ein Wert von 6 mg/l nicht überschritten wird.

Chemischer Sauerstoffbedarf — CSB

Der CSB-Wert gibt Auskunft über die Belastung des Gewässers mit organischen Stoffen. Die Mindestgüteeanforderung für Fließgewässer verlangt einen Wert, der kleiner oder gleich 20 mg/l ist. Dieser Wert wird unterhalb des Stadtgebietes von Wuppertal deutlich, im Stadtgebiet leicht überschritten, im Oberlauf dagegen nicht erreicht.

Elektrolytische Leitfähigkeit

Das Leitvermögen des Wassers gibt einen Anhalt für den Anteil an dissoziierbaren Stoffen im Wasser und zeigt oft eine Korrelation zur Gesamthärte und zum Chloridgehalt der Gewässer. Bis zur Kläranlage bei Marienheide kann die Wipper mit einer Leitfähigkeit unter 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ als elektrolytarm bezeichnet werden. Unterhalb steigt die Leitfähigkeit maximal bis 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Jahresdurchschnitt im Stadtgebiet von Wuppertal. Erst unterhalb der Kläranlagen Rutenbeck/Buchenhofen werden 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht und teilweise überschritten.

Chlorid

Die Chloridbelastung der Wupper ist gering. Oberhalb der Kläranlage Marienheide werden 20 mg/l kaum erreicht. Im weiteren Verlauf wurden Werte zwischen 20 und 50 mg/l gemessen, unterhalb der Kläranlagen Rutenbeck/Buchenhofen werden 80—90 mg/l erreicht, was für ein verschmutztes Fließgewässer immer noch nicht viel ist.

Stickstoff- und Phosphatverbindungen

Diese Stoffgruppen spielen als wichtigste Pflanzennährstoffe eine große Rolle für die Gewässervegetation. Außerdem gehören sie zu den wichtigsten chemischen Indikatoren für die Gewässerverschmutzung.

Ammonium

Unbelastetes Wasser enthält kaum nachweisbare Mengen von Ammoniumverbindungen. Schon im Oberlauf der Wipper ist Ammonium nachweisbar. 0,6 mg/l Ammonium-Stickstoff wurden unterhalb der Kläranlage Marienheide, Hückeswagen und in Wuppertal-Barmen gemessen. Die Mindestgüteeanforderung für Fließgewässer verlangt einen Wert, der unter 1 mg/l $\text{NH}_4^+\text{-N}$ liegt. Er wird unterhalb der Kläranlagen Rutenbeck und Buchenhofen mit Werten zwischen 3—4 mg/l um ein Vielfaches überschritten.

Nitrit

Das Auftreten dieses für Fische giftigen Stoffes zeigt fäkale Verunreinigung an. Schon im Oberlauf der Wupper wurden Werte von 0,03—0,08 mg Nitrit-Stickstoff pro Liter gefunden. Sie entsprechen schon nicht mehr der Güteeanforderung freizeitsfischereilich genutzter Gewässer. Der vorgegebene Grenzwert liegt hier bei 0,015 mg $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{l}$. Im Stadtgebiet von Wuppertal steigen die Werte auf 0,1 mg/l und unterhalb der Stadt auf 0,2—0,3 mg/l. Noch im Jahr 1984 wurden im Stadtgebiet von Wuppertal bei Niedrigwasserabfluß Werte von 0,34 mg/l und über 2,0 mg/l bei Opladen gefunden.

Nitrat

Der Nitratgehalt des Wupperwassers übersteigt im Mittel einen Wert von 5 mg/l $\text{NO}_3^-\text{-N}$ nur unterhalb der Kläranlage Buchenhofen. Selbst dort ist er nur geringfügig höher. Der Mittelwert der Jahresmessungen würde sogar den von der EG für Trinkwasser vorgeschriebenen Grenzwerten genügen. Die Verschmutzung der Wupper durch Nitrat bereitet daher keine Probleme.

Phosphat

Für den Phosphatgehalt der Wupper sieht die Situation anders aus. Er ist anthropogen stark erhöht. Pflanzenverfügbar ist lediglich das Orthophosphat. Die Werte im Oberlauf von Wipper

und Wupper liegen zwischen 0,08 und 0,25 mg/l, im Stadtgebiet von Wuppertal im Jahresmittel um 0,25 mg/l und nach den Kläranlagen Rutenbeck und Buchenhofen über 1 mg/l $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$.

Chemische Befunde für die Gelpe

Die Befunde sind weitgehend vergleichbar mit denen aus dem Oberlauf der Wipper bis zur Kläranlage Marienheide und sollen hier nicht näher erläutert werden.

Botanische Untersuchungen

Die amphibische Vegetation und die Ufervegetation wurde, wie in Teil I des Gesamtbeitrages (WEBER 1988) beschrieben, aufgenommen und in Häufigkeitsklassen eingeteilt.

Als amphibische Arten wurden die Pflanzen aufgenommen, die bei mittlerer Wasserführung im überfluteten Bereich wurzeln, aber den größten Teil des Vegetationskörpers über die Wasseroberfläche hinausstrecken. Bei geringer Wasserführung können diese Bereiche auch trockenfallen.

Die Ufervegetation wurde bis zur Uferabbruchkante oder 1 m ab der Mittelwasserlinie uferwärts aufgenommen. Sie bestand daher oft nur aus einem schmalen Saum entlang des Wassers.

Anmerkungen zu den Tabellen 1 und 2

Die vollständigen Tabellen der dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Diplomarbeit (WEBER 1986) umfassen 79 Aufnahmen der amphibischen Vegetation und 89 Aufnahmen der Ufervegetation. In der Ufervegetation wurden allein 166 Pflanzenarten aufgenommen. Aus diesem Grunde werden hier nur zusammengefaßte und gekürzte Tabellen vorgestellt. Arten des Ufers, die in weniger als 15% der Aufnahmen auftauchen, werden in der Tabelle nicht genannt, soweit sie keine interessante Verteilung aufweisen. Die schon bei der submersen Vegetation vorgenommene Einteilung nach der Gewässergüte, die an den Aufnahmeorten ermittelt wurde, wird beibehalten (siehe Teil I, WEBER 1988). Pflanzenarten mit in etwa gleichem Verteilungsmuster stehen untereinander.

Für jede Art wird die Stetigkeitsklasse (I bis V in Schritten von je 20%) und der Medianwert der Häufigkeit (1 bis 5) angegeben. Der Medianwert wird anstelle des Mittelwertes genannt, da eine Mittelwertbildung für ordinale Skalen aus statistischen Gründen nicht zulässig ist. Stetigkeit und Medianwert beziehen sich jeweils auf die Aufnahmen, die in derselben Gewässergütekategorie gemacht wurden. Spalten, die nur auf einer geringen Aufnahmeanzahl basieren, sind wenig aussagekräftig, da sie statistischen Anforderungen nicht genügen. Im Vergleich mit den anderen Spalten der Tabelle können sie aber Tendenzen aufzeigen und Befunde der benachbarten Spalten bekräftigen.

Die in den folgenden Abschnitten aufgeführten Pflanzengesellschaften wurden nach OBERDORFER (1977 und 1983) benannt.

Die amphibische Vegetation (vgl. Tabelle 1)

Die amphibische Vegetation ist im Vergleich zur Ufervegetation arten- und individuenärmer. Oft ist sie nur lückig in einem schmalen Saum entlang der Uferlinie ausgebildet. Große Bestände bildet lediglich *Phalaris arundinacea* auf ufernahen Schotterbänken. In diesem Bereich siedeln auch *Agrostis stolonifera* und *Polygonum hydropiper*. Alle drei Arten sind in allen untersuchten Flußregionen und an der Gelpe mit hoher Stetigkeit vorhanden. *Phalaris arundinacea* ist Assoziations-Charakterart des Rohrglanzgras-Röhrichts (*Phalaridetum arundinaceae*). Diese Pflanzengesellschaft ist an den Fließgewässern des Bergischen Landes weit verbreitet und wurde hier auch schon von SCHUHMACHER, zit. nach ROLL (1939) beschrieben. Auffällig sind die Häufigkeitsmediane und hohen Stetigkeiten von *Phalaris arundinacea* in den unteren Flußregionen der Wupper, in denen viele andere Pflanzenarten des Oberlaufes selten sind.

Gewässerguteklasse	I	I-II	II	II-III	III
Anzahl der Aufnahmen	3	10	34	16	16
<i>Glyceria fluitans</i>	V 2	IV 3	III 1	-	-
<i>Cardamine amara</i>	V 3	V 2,5	III 2	-	-
<i>Stellaria alsine</i>	IV 1,5	V 3	III 1	-	-
<i>Nvosotis palustris</i>	II 1	V 2	IV 2	-	-
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	V 1	I 1	I 1,5	-	-
<i>Veronica beccabunga</i>	-	III 2	I 2	-	-
<i>Juncus effusus</i>	-	III 1	I 1	-	-
<i>Lemna minor</i>	-	I 2	II 2	-	-
<i>Callitriche platycarpa</i>	-	II 2	II 2	-	I 1
<i>Mentha arvensis</i>	-	II 2	I 1	-	-
<i>Ranunculus flammula</i>	-	II 1	I 1	-	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	-	I 1	I 1	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	V 2	IV 1	IV 3	V 3	V 5
<i>Agrostis stolonifera</i>	V 2	V 3	V 2	III 2	IV 2
<i>Polygonum hydropiper</i>	IV 1	IV 2	IV 2	V 2	V 2
<i>Callitriche stagnalis</i>	II 1	II 1,5	II 1	I 1	I 1
<i>Poa trivialis</i>	-	-	I 1,5	I 1	III 1,5
<i>Petasites hybridus</i>	V 4	I 1	I 1,5	I 2	I 1
<i>Ranunculus repens</i>	-	I 1	I 1,5	I 1	I 1
<i>Poa annua</i>	-	-	I 1,5	I 1	II 1,5

Tab. 1

Hier bilden sich, auch in Abschnitten, deren Ufer durch Steinschüttungen befestigt wurden, oft geschlossene Gürtel vor der meist durch Neophyten charakterisierten Ufervegetation aus. Sie markieren deutlich den amphibischen Bereich.

Agrostis stolonifera ist Klassen-Charakterart der Flutrasen (Agrostietea stoloniferae). *Polygonum hydropiper* hat einen Schwerpunkt in der Wasserpfeffer-Zweizahnflur (Polygono hydropiperis-Bidentetum tripartitae).

Neben den über alle Flußregionen verbreiteten Arten fällt eine relativ große Gruppe von Pflanzenarten auf, die teilweise mit großer Stetigkeit bis zum Stadtgebiet von Wuppertal vorkommen, dann aber völlig fehlen. Es sind Arten der Quellfluren, Bachkleinröhrichte (*Cardaminomontion* und *Glyceria fluitantis*) oder ihnen nahestehenden Gesellschaften. Das Fehlen einiger Arten an der Gelpe kann durch die geringe Anzahl der Aufnahmen bedingt sein.

Lemna minor paßt vom Lebensform-Typ überhaupt nicht in die Vegetation von Mittelgebirgsfließgewässern. Sie wächst in Stauhaltungen der Wupper, wird aus diesen ausgeschwemmt und kann sich an ruhigen Stellen in den amphibischen Bereichen periodisch halten.

Petasites hybridus ist an der Wupper nur zerstreut verbreitet, im Gelpebach aber häufig.

Die Ufervegetation (vgl. Tabelle 2)

Urtica dioica, *Poa trivialis* und *Rumex obtusifolius* weisen die höchste Stetigkeit in der Ufervegetation aller Untersuchungsabschnitte auf. Es sind Vertreter aus den Fingerkraut-Queckenrasen und Klebkraut-Brennesselgesellschaften (Agropyro-Rumicion und Galio-Urticenea). Zur *Poa trivialis*-*Rumex obtusifolius*-Gesellschaft wird von OBERDORFER (1983) nach Untersuchungen von HÜLBUSCH (1969) berichtet: „Sie hat hier (in den Flußbauen) ihr Optimum in den zeitweise vom Hochwasser angerissenen Ausuferungszonen auf feuchten, lehmigen oder sandig-lehmigen Rohauböden, wo sie z. B. hinter dem Phalaridetum — etwas höher gelegen als die sich rasch ausbreitende Kriechstraußgras-Gesellschaft der offenen Flachufer — mit ihrer Fähigkeit zur Wurzelknospenbildung eine bodenfestigende Wirkung erzielt.“

Gewässerguteklasse	I	I-II	II	II-III	III
Anzahl der Aufnahmen	3	10	34	24	18
<i>Carex remota</i>	V 1	III 2	I 1	-	-
<i>Scirpus sylvaticus</i>	IV 1	III 2	-	I 1	-
<i>Lysimachia nemorum</i>	IV 2	III 2,5	-	-	-
<i>Holcus mollis</i>	V 2	III 2	I 2,5	-	-
<i>Epilobium obscurum</i>	IV 1,5	IV 2	-	-	-
<i>Galium palustre</i>	V 2	IV 2,5	I 1	-	I 1
<i>Glyceria fluitans</i>	II 4	III 2	-	-	-
<i>Scutellaria galericulata</i>	II 1	III 2	I 1	I 1	-
<i>Valeriana procurrans</i>	II 2	V 1	I 1	-	-
<i>Cirsium palustre</i>	II 1	IV 2	I 1,5	-	II 1,5
<i>Agrostis canina</i>	I 2	III 2,5	-	-	-
<i>Epilobium palustre</i>	-	III 1	-	-	-
<i>Equisetum fluviatile</i>	-	III 2	-	-	-
<i>Mentha arvensis</i>	-	III 2	I 2	-	I 1
<i>Lotus uliginosus</i>	-	III 2	I 1	-	-
<i>Caltha palustris</i>	-	III 2	I 1	-	-
<i>Achillea ptarmica</i>	-	II 2	I 2	-	-
<i>Juncus effusus</i>	V 1	V 3	II 2	-	I 1
<i>Cardamine amara</i>	V 2	V 2	II 1	-	-
<i>Stellaria alsine</i>	V 2	IV 3	II 1	I 1	I 1
<i>Deschampsia cespitosa</i>	IV 1,5	V 2,5	II 1	I 1	I 1
<i>Lycopus europaeus</i>	IV 1,5	IV 2	II 1	I 1	I 1
<i>Rumex acetosa</i>	IV 1	III 2,5	II 1	-	-
<i>Polygonum bistorta</i>	II 1	III 2	II 2	-	-
<i>Mvosotis palustris</i>	II 1	III 2	II 1,5	-	-
<i>Filipendula ulmaria</i>	V 2	V 2	IV 2	I 1	I 1
<i>Angelica sylvestris</i>	V 2	V 2	IV 1	I 1	I 1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	V 3	V 3	III 2	-	-
<i>Athyrium filix-femina</i>	V 2	IV 2	II 1	II 1	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	V 1	IV 2	V 2	I 1	II 2
<i>Stachys sylvatica</i>	V 2	III 2	I 1	-	I 1
<i>Alopecurus pratensis</i>	IV 2,5	II 3	IV 3	I 1	I 1
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	V 3	II 2	II 1	-	-
<i>Holcus lanatus</i>	-	III 2	II 3	I 1	-
<i>Poa palustris</i>	II 1	I 1	III 1	I 2	I 1
<i>Stellaria nemorum</i>	-	III 2	IV 3	I 1	I 2,5
<i>Anthriscus sylvestris</i>	-	I 2	IV 2	III 2	II 1
<i>Cardamine flexuosa</i>	II 2	I 1	IV 1	III 1	IV 2
<i>Reynoutria japonica</i>	-	I 1	-	V 4,5	III 4
<i>Impatiens glandulifera</i>	-	I 1,5	III 2	IV 2	V 3,5
<i>Alliaria petiolata</i>	-	I 1	II 2	III 2	III 1,5
<i>Polygonum persicaria</i>	-	-	I 1	III 1	III 2
<i>Calystegia sepium</i>	-	-	I 1	II 1	IV 2
<i>Urtica dioica</i>	V 2	V 2	V 4	V 2	V 3
<i>Poa trivialis</i>	V 1	IV 1	V 3	III 2	V 2
<i>Rumex obtusifolius</i>	V 2	V 2	IV 2	IV 2	V 2
<i>Epilobium adenocaulon</i>	II 2	IV 2	V 2	III 1,5	III 2
<i>Phalaris arundinacea</i>	V 3	V 3	IV 3	II 2	IV 3
<i>Agrostis stolonifera</i>	V 4	IV 3	III 2	II 2	III 2
<i>Ranunculus repens</i>	V 1	IV 2,5	III 2	II 1	III 1,5
<i>Dactylis glomerata</i>	-	II 1,5	IV 2	III 2	II 1
<i>Galium aparine</i>	II 1	IV 2	IV 2	I 1	II 2

Gewässerguteklasse	I	I-II	II	II-III	III
Anzahl der Aufnahmen	3	10	34	24	15
<i>Festuca gigantea</i>	V 3	I 2,5	II 2	III 1	III 1
<i>Polygonum hydropiper</i>	V 1	III 2	III 2	I 2	III 1
<i>Heracleum sphondylium</i>	II 1	II 1	III 1	I 1	II 1
<i>Poa annua</i>	-	I 2	II 2	III 2	III 2
<i>Aegopodium podagraria</i>	-	I 2	II 2	I 2	II 3
<i>Galium mollugo</i>	II 1	II 2,5	III 2	II 2	-
<i>Glechoma hederacea</i>	V 3	II 1	II 1	I 2	II 2
<i>Lamium album</i>	-	-	III 2	I 1,5	I 2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	II 2	II 2	I 1,5	II 1,5
<i>Symphytum officinale</i>	-	I 2	III 2	I 1,5	I 2
<i>Plantago major</i>	-	-	I 1	III 1	II 2
<i>Rudbeckia laciniata</i>	-	-	II 2	II 1	II 1,5
<i>Taraxacum officinale</i>	IV 1	III 1	I 1	II 1,5	I 1
<i>Petasites hybridus</i>	V 3	II 2	II 1	-	I 2
<i>Cerastium holosteoides</i>	-	I 1	II 1	I 1	I 1
<i>Scrophularia nodosa</i>	-	II 1	I 1	II 1	I 2
<i>Agropyron repens</i>	-	I 1,5	II 1	I 2	I 2
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	I 1	II 1	II 1
<i>Epilobium hirsutum</i>	-	I 2	II 1,5	I 1	I 1
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	V 2	-	I 1	I 1	III 1
<i>Senecio fuchsii</i>	-	II 1	II 2	-	I 1
<i>Bidens frondosa</i>	-	I 1	II 1	I 1	I 1

Tab. 2

In den Klebkraut-Brennnessel-Gesellschaften sind die nitrophytischen Uferstauden und Saumgesellschaften nasser Standorte vereint, die ihren Ursprung alle in den Flußauen haben.

Epilobium adenocaulon, *Ranunculus repens* und *Galium aparine*, ebenfalls häufige Arten an der gesamten Wupper, passen auch in diese Gesellschaften hinein. Interessant ist, daß die zum Teil sehr stickstoffliebenden Arten auch in allen Gewässerabschnitten auftauchen, in denen eine hohe Gewässergüte festgestellt wurde. Sie weisen darauf hin, daß alle untersuchten Bereiche gut mit Nährstoffen versorgt bzw. anthropogen angereichert sind.

Phalaris arundinacea und *Agrostis stolonifera* wurden im Kapitel der amphibischen Vegetation bereits behandelt. Da sich die Gesellschaften an den Ufersäumen eng verzahnen, tauchen diese Arten auch in den Aufnahmen der Ufervegetation mit hoher Stetigkeit auf.

Im oberen Teil der Tabelle 2 sind mehrere Pflanzengruppen mit charakteristischen Verteilungsmustern zu sehen. Durch *Carex remota*, *Scirpus sylvaticus*, *Lysimachia nemorum*, *Epilobium obscurum*, *Galium palustre*, *Glyceria fluitans*, *Scutellaria galericulata*, *Valeriana procurrans*, *Cirsium palustre* und *Agrostis canina* sind wiederum Arten aus Quellfluren und Bach-Kleintrüben vertreten, zu denen sich einige Arten der Naßwiesen (*Filipendula ulmariae* und *Calthion palustris*) gesellen. Sie tauchen überwiegend in den Aufnahmen der Gelpe und der Wipper auf. In allen anderen Bereichen der Wupper sind sie seltener. Ähnlich verbreitet, aber nicht in den Aufnahmen der Gelpe sind *Epilobium palustre*, *Equisetum fluviatile*, *Mentha arvensis*, *Lotus uliginosus*, *Caltha palustris* und *Achillea ptarmica*.

Die nächste Gruppe, die Arten aus den gleichen Pflanzengesellschaften enthält, ist mit geringer Stetigkeit und Häufigkeit auch in dem Bereich von Marienheide bis Wuppertal verbreitet, fehlt aber im Unterlauf oder ist schon selten (*Juncus effusus* bis *Myosotis palustris*).

Filipendula ulmaria und *Angelica sylvestris*, typische Arten des Filipendulion ulmariae, sind zusätzlich in den Flußregionen mit der Gewässergüte II in hoher Stetigkeit vorhanden, ab Beginn des Wuppertaler Stadtgebietes aber nur noch selten. Ähnlich verhält sich *Impatiens noli-tange-*

re, eine Art der Hartholz-Auenwälder (Alno-Ulmion). Genau entgegengesetzt verhalten sich die fünf Arten *Reynoutria japonica*, *Impatiens glandulifera*, *Alliaria petiolata*, *Polygonum persicaria* und *Calystegia sepium*. Es handelt sich dabei um dominante Neophyten sowie ausgesprochene Nährstoffzeiger. Bei *Reynoutria japonica* zeigt sich eine ausgesprochen starke Bindung an die Flußregion des Stadtgebietes von Wuppertal. Im Ober- und Mittellauf der Wupper kaum vertreten, ist sie hier die dominante und allgegenwärtige Art. Während *Impatiens glandulifera* außerhalb des Stadtgebietes noch zunimmt, taucht *Reynoutria japonica* hier wieder weniger stetig auf. Interessant ist das diametrale Verhalten der beiden *Impatiens*-Arten mit gleichzeitigem Vorkommen im Mittellauf der Wupper, hoher Stetigkeit von *Impatiens noli-tangere* im Oberlauf und *Impatiens glandulifera* im Unterlauf.

Cardamine flexuosa zeigt mit der relativ hohen Stetigkeit in den unteren Flußregionen ein seltsames Verhalten. Sie ist Charakterart der Waldschaumkrautflur (*Cardaminetum flexuosae*), einer Wald-Quellgesellschaft, die als Begleiter häufig *Stellaria alsine* und als übergeordnete Verbandscharakterart *Chrysosplenium oppositifolium* aufweist.

Diskussion

Obwohl auch die Ufervegetation teilweise charakteristische Verteilungsmuster in Bezug auf die durch die Gewässergüte charakterisierten Bach- und Flußregionen des Wupper-Systems zeigen, darf eine direkte Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Wassers nicht gefolgert werden. Die Uferpflanzen hängen nicht im gleichen Maße vom Nährstoff-Angebot des Wassers ab, wie etwa die submers wachsende Vegetation.

Neben klimatischen Gegebenheiten, Bodenverhältnissen, Lichtangebot und dem Einfluß des Wassers sind zwei weitere Faktoren zu berücksichtigen, die die Ufervegetation entscheidend beeinflussen können: die Nutzungsart und damit der Nährstoffeintrag über die angrenzenden Flächen und die anthropogene Veränderung des Ufergrundes oder -substrates. *Reynoutria japonica* scheint insbesondere durch den letzten Faktor sehr begünstigt zu werden. Die am stärksten durch menschliche Siedlungstätigkeit veränderten Uferbereiche sind durch Massennachwuchs dieser Art geprägt. Die Ausbreitung der Neophyten auf überdüngten Uferstandorten wird an vielen Flußläufen beobachtet (vgl. LOHMEYER in: OLSCHOWY 1978).

An der Wupper sind neben den genannten Neophyten noch *Rudbeckia laciniata*, *Bidens frondosa* und *Helianthus tuberosus* auffällig. *Helianthus tuberosus* wurde nur im Unterlauf der Wupper ab der Grenze zwischen Wuppertal und Solingen gefunden. Sie taucht in der Tabelle 2 nicht auf, wurde bei Solingen an der Wupper aber auch in dominanten Beständen beobachtet. Bei der Ausbildung von Pflanzengesellschaften der Ufer spielen die anthropogenen Einflüsse eine entscheidende Rolle. Fraglich bleibt zunächst, ob eine Umkehrung der Entwicklung stattfinden kann, wenn entscheidende Faktoren, wie z. B. die Nährstoffzufuhr in Zukunft wieder verringert wird. Die Gewässergüte kann sich innerhalb weniger Jahre stark verändern, die Ufervegetation wird sicherlich sehr viel träger reagieren.

Literatur

- BERGISCHE FORSCHUNGEN XV (1978). — In: WOLF, M. (1985): Unkontrollierte Macht — Die Ohnmacht der Bürger im Bereich der Wasserverbände Bergischer Gewässer. — Notgemeinschaft Abwassergeschädigter bergischer Bäche und der unteren Wupper e. V.; Solingen.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde, —: 1—865; Wien, New York (Springer).
- BRECHTEL, H. (1981): Der Wupper eine Chance. Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte und deren Preis. — Kommunalwirtschaft, 9: 283—290; Düsseldorf.
- COOK, C. D. K. (1966): A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (D. C.) A. GRAY. — Mitt. Bot. München, VI: 47—237; München.

- DÜLL, R. (1980): Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland). — Decheniana Beihefte, **24**: 1—365; Bonn.
- ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, I. Teil: Grundlagen der Vegetationsgliederung. — 1—156; Stuttgart (Eugen Ulmer).
- FRAHM, J. (1974): Wassermoose als Indikatoren für die Gewässerverschmutzungen am Beispiel des Niederrheins. — Gewässer und Abwässer, **53/54**: 91—106; Kempen.
- (1975): Toxizitätsversuche an Wassermoose. — Gewässer und Abwässer, **57/58**: 59—66; Krefeld.
- (1976): Weitere Toxizitätsversuche an Wassermoose. — Gewässer und Abwässer, **60/61**: 113—123; Krefeld.
- GRUBE, H. J. (1975): Die Makrophytenvegetation der Fließgewässer in Süd-Niedersachsen und ihre Beziehungen zur Gewässer-Verschmutzung. — Arch. Hydrobiol. Suppl., **45**: 376—456; Stuttgart.
- HAEUPLER, H. (1984): Makrophyten im Uferbereich kleiner Fließgewässer als Indikatoren für die Gewässergüte. — Ber. Ök. Forschungst. Univ. Giessen, **5**: 5—16; Giessen.
- KNIE, J. (1983): Die daphnientoxische Situation in der Unteren Wupper — Eine ergänzende Methode der Gewässergüteüberwachung. — Dtsch. Gewässerkd. Mitt., **5/6**: 153—157.
- KOHLER, A. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren. — Decheniana Beihefte, **26**: 31—42; Bonn.
- , BRINKMEIER, R. & VOLLRATH, H. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. — Ber. Bayer. Bot. Ges., **45**: 5—36; München.
- & ZELTNER, G. (1974): Verbreitung und Ökologie von Weichwasserflüssen des Oberpfälzer Waldes. — Hoppea, **33**: 171—232; Regensburg.
- KOLKOWITZ, R. & MARSSON, M. (1908): Ökologie der pflanzlichen Saprobien. — Ber. d. Dtsch. Bot. Gesell., **26a**: 505—519; Berlin.
- & — (1909): Ökologie der tierischen Saprobien. — Int. Revue f. d. ges. Hydrobiol., **2**: 126—152; Berlin.
- LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1982): Fließgewässer-Richtlinie für die Ermittlung der Gewässergüteklasse, —: 1—6; Düsseldorf.
- (1984): Weitergehende Anforderungen an Abwasserreinleitungen in Fließgewässer, —: 1—44; Düsseldorf.
- LIENENBECKER, H. (1984): Bestimmung der Gewässergüte von Fließgewässern mit Hilfe der Vegetation. — Naturwissenschaften im Unterricht — Biologie, **3**: 82—91; Köln.
- LOHMEYER, W. (1978): Fließgewässer — Ufervegetation. — In: OLSCHOWY, G. (Hrsg.): Natur- und Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland, —: 272—281; Hamburg und Berlin (Paul Parey).
- MEYER, D. (1984): Makroskopisch-biologische Feldmethoden zur Wassergütebeurteilung von Fließgewässern, —: 1—140; Hannover (BUND).
- MÖLLER, S. (1984): Flußverunreinigung und Abwasserreinigung im 19. Jahrhundert am Beispiel der Emscher und der Wupper: Ein Beitrag zum Verhältnis zwischen Industrialisierung und Umweltverschmutzung. — Unveröffentlichte Diplomarbeit; Köln.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I, —: 1—311; Jena (Gustav Fischer).
- (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil II, —: 1—455; Jena (Gustav Fischer).
- OSTENDORP, W. & SCHMIDT, E. (1977): Untersuchungen zur Biomasseverteilung submerser Bryophyten in der Selbstreinigungsstrecke eines Brauereiabwasservorfluters (Mettma, Hochschwarzwald). — Gewässer und Abwässer, **62/63**: 85—96; Krefeld.
- ROLL, H. (1939): Zur regionalen Verbreitung des Phalaridum arundinaceae LIBBERT. 2. Beitrag zur Kenntnis dieser Gesellschaft. — Feede's Rep. Beiheft, **111**: 85—104.

- SCHARF, W. & ZWENGER, K. W. (1981): Die Belastung der Wupper durch organische Stoffe. — Kommunalwirtschaft, **9**: 291—296; Düsseldorf.
- SCHMIDT, A. (1913): Die Wupper. Niederschlagsverhältnisse, Wasserabfluß und seine Regulierung sowie industrielle Benutzung. — 2. verm. Auflage; Lennep.
- SIEFERT, A. (1976): Über die Verschmutzung von Fließgewässern im südniedersächsischen Raum und ihr Einfluß auf Vorkommen und Verbreitung einiger Makrophyten, Diatomeen und Bakterien. — Dissertation; Göttingen.
- SLÁDEČEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view. — Arch. Hydrobiol. Beih. Erg. Limnol., **7**: 1—218; Stuttgart.
- ULLMANN, F. P. (1971): Veränderung der Fischfauna in der Wupper unter Berücksichtigung industrieller Abwässer. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **24**: 76—88; Wuppertal.
- WEBER, G. (1986): Die Makrophytenvegetation an Abschnitten der Wupper als Indikator für die Wassergüte. — Diplomarbeit Ruhr-Universität Bochum.
- (1988): Die Makrophyten der Wupper, Teil I: Die Submersvegetation. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **41**: 53—63; Wuppertal.
- WEBER-OLDECOP, D. W. (1969): Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. — Dissertation; Hannover.
- (1974): Makrophytische Kryptogamen in der oberen Salmonidenregion der Harzbäche. — Arch. Hydrobiol., **74**: 82—86; Stuttgart.
- WIEGLEB, G. (1979): Der Zusammenhang zwischen Gewässergüte und Makrophytenvegetation in niedersächsischen Fließgewässern. — Landschaft und Stadt, **11** (1): 32—35; Stuttgart.
- & HERR, W. (1983): Taxonomie und Verbreitung von *Ranunculus* subgenus *Batrachium* in Niedersächsischen Fließgewässern unter besonderer Berücksichtigung des *Ranunculus penicillatus* Komplexes. — Gött. Flor. Rundbriefe, **3/4**: 101—150; Göttingen.
- WUPPERVERBAND (Hrsg.) (1980): 50 Jahre Wupperverband, —: 1—52, Festschrift; Wuppertal.
- ZWENGER, K. W. (1978): Die Belastung der Wupper durch anorganische Stoffe und Abwärme. — Kommunalwirtschaft, **9**: 256—263; Düsseldorf.

Anschrift des Verfassers:

GUIDO WEBER,

Flieth 11,

D-5600 Wuppertal 11

Die Rotalge *Hildenbrandia rivularis* (LIEBM.) J. AG. auch im Bergischen Land

SIEGFRIED WOIKE

Kurzfassung

Die früher als selten geltende Süßwasser-Rotalge *Hildenbrandia rivularis* konnte seit 1957 in mehreren Waldbächen des Bergischen Landes (TK 25 METTMANN, SOLINGEN, BURSCHEID, OVERATH) nachgewiesen werden. Ihr Auftreten indiziert ökologisch wertvolle Biotope. Die *Hildenbrandia*-Bäche im Neandertal liegen bereits in einem Naturschutzgebiet. Weitere Vorkommen dieser bemerkenswerten Rotalge sollten ebenfalls geschützt werden.

Folgt man auf dem linken Wupperufer dem Waldwanderweg von Glüder (Solingen) über Strohn nach Burg, dann fallen gleich hinter Strohn auf der rechten Hangseite kleine, zur Wupper rieselnde Wasserläufe auf. An einer Stelle fließt das Wasser über eine dunkelrote Felsbank, deren kräftige Färbung besonders an sonnigen Wintertagen auffällt.

Zu unserer Überraschung haben wir hier eine der wenigen Rotalgen (Rhodophyceen) des Süßwassers vor uns, denn die meisten Rhodophyceen sind Meeresbewohner!

Der Rotalgencharakter tritt bei *Hildenbrandia* * *rivularis* unter allen anderen Süßwasserarten optisch am deutlichsten in Erscheinung. Der intensivrote Farbton bleibt auch im Herbarium sehr lange erhalten, und er gewinnt bei Benetzung mit Wasser wieder an Intensität. Andere Rhodophyceen des Süßwassers sind dagegen blaßrot, olivgrün oder violett bis schwärzlich-purpurn: *Lemanea*, *Thorea*, *Bangia* oder *Batrachospermum* (die bekannte „Froschlaichalge“).

Der rote Farbton (Phycocerythrin) überlagert bei *Hildenbrandia* stark deckend das Blattgrün (Chlorophyll a) in den relativ dickwandigen Zellen. Diese sind sehr klein (nur etwa 4,5—6 µm). Sie bilden ein fast wabenartiges Netzwerk, wenn man den Zellverband unter dem Mikroskop von oben betrachtet. Im Gegensatz zu den Arten anderer mitteleuropäischer Süßwasser-Rotalgen flottiert *Hildenbrandia* nicht im Wasser, sondern sie überzieht in hauchdünnen, mehr oder weniger unregelmäßig ausgebreiteten, aber eng angeschmiegtten Belägen die ständig überfluteten kalkfreien Felsen oder schweren Gesteinsbrocken — hier im Bergischen Land devonische Schiefer. Der Name „Krusten-Rotalge“ ist für diesen Lithophyten treffend. Am Gestein haftet *Hildenbrandia* derart fest, daß man sie nie unverletzt vom Substrat abzulösen vermag. Mit einem scharfen Gegenstand lassen sich immer nur kleine Thalluspartien abschaben. Für mikroskopische Überprüfungen genügt dies völlig.

Die Rotalge *Hildenbrandia rivularis* galt seinerzeit in Deutschland als Seltenheit. Bei v. LINGELSHAIM (1922) heißt es: „Die roten Krustenthalli von *Hildenbrandia rivularis* sind in Deutschland außerhalb Schlesiens nur von wenigen und sehr zerstreuten Stellen bekannt geworden“ (s. hierzu die Verbreitungskarte auf S. 351 l. c.). In Schlesien wurde daher sogar ein Vorkommen unter Naturschutz gestellt (s. Beitr. Naturdenkmalpfl. Bd. XI, Berlin 1926).

Auf der oben genannten Karte zählen Rheinland und Westfalen auch zu den „weißen Flä-

* auch *Hildenbrandtia rivularis*; nach F. v. HILDENBRANDT, Professor der Medizin in Wien, gest. 1849.

chen". Im westfälischen Sauerland hat BUDE bei seinen Algenstudien nach *Hildenbrandia* intensiv geforscht und „reichlich angetroffen". BUDE hat die Fundübersicht von v. LINGELSHHEIM durch eigene und andere bekannt gewordene Nachweise ergänzt (BUDE 1928, S. 211). Fast 50 Jahre später veröffentlichte KRAUSE (1976) eine Arealkarte unserer Alge. Sie zeigt die erweiterte Kenntnis über das Vorkommen von *Hildenbrandia* in Mitteleuropa; aber aus weiten Gebieten ist die Krusten-Rotalge immer noch unbekannt. Die dem Bergischen Land am nächsten gelegenen Fundpunkte stammen aus dem Gebiet von Ennepe und Volme.

BUDE (1942, S. 189) schreibt in seiner „Algenflora Westfalens . . .“: „*Hildenbrandia rivularis* ist in den Bächen der Gebirgsgegenden, Sauerland, Teutoburger Wald, weit verbreitet. Ihre Hauptregion liegt von der Quelle bis etwa 1—2 km abwärts.“ Letztere Aussage trifft auch auf das Bergische Land zu. Die einst als sehr selten geltende Rotalge konnte vom Verfasser seit 1957 auch in dem an Quellen und Bächen reichen Bergischen Land mehrfach nachgewiesen werden.

Funde von *Hildenbrandia rivularis* in Wäldern des Bergischen Landes (Fundpunkte wurden Ende 1988/Anfang 1989 kontrolliert):

- TK 1:25000 Mettmann: 4707/4 in vier Kerbtälchen zwischen Eigen und Düsseldorf im NSG Neandertal; etwa 90 bis 100 m NN.
- TK 1:25000 Solingen: 4808/2 in mehreren Bachrinnen auf der rechten Wupperseite zwischen Müngsten und Wiesenkotten; etwa 120 m NN.
- TK 1:25000 Solingen: 4808/3 Bächlein des Wupperhangs zwischen Friedrichstal und Fähr südl. Sol.-Widdert; etwa 80 m NN.
- TK 1:25000 Solingen 4808/4 linke Wupperseite östlich Strohn, Alge in zwei zur Wupper fließenden Rinnsalen; etwa 110 m NN.
- TK 1:25000 Burscheid: 4908/2 in zwei Kerbtälern zwischen Burscheid und Dabringhausen, Bächlein fließen in den Eifgen-Bach; etwa 170 m NN.
- TK 1:25000 Overath: 5009/1 in drei zur Sülz eilenden Waldbächen; etwa 120 m NN. (Hinweis R. DÜLL).

1903 erschien von ROYERS (Elberfeld) ein „Beitrag zur Algenflora des bergischen Landes und benachbarter Gebiete“. Obgleich ROYERS wenigstens einige der oben genannten Wuchsorte von *Hildenbrandia* aufgrund seiner Ortsangaben gekannt haben muß, wird die Krusten-Rotalge *Hildenbrandia* nicht aufgeführt. Jedoch sind Funde der Rhodophyceen-Sippen von *Chantrelia*, *Lemanea* und *Batrachospermum* beschrieben. Dies überrascht, findet aber keine Erklärung.

Bei den oben aufgeführten Wuchsorten von *Hildenbrandia* im Bergischen Land handelt es sich stets um kleine Waldbäche. Sie werden aus einer meist nahe gelegenen Quelle gespeist, die in der Regel in den Wäldern der Berghänge liegt, fast immer in absonniger Lage an Nordhängen (z. B. bei Strohn und Fähr). Einige der rasch zur Düsseldorf, Wupper, Sülz oder zum Eifgen-Bach fließenden Bächlein haben vielfach ± tief eingeschnittene V-Tälchen geschaffen, so daß auch nach dem Laubfall direktes Sonnenlicht höchstens kurzfristig die mit der Alge überkrusteten anstehenden Felsflächen trifft. Wegen der Nähe ihrer Quellen führen diese Wasserläufe ganzjährig kühles Wasser.

Da die Bergbäche nach starken Regenfällen zu Tale schießen, ist der Krustentyp — also das fest dem Substrat anhaftende Lager (Lithophyt) — eine optimale Lebensform. Das hat *Hildenbrandia* mit Hydroverrucariaceen und anderen Wasserflechten gemeinsam (Vgl. WOIKE 1963). Verschiedene Wasser-Warzenflechten (Arten der Gattung *Verrucaria*) konnten an allen Wuchsorten von *Hildenbrandia* im Bergischen Land nachgewiesen werden. So haben sich auf ständig überspültem Felsgestein Mosaiken einer epilithischen Kryptogamengesellschaft des Wassers entwickelt. Durch die ins Grünliche gehenden Thalli dieser Flechtenarten erhalten die

mit den weinroten *Hildenbrandia*-Krusten manchmal großflächig überzogenen Unterlagen oft ein recht farbiges Aussehen.

Für Blütenpflanzen sind unsere Bergbäche wenig geeignet. Das Gegenblättrige Milzkraut (*Chrysosplenium oppositifolium*) ist eine der wenigen Ausnahmen. Die Pflanze ist aber bei uns für viele *Hildenbrandia*-Stellen charakteristisch. Besonders üppig schwellende Decken finden wir zwischen Fähr und Friedrichstal.

Dagegen treffen wir in den meisten Rinnsalen oder schnellfließenden Hangbächen auf eine artreiche Moosvegetation. Recht häufig sind die Lebermoose *Scapania undulata* und *Chiloscyphus polyanthos* var. *rivularis* und die Laubmoose *Platyhypnidium riparioides* und *Hygroamblystegium fluviatile* (RL 3**). Diese Taxa werden z. T. häufig als charakteristische Elemente klarer, sauerstoffreicher, elektrolytarmer und schattiger Gebirgsbäche erwähnt (vgl. z. B. WEBER-OLDECOP 1974). An den vom Wasser bespritzten oder durchsickerten Rändern finden sich auch mehrfach *Thamnobryum alopecurum* (RL 3), *Heterocladium heteropterum* (RL 3), *Rhizomnium punctatum*, *Brachythecium rivulare*, hin und wieder *Rhacomitrium aciculare* (RL 3), *Fissidens crassipes* (RL 2), *Fissidens adianthoides* (RL 2), ferner das zarte Lebermoos *Lejeunea cavifolia* (RL 3).

Da neben *Hildenbrandia* auch alle anderen Rotalgen-Sippen des Süßwassers auf der ROTEN LISTE der Bundesrepublik stehen (BLAB et al. 1984), sei auch auf die früher beobachteten Vorkommen — vor 1988 — der Rotalge *Batrachospermum* sp. zusammen mit *Hildenbrandia* im NSG Neandertal, bei Fähr, unterhalb Müngsten und bei Strohn hingewiesen. Bei künftigen Kontrollen sollte auf diese oligosaprobe Froschlaichalge stärker geachtet werden.

Von faunistischen Notizen sei mitgeteilt, daß in der „Hildenbrandia-Region“ (BUDE) aller Fundpunkte in Moosrasen oder Milzkrautpolstern Bachflohkrebse (Gammariden) in reicher Anzahl leben. Die in NRW gefährdete Mützenschnecke (*Ancylus fluviatilis*, RL 3) wurde mehrfach an inundierten Steinen gesehen. Im Quellbereich der *Hildenbrandia*-Bäche lebt an einigen Stellen auch die winzige Dunkers Quellschnecke (*Bythinella dunkeri*, RL 4).

In den Quellmulden der *Hildenbrandia*-Bächlein zwischen Strohn und Burg kommen als bryologische Kostbarkeiten *Riccardia multifida* (RL 2), *Trichocolea tomentella* (RL 3) und *Hookeria lucens* (RL 2) vor. *Trichocolea* zählt zu den schönsten Lebermoosen; die ebenfalls schattenliebende, auf Standortveränderungen auch empfindlich reagierende *Hookeria* ist ein besonders prächtiges Laubmoos.

Eine lichenologische Rarität bildet zwischen Müngsten und Wiesenkotten schöne Bestände; es ist die naß leuchtendgrüne Blatflechte *Dermatocarpon weberi* (= *D. fluviatile*), die an einer Stelle in Gesellschaft der karminroten *Hildenbrandia* auch schon vor 30 Jahren dort gesehen wurde. Diese hydrophile Flechte ist in der Bundesrepublik selten (RL 3) und nur in klaren Bergbächen der Gewässergüteklasse I zu finden.

Von mikroskopischen Algen fiel westlich Fähr die Massenvegetation der Kieselalge *Melosira arenaria* (test. K. KRAMMER) besonders an den großen Lebermoos-Thalli einer Wasserform von *Pellia epiphylla* (var. *undulata*?) auf. *Melosira* gehört zur Diatomeen-Ordnung „Centrales“, deren Schalen zentrisch gebaut sind. Die zylindrischen Zellen haben die stattliche Breite von 60 bis über 100 µm! *Melosira arenaria* scheint nur verstreut in Mitteleuropa vorzukommen.

Die aufgezeigten Fakten allein aus dem Gebiet der Kryptogamen zeigen, daß in den schattenreichen Berginnsalen und kleinen Waldbächen mitsamt ihren Quellbereichen schützenswerte Lebensräume vorliegen (ROTE LISTE-Arten!). Auch ohne chemisch-physikalische Parameter kann man allein aus dem Auftreten des Bioindikators *Hildenbrandia rivularis* — zumindest im Beobachtungsgebiet — schließen, daß solch kleine Fließgewässer mit dieser Rotalge, von denen es in den Wäldern des Bergischen Landes bestimmt noch viele gibt (Kartierung!), als öko-

** RL = Rote Liste; Zahl = Gefährdungsgrad (bei Moosen nach DÜLL, bei Schnecken nach ANT & JUNGLUTH in ROTE LISTE NW 1986).

logische „Tabu-Bereiche“ zu bewerten sind. Daher sollten die wertvollsten *Hildenbrandia*-Biotope als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden.

Danksagung

Herrn Prof. dr. R. RÜLL, Ohlerath, machte mich auf *Hildenbrandia*-Vorkommen im Bereich der TK 5009 aufmerksam, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danken möchte. Herr Dr. K. KRAMMER, Meerbusch, war so freundlich, meine Bestimmung der Kieselalge *Mesosira arenaria* zu überprüfen. Auch hierfür möchte ich mich herzlich bedanken.

Literatur

- BLAB, J. et al. (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. — 4. Aufl., 270 S.; Greven (Kilda).
- BUDDE, H. (1928): *Die Algen der Bäche des Sauerlandes*. — Verh. Naturh. Ver. preuß. Rheinl. und Westf. **84**: 181—212; Bonn.
- (1942): Die Algenflora Westfalens und der angrenzenden Gebiete. — *Decheniana* 101 AB: 131—214g (L1—L18); Bonn.
- KRAUSE, W. (1976): Veränderungen im Artenbestand makroskopischer Süßwasseralgen in Abhängigkeit vom Ausbau des Oberrheins. — *Schr. Reihe Vegetationskunde* H. **10**: 227—237; Bonn-Bad Godesberg.
- LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG NW (Hrsg.) (1986): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere (2. Fassung). — *Schr. Reihe LÖLF*, Bd. **4**: 224 S.; Recklinghausen.
- LINGELSHEIM, A. v. (1922): Eine bemerkenswerte Rotalge des Süßwassers und ihre Erhaltung. — *Beitr. Naturdenkmalpflege* Bd. IX. H. **2**: 348—360; Berlin.
- ROYERS, H. (1903): Beitrag zur Algenflora des bergischen Landes und benachbarter Gebiete. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **10**: 25—94; Elberfeld.
- WEBER-OLDECOP, D. W. (1974): Makrophytische Kryptogamen in der oberen Salmonidenregion der Harzbäche. — *Arch. Hydrobiol.* **74**: 82—86; Stuttgart.
- WOIKE, S. (1963): Wassertlechten. — *Mikrokosmos* **52**: 97—98; Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Dr. SIEGFRIED WOIKE, Aisenstr. 5, D-5657 Haan-Rhld.

Floristische Untersuchungen im Raum Neuss — ein Beitrag zur Unterschutzstellung einer Dünenlandschaft*

NORBERT GRIMBACH

Mit 2 Abbildungen

Kurzfassung

Binnenlanddünenareale sind in der Bundesrepublik Deutschland recht selten geworden. Ihre Vegetationseinheiten einschließlich des daran gebundenen Artenspektrums verändern sich durch starke Verinselung, Eutrophierung und sonstige anthropogene Störungen. Die hochgradig angepaßte Tierwelt wird hauptsächlich durch ein verändertes Pflanzenspektrum mit dominantem Wachstum verdrängt. Nur eine Aufrechterhaltung der alten Bewirtschaftungsformen kann solche Naturschutzgebiete dauerhaft in ihrem Wert erhalten.

Abstract

The areas of inlanddunes are really rare in the Federal Republic of Germany. Its vegetation-communities including a large number of species are not only changing by a strong "insular-separation-effect", eutrophication but also through other disturbing influences by the human being. The extremely adapted animal world is replaced mainly through a changing variety of plants dominating in growth. Only through the maintenance of this former cultivation can such protected areas permanently be preserved.

Das NSG „Wahler Berg“ liegt nördlich vom Stadtkern Dormagen unmittelbar an der B 9 in Richtung Neuss. Es ist der Restbestandteil einer ursprünglich großen zusammenhängenden Heidefläche zwischen Zons und Stürzelberg (vgl. TK 4906 Neuss „Hannepützheide“), deren Gesamtfläche dem Stadtgebiet Dormagen, Kreis Neuss, zuzuordnen ist. Die 8,7 ha große Schutzzone mit einem ca. 2,5 ha großem Bestand an Silbergras-Pionierrasen mit angrenzenden Sandtrockenrasen grenzt im Norden ohne Pufferzone an ein Industriegebiet, im Osten und Süden an landwirtschaftlich genutzte Flächen und im Westen ebenfalls an ein Industriegebiet mit Deponiegelände unmittelbar an der Bundesstraße 9.

Das NSG gehört zur naturräumlichen Haupteinheit Nr. 551 „Köln-Bonner Rheinebene“ und liegt in einer hauptsächlich ackerbaulich genutzten Landschaft. Die Bodendecke dieser Linksrheinischen Niederterrasse über den eiszeitlichen Terrassenschottern und Sanden besteht aus lehmig-tonigen Bestandteilen oder anlehmigen Sanden. Während in den überall zu findenden Alluvialrinnen alte Aueböden mit guten Nährstoffgehalt und hohem Wasserstand zu finden sind, weisen die höher gelegenen Kuppen dieser Landschaft einen hohen Sandanteil und größere Trockenheit auf. Im Untersuchungsgebiet sind sogar reine Flugsandböden zu finden. Ständige Ausblasungen aus den Kies- und Schotterflächen der weit verzweigten Altarme des Rhein-Maas-Gebietes ließen dieses interessante Gebiet am Ende der Würm-Eiszeit vor ca. 13 000 Jahren entstehen. Der ausgewaschene Flugsand ist daher äußerst nährstoffarm und — im Gegensatz zu den Ufersanden des Rheins — frei von Kalk. Unter dem mehr oder weniger starken Heidehumus folgt teilweise eine schmale Zone mit Silikatverwitterung, darunter folgt in

*Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Abstufungen hellbrauner bis gelber Sand, in Tiefen von 60—90 cm mit feinen, horizontalen, braunen Bändern durchzogen.

Die Vegetation wird geprägt durch die fehlende oder relativ dünne Humusaufgabe, leichte Wasserführung des Bodens und die kleinklimatisch extremen Bedingungen. Die darauf vorkommenden Sedo-Sclerantetea-Gesellschaften wurden jedoch mehr und mehr durch forstliche Maßnahmen (u. a. Pflanzung von Rohbodenpionieren oder Aufstockung mit Kiefern) verdrängt. Als potentiell natürliche Vegetation wird als Endstufe ein Fago-Quercetum (Buchen-Eichen-Wald) vermutet, obwohl im Gebiet selbst nur ein *Betulo-Quercetum-roboris* (Stieleichen-Birkenwald) vorzufinden ist. Für die nährstoffarmen Sandgebiete des Tieflandes ist dies jedoch nicht ungewöhnlich.

Seit Jahrtausenden wird in Dormagen nachweislich Ackerbau und Weidewirtschaft betrieben. Durch Viehauftrieb mit Rindern, Schafen und Schweinen, durch extensiven Holzeinschlag wurde der Wald in diesem Gebiet vor allen Dingen im späten Mittelalter zurückgedrängt. Der ständige Verbiß ließ gehölzfreie Triften entstehen, in denen die Lichtverhältnisse und kleinklimatischen Bedingungen es vielen Pflanzen und Tieren ermöglichte, sich dort anzusiedeln. Hinweise auf Nutzung dieses Geländes als Allmende eines ehemaligen Fronhofs gibt es schon sehr früh. So gestattete der Erzbischof von Köln 1246 dem Kloster Gnadental (bei Neuss) auf den „*pratis communitatis in Zunze*“ eine Herde unter eigenem Hirten zu weiden (HANSMAN 1973 und GRIMBACH 1989).

Die Ursprungsarten dieser Binnenlanddünen, angereichert durch zusätzlich eingewanderte Arten hauptsächlich in historischer Zeit als Ergebnis dieser kulturellen Nutzungsform, lassen sich heute nur noch in den ersten vier nachfolgend aufgeführten Sukzessionsstadien von der Besiedlung des nackten Sandes bis zum Eichen-Birkenwald (Klimax-Gesellschaft) im NSG „Wahler Berg“ nachweisen. Im Heidewald deuten nur die alten Eichen mit Stockausschlag auf diese Bewirtschaftungsform hin. Die Heidepflanzen sind dort jedoch bis auf wenige Reste verschwunden.

1. Stadium: Silbergrasflur (*Corynephorum canescentis*), Tx. 1937
2. Stadium: Nelkenschmielen-Schlafschwingelrasen (*Airo-Festucetum ovinae*), Tx. 1951
3. Stadium: Trockene Heide (*Genisto-Callunetum typicum*), Tx. 1937
4. Stadium: Besenginster-Heide (*Calluno-Sarothamnetum*), Malc. 1929
5. Stadium: Stieleichen-Birkenwald (*Betulo-Quercetum roboris*), Tx. 1930

Aus der Roten Liste NRW ergibt sich aus einer Aufzählung der besonders bedrohten und schutzbedürftigen Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland nunmehr acht Jahre nach Aufstellung des Landschaftsplans in Dormagen die zwangsläufige Unterschutzstellung der Binnensanddünen (RL NRW, 1986). Damals galt der neugefaßte § 20c des Bundesnaturschutzgesetzes in der novellierten Fassung vom 10. 12. 1986 noch nicht.

Seit 1977 wurden in vielen Begehungen Vegetationsaufnahmen und Florenlisten der verschiedenen Sukzessionsstufen erstellt und dienen 1979 als Grundlage für einen Unterschutzstellungsantrag bei der Aufstellung des Landschaftsplans. Die neue Fassung der Florenliste NRW zeigt deutlich die inzwischen prozentual hohe Gefährdung der Trocken- und Halbtrockenrasen. Von 285 Sippen sind 118 bereits gefährdet, d. h. 41,4% (Florenliste NRW, 1982). Da sich diese Entwicklung schon damals abzeichnete, wurde eine Unterschutzstellung als dringend notwendig erkannt. Heute gibt es, von den Wisseler Dünen einmal abgesehen, kaum vergleichbare Biotope am unteren Niederrhein.

Von den 193 nachgewiesenen Pflanzenarten im Schutzgebiet können 35,72% als Arten der anthropozoenen Heiden und Wiesen zugeordnet werden. 16,81% sind als Waldrand- oder Laubwaldarten Indikatoren für die Entwicklung zur Klimax-Gesellschaft, weitere 16,81% konnten nach ELLENBERG (1979) nicht zugeordnet werden. Hierzu gehörten auch Arten, die auf

die ursprüngliche bäuerliche Besiedlung hindeuten und erhalten werden sollten bzw. um Heckenpflanzen, die zur Abschottung nach außen eingebracht wurden.

29,64% der Arten kommen fast ausschließlich in den Randbereichen (Straßensaum der B 9 bzw. Ackersaum im Osten) vor. Es sind typische Hackunkraut-, Getreide- und Ruderalpflanzen, hauptsächlich der bodensauren Sandäcker oder eutrophierten Standorte. Hier sind vor allen Dingen viele Neophyten zu nennen, die durch die widerrechtliche Einrichtung zweier Rübenmieten 1978 und Einbringung von Gülle gefördert wurden (Abb. 1).

ges.: 193 Arten | Stand 10/ 1988

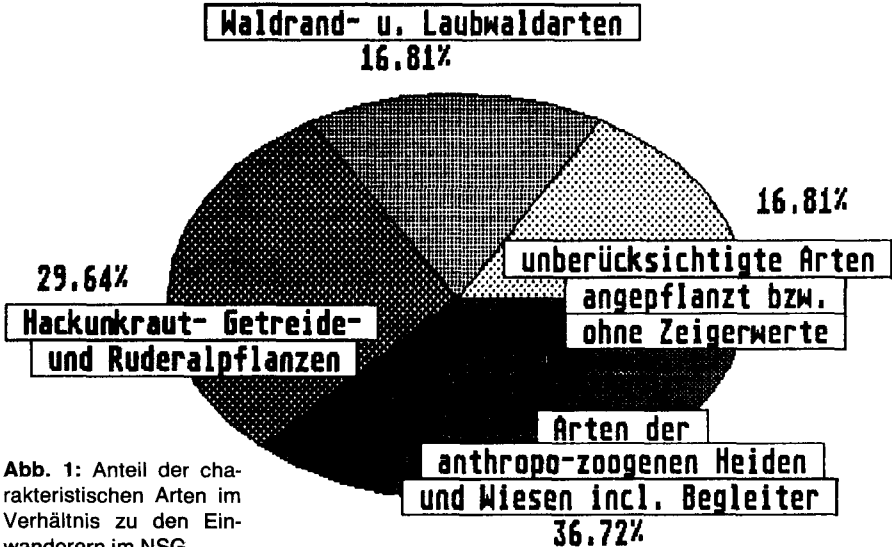


Abb. 1: Anteil der charakteristischen Arten im Verhältnis zu den Einwanderern im NSG.

Von den 133 Arten sind 59,03% als charakteristische Arten der Silbergrasflur, Sandmagerrasen und Heiden zu bezeichnen. 25,31% stehen ohnehin auf der Roten Liste NRW, 3,61% auf der Vorwarnliste und 30,11% sind als charakteristische Arten der Silbergrasflur, Sandmagerrasen und trockenen Heide zunehmend durch allerlei Einflüsse von außen bedroht. Sie werden im relativ ungestörten Bereich des NSG von typischen Pflanzenarten begleitet, die insgesamt einen Anteil von 40,97% des bis 1988 erfaßten Arteninventars ausmachen (Abb. 2).

Insgesamt konnten von 1977 bis 1988 20 Rote-Liste-Arten nachgewiesen werden. Von diesen gelten zwei Arten in NRW und inzwischen auch im NSG als verschollen (A 0), ebenfalls eine Art der Gefährdungsstufe A 1 und zwei Arten der Stufe A 3. Bis Oktober 1988 ließen sich noch sieben Arten der Gefährdungsstufe A 2 und weitere acht Pflanzenarten der Stufe A 3 nachweisen. Eine Pflanzenart (*Rosa villosa*, A 0) wurde gepflanzt und daher in der Tabelle nicht berücksichtigt.

Überprüft man das ökologische Verhalten der im Grenzbereich des Schutzgebietes nachweisbaren Störzeiger nach ELLENBERG (1979) und vergleicht diese mit den charakteristischen Arten des NSG (Sukzessionsstufen 1—4), ergeben sich daraus interessante Ergebnisse. Dabei wurde das Vorkommen der einzelnen Arten nach Kern- (Sukzessionsstufe 1—3) und Mantelzo-

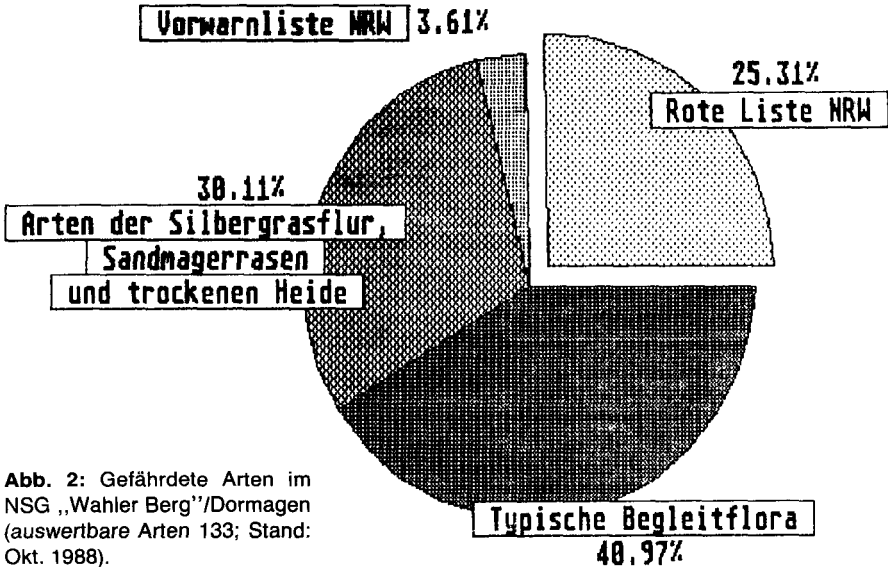


Abb. 2: Gefährdete Arten im NSG „Wahler Berg“/Dormagen (auswertbare Arten 133; Stand: Okt. 1988).

ne unterschieden und die ökologischen Zeigerwerte nach ELLENBERG (1979) verglichen. Wegen der wechselnden Sukzessionen der kleinflächigen Gesellschaften einerseits, aber auch der geringen Fläche des Gesamtgebietes andererseits, mußte in dieser vereinfachten Form gearbeitet werden. Trotzdem lassen sich deutliche Entwicklungen ableiten.

Die Auswertung der Ergebnisse aber auch die Beobachtungen im Gelände bestätigen folgende Veränderungstendenzen:

1. Sukzession der Pflanzenbestände (Eindringen der Saumpflanzen, Dominanz bestimmter Arten, Verwaldung);
2. Wandel der kleinklimatischen Bedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit, Licht und Beschattung), vor allen Dingen die Veränderung von Mikrohabitat-Bedingungen durch zunehmenden Stickstoffgehalt;
3. anthropogene Störeinflüsse durch Abgrabung, Reiten, Moto-Cross-Fahrer, Lagern und Zelten, landwirtschaftlichen Umbruch, Jagd, vor allem Nährstoffeintrag durch Gülle und basische Industriestäube einer Verarbeitungsfirma für Marmor- und Betonerzeugnisse, deren Kippe in unmittelbarer Nachbarschaft zum NSG liegt.

Die in Punkt 1 aufgeführte Sukzession kann durch Zurückdrängung des Bauernwaldes, durch Entkesselung der Silbergrasflur und Sandrasenflächen, besser jedoch durch die Wiedereinführung der alten Bewirtschaftungsform, d. h. Beweidung mit Schafen, erreicht werden. Die Lichtzahl als wesentlich prägender ökologischer Faktor wird dadurch wiederhergestellt, die Feuchtigkeitszahl reguliert und durch Auf- und Abtrieb der Schafe dem Boden organisches Material entzogen und somit das Nährstoffangebot vermindert (s. Punkt 2). Notfalls müssen Pflegemaßnahmen mit Balkenmäher u. a. vollzogen werden, wenn ein dauerhafter Erhalt der charakteristischen Vegetation stattfinden soll. So wird der Verholzung und Überalterung der Calluna-Bestände entgegengewirkt. Viele der in Punkt 3 aufgeführten anthropogenen Störeinflüsse konnten dagegen durch den Bau einer Umzäunung gestoppt werden. Dagegen bereiten der Nährstoffeintrag durch Gülle im Osten des NSG (angrenzendes Maisfeld) bzw. der stark basische Industriestaub aus der angrenzenden Kippe, der durch den Westwind genau in das NSG

getragen wird, nach wie vor große Probleme. Diese Nährstoffe und der regelmäßige Schnitt des Straußensaums der B 9, verwandelten den Sandtrockenrasen im nordwestlichen Teil des Schutzgebietes in eine (noch) magere Ausprägung der Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum elatioris*).

Die ökologische Instabilität dieser Insel ergibt sich zwangsläufig aus ihrer geringen Ausdehnung (McARTHUR & WILSON 1971, MADER 1985). Eine starke Artenfluktuation im Tier- und Artenbestand, auch die Verdrängung hochspezialisierter (stenöker) Arten durch ökologisch tolerantere (euryöke) von der Mantelzone her, konnten immer wieder beobachtet werden. Bedenkt man die Bestätigung aus neuesten Untersuchungen, daß die auf solchen Flächen lebende Artenzahl von der Größe der „Insel“ abhängig ist und sich der Zusammenhang zwischen Flächengröße/Arteninventar logarithmisch verhält, d. h. Verzehnfachung der Fläche, damit doppelt soviel Arten leben können (MADER 1983), wird die Bedeutung dieser Restfläche klar.

Zusammenfassend läßt sich bemerken, daß der Biotop- oder Artenschutz allein für den Naturschutz keinen Fortschritt bringt, wenn nicht die extensiven Bewirtschaftungsformen auf solchen Sekundärstandorten aufrecht erhalten bzw. wiedereingeführt werden. Die Ausweisung zum NSG kann bis zur Aufstellung der sogenannten Biotopmanagementpläne durch Verwaltung hinfällig geworden sein. Das ursprünglich angestrebte Ziel (Natur-, Arten- und Landschaftsschutz) wird damit überhaupt nicht oder nur teilweise erreicht. In Dormagen sind nach dem Inkrafttreten des Landschaftsplans immerhin 8 Jahre vergangen.

Zudem sollten diese Sekundärstandorte möglichst großflächig erhalten werden. Solche wertvollen Biozönosen und Biotoptypen müssen sicher geschützt, wenn möglich vergrößert und gegen Störeinwirkungen von außen abgepuffert werden. Eine Vernetzung mit Landschaftselementen und extensiv genutzten Flächen wären die besten Voraussetzungen für einen wirksamen und dauerhaften Natur- und Landschaftsschutz. Nur so lassen sich die schützenswerten Pflanzen mit den daran oft monophag gebundenen Tierarten langfristig erhalten. Die Bestätigung dieser Forderung ergibt sich auch aus der koleopterologischen Untersuchung des Gebietes (KOCH 1989).

Literatur

- ELLENBERG, H. (1985): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluß von Düngung und Immissionen. — Schweiz. Z. Forstwes. 136, 1: 19—39.
- (1987): Floristic changes due to eutrophication. — Symposium of the EURASAP, Bilthoven, The Netherlands.
- FOERSTER, E., u. a. (1982): Florenliste von NRW. — Schriftenreihe der LÖLF, 7: 823.
- GRIMBACH, N. (1989): Die Veränderung der Binnenlanddünen und umliegenden Ackerfluren zwischen Stürzelberg, Zons und Dormagen. — In: Der Niederrhein — in Druck, Krefeld.
- HANSMAN, A. (1973): Geschichte des Amtes und der Stadt Zons. — Düsseldorf.
- KOCH, K. (1989): Zur Käferfauna des Wahler Berges. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, 42: 51, Wuppertal.
- MADER, H. J. (1983a): Warum haben kleine Inselbiotope hohe Artenzahlen? — Natur und Landschaft, 58, 367—370.
- (1983b): Größe von Schutzgebieten unter Berücksichtigung des Isolationseffektes. — Schriftenreihe des Deutschen Rates f. Landespflege, 41: 82—85.
- (1985): Die Verinselung der Landschaft und die Notwendigkeit von Biotopverbundsystemen. — LÖLF-Mitteilungen, Heft 4: 6—14.
- McARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1971): Biographie der Insekten. — München.
- ROTE LISTE NRW (1979): Schriftenreihe der LÖLF, Bd. 4.

Anschrift des Verfassers:

NORBERT GRIMBACH, Wilhelm-Busch-Str. 57, D-4047 Dormagen 5 (Zons)

Zur Eignung von Käfern als Bioindikatoren in Wäldern *

WOLFGANG KOLBE

Mit 10 Abbildungen und 1 Tabelle

Abstract

The coleoptera populations of two forests were examined to what extent exhibit indications of actual alterations of the soil environment. Most of the highly toxic substances certainly have an indirect influence on the soil fauna. In this case Na-PCP was distributed in two concentrations on the soil surface.

Several examples of the Staphylinidae, Carabidae, Curculionidae and Scolytidae are recommended to be used as biological indicators although there are some deficiencies in our still limited knowledge of indicator organisms.

Within the coleoptera fauna there is certainly a difference within the influence of the biocid distributed which is caused by the fact, that there are species who live within the ground for the whole life and others who are in the soil only for one stage of their development. Finally there are several species in the soil just for hibernation.

Einführung

Die Ökosystemforschung in mitteleuropäischen Wäldern hat in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Informationen über die Entomofauna erbracht. Dies betrifft sowohl das Artenspektrum als auch aut-, dem- und synökologische Untersuchungen (ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN 1986, FUNKE 1971). Dabei lieferten die Käfer aus der Bodenstreu bodensaurer Buchenwälder und Fichtenforsten im insgesamt stets ein hohes Artenpotential.

Daher ist es verständlich, daß auch Vertreter dieser Insektenordnung immer wieder auf ihre Eignung als Bioindikatoren geprüft werden. Dies gilt sowohl für den Bereich der Zeigerorganismen (Indikatoren im engeren Sinne; POSPISCHIL & THIELE 1979) als auch bei der Suche nach Monitorarten (ROTH 1986) und Testorganismen.

Zu den aufwendigen und oft schwer interpretierbaren Bereichen der Indikatorforschung gehören Freilanduntersuchungen in Wäldern, die zum Ziel haben, die Kontaminationswirkung ausgewählter Biozide zu prüfen, die auf die Bodenstreu in unterschiedlichen Dosen appliziert werden.

Die Methode des Erfassens der Arthropodenfaunen von Waldbiotopen mit Hilfe von Boden- und Baum-Photoelektoren nach FUNKE (1971) wurde ab 1978 auch im Staatswald Burgholz in Solingen in einem Luzulo-Fagetum (90- bis 100jährig) und einem Fichtenforst (42- bis 52jährig) durchgeführt. Sie erbrachte innerhalb eines Zeitraumes von 10 Jahren ein Artenspektrum von 787 Arthropoden, davon 602 im Buchen- und 518 im Fichtenbestand (Tab. 1). Dabei konnten die verschiedenen Taxa in unterschiedlich großem Umfang bearbeitet werden. Bislang noch ohne publizierte Ergebnisse sind die Acarina (Bearbeiter: Fouly), Hymenoptera (Bearbeiter: Mohr), Rhynchota, Psocoptera, Planipennia und Isopoda.

* Kurzfassung von 2 Vorträgen, die am 28. 9. 1988 auf der Tagung der GfÖ in Essen und am 8. 10. 1988 auf der Tagung der Rheinischen Coleopterologen im Fuhrrott-Museum in Wuppertal gehalten wurden.

Taxon	Bearbeiter	Buche	Fichte	Gesamt
Araneida	Platen	79	53	87
Brachycera	Dorn	38	31	43
Coleoptera	Kolbe	308	287	422
Collembola	Schleuter, Kampmann, Ahrens	27	34	45
Dermaptera	Janke	1	1	1
Lepidoptera	Nippel	23	17	34
Myriopoda	Reinecke	15	9	17
Nematocera	Dorn, Caspers	75	57	97
Opiliona	Platen	4	4	7
Pseudoscorpionida	Janke, Kothen	1	1	1
Thysanoptera	Patzsch	31	24	33
Summe der Species		602	518	787

Tab. 1: Gesamtartenzahl der bis IV/88 determinierten Arthropoden aus dem Buchen- und Fichtenbestand des Staatswaldes Burgholz. Die Tiere wurden ab IV/78 mit Boden- und/oder Baum-Photoektoren erfaßt. Die Collembolen wurden zusätzlich mit Hilfe eines modifizierten MAC-FADYEN-Extraktors gefangen. Es fehlen noch folgende Taxa vollständig: Acarina (Bearbeiter: Fouly), Hymenoptera (Bearbeiter: Mohr), Rhynchota, Psocoptera, Planipennia und Isopoda.

Innerhalb der Brachycera wurde nur eine Aufschlüsselung der Fänge in Familien und eine intensive Bearbeitung der Empididae durchgeführt. — Trotz der genannten Unvollständigkeiten kann davon ausgegangen werden, daß die Coleoptera den höchsten Artenanteil aus den Eklektorfängen liefern.

Bei der Bestimmung der Käferspecies haben die Herren Dr. K. KOCH (Neuss), J. VOGEL (Görlitz) und Dr. G. A. LOHSE Hilfestellung gegeben, für die auch an dieser Stelle herzlicher Dank ausgesprochen wird.

Freilanduntersuchungen

In den Jahren 1983/84, 1984/85 und 1986/87 wurden die ökosystemaren Untersuchungen im Staatswald Burgholz durch ein ökotoxikologisches Projekt erweitert, um mit Hilfe des Biozids PCP Insektentaxa auf ihre Indikatoreignung zu prüfen. Es wurden neben den Kontrollen einmalige Dosen von 0,5 g und 1,0 g Na-PCP/l aqua demin. auf einer Grundfläche von 1 m² gleichmäßig verteilt, bevor die Boden-Photoektoren für den Zeitraum eines Jahres aufgestellt wurden. Dieses Teilprojekt wurde vom BMFT finanziert (KOLBE, DORN & SCHLEUTER 1984 & 1987).

Auch wenn mit Hilfe der Boden-Photoektoren von Waldböden ein hoher Prozentsatz der anwesenden Coleopteren erfaßt werden kann, muß dennoch davon ausgegangen werden, daß sowohl das Arten- als auch besonders das Abundanzspektrum dieser Insektenordnung nur ± unvollständig mit Hilfe dieses Fangautomatentyps ermittelt werden. Dabei ist nur ein Teil der gefangenen Käfer solchen Familien zuzuordnen, die überwiegend bodenbewohnend sind. In

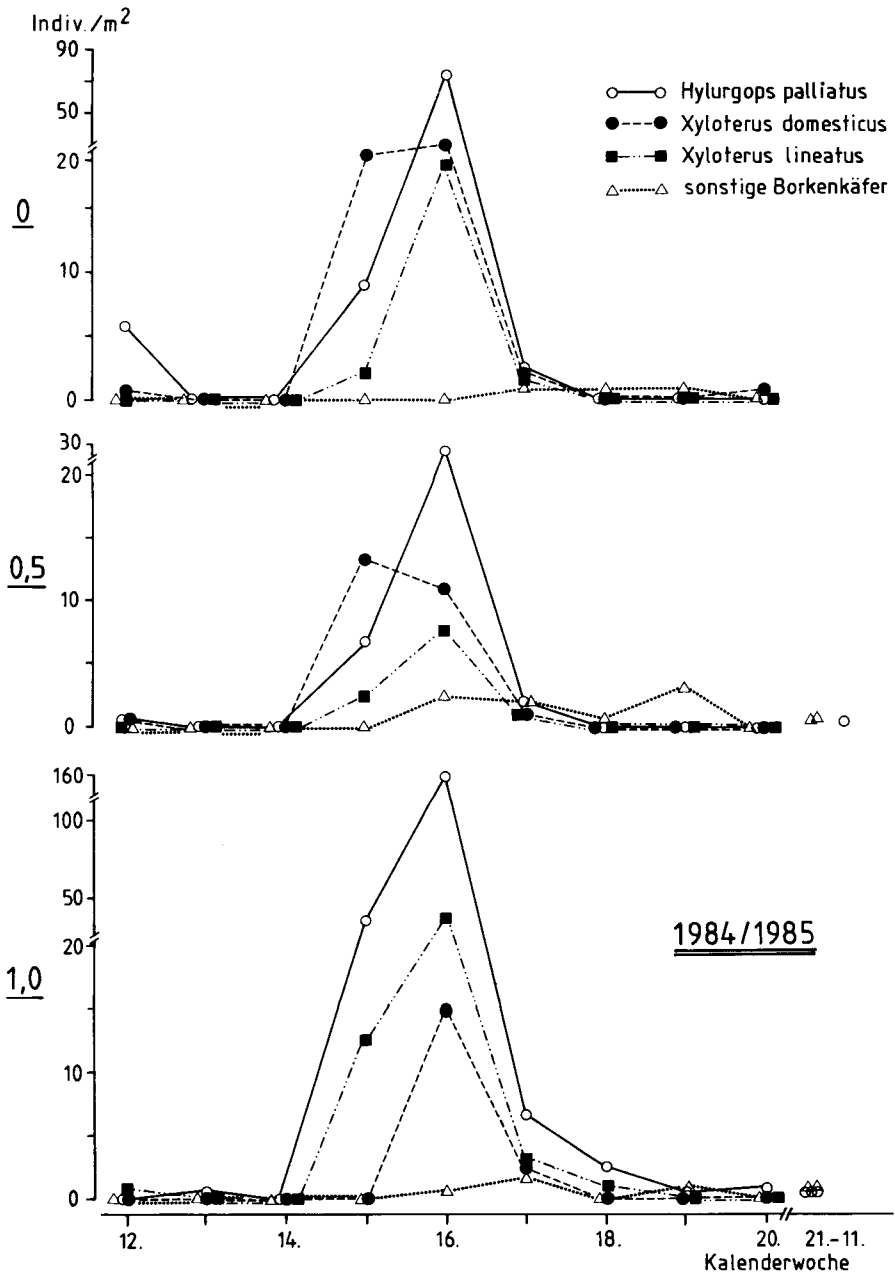


Abb. 1: Nachweis der Borkenkäfer pro m² — verteilt auf die einzelnen Kalenderwochen — mit Hilfe von Boden-Photoelektoren im Fichtenforst des Staatswaldes Burgholz; Fangjahr 1984/85.

0 = Kontrolle, 0,5 = 0,5 g Na-PCP/m², 1,0 = 1,0 g Na-PCP/m².

diesem Fall kann davon ausgegangen werden, daß alle Entwicklungsstadien im Boden oder auf der Bodenoberfläche anzutreffen sind. Zu dieser Gruppe gehören zahlreiche Carabiden und Stahyliniden. — Andere Käferarten durchlaufen jedoch nur als Larven ihre Jugendentwicklung im Boden, während die Imagines als Blatt- oder Nadelfresser auf den Baumkronen oder an der Krautschicht anzutreffen sind. Als Beispiel seien diverse Vertreter der Gattungen *Phyllobius*, *Polydrusus* und *Strophosoma* (Familie Curculionidae) genannt, deren Larven rhi-zophag sind. Die Käfer verlassen nach der Metamorphose die Bodenstreu und klettern an den Baumstämmen empor, um in die Kronen zu gelangen.

Schließlich sei noch eine Gruppe angeführt, die den Boden nur zur Überwinterung der Käfer nutzt. Hier können neben verschiedenen Coccinelliden einzelne Scolytiden als Beispiel genannt werden. Während ihrer aktiven Phasen sind die Larven und Imagines der Borkenkäfer in der Rinde oder im Holzteil der Bäume anzutreffen. Zu den Überwinterern in der Bodenstreu gehört *Xyloterus (Trypodendron) lineatus*, der Gestreifte Nutzholzborkenkäfer. Die 3 mm großen Käfer suchen ihr Winterquartier in der nächsten Umgebung des Brutplatzes auf (bis 30 m vom Brutbaum entfernt). Daher ist es also möglich, mit Hilfe der Boden-Photoelektoren die im April schwärmenden Käfer abzufangen und den Umfang der zu erwartenden Beeinflussung des Bestandes abzuschätzen (Abb. 1). Ähnliche Gegebenheiten lassen sich auch aus den Eklektor-fängen bei *Hylurgops palliatus* und *Xyloterus domesticus* ableiten, obgleich sicher auch immer bestimmte Anteile der Imagines andernorts überwintern (Abb. 1).

Die Abb. 1 zeigt außerdem, daß bei PCP-Einfluß von 1,0 g/m² beispielsweise der Borkenkäfer *Hylurgops palliatus* in einem Fichtenbestand des Staatswaldes Burgholz gegenüber der Kontrolle und 0,5 g PCP/m² im Fangjahr 1984/85 die größte Fangzahl lieferte. Dieses Phänomen ist als verstärkter Austreibungseffekt zu verstehen, da nachweislich diverse Coleopteren-species durch subletale Dosen von PCP zu erhöhter Laufaktivität angeregt werden.

Trophische Aspekte

Prüft man unter den ökotoxikologischen Gegebenheiten im Staatswald Burgholz die unterschiedlichen Anteile von Käferspecies am Gesamtfang aus trophischer Sicht, so zeigt sich, daß die Prädatoren generell überwiegen. In terrestrischen Ökosystemen haben die Prädatoren aufgrund ihrer Stellung im oberen Teil der Nahrungspyramide zwar eine geringere Siedlungsdichte als ihr Beutespektrum, andererseits ist jedoch der Artenanteil der zoophagen Arthropoden in Wäldern hoch. So können im Fichtenforst des Burgholz 61 bzw. 57% aller Coleopterenimagines aus den Kontrollelektoren als Prädatoren eingeordnet werden, im Buchenbestand liefer-

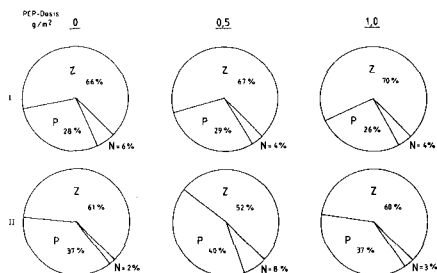


Abb. 2: Nahrungsspektren der Käferarten (Imagines) im Buchenbestand; Fangjahre 1983/84 (I) und 1984/85 (II); Boden-Photoelektor.

Z = zoophag, P = phytophag, N = nekrophag.

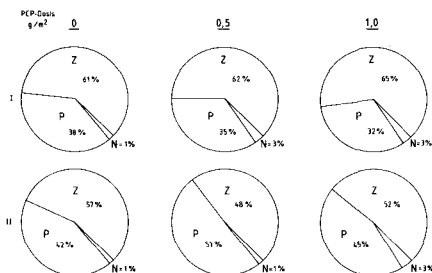


Abb. 3: Nahrungsspektren der Käferarten (Imagines) im Fichtenbestand; Fangjahre 1983/84 (I) und 1984/85 (II); Boden-Photoelektor.

Z = zoophag, P = phytophag, N = nekrophag.

ten die beiden ersten Fangjahre 66 bzw. 61% zoophage Käfer. Der Phytophagenanteil liegt zwischen 28 und 42%. Der Prozentsatz der Nekrophagen erreicht nur ein bis wenige Prozent vom jeweiligen Gesamtfang. Vergleicht man die Kontrollwerte mit den Ergebnissen aus den kontaminierten Flächen des Buchen- und Fichtenbestandes, so sind verschiedene Trends angedeutet (Abb. 2 & 3).

Staphylinidae

Unter den zoophagen Käfern sind die Staphyliniden mit einem besonders hohen Artenanteil vertreten. Immerhin konnten in 2 Fangjahren 125 Staphylinidenspecies mit Boden-Photoelektronen erfaßt werden (1983/84, 1984/85). Im Gegensatz dazu ist die Individuenzahl der einzelnen Arten meist auffallend niedrig; nur wenige Arten mit höheren Abundanzwerten sind zu nennen. Dies sind *Phloeocharis subtilissima*, *Oxytelus tetracariniatus*, *Philonthus decorus*, *Philonthus fuscipennis*, *Leptusa ruficollis*, *Amischa analis* und *Liogluta wüsthoffi* im Buchenbestand sowie *Mycetoporus brunneus*, *Geostiba circellaris*, *Atheta fungi*, *Alaunota egregia* und *Mniusa incrassata* im Fichtenforst. Bei einem Vergleich der Individuenzahlen unter dem Einfluß der PCP-Gaben zeigen sich unterschiedliche Trends innerhalb der verschiedenen Species. Im insgesamt ist allerdings eine Abnahme der Individuenzahlen in der Konzentration von 1,0 g Na-PCP/m² zu erkennen; dies gilt besonders für den Fichtenbestand (KOLBE 1987 & 1988). — Die Kontrollergebnisse der beiden Fangjahre zeigen teilweise von Art zu Art starke Fluktuationen.

Auch für einen Nichtentomologen ist es leicht, einen Staphyliniden an seinen stark verkürzten Elytren zu erkennen. Aber die Zuordnung eines Tieres zur jeweiligen Gattung oder Species ist im allgemeinen nur dem Spezialisten möglich — und die sind selten! Schon aus diesem Grunde sollte im Normalfall nicht der Versuch unternommen werden, im Rahmen der Auffindung von Bioindikatoren von einzelnen Staphylinidenspecies auszugehen. Möglicherweise könnten ggf. vom Aussehen her charakteristische, häufig auftretende Gattungen wie *Oxytelus* oder *Philonthus*, vielleicht aber auch die Gesamtheit der Familie im Rahmen von Freilanduntersuchungen als Indikatoren Verwendung finden.

Carabidae

Die Familie der Laufkäfer, von denen der größte Artenanteil zoophag lebt, ist in den 3 Untersuchungsjahren im Burgholz mit 14 Species erfaßt worden. Das höchste Fangergebnis lieferte der als euryökes Waldtier bekannte *Pterostichus oblongopunctatus*. Trotz seiner Euryökie ist dieser Carabide m. E. sowohl als Monitorart als auch als Testorganismus geeignet.

Pterostichus oblongopunctatus hat neben seiner für Zoophage relativ hohen Repräsentanz in den Boden-Zoozönosen von Buchen- und Fichtenbeständen eine beachtliche bodenbiologische Bedeutung als Prädator (ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN 1986).

Anhand der Darminhaltsanalysen von Käfern aus dem Solling konnte KOEHLER (1977, 1984) nachweisen, daß diese Carabidenart nahezu alles frißt, was sie überwältigen kann: Collembolen, Spinnen, Staphyliniden, Dipterenlarven, Fliegen, Mücken und Curculioniden; hier sind es besonders *Phyllobius argentatus*, *Polydrusus undatus* und *Strophosoma melanogrammum*. Diese 3 Species werden in hohem Maße dann eine Beute von *Pterostichus*, wenn sie nach dem Schlüpfen aus der Puppenwiege in die obere Bodenstreu gelangen, um anschließend aufzubauen; dies trifft für *Polydrusus* im Mai, für *Phyllobius* im Juli und für die frisch geschlüpfen Imagines von *Strophosoma* im September zu.

Die Laboratoriumszucht von *Pterostichus oblongopunctatus* ist schon 1968 von THIELE beschrieben worden. Ein Problem ist dabei die Neigung der Larven zum Kannibalismus, wodurch deren Einzelaufzucht erforderlich ist. Im Freiland fällt die Zeit der Larvenentwicklung dieser univoltinen Carabidenspecies in die Sommermonate. Die Käfer schlüpfen im Spätsommer, überwintern als Imagines und pflanzen sich im Frühling fort. THIELE (1968) konnte durch experimentelle Überwindung der Imaginaldiapause pro Jahr maximal 3 Generationen züchten.

Untersuchungen über das Beutetierspektrum der Larven von *Pterostichus oblongopunctatus*, die von SCHELVIS & SIEPEL (1988) durchgeführt wurden, zeigen, daß kleine weichhäutige Wirbellose bevorzugt werden. Neben Käferlarven (besonders Elateriden und Carabiden) konnten auch Dipterenlarven, Springschwänze, Milben, Tausendfüßler und Oligochaeten als Nahrung für die Larven dieser Carabidenspecies nachgewiesen werden.

Curculionidae

Die Rüsselkäfer stellen unter den Phytophagen in Buchen- und Fichtenbeständen eine wichtige Käferfamilie. Die Abb. 4 bis 10 zeigen die am häufigsten ermittelten Curculioniden in den Untersuchungsbiotopen des Staatswaldes Burgholz und ihre Beeinflussung durch PCP. Dabei zeigen sich innerhalb der 3 Fangjahre pro Biotop keine einheitlichen Grundrichtungen. — Auffallend ist auch hier die hohe Fluktuationsrate einzelner Species bei einem Vergleich der Kontrollfänge. Damit bestätigt sich die Erfahrung der Experten, daß bei den einzelnen Arthropodenarten jedes Jahr von anderen Siedlungsdichten auszugehen ist, da nicht vorhersehbare endogene und exogene Einflüsse die Populationsentwicklung jeweils unterschiedlich beeinflussen.

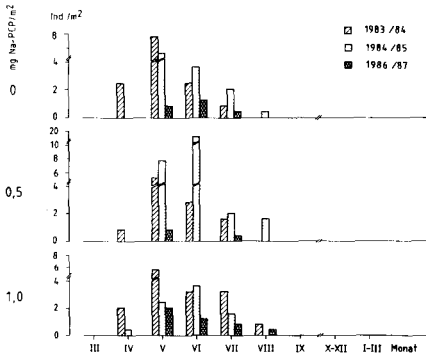


Abb. 4: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Barypeithes araneiformis* (Curculionidae) pro m² in einem **Buchenbestand** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

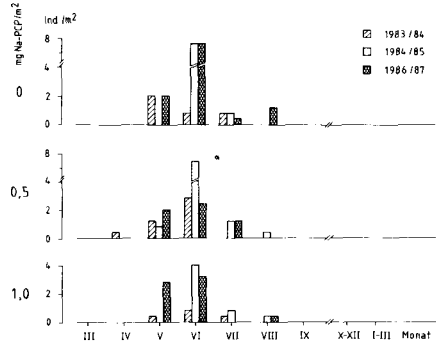


Abb. 5: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Barypeithes araneiformis* (Curculionidae) pro m² in einem **Fichtenforst** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

Die Vertreter der hier vorgestellten Gattungen *Phyllobius*, *Polydrusus* und *Strophosoma* sind als Larven rhizophag und leben folglich in tieferen Bodenschichten. Nach der Metamorphose durchbrechen die Jungkäfer die Bodenoberfläche, um in die Kronenschicht der Buchen zu klettern. In dieser Phase sind sie im Normal-Ökosystem eine leichte Beute der Laufkäfer. Der zu erwartende Biozideinfluß auf die genannten 3 Rüsselergattungen ist bei der im Burgholz angewandten Applikationsmethode von PCP mit Sicherheit niedriger als bei solchen Coleopteren-species, die sich vorwiegend auf oder nahe der Bodenoberfläche aufhalten (Carabiden, Staphyliniden u. a.).

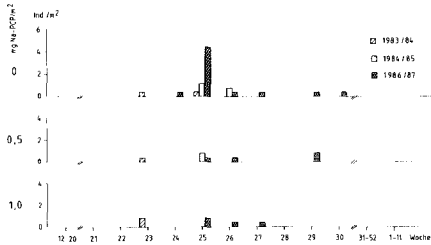


Abb. 6: Wöchentliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Polydrusus impar* (Curculionidae) pro m² in einem **Fichtenforst** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

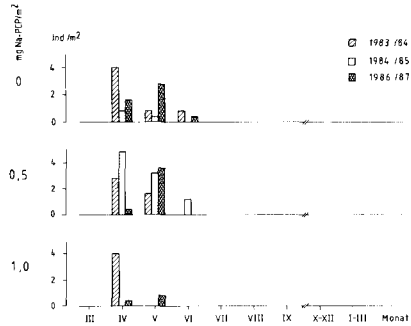


Abb. 7: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Polydrusus undatus* (Curculionidae) pro m² in einem **Buchenbestand** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

Von ROTH (1986) sind u. a. Imagines von *Strophosoma melanogrammum* aus Fichtenforsten eingesetzt worden, um Fragen der Akkumulation von Schwermetallen in Käfern zu prüfen. — Auch *Polydrusus undatus* ist neben *Strophosoma melanogrammum* u. a. wegen des hohen Individuenaufkommens vom April bis Juni im Buchenbestand als Monitorart zu empfehlen. Die Adulten von *Phyllobius argentatus* leben nur wenige Wochen und sind von daher weniger als Indikatoren geeignet.

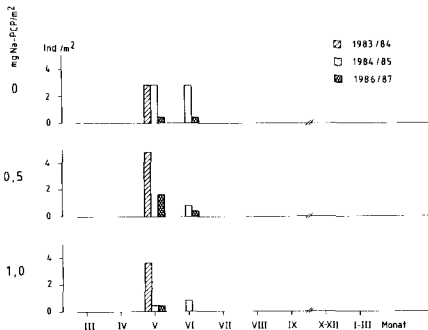


Abb. 8: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Phyllobius argentatus* (Curculionidae) pro m² in einem **Buchenbestand** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

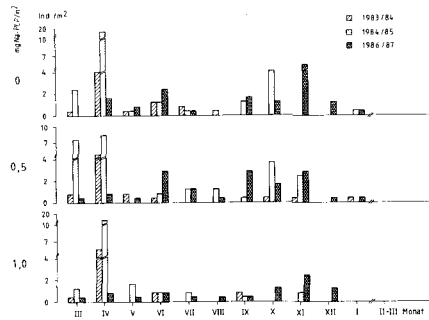


Abb. 9: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Rhynchaenus fagi* (Curculionidae) pro m² in einem **Buchenbestand** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Eklektoren à 0,5 m² im Einsatz.

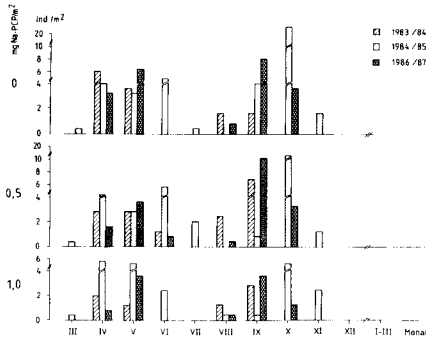


Abb. 10: Monatliche Aufteilung der mit Boden-Photoelektoren erfaßten *Strophosoma melanogramm* (Curculionidae) pro m² in einem **Buchenbestand** des Staatswaldes Burgholz in Solingen. Fangjahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87. Pro Versuchsglied waren 5 Elektoren à 0,5 m² im Einsatz.

Zusammenfassung

Es wäre ideal, wenn die Möglichkeit bestände, repräsentative Vertreter aller wichtigen Kompartimente der Waldökosysteme als Bioindikatoren zur Verfügung zu haben. Damit ergäbe sich eine optimale Ausgangsbasis für die Praxis der Umweltüberwachung.

Die Coleopteren stellen eine wichtige Arthropodengruppe im Gesamtinventar der Waldökosysteme. Ihre Prüfung für den Einsatz als Bioindikatoren erbringt differenzierte Grundlagen zur Eignung einzelner Species, Gattungen oder ggf. Familien. Der Einsatz von Boden-Photoelektoren liefert für diverse Coleopteren-species verwertbare Ansätze ihrer Nutzung als Indikatoren. Die im Staatswald Burgholz durchgeführte Prüfung von PCP im Freilandexperiment zeigt darüber hinaus, daß Kenntnisse zur Aut-, Dem- und Synökologie notwendig sind, um potentielle Indikatorarten zu ermitteln.

Die Freilandversuche im Staatswald Burgholz lieferten aus der Sicht der angewandten Methode und des eingesetzten Biozids unterschiedliche Resultate bei den verschiedenen Coleopteren-species. Dabei muß davon ausgegangen werden, daß die Intensität der Einwirkung von PCP u. a. vom Auftreten der Tiere auf der Bodenoberfläche, in der Bodenstreu oder aber im anstehenden Boden selbst abhängig ist. Auch entziehen sich zahlreiche Arten der kontinuierlichen Kontaminationseinwirkung durch das nur vorübergehende Aufsuchen des Bodens etwa zur Überwinterung der Imagines oder für die Larvalentwicklung. Es ist ferner zu erwarten, daß die im Burgholz praktizierte Methode der Applikation von PCP auf die Bodenoberfläche — bedingt durch die unterschiedlichen Gegebenheiten bei der Laub- und Nadelstreu in den beiden Untersuchungsbiotopen — vor allem im Buchenbestand kein gleichmäßiges Eindringen des Biozids in den Boden bewirkt. Folglich ist gerade auch hier das Auffinden biozidfreier Refugien durch kleine Käfer zu vermuten (vgl. FUNKE 1987).

Am Beispiel ausgewählter Vertreter der Scolytiden, Staphyliniden, Carabiden und Curculioniden werden diese auf ihre Indikatoreignung geprüft und unter Einbeziehung ökologischer Parameter diskutiert. Es sei abschließend angemerkt, daß mit Hilfe von Boden-Photoelektoren ein breites Artenspektrum an Käfern erfaßt werden kann; davon ist nur ein begrenzter Teil zur Indikation von Waldschäden geeignet.

Literatur

- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMAN, J. (1986): Ökosystemforschung — Ergebnisse des Sollingprojets: 1966—1986. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. — *Ecol. Studies* **2**, 81—93.
- (1986): Indikation von Waldschäden durch Bodentiere. — IMA — Querschnittsseminar zur Waldschädenforschung „Bioindikation“. Umweltbundesamt, 46—55; Berlin.
- (1987): Wirbellose Tiere als Bioindikatoren in Wäldern. — VDI Berichte Nr. 609, 133—176.
- KOEHLER, H. (1977): Nahrungsspektrum und Nahrungskonnex von *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) und *Pterostichus metallicus* (F.), (Coleoptera, Carabidae). — *Verh. Ges. Ökol. Göttingen* 1976: 103—111.
- (1984): Zum Nahrungsspektrum und Nahrungsumsatz von *Pterostichus oblongopunctatus* (F.) und *Pterostichus metallicus* (F.) (Coleopt., Carabidae) im „Ökosystem“ Buchenwald. — *Pedobiologia* **27**, 171—183.
- KOLBE, W. (1987): Die Staphyliniden (Coleoptera) der Bodenstreu im Rotbuchen- und Fichtenforst — ökotoxikologische Aspekte. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* **40**, 69—76; Wuppertal.
- (1988): Die Staphyliniden (Coleoptera) der Waldböden und ihre Beeinflussung durch NACP. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* **41**, 64—69; Wuppertal.
- (1988): Ökotoxikologische Aspekte — aufgezeigt am Beispiel der Coleopteren-Fauna von Waldböden. — *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent.* **6**, 458—463; Gießen.
- KOLBE, W., DORN, K. & SCHLEUTER, M. (1984): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus 2 Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung — ein neuer Aspekt des Burgholz-Projektes. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal* **37**, 91—103; Wuppertal.
- , — & — (1988): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus 2 Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung. — In: SCHEELE, B., & VERFONDERN, M. (Hrsg.): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen **9**; Endberichte der geförderten Vorhaben, Teil 1. Jül-Spez — 439: 369—547; Jülich.
- POSPISCHIL, R., & THIELE, H.-U. (1979): Bodenbewohnende Käfer als Bioindikatoren für menschliche Eingriffe in den Wasserhaushalt eines Waldes. — *Verh. Ges. Ökol. Münster* 1978: 453—463.
- ROTH, M. (1986): Die Coleopteren im Ökosystem „Fichtenforst“ — II. Chemisch-analytische Untersuchungen. — *Zool. Beitr. N. F.* **29**, 307—348.
- SCHELVIS, J. & SIEPEL, H. (1988): Larval Food Spectra of *Pterostichus oblongopunctatus* and *P. rhaeticus* in the Field (Coleoptera: Carabidae). — *Entomol. Gener.* **13**, 61—66; Stuttgart.
- THIELE, H.-U. (1968): Zur Methode der Laboratoriumszucht von Carabiden. — *Decheniana* **120**, 335—341; Bonn.

Anschrift des Verfassers:

Dr. WOLFGANG KOLBE, Fuhlrott-Museum, Auer Schulstr. 20, D-5600 Wuppertal 1

Carabus-Arten als Bioindikatoren*

REINER POSPISCHIL

Mit 2 Abbildungen

Zusammenfassung

Untersuchungen verschiedener Waldgesellschaften in Nordrhein-Westfalen zeigten, daß *Carabus*-Arten (Carabidae/Coleoptera) enge klimatische Ansprüche an ihre Umgebung stellen und gegenüber Veränderungen ihrer Umwelt empfindlich reagieren. Für die Habitatwahl sind abiotische Faktoren (Feuchtigkeit, Temperatur) ausschlaggebend. Mit Hilfe der im Labor beobachteten Feuchte- und Temperaturpräferenzen lassen sich die Ursachen der unterschiedlichen und engräumigen Verteilung einiger häufiger *Carabus*-Arten im Habitat erklären.

Coleopteren der Bodenfauna erwiesen sich als empfindliche Bioindikatoren für Veränderungen der Umwelt (POSPISCHIL 1981a, b, THIELE 1964, 1977). Über Indikatoreigenschaften der Gattung *Carabus* wurde von BLUMENTHAL (1981) berichtet.

Carabus-Arten besitzen als große, laufaktive Predatoren einen weiten Aktionsradius. Dennoch zeigten sie bei Untersuchungen der Bodenkäferfauna verschiedener Standorte in Nordrhein-Westfalen eine erstaunlich kleinräumige, auf bestimmte Pflanzengesellschaften begrenzte Verteilung. In den Jahren 1978/79 wurde die Bodenfauna eines Hangwaldes des Neandertales (ca. 2 km östl. von Erkrath), der sich aus verschiedenen Pflanzengesellschaften zusammensetzt, mit Barberfallen erfaßt (Abb. 1).

Im Bereich eines temporären Bachlaufes erstreckt sich über den gesamten Hang ein Ahorn-Eschen-Schluchtwald (Acereto-Fraxinetum). Die Charakterarten *Fraxinus excelsior* (Esche) und *Acer pseudoplatanus* (Bergahorn) finden sich im gesamten Hangbereich. In der unteren Hälfte kommt die Bergulme (*Ulmus glabra*) hinzu. Am Ufer der Düssel wird diese Waldgesellschaft durch Erlen (*Ainus glutinosa*) und Roßkastanien (*Aesculus hippocastaneum*) sowie durch Hirschzunge (*Phyllitis scolopendrium*) und Brunnenlebermoos (*Marchantia polymorpha*) in der Krautschicht bereichert.

Der gesamte Hang zeichnet sich durch einen ganzjährig hohen Deckungsgrad der Krautschicht und einen gleichmäßig hohen Bodenwassergehalt aus. Westlich geht der Schluchtwald in einen Buchenwald mit geringer Krautschicht und großen Schwankungen des Bodenwassergehaltes über. Der obere Bereich dieses Hangabschnittes wird durch eine lichte Strauchschicht aus *Ilex aquifolia* charakterisiert. Der Waldrand oberhalb des Hanges sowie eine mit dem Hang in Verbindung stehende Hecke wurden ebenfalls einbezogen. Oberhalb des Steinbruches wurden zwei Standorte mit offener Baumschicht aus Buchen (*Fagus sylvatica*), Hainbuchen (*Carpinus betulus*), Eichen (*Quercus petraea*) und Birken (*Betula verrucosa*) untersucht. Die Krautschicht hatte hier nur einen Deckungsgrad von <10%.

Sechs *Carabus*-Arten wurden in zum Teil überraschend hohen Individuendichten gefangen. *C. nemoralis* (Müll.), die häufigste Art, kam praktisch im gesamten Hangbereich vor mit einem Maximum in den feuchten Bereichen des Schluchtwaldes und am Waldrand. *C. problematicus* (Hbst.) mied den relativ nassen unteren Bereich des Hangwaldes sowie die Hecke und hatte

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

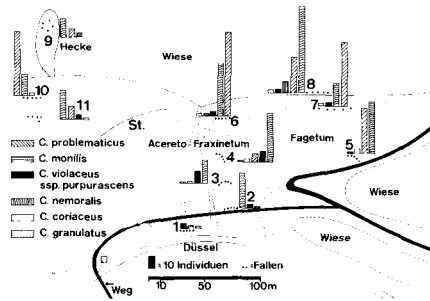


Abb. 1: Verbreitung von *Carabus*-Arten in verschiedenen Vegetationstypen eines Hangwaldes im Neandertal (NRW). Die Säulen geben jeweils die innerhalb eines Jahres (3. 1978—3. 1979) gefangenen Individuen an. (St. = Steinbruch)

seinen Schwerpunkt im trockeneren Buchenwald. *C. violaceus ssp. purpurascens* (F.) war in dem unteren Hangbereich an Standorten mit dichter Bodenbedeckung und gleichmäßig hohem Bodenwassergehalt verbreitet. *C. coriaceus* (L.) war im gesamten Hangbereich selten. Das Vorkommen von *C. monilis* (Fabr.) beschränkte sich auf den Waldrand und die Hecke. *C. granulatus* (L.) wurde in Handfängen mehrfach am Ufer der Düssel zusammen mit *Platynus ruficornis* (Gze.) und *Elaphrus cupreus* (Dft.) nachgewiesen.

Eine entsprechende Verteilung dieser Arten zeigte sich auch an anderen Waldstandorten. Im Naturschutzgebiet „Hünxer Bachtal“ (östl. Dinslaken) wurde die Bodenkäferfauna von März 1982 bis März 1984 mit Barberfallen ohne Konservierungsflüssigkeit erfaßt. Auch hier zeichneten sich die *Carabus*-Arten durch ein teilweise engbegrenztes Vorkommen in dem Areal aus. *C. granulatus* fand sich in Bachnähe in beiden Wintern häufig in Baumstubben und unter Rinde im Winterlager. In Barberfallen trat *C. granulatus* nur in ganzjährig staunassen Uferzonen des Baches zusammen mit *P. ruficornis* auf. *C. problematicus* wurde im Winterlager sowohl in der Nähe des Baches als auch in weiterer Entfernung nachgewiesen, in den Fallen aber nur an trockenen, nicht in unmittelbarer Nähe des Bachufers gelegenen Standorten. *C. nemoralis* wurde in Fallen unmittelbar am Bach registriert, im Winterlager allerdings auch an trockenen Standorten. Die häufigste *Carabus*-Art, *C. violaceus ssp. purpurascens* fand sich überall entlang des Baches, kam oberhalb des Bachufers aber praktisch nicht vor.

Die kontinuierliche Untersuchung des Carabidenbestandes in einem Auwaldgebiet bei Köln, dem Thielenbruch, ergab, daß *Carabus*-Arten auf eine anthropogen bedingte Grundwasserabsenkung sowie die fünf Jahre später erfolgte Wiederanhebung des Grundwasserspiegels sehr schnell und empfindlich reagierten (THIELE & WEISS 1976, POSPISCHIL 1981a). *C. granulatus*, eine häufige Art der staunassen Uferzone, ging nach der Grundwasserabsenkung innerhalb von zwei Jahren bis auf einen kleinen Restbestand zurück und erholte sich mit ansteigendem Grundwasserspiegel schnell wieder. *C. nemoralis* zeigte mit zunehmender Trockenheit einen Anstieg der Population und nach Wiedervernässung eine Abnahme der Aktivitätsabundanz.

Es liegt nahe, eine Erklärung für die unterschiedlichen Habitatwahlen in den Präferenzen der Arten gegenüber abiotischen Faktoren zu suchen (POSPISCHIL 1981b, THIELE 1964, 1977) (Abb. 2). *C. problematicus* ist im Gradienten der relativen Luftfeuchte feuchtepräferent. Die Temperaturpräferenz liegt zwischen 20 und 30 °C. In einem Gradienten verschieden feuchter Böden bevorzugt die Art trockenere Bereiche und verhält sich epigäisch.

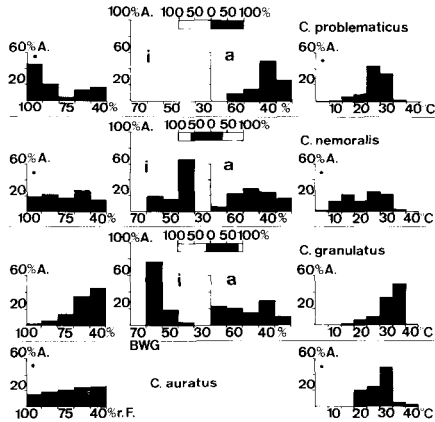


Abb. 2: Aufenthaltswahlen (A.) einiger *Carabus*-Arten in den Gradienten der rel. Luftfeuchte (100, 90, 75, 55 und 40% r. F.), des Bodenwassergehaltes (70, 60, 50, 40 und 30% BWG) und der Temperatur (* nach Thiele 1964). Die schwarzen Balken oberhalb der BWG-Diagramme geben die %-Anteile der Registrierungen im Substrat (= i) bzw. auf dem Substrat (= a) an.

C. nemoralis ist euryhydr und eurytherm. In einem Gradienten des Bodenwassergehaltes graben sich die Tiere zu 50% in den trockeneren Sektoren ein. Auf dem Substrat sind wie bei der rel. Luftfeuchte keine Präferenzen zu erkennen.

C. granulatus sucht im Luftfeuchte-Gradienten den trockensten Bereich auf. Im Gradienten des Bodenwassergehaltes bevorzugen die Tiere auf dem Boden deutlich den trockensten Sektor. Die Tiere, die sich im Substrat eingraben, suchen dagegen nasse Bereiche auf. Während der Aktivitätsphase verhält sich *C. granulatus* indifferent gegenüber dem Faktor Feuchtigkeit. Dies erklärt auch die Verbreitung der Art auf Trockenrasen, wo die Tiere sogar in der Sonne laufend angetroffen werden können (BLUMENTHAL mündl.). Das Klima an einem derartigen Standort entspricht der Temperatur- und Luftfeuchtepräferenz von *C. granulatus* während der Aktivitätsphase.

Die Feldart *C. auratus* ist euryhydr und wärmepräferent.

C. problematicus verträgt eine Austrocknung erheblich besser als *C. granulatus* und *C. nemoralis* (POSPISCHIL 1981b).

Die ‚Waldarten‘ *C. problematicus*, *coriaceus*, *nemoralis* und *granulatus* sind dunkelpräferent. Dieses Verhalten deckt sich mit der positiven Reaktion der Arten auf dunkle Waldsilhouetten (THIELE 1964).

Obwohl *Carabus*-Arten als gute Läufer einen großen Aktionsradius besitzen, stellen sie enge klimatische Ansprüche an ihre Umgebung und zeigen eine engräumige Verteilung im Habitat. Ihre Verwendung als Bioindikatoren für Umweltveränderungen setzt allerdings eine genaue Kenntnis ihrer Lebensweise und Standortansprüche voraus. Dabei sind unter anderem folgende Punkte zu beachten: 1. Während der Ruhephase werden zum Teil andere Ansprüche an das Mikroklima gestellt als während der Aktivitätsphase. Ein Beispiel hierfür sind die extrem unterschiedlichen Fundorte von *C. granulatus*. 2. Die genannten *Carabus*-Arten sind nicht an bestimmte Pflanzengesellschaften gebunden, sondern an ein bestimmtes Mikroklima. Die gezeigten pflanzensoziologischen Standortbeispiele gelten damit nur für Nordrhein-Westfalen. 3. Der Standort des Winterlagers entspricht in vielen Fällen nicht dem Sommerhabitat.

Carabus-Arten gehören nach den bisher vorliegenden Ergebnissen zu den empfindlichen und aussagefähigen Bioindikatoren gegenüber Veränderungen ihrer Umwelt. Eine weitere ökologische Bearbeitung vor allem der häufigen *Carabus*-Arten unter Einbeziehung der Larvenstadien ist für den Einsatz als Bioindikatoren von großer Wichtigkeit.

Literatur

- BLUMENTHAL, C. L. (1981): Einheimische *Carabus*-Arten als Bioindikatoren. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **34**, 70—77, 1 Tab.
- POSPISCHIL, R. (1981a): Bioindikatoren für den Wasserhaushalt eines Waldes. — Sicherheit in Chemie und Umwelt, **1**, 251—253, Abb. 1—2.
- (1981b): Veränderungen der Coleopterenfauna in drei Feldhecken des Bergischen Landes (NRW) von 1956 bis 1978 aufgrund anthropogener Belastungen und experimentelle Untersuchungen über die Ursachen dieser Vorgänge. — Dissertation 178 S., Tab. 1—14, Abb. 1—56, Köln.
- THIELE, H. U. (1964): Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. — Z. Morphol. Ökol. Tiere **53**, 387—452, Abb. 1—19, Tab. 1—14.
- (1977): Carabid Beetles in their Environments. — Zoophysiology and Ecology, **10**, 396 S., Abb. 1—152, Tab. 1—58, Berlin, Heidelberg, New York.
- THIELE, H. U. & WEISS, H. E. (1976): Die Carabiden eines Auwaldgebietes als Bioindikatoren für anthropogen bedingte Änderungen des Mikroklimas. — Schr. Reihe Vegetationskde., **10**, 359—374, Abb. 1—7, 1 Tab.

Anschrift des Verfassers:

Dr. REINER POSPISCHIL, Im Tiergarten 9, D-5010 Bergheim-Fliesteden

Zur Standortsabhängigkeit der Elementgehalte von *Ips typographus* (Scolytidae) — Ein Beitrag zur Bioindikation von Schwermetallen *

MECHTHILD ROTH-HOLZAPFEL

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

Zusammenfassung

Mit Hilfe atomspektrometrischer Analyseverfahren wurden in *Ips typographus* (Scolytidae) die Gehalte zahlreicher essentieller und toxischer Elemente bestimmt. Die Tiere wurden mit Pheromonfallen in verschiedenen Regionen Baden-Württembergs gesammelt.

Die Konzentration der essentiellen Elemente Ca, Cu, K, Mg, Mn und Zn stimmten in allen analysierten Individuen von *Ips typographus* gut überein. Regionale Unterschiede des Elementgehaltes in Abhängigkeit vom Fundort wurden nicht festgestellt.

Im Gegensatz dazu zeigten die Gehalte von Fe und von toxischen Elementen wie Al, Ba, Cd, Hg und Pb standortsspezifische Schwankungen. Die höchsten Mengen an toxischen Schwermetallen traten in Tieren aus dem Raum Heidelberg—Mannheim auf, einer Region, die durch hohen atmosphärischen Schadstoffeintrag gekennzeichnet ist.

Einleitung

Saure Niederschläge und die Einträge toxischer Schwermetalle tragen wesentlich zur Schadstoffbelastung der Umwelt bei (GEORGII 1986; NÜRNBERG et al. 1984; ULRICH et al. 1979). Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahren verstärkt nach Organismen gesucht, die z. B. erhöhte Schwermetallkonzentrationen in ihrer Umwelt durch Inkorporation und Anreicherung solcher Schadstoffe anzeigen. Verschiedene Pflanzen- und Tierarten haben sich für die biologische Überwachung von toxischen Substanzen als geeignet erwiesen (ARNDT et al. 1987; BICK et al. 1982). Nur wenige Daten existieren aber erstaunlicherweise über Insekten, die ja in allen Lebensräumen mit großer Arten- und Individuenfülle vertreten sind und wichtige Funktionen in terrestrischen Ökosystemen einnehmen (FUNKE 1983; PRICE et al. 1974; ZHULIDOV et al. 1979).

Ziel der vorliegenden Studie war es, am Beispiel von Borkenkäfern zu prüfen, ob Insekten — als Voraussetzung für eventuelle Monitorfunktionen — standortsspezifische Unterschiede im Gehalt von toxischen Schwermetallen oder anderen z. T. auch essentiellen Elementen aufweisen. Die Untersuchungen wurden am Buchdrucker (*Ips typographus*, Scolytidae) durchgeführt. *Ips typographus* lebt phloeophag, vorwiegend in der Rinde von *Picea abies* und tritt in allen Fichtenforsten Mitteleuropas als Schädling auf. Die Tiere lassen sich mit synthetischen Lockstoffen in Pheromonfallen leicht erfassen. Ihr Aktionsradius ist gering, so daß eine großräumige Durchmischung von Individuen aus unterschiedlich stark kontaminierten Gebieten unwahrscheinlich ist.

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Material und Methoden

Die Borkenkäfer wurden mit Pheromonfallen im Frühsommer 1986 an 18 Standorten in Baden-Württemberg gesammelt. Die Auswahl der Fallenstandorte erfolgte unter Berücksichtigung von Gebieten mit unterschiedlicher Schadstoffbelastung (städtische Ballungsgebiete, ländlicher Raum, s. Abb. 1).

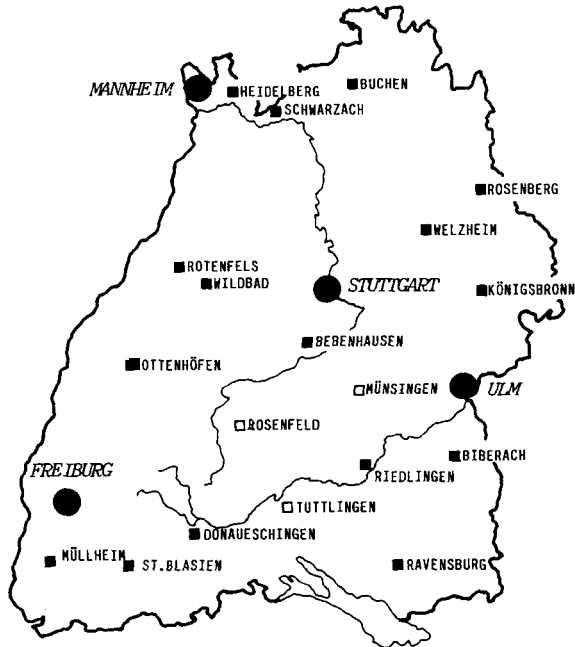


Abb. 1: Standorte der Pheromonfallen in Baden-Württemberg zur Erfassung von *Ips typographus*.

Insgesamt wurden mehr als 4 000 Individuen von *Ips typographus* auf ihre Elementgehalte untersucht. Der Aufschluß der Proben erfolgte in Druckbomben unter Verwendung von konz. HNO_3 nach Standardbedingungen (ROTH-HOLZAPFEL et al. 1988).

Mit Hilfe der ICP-Atomemissionsspektroskopie und der flammenlosen Atomabsorptionsspektroskopie wurden in *Ips typographus* die Gehalte von essentiellen (Cu, K, Mg, Ca, Zn, Fe, Mn) und toxischen (Pb, Cd, Hg, Al, Ba, Tl) Elementen bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

Die in *Ips typographus* nachgewiesenen Elemente umfassen einen weiten Konzentrationsbereich. Makronährstoffe (K, Ca, Mg) sind mit Anteilen zwischen 0,5—3% wesentlich am Aufbau der Körpertrockenmasse beteiligt. Die geringsten Konzentrationen wurden bei den toxischen Schwermetallen Pb, Cd und Hg nachgewiesen (Tab. 1).

Tiere aus derselben Pheromonfalle stimmen in ihren Elementgehalten weitgehend überein. Die Streuung der Meßparallelen um den Mittelwert, ausgedrückt als relative Standardabweichung

	K	CA	MG	MN	CU	ZN	FE	BA	AL	CD	PB	HG*
SCHWARZACH	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	4,5	73
HEIDELBERG	9327	27185	4267	958	42	406	170	73	139	2,8	1,9	55
ROTFELD	10086	27638	5148	797	43	462	142	91	86	1,6	1,8	34
WILDBAD	9606	27884	5408	695	42	443	82	54	34	1,4	1,0	30
OTTENHÖFEN	10352	26770	4785	614	53	472	68	133	20	1,3	0,6	33
MÜLLHEIM	10577	26919	4784	814	42	441	80	302	45	1,2	0,6	72
ST. BLASIEN	11101	30610	5451	656	50	409	108	376	74	0,7	0,5	65
BEBENHAUSEN	9496	29702	5014	774	43	429	107	361	60	0,9	1,0	83
BUCHEN	9585	24922	4765	737	49	387	74	148	39	1,5	0,4	53
ROSENFELD	6919	27329	5049	581	65	416	94	353	71	1,0	0,7	77
ROSENBERG	8050	29652	5413	760	47	443	89	231	60	1,3	1,1	67
WELZHEIM	9804	26024	5046	755	52	467	79	220	20	1,7	0,5	71
MÜNSINGEN	13248	26262	3302	612	42	391	67	178	39	2,6	0,2	44
TUTTLINGEN	8357	28668	5696	710	49	480	217	151	72	0,9	2,3	78
DONAUESCHINGEN	10356	27628	4720	456	50	391	136	133	112	0,5	0,8	34
BIBERACH	7514	26848	5201	948	51	441	145	235	107	1,2	1,4	81
RIEDLINGEN	?	20745	3310	624	34	291	101	190	?	0,3	0,5	?
RAVENSBURG	10217	26641	4691	741	50	387	175	213	151	0,8	0,4	41

Tab. 1: Elementgehalte (ppm, *pb) in *Ips typographus* an verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg.

(RSD), ist mit $\leq 39\%$ für biologische Proben sehr niedrig. Besonders einheitlich sind die Konzentrationen bei essentiellen Elementen (Ca, Cu, K, Mg, Zn: RSD $\leq 23\%$).

Ein Vergleich zwischen Tieren verschiedener Standorte ergibt für essentielle Elemente keine statistisch signifikanten Unterschiede. So liegen die Konzentrationen von Ca, Mg, K, Mn, Zn und Cu in Tieren aus dem Ballungsgebiet Heidelberg—Mannheim in der Größenordnung ländlicher Regionen (z. B. Münsingen/Schwäbische Alb; St. Blasien/Südschwarzwald, s. Abb. 2). Rückschlüsse auf anthropogene Einträge solcher Elemente lassen sich aus den in *Ips typographus* gefundenen Konzentrationen nicht ziehen.

Von den analysierten essentiellen Elementen spielen allerdings nur Cu und Zn als Schadstoffe eine gewisse Rolle; doch dürften die hier gefundenen Ergebnisse vielleicht auch auf andere biologisch relevante Elemente mit höherem toxikologischen Stellenwert (z. B. Cr, Ni) übertragbar sein.

Ein völlig anderes Bild ergibt sich dagegen für Fe, Al, Ba und vor allem aber für Pb, Cd und Hg. Die Gehalte dieser Elemente unterliegen in *Ips typographus*, in Abhängigkeit vom Standort der Pheromonfallen starken Schwankungen (Abb. 3). Die Unterschiede sind nach dem Kruskal-Wallis-Test hoch signifikant.

Inwieweit diese standortspezifischen Differenzen im Elementgehalt der Tiere in direktem Zusammenhang mit Elementeinträgen stehen bzw. auf unterschiedlichen Elementvorräten in den Böden beruhen, auf denen die Wirtsbäume stocken, muß für jedes Element einzeln abgeklärt werden. Zumindest für Pb können geogene oder pedogene Faktoren aufgrund der geringen Mobilität dieses Schwermetalls im Boden und vernachlässigbarer Aufnahmezeiten in die Wurzeln nahezu ausgeschlossen werden (ZÖTTL 1985). Die positive Korrelation der Pb-Gehalte in den Tieren mit der Kraftverkehrsdichte in den entsprechenden Regionen macht den Einfluß atmo-gen eingetragenen Bleis deutlich. Die höchsten Pb-Belastungen bei *Ips typographus*

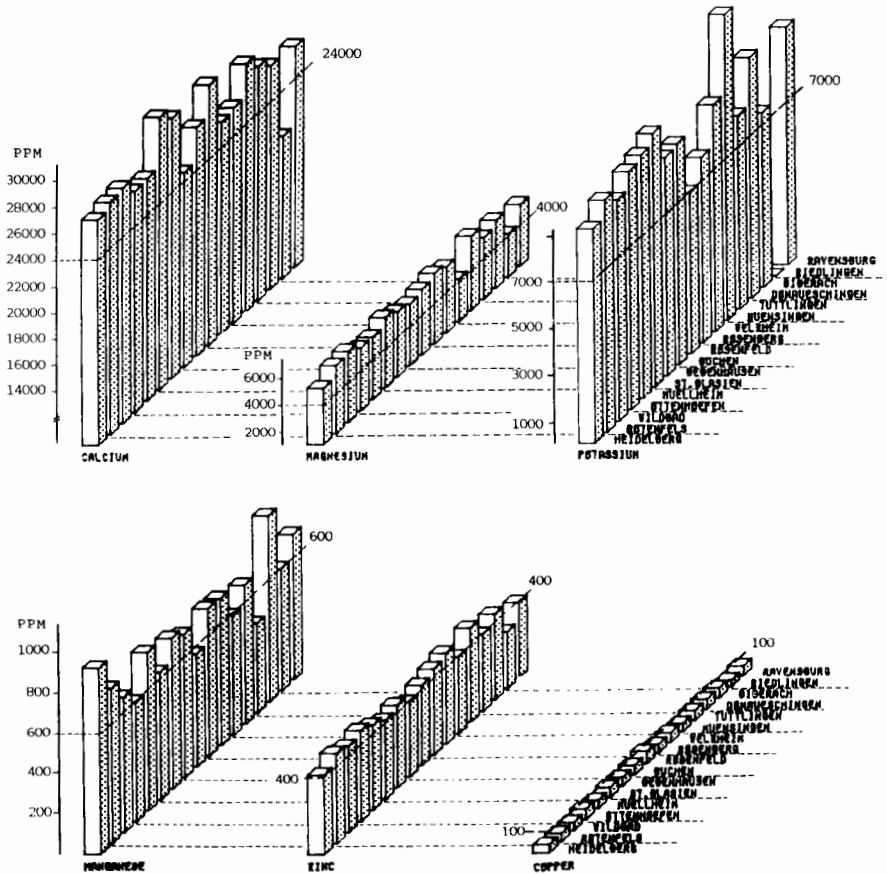


Abb. 2: Konzentrationen (ppm) essentieller Elemente in *Ips typographus* in verschiedenen Regionen Baden-Württembergs.

treten in Tieren aus dem Ballungsgebiet (Heidelberg—Mannheim) auf, einer Region, die auch durch sehr hohen Säureeintrag gekennzeichnet ist (EVERS 1985, s. Abb. 4).

Literatur

- ARNDT, U., NOBEL, W. & SCHWEIZER, B. (1987): Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse, —: 1—388, Stuttgart, Eugen Ulmer.
- BICK, H. & NEUMANN, D. (1982): Bioindikatoren. Ergebnisse des Symposiums „Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen“ 8.—11. 3. 81. Köln, — Decheniana-Beihefte, Bonn **26**: 1—198.
- EVERS, F. H. (1985): Ergebnisse niederschlagsanalytischer Untersuchungen in südwestdeutschen Nadelwaldbeständen. Eine Übersicht. — Mitteilgn. d. Ver. f. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung **31**: 31—36.
- FUNKE, W. (1983): Waldökosysteme in der Analyse von Struktur und Funktion. Untersuchungen an Arthropodenpopulationen, — Verh. Ges. Ökol. **10**: 13—27.
- GEORGII, H. W. (1986): Eintrag von Schadstoffen aus der Atmosphäre. — In: Belastungen der Land- und Forstwirtschaft durch äußere Einflüsse. — Schriftenreihe des Dachverbandes wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e. V. **11**: 23—30.
- NÜRNBERG, H. W., VALENTA, P., NGUYEN, V. D., GÖDDE, M. & URANO DE CARVALHO, E. (1984): Studies on the deposition of acid and of ecotoxic heavy metals with precipitates from the atmosphere, — Fresenius Z. Anal. Chem. **317**: 314—323.
- PRICE, P. W., RATHCKE, B. J. & GENTRY, D. A. (1974): Lead in terrestrial arthropods. Evidence for biological concentration, — Environm. Entomol. Vol 3, no **3**: 370—372.
- ROTH-HOLZAPFEL, M. & FUNKE, W. (1988): Borkenkäfer als Indikatoren für Immissionen toxischer Elemente, — KfK-PEF **35**, 1: 123—134.
- ULRICH, B., MAYER, R. & KHANNA, P. K. (1979): Deposition von Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen im Solling, — Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, **58**: 1—291.
- ZHULIDOV, A. V. & EMETS, V. M. (1979): Accumulation of lead in bodies of beetles under conditions of contamination of the environment of their habitat by exhaust gases of automobiles, — Doklady Adademii Nauk SSSR **244**, **6**: 1515—1516.
- ZÖTTL, H. W. (1985): Heavy metal levels and cycling in forest ecosystems, — Experientia **41**: 1104—1113.

Anschrift des Verfassers:

Dr. MECHTHILD ROTH-HOLZAPFEL, Universität Ulm, Abt. Ökologie u. Morphologie der Tiere, Oberer Eselsberg M 25, D-7900 Ulm

Der Einfluß von Na-Pentachlorphenol auf die Spinnen- (Araneida) und Weberknechtfauna (Opilionida) zweier unterschiedlicher Bestände des Staatswaldes Burgholz, Teil II

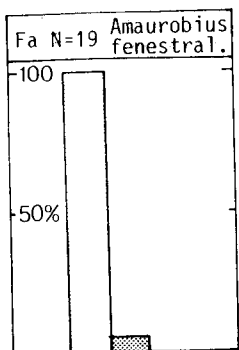
RALPH PLATEN
Mit 4 Abbildungen

4.3.4. Die Wirkung von Na-PCP auf einzelne Arten

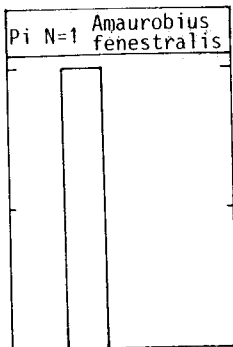
Die unterschiedlichen Reaktionen der Spinnen und Weberknechte in den beiden Beständen und Fangjahren könnten jeweils, wie bei KOLBE & DORN (1985) vermutet wurde, durch unterschiedliche Arten hervorgerufen werden, von denen z. B. dem Fichtenbestand eigene Arten im ersten Fangjahr besonders empfindlich auf den PCP-Einsatz reagieren. Andererseits könnte auch die andersartige Beschaffenheit der Bodenstreu die Unterschiede erklären. Um hier eine Entscheidung treffen zu können, wurden einige der häufigsten Arten ($> 2\%$ der Individuen eines Fangjahres und Bestandes), einzeln bei einer vorhandenen Zu- oder Abnahme bzw. Indifferenz ihrer Individuenzahlen nach PCP-Behandlung dargestellt. Die Ergebnisse sind den Abb. 9 bis 12 zu entnehmen. Um einen einheitlichen Maßstab zu erreichen, wurde jeweils die höchste Individuenzahl gleich 100% gesetzt und die übrigen Individuenzahlen als prozentuale Anteile dargestellt. Wenn eine Art sowohl in der Buchen- als auch in der Fichtenfläche auftrat, so wurden die prozentualen Fangzahlen aus beiden Beständen dargestellt, um mögliche Unterschiede in der Reaktion ersehen zu können. Dabei treten in der einen oder anderen Fläche z. T. sehr niedrige Individuenzahlen auf. Diese Ergebnisse sind dann natürlich nicht interpretierbar, lassen jedoch einen Trend erkennen. Die Fangzahlen aus den Bodenfallen und Kopfdosen der Photoektoren sowie auch die verschiedenen Entwicklungsstadien wurden jeweils zusammengefaßt.

Aus den Abb. 9 bis 12 ist zu entnehmen, daß es in beiden Beständen eine Anzahl gemeinsamer Arten gibt, welche in unterschiedlicher Dominanz auftreten, die jedoch in nahezu allen Fällen in den behandelten Parzellen einen deutlichen Rückgang ihrer Individuenzahlen aufweisen. Besonders die Arten *Diplocephalus latifrons*, *Tapinocyba insecta*, *Rhabdoria diluta* und *Lophopilio palpinalis* wiesen im Fichtenbestand (mit Ausnahme von *Rhabdoria diluta* im Fangjahr 1984) einen hochsignifikanten ($p = 0,01$, zweiseitig) Rückgang der Individuenzahlen in den PCP-Parzellen in beiden Fangjahren auf (vgl. Abb. 9 bis 12).

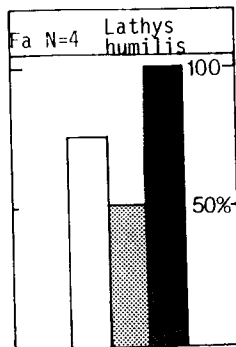
In der Buchenfläche gingen in den belasteten Parzellen vor allem die dort häufigen Arten *Lepthyphantes zimmermanni*, *Macrargus rufus* und *Rhabdoria diluta* hochsignifikant ($p = 0,01$, zweiseitig) im Fangjahr 1983, im Fangjahr 1984 weiterhin auch *Neon reticulatus*, *Tapinocyba insecta* und *Microneta viaria* sowie in beiden Fangjahren die Weberknechtart *Lophopilio palpinalis* zurück. Die Beispiele zeigen, daß es keine ausschließlich dem Fichtenbestand zugehörige Art gibt, die gegenüber dem Biozid eine besonders empfindliche Reaktion zeigt. Treten zwei Arten in beiden Beständen auf, so zeigt sich je nach Dominanzverhältnissen eine signifikante bzw. hochsignifikante Abnahme der Individuenzahlen. In Übereinstimmung mit der Abb. 1 (in:



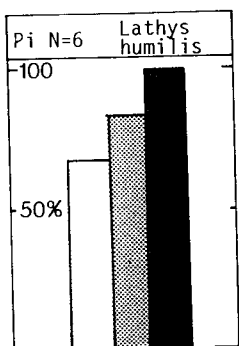
a)



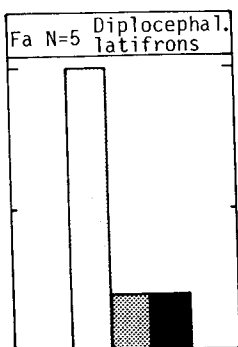
b)



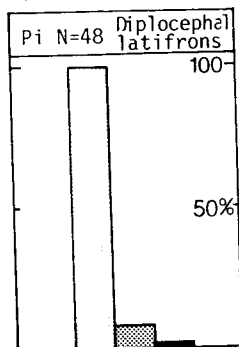
c)



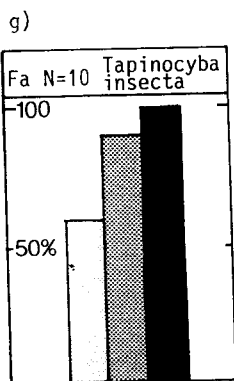
d)



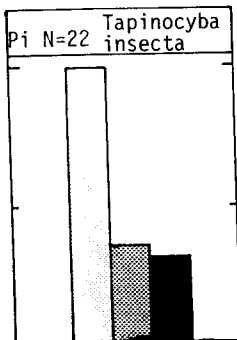
e)



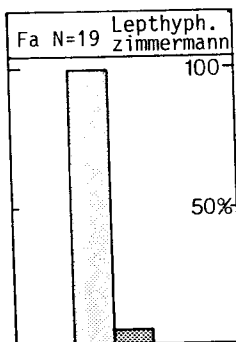
f)



g)

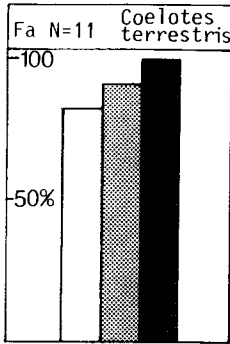


h)

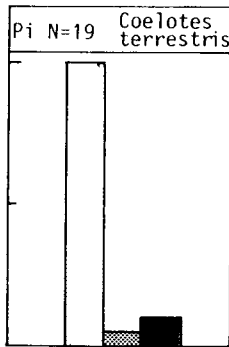


i)

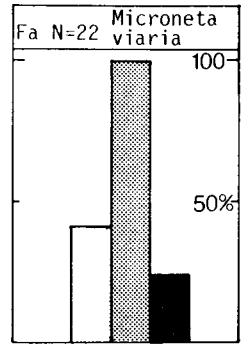
Abb. 9: Der Einfluß von Na-PCP auf die Jahres-Abundanzen ausgewählter Arachnidenarten. Prozentualer Anteil der Individuen aus behandelten Parzellen an der Kontrollparzelle im Fangjahr 1983. Fa = Fagus-Bestand, Pi = Picea-Bestand, N = Individuenzahl = 100%, linke Säule: Kontrolle (K), mittlere Säule: 0,5-PCP, rechte Säule: 1,0-PCP.



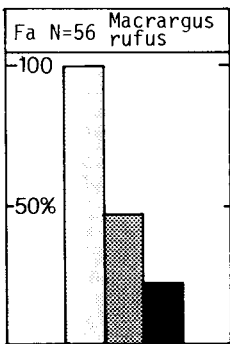
a)



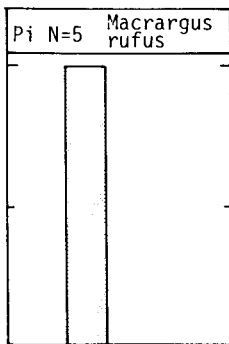
b)



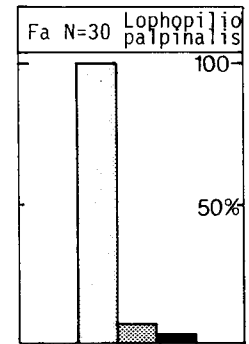
c)



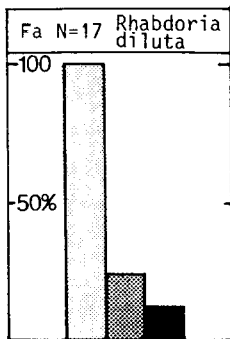
d)



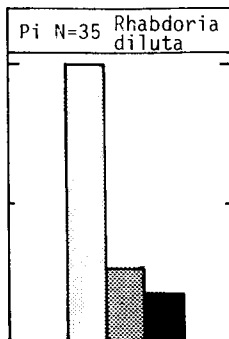
e)



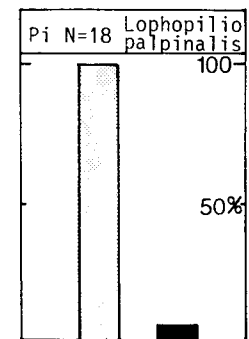
f)



g)

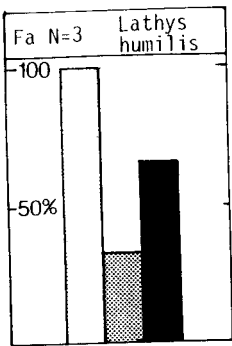


h)

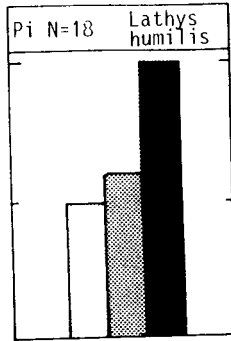


i)

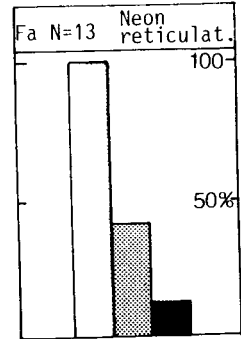
Abb. 10: Der Einfluß von Na-PCP auf die Jahres-Abundanzen ausgewählter Arachnidenarten. Prozentualer Anteil der Individuen aus behandelten Parzellen an der Kontrollparzelle im Fangjahr 1983. Fa = Fagus-Bestand, Pi = Picea-Bestand, N = Individuenzahl = 100%, linke Säule: Kontrolle (K), mittlere Säule: 0,5-PCP, rechte Säule: 1,0-PCP.



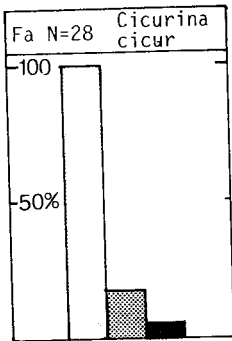
a)



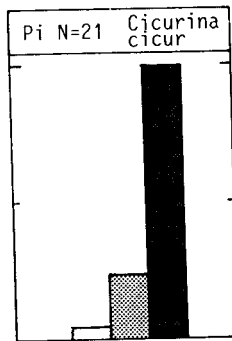
b)



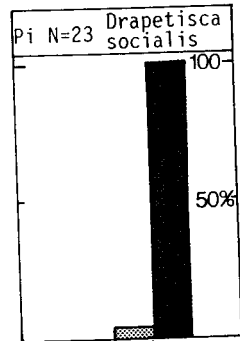
c)



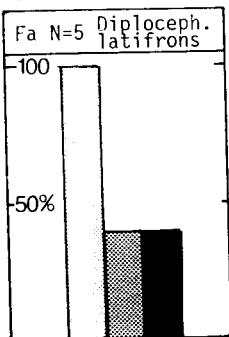
d)



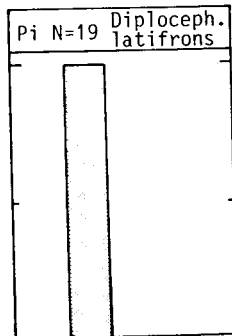
e)



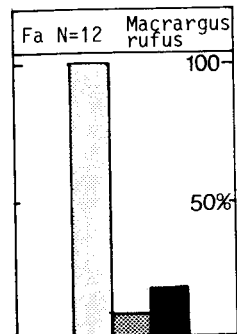
f)



g)

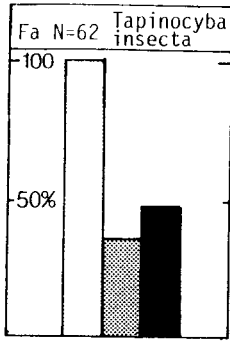


h)

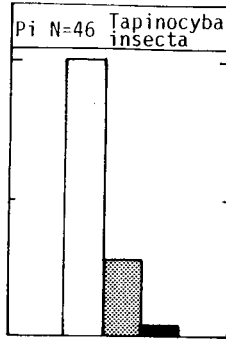


i)

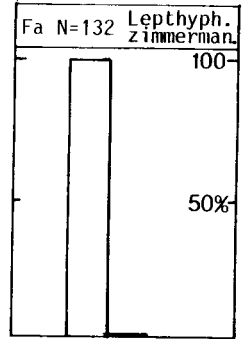
Abb. 11: Der Einfluß von Na-PCP auf die Jahres-Abundanzen ausgewählter Arachnidenarten. Prozentualer Anteil der Individuen aus behandelten Parzellen an der Kontrollparzelle im Fangjahr 1984. Fa = Fagus-Bestand, Pi = Picea-Bestand, N = Individuenzahl = 100%, linke Säule: Kontrolle (K), mittlere Säule: 0,5-PCP, rechte Säule: 1,0-PCP.



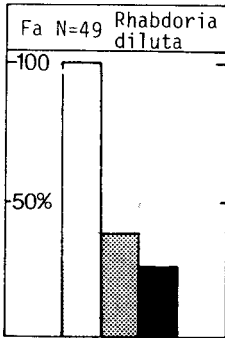
a)



b)



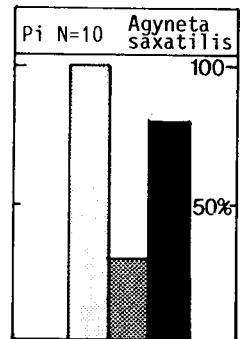
c)



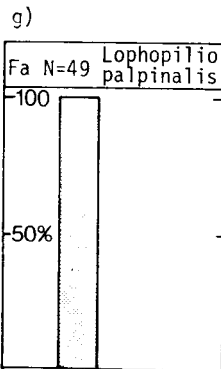
d)



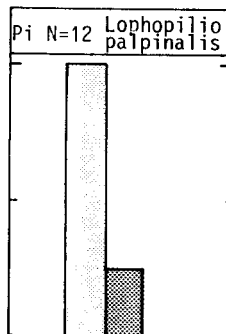
e)



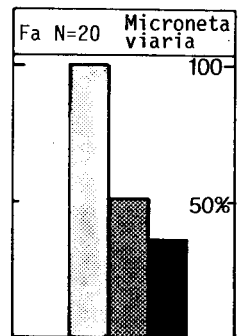
f)



g)



h)



i)

Abb. 12: Der Einfluß von Na-PCP auf die Jahres-Abundanzen ausgewählter Arachnidenarten. Prozentualer Anteil der Individuen aus behandelten Parzellen an der Kontrollparzelle im Fangjahr 1984. Fa = Fagus-Bestand, Pi = Picea-Bestand, N = Individuenzahl = 100%, linke Säule: Kontrolle (K), mittlere Säule: 0,5-PCP, rechte Säule: 1,0-PCP.

PLATEN 1988) ist die Reaktion im Fichtenbestand i. A. im ersten Fangjahr, im Buchenbestand im zweiten Fangjahr deutlicher.

Bei den beiden Beständen gemeinsamen Arten *Lathys humilis*, *Cicurina cicur*, *Agyneta saxatilis*, *Drapetisca socialis* und *Rhabdoria diluta* ist im Fichtenbestand des Fangjahres 1984 eine deutliche, aber nicht signifikante Zunahme der Individuen in den hochkontaminierten Parzellen vorhanden. Diese erklärt mit derjenigen anderer, in den Abb. 9 bis 12 nicht dargestellten Arten die summarische Zunahme der Individuenzahlen in der 1,0-PCP-Parzelle der Abb. 1 (vgl. PLATEN 1988). Diese Arten wurden in den Kopfdosen sehr viel häufiger gefangen als in den Bodenfallen, während die beiden Arten *Diplocephalus latifrons* und *Tapinocyba insecta*, deren Individuenzahlen in den behandelten Parzellen hochsignifikant abnehmen, stets häufiger in den Bodenfallen als in den Kopfdosen nachgewiesen wurden.

Diejenigen Arten, die der epigäischen Fauna zuzurechnen ist, wie z. B. *Diplocephalus latifrons* und *Macrargus rufus* (ALBERT 1982, DUMPERT & PLATEN 1985, PLATEN 1985), zeigen in den belasteten Parzellen stets eine Abnahme der Individuenzahlen (vgl. Abb. 9e—h, 11g—h und 12a, b), während bei denjenigen Arten, welche zu den Stratenwechslern, baumbewohnenden oder denjenigen Arten zu rechnen sind, welche sich zumindest zeitweilig in höheren Straten aufhalten, eine Abnahme (Abb. 11d), eine Zunahme (Abb. 11e, f) bzw. eine Schwankung der Individuenzahlen aufweisen (Abb. 11a, b).

Ein Rückgang des Individuenbestandes in den behandelten Parzellen ist vor allem in den Bodenfallen zu verzeichnen, wirkt also auf die streng epigäisch aktiven Spinnenarten in besonders starkem Maße. Bei den Arten, welche höhere Straten aufsuchen bzw. bevorzugt in diesen aktiv sind, ist ein Rückgang weniger deutlich bzw. zeigt sich eine Zunahme oder scheinbare Indifferenz gegenüber der Chemikalie.

5. Diskussion der Ergebnisse

Während sich bei den übrigen untersuchten Arthropodentaxa im Burgholz-Projekt keine eindeutige bzw. nur sehr schwer interpretierbare Reaktion auf Na-PCP zeigt (DORN & KOLBE 1987), geben die Ergebnisse für die Spinnentierfauna deutliche Hinweise auf eine Indikatoreignung gegenüber der angewandten Chemikalie. Natürlich lassen sich aus der Prüfung nur eines Biozids keine verallgemeinernden Schlüsse ziehen, jedoch zeigen auch die Ergebnisse von BECK & DUMPERT (1985) neben einer gleichartigen Reaktion der Spinnen gegenüber Na-PCP, daß auch bei der Behandlung eines Buchenwaldbodens mit 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T) in den behandelten Parzellen bei den streubewohnenden Arten eine deutliche Reduktion der Fangzahlen eintritt. BECK & DUMPERT (1985) verwendeten eine höhere Konzentration der Chemikalie (1,0 bzw. 5,0 g/m²). Es zeigte sich bei ihnen auch eine schädigende Wirkung auf die Collembolen- und Milbenfauna. GRUTTKE et al. (1985) stellten mit Hilfe eines modellhaften Laborversuches, bei dem ein Ausschnitt eines Ruderalbiotops mit ¹⁴C markiertem Na-PCP behandelt wurde, bei zwei untersuchten Spinnenarten eine relativ hohe Rückstandsmenge der Chemikalie fest. HAQUE et al. (1988) untersuchten die Wirkung der Chemikalie auf unterschiedliche Organismen des gleichen Ruderalbiotops mit Hilfe von Freiland-Lysimeter-Versuchen. Nach den Collembolen stellten sich die Weberknechte als die am höchsten belasteten Organismen heraus.

Mit den vorliegenden Ergebnissen konnte gezeigt werden, daß vor allem die rein epigäisch aktiven Arten in den behandelten Parzellen abnahmen, während die Stratenwechsler und Bewohner höherer Straten mit einer Abnahme, Konstanz oder sogar Zunahme ihrer Aktivitätsabundanz reagierten. Die stärkere Wirkung auf die nicht adulten Stadien der Spinnen, die DUMPERT (unpubl.) feststellte, konnte im Forst Burgholz nur in einem Falle statistisch signifikant abgesichert werden.

Die Frage, ob der Rückgang bestimmter Spinnenarten von anderen, resistenten Arten kompensiert werden kann (DORN & KOLBE 1987), muß zumindest für die rein streubewohnende

Spinnentierfauna verneint werden. Die Fänge in den Bodenfallen der behandelten Parzellen waren in jedem Falle niedriger als in der Kontrolle. Die Zunahme der Arten höherer Straten ist nicht signifikant und die Fangzahlen meist zu gering. Beispielsweise wurde die Zunahme von *Drapetisca socialis* im Fichtenbestand des Fangjahres 1984 (Abb. 11f) durch ein einmaliges Auftreten von 23 Jungtieren (möglicherweise aus einer Brut) hervorgerufen. Die Zunahme der Arten höherer Straten als eine Reaktion auf die Abnahme der streubewohnenden Arten zu interpretieren, wäre auch aufgrund der unterschiedlichen Biologie dieser Arten nicht sinnvoll, da erstere, wenn überhaupt, nur eine kurze Zeit ihres Lebenszyklus in der Streuschicht verweilen (vgl. ALBERT 1982).

Die unterschiedliche Reaktion der Spinnen in den beiden Beständen ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die verschiedenartige Streustruktur und damit andersartige Verteilung der Chemikalie zurückzuführen, wie bereits von DORN & KOLBE (1987) vermutet wurde. Die Rückstandsanalysen (KOLBE, unpubl.) ergaben unglücklicherweise keine eindeutigen Hinweise in dieser Richtung, jedoch stellten BECK & DUMPERT (unpubl.) eine äußerst ungleichmäßige Verteilung ihrer applizierten Chemikalien im Buchenwaldboden fest. Dies könnte erklären, warum im Fangjahr 1983 die Wirkung auf die Bodenfallenfauna im Buchenbestand weniger stark ausfiel als im Fichtenbestand. Die Buchenblattstreu besitzt zwischen den einzelnen Lagen große Hohlräume, welche je nach Lage und Ausmaß der Verbindungen nach außen mit der Chemikalie angereichert sein können oder nicht. Je nach dem Standort der Eklektoren kann dann eine starke oder schwache Wirkung der Chemikalie vorgetäuscht werden. Die gitterartige Struktur der Fichtennadelstreu hingegen sorgt für ein relativ gleichmäßiges Eindringen des Biozids in den Boden. Daher sind die Reaktionen der Spinnentiere in beiden Fangjahren gleich stark.

Ob die Individuenzunahme im Fichtenbestand im Fangjahr 1984 in der 1,0-PCP-Parzelle als eine Fluchtreaktion oder auf zufällige Ergebnisse zurückzuführen ist, kann nicht entschieden werden. Da die Eklektoren am Anfang eines jeden Fangjahres umgesetzt wurden, kann sich die von ALBERT (1982) festgestellte Aggregation der Spinnenfauna ausgewirkt haben.

Auf die Notwendigkeit, die Wirkung dieser Chemikalien auch unter Freilandbedingungen zu testen, weisen HASSAN (1983) und ALBERT & BOGENSCHÜTZ (1984) hin. Im Feldversuch kann jedoch nicht geklärt werden, in welcher Weise eine Chemikalie auf den Organismus wirkt. Aus Freilandversuchen können jedoch eindeutige Hinweise auf eine Indikatorereignung der untersuchten Taxa entnommen werden. Bei den Spinnen kämen nach den vorliegenden Ergebnissen zwei Arten als Testorganismen in Frage: *Tapinocyba insecta* und *Macrargus rufus*. Sie zeigen in beiden Beständen und Fangjahren in beiden Fallentypen in den behandelten Parzellen meist deutlich, z. T. hochsignifikant geringere Fangzahlen gegenüber der Kontrollparzelle. Als möglicher Testorganismus besitzt die Art *Macrargus rufus* gegenüber *Tapinocyba insecta* jedoch noch entscheidende Vorteile. Sie ist nach WIEHLE (1956) über ganz Europa verbreitet und in den unterschiedlichsten Waldtypen stets häufig. Daher verursacht die Beschaffung auch größerer Mengen keine Probleme. Sie ist mit bis zu 4,5 mm Körperlänge nahezu dreimal größer als *Tapinocyba insecta* und relativ einfach zu halten (BUCHE 1966). *Macrargus rufus* zeigte in den Versuchspartellen des Ettlinger Forstes nicht nur eine deutliche Reaktion gegenüber Na-PCP, sondern auch gegenüber 2,4,5-T (DUMPERT, unpubl.). Damit zeigt sich eine gleichartige Wirkung bereits bei zwei unterschiedlichen Chemikalien im Freilandexperiment. Unter den Weberknechten bietet sich als möglicher Testorganismus *Lophopilio palpinalis* an. Nach MARTENS (1978) ist er in Mitteleuropa gleichmäßig verbreitet und in der Streu der unterschiedlichsten Waldtypen zu finden. Nach FRANKE (1983) zeigt er keine Beziehung zu höheren Straten, sein gesamter Lebenszyklus wird in der Bodenstreu durchlaufen. Übereinstimmend mit der Biologie der Art als reinen Streubewohner, tritt ein Rückgang der Fangzahlen in allen Beständen und Fangjahren im Forst Burgholz auf. FRANKE (1983) stellte für die Art im Ettlinger Forst einen sehr starken Rückgang der Individuenzahlen in den PCP-behandelten Parzellen, jedoch auch einen deutlichen Rückgang in den Parzellen mit 2,4,5-T-Behandlung fest.

Mit diesen beiden Arten aus zwei unterschiedlichen Ordnungen der Spinnentiere stünden zwei leicht und nahezu überall in geeigneten Lebensräumen in großen Mengen zu beschaffenden Testorganismen zur Verfügung, an denen sich neben der Durchführung von seriellen Toxizitätstests auch grundsätzliche Wirkungsweisen von Umweltchemikalien erarbeiten ließen.

Literatur

- ALBERT, R. (1982): Untersuchungen zur Struktur und Dynamik von Spinnengesellschaften verschiedener Vegetationstypen im Hoch-Solling. Hochschulsig. Biol., **16**, 147 S., Diss.; Freiburg i. Br.
- ALBERT, R. & BOGENSCHÜTZ, H. (1983): Prüfung der Wirkung von Pflanzenbehandlungsmitteln auf die Nutzarthropode *Coelotes terrestris* (WIDER) (Araneida, Agelenidae) mit Hilfe eines Glasplattentests. — Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz, **57**, 111—117; Hamburg.
- BUCHE, W. (1966): Beiträge zur Ökologie und Biologie winterreifer Kleinspinnen mit besonderer Berücksichtigung der Linyphiiden *Macrargus rufus* (WIDER), *Macrargus rufus carpenteri* (CAMBRIDGE) und *Centromerus silvaticus* (BLACKWALL). — Z. Morph. Ökol. Tiere, **57**, 329—448; Berlin.
- DORN, K. & KOLBE, W. (1987): Die Arthropodenfauna der Bodenstreu — ökotoxikologische Untersuchungen mit Hilfe von Boden- und Labor-Photoelektoren. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **40**, 62—68; Wuppertal.
- DUMPERT, K. & PLATEN, R. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 4. Die Spinnenfauna. — carolina, **42**, 75—106; Karlsruhe.
- FRANKE, U. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 5. Die Weberknechte. — carolina, **42**, 107—114; Karlsruhe.
- GRUTTKE, H., KIELHORN, U., KRATZ, W., WEIGMANN, G. & HAQUE, A. (1985): Verteilung von ¹⁴C-Natriumpentachlorphenol in einem geschlossenen Modellökosystem unter besonderer Berücksichtigung der Detrituskette. — Verh. Ges. für Ökologie (Graz 1985), **15**, 351—357; Göttingen 1987.
- HAQUE, A., GRUTTKE, H., KRATZ, W., KIELHORN, U., WEIGMANN, G., MEYER, G., BORNKAMM, R., SCHUPHAN, I. & EBING, W. (1988): Environmental fate and distribution of Sodium (¹⁴C) Pentachlorophenolate in a section of urban wasteland ecosystem. — The Science of the Total Environment, **68**, 127—139; Amsterdam.
- HASSAN, S. A. (1983): Ergebnisse der Laborprüfung einer Reihe von Pflanzenschutzmitteln auf Eiparasiten der Gattung *Trichogramma* (Hymenoptera, Trichogrammidae). — Nachr. Bl. Deut. Pflanzenschutzkd., **35**, 21—25.
- KOLBE, W. & DORN, K. (1985): Der Einfluß von Na-PCP auf die Arthropoden-Fauna der Bodenstreu — ein Beitrag zur Ökotoxikologie. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 108—117; Wuppertal.
- MARTENS, J. (1978): Spinnentiere, Arachnida — Weberknechte, Opiliones. — Die Tierwelt Deutschlands, 64. Teil, 464 S., VEB Gustav Fischer; Jena.
- PLATEN, R. (1985): Die Spinnentierfauna (Araneae, Opiliones) aus Boden- und Baumelektoren des Staatswaldes Burgholz (MB 4708). — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **38**, 75—86; Wuppertal.
- (1988): Der Einfluß von Na-Pentachlorphenol auf die Spinnen- (Araneida) und Weberknechtfauna (Opilionida) zweier unterschiedlicher Bestände des Staatswaldes Burgholz, Teil I. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **41**, 78—92; Wuppertal.
- WIEHLE, H. (1956): Linyphiidae — Baldachinspinnen. — Die Tierwelt Deutschlands, 44. Teil, 337 S., VEB Gustaf Fischer; Jena.

Anschrift des Verfassers:

RALPH PLATEN, Technische Universität Berlin, Institut für Ökologie, Schmidt-Ott-Str. 1, D-1000 Berlin 41

Auswirkungen von Na-PCP auf die Pseudoskorpionidea im Buchen- und Fichtenforst (Burgholz)

VOLKER JANKE & GUNTHER KOTHEN

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

Kurzfassung

In den Jahren 1983, 1984 und 1986 wurde im Staatswald Burgholz, Solingen (Rotbuchen- bzw. Fichtenhochwald), das Vorkommen der Pseudoskorpione unter dem Einfluß von Na-PCP erfaßt.

In den beiden Biotopen wurden über den gesamten Fangzeitraum 414 Pseudoskorpione mittels Boden-Photoektoren gefangen. Sämtliche Individuen gehören zur Art *Neobisium carcinoides* (HERMANN, 1804; syn. *N. muscorum* LEACH, 1817). Eine Belastung mit dem Biozid Na-PCP führte in beiden Biotopen zu einer deutlichen Verminderung der Aktivitätsdichte.

Abstract

In the years 1983, 1984 and 1986 investigations were made about the effect of Na-PCP on the pseudoscorpions in a beech and a spruce-fir forest (Burgholz-Projekt, Federal Republic of Germany). In these three years 414 pseudoscorpions were captured by ground photo-electors in both biotops. All of them belong to the species of *Neobisium carcinoides* (HERMANN, 1804). The result of contamination with Na-PCP given on the ground surface was a significant reduced activity density.

Einleitung

Mit den Arthropodenfängen des Burgholz-Projektes wurde auch die Ordnung Pseudoskorpionidea erfaßt.

Die Fangzeiträume erstreckten sich jeweils von der 14. Woche des ersten bis zur 11. Woche des folgenden Jahres. Ausgewertet wurden Fänge aus den Jahren 83/84, 84/85 und 86/87, wobei die Ergebnisse aus dem Fangjahr 84/85 bereits publiziert wurden (JANKE & KOTHEN 1988). Aus dem Jahr 85/86 liegen keine Fangergebnisse vor.

Im Rahmen dieses Projektes wurden zwei Waldbiotope im Staatswald Burgholz in Solingen untersucht. Bei diesen beiden Waldgebieten handelt es sich um eine Fichtenmonokultur *Picea abies* und einem Buchenwald (Luzulo-Fagetum). Pro Gebiet wurden drei Fangflächen à 2,5 m² (Kontrolle, 0,5 g und 1,0 -g Na-PCP pro m²) angelegt. Gefangen wurde mit Boden-Photoektoren von jeweils 0,5 m² Eklektorfläche. Näheres dazu siehe KOLBE, DORN & SCHLEUTER (1984 u. 1987).

Die Bestimmung der Pseudoskorpione erfolgte nach BEIER (1963).

Ergebnisse und Diskussion

In dem drei Fangperioden umfassenden Zeitraum konnte ausschließlich die Art *Neobisium carcinoides* (HERMANN 1804) nachgewiesen werden. Die insgesamt 414 gefangenen Individuen verteilen sich über die Fangjahre wie folgt:

1983/84 mit 85, 84/85 mit 256 und 86/87 mit 73 Tieren. Die ersichtlichen großen Schwankungen decken sich mit den Beobachtungen von BRAUN & BECK (1986). Im Vergleich der beiden Biotope zueinander zeigt sich, daß mit Ausnahme des Jahres 83/84 die Aktivitätsdichte im *Picea*-Bestand mit 73% (84/85) bzw. 74% (86/87) der Gesamtfangzahl wesentlich größer ist als im *Fagus*-Bestand. Die detaillierte Auflistung der Fangergebnisse in Bezug auf zeitliche Verteilung und Abhängigkeit vom Grad der Kontamination für beide Biotope ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

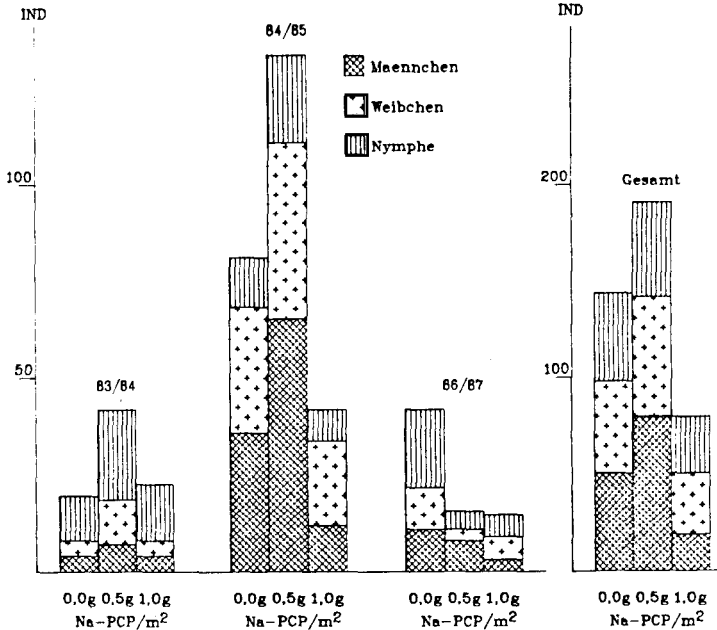


Abb. 1: Fangergebnisse in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration.

Da der Anteil der in den Kopfdosen der Boden-Photoelektoren gefangenen Tiere mit durchschnittlich 84% überwiegt und sich keine zeitliche Abhängigkeit des Verhältnisses von den in Kopfdosen zu den in Bodenfallen gefangenen Tieren zeigt, wird im Folgenden auf eine getrennte Aufzählung der beiden Fallen verzichtet. Die winteraktiven Adulti von *N. carcinooides* treten über das ganze Jahr verteilt auf, wobei jedoch 84% in der 41. bis 11. Woche (Oktober bis März) auftreten (vgl. ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN 1986). Nymphen finden sich hauptsächlich in der 34. bis 37. Woche (August bis September), kommen aber auch in den anderen Monaten des Jahres vor. Das Verhältnis von Adulti zu Nymphen liegt durchschnittlich bei 2,3 : 1. Dabei ist zu bedenken, daß bedingt durch die Fangmethode nur die Aktivität der Tiere erfaßt wurde, die Zahlen also nicht die Individuendichte wiedergeben. Wie auch schon im Jahr 84/85 zeigt sich über den gesamten Fangzeitraum kein signifikant höherer Männchenanteil (52% der Adulti).

Die Einwirkung des Biozids Na-PCP führt bei einer Konzentration von 0,5 g Na-PCP pro m² zu einer Steigerung der Aktivitätsdichte um durchschnittlich 33% von 57,2 Ind./m² (gerechnet auf

ein Jahr) auf 76,5 Ind./m². Eine Erhöhung der Na-PCP-Konzentration auf 1,0 g Na-PCP pro m² bedingt eine Verminderung der Aktivitätsdichte um 44% in Bezug auf die Kontrolle auf 32 Ind./m² (vgl. Abb. 1). Zwar geben diese Zahlen nur die Aktivitätsdichte wieder, es ist jedoch wahrscheinlich, daß mit der Verminderung der Aktivitätsdichte eine Reduzierung der Populationsdichte einhergeht. Auf das zeitliche Auftreten der Pseudoskorpione hat die Ausbringung von Na-PCP keine erkennbare Wirkung. Auch ändert sich das Verhältnis von Männchen zu Weibchen in den belasteten Flächen im Vergleich zur Kontrolle nicht, wobei jedoch festzustellen ist, daß die Abweichungen innerhalb der beiden Kontaminationsstufen mit Verhältnissen von 1,3 : 1 (0,5 g Na-PCP/m²) und 0,6 : 1 (1,0 g Na-PCP/m²) sehr groß sind.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß aus den vorliegenden Ergebnissen eine Beurteilung der Auswirkung des Biozids Na-PCP auf die Ordnung Pseudoscorpionidea aufgrund der angewendeten Fangmethode nur im Hinblick auf die Aktivitätsdichte, nicht aber auf die Individuendichte möglich ist. Dabei verursacht eine geringere Belastung der Biotope mit Na-PCP eine Steigerung, eine stärkere Belastung eine Verringerung der Aktivitätsdichte.

1983/84																				
PICEA									FAGUS											
	Kontlr.			0,5 g			1,0 g			Kontlr.			0,5 g			1,0 g				
	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N		
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	2
35	-	-	2	-	-	1	-	-	2	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	2
36	-	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	1
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	5	-	-	-	-	-	1
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-
42	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
46	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05	1	-	1	-	1	-	1	2	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-
06-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-

1984/85																		
PICEA						FAGUS												
	Kontr.			0,5 g			1,0 g			Kontr.			0,5 g			1,0 g		
	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N
14	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	1	-	-	1	-	-	3	-	-	6	-	2	8	-	2	1
37	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	1	3	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
40	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	2	-	-	5	-	1	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-
44	1	1	-	1	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
46	4	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
46-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	4	6	1	8	5	-	1	2	-	3	6	-	2	3	3	-	1	1
48-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	4	3	-	4	2	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
50-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	3	-	-	2	5	-	2	-	-	-	1	-	1	2	1	-	-	-
52-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03	1	1	-	3	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05	6	3	-	14	14	1	2	5	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
06-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	2	3	-	6	4	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1
10-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	4	3	-	10	1	-	1	4	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-

Literatur

- BEIER, M. (1963): Ordnung Pseudoskorpionidea. — In: BEIER, M. (Hrsg.): Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas. 1: 1—313; Berlin (Akademie-Verlag).
- BRAUN, M. & BECK, L. (1986): Zur Biologie eines Buchenwaldes: 9. Die Pseudoskorpione. — *Carolinaea*, 44: 139—148; Karlsruhe.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (1986): Ökosystemforschung: Ergebnisse des Sollingprojektes 1966—1986. — 196—198; Stuttgart (Verlag Eugen Ulmer).
- JANKE, V. & KOTHEN, G. (1988): Zum Vorkommen der Pseudoskorpionidea im Staatswald Burgholz (Solingen) unter der Wirkung von Na-PCP. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, 41, 93—95, Abb. 1, Tab. 1; Wuppertal.
- KOLBE, W. (1979): Anwendungen von Arbeitsmethoden aus dem zoologischen Forschungsprogramm des Solling-Projektes im Staatswald Burgholz (MB 4708) und ihre Ergebnisse.

	1986/87																	
	PICEA									FAOUS								
	Kontr.			0,5 g			1,0 g			Kontr.			0,5 g			1,0 g		
	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N	M	W	N
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	1	5	-	-	1	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
36	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
37	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
43	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	2	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
45	1	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-
46-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
48-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	-	1	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01	2	2	-	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	2	1	2	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 1: Fänge der Jahre 1983/84, 1984/85 und 1986/87 aus den Boden-Photoelektoren (p. 106—108).

se (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): Einführung. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **32**, 29—35; Wuppertal.

KOLBE, W., DORN, K. & SCHLEUTER, M. (1984): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus zwei Forstbiotopen auf ihre Indikatoreignung — ein neuer Aspekt des Burgholz-Projektes. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 91—103; Wuppertal.

— & — (1987): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Abschlußbericht für BMFT. Wuppertal.

Anschriften der Verfasser:

VOLKER JANKE, Lückersweg 20, D-4600 Dortmund 18
GUNTHER KOTHEN, Linsellesstraße 65, D-4156 Willich 3

Zum Vorkommen der Dermapteren im Burgholz (Solingen)

VOLKER JANKE

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

Kurzfassung

Im Staatswald Burgholz (Solingen) wurde in einem mehrjährigen Zeitraum die Arthropodenfauna von Buchen- und Fichtenwald bei Aufbringung des Biozids Na-PCP untersucht. In dem dort gefangenen Material wurden 413 Dermapteren, ohne Ausnahme der Art *Chelidurella acanthopygia* (GÉNÉ 1832) zugehörig, festgestellt.

Die mit Bodenphotoeklektoren gefangenen Tiere befanden sich hauptsächlich in den Kopfdosen der Fanggeräte und waren zu hohem Anteil männlichen Geschlechts.

Abstract

The Burgholz-Project (Solingen, Federal Republik of Germany) belongs to a serie of projects to find out how the biocide Na-PCP effects to ground arthropods. The Burgholz forest contains areas of spruce-fir and beech-wood forest. In this research 413 earwigs were found, all of them belong to *Chelidurella acanthopygia* (GÉNÉ 1832), the main part of them were males. The earwigs, caught by ground-photoelectors, were mostly found in the upper traps.

Einleitung

Unter den Arthropodenfängen im Rahmen des Burgholz-Projektes befanden sich auch Tiere der Ordnung Dermaptera. Aus dem mehrjährigen Projekt wird hier das Fangjahr 1983/84 ausgewählt, welches den Zeitraum von der 11. Woche 1983 bis zur 10. Woche 1984 umfaßte.

Die Fänge stammen aus zwei Waldbiotopen, Buchenwald (Luzulo-Fagetum) und Fichten-Monokultur (*Picea abies*); die Fangautomaten entsprachen Boden-Photoeklektoren mit 0,5 m² Grundfläche, von denen je fünf eine Kontrollfläche, eine mit 0,5 g und eine mit 1,0 g Na-PCP/m² kontaminierte Fläche abdeckten. Versuchsaufbau und Ziel sind von KOLBE, DORN & SCHLEUTER (1984 u. 1987) beschrieben. Die Bestimmung der Dermapteren erfolgte nach SCHIEMENZ (1966).

Ergebnisse und Diskussion

Im Fangzeitraum wurden insgesamt 413 Dermapteren gefangen, davon 344 Individuen (83,3%) im Buchenwald und 69 Individuen (16,7%) im Fichtenforst. Alle Tiere gehören zur Art *Chelidurella acanthopygia* (GÉNÉ 1832), ein Ergebnis, welches sich in Bezug auf den Buchenwaldboden mit denen von FRANKE (1985) deckt.

Aufgrund der Fangmethode wurden die ersten drei Larvenstadien von *Chelidurella* nicht erfaßt, da sich diese in tieferen Bodenschichten aufhalten. Das vierte Stadium benutzt jedoch wie die Adulti die obere Streuschicht und läßt das spätere Geschlecht über die Körperproportionen folgern (FRANKE 1985). Daher erfolgt die weitere Aufteilung nur nach Geschlecht.

Dabei ergibt sich für das Verhältnis Männchen zu Weibchen immer ein Wert von 4 : 1, unabhängig von Biotop oder Fallenart. Eine Bevorzugung der Lichtfalle gegenüber der Bodenfalle läßt auf das Bewohnen der oberen Streuschicht schließen: im Buchenwald wurden 71%, im Fichtenwald 59% aller Individuen in den Lichtfallen gefangen. Dieses Verhalten scheint von der Na-PCP-Konzentration unabhängig zu sein.

Auch scheint Na-PCP keinen Einfluß auf das zeitliche Auftreten von *Chelidurella* zu haben. Unabhängig von der Biozidkonzentration kommt es in Buchen- und Fichtenwald zu gleichem zeitlichen Auftreten, wobei in der Buche der Ablauf zeitlich etwas gestreckt erscheint.

Hierbei sind zwei Zeiten besonders häufigen Auftretens zu beobachten: in der 11. bis 17. Woche werden 101 Individuen (24,5%) gefangen, wobei die hier gefangenen Weibchen 50,6% der gesamten Weibchen entsprechen. Einem zweiten Zeitraum entspricht die Zeit der 27. bis 37. Woche mit 254 Individuen (61,5%), wobei hier 73,5% aller Männchen gefangen werden. In beiden Abschnitten werden also 86% aller Tiere gefangen, dies entspricht 91,9% der Männchen und 63% der Weibchen. Insgesamt ist das Auftreten der Weibchen regelmäßiger verteilt als das der Männchen.

Als Ergebnis läßt sich eine weitgehende Unempfindlichkeit von *Chelidurella acanthopygia* gegen Na-PCP feststellen, gleichzeitig eine eindeutige Bevorzugung des Buchenwaldes gegenüber dem Fichtenboden.

KOPFDOSEN

g Na-PCP/m ²	Fagus-Bestand			Picea-Bestand		
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0
Männchen	63	72	67	12	37	25
Weibchen	6	25	11	3	14	9
Summe	69	97	78	15	51	34

BODENFALLEN

g Na-PCP/m ²	Fagus-Bestand			Picea-Bestand		
	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0
Männchen	15	7	10	8	5	11
Weibchen	4	2	3	1	3	0
Summe	19	9	13	9	8	11

Tab. 1: Gesamtzahlen der Individuen aus den Boden-Photoelektoren in Abhängigkeit von der Na-PCP-Konzentration, getrennt nach Kopfdosen und Bodenfallen.

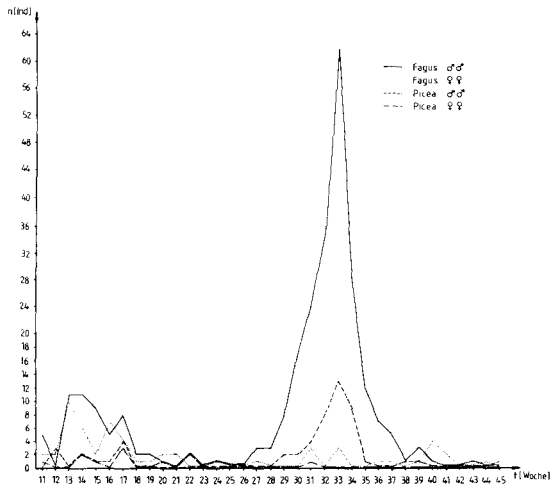


Abb. 1: Anzahl der Individuen in Abhängigkeit von Biotop und Geschlecht. Der Zeitraum erfaßt 94% aller Tiere.

Literatur

- FRANKE, U. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens; 7. Der Waldohrwurm *Chelidurella acanthopygia*. — *Carolinea*, **43**, 105—112; Karlsruhe.
- KOLBE, W. (1972): Anwendungen von Arbeitsmethoden aus dem zoologischen Forschungsprogramm des Solling-Projektes im Staatswald Burgholz (MB 4708) und ihre Ergebnisse (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): Einführung. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **32**, 29—35; Wuppertal.
- KOLBE, W., DORN, K. & SCHLEUTER, M. (1984): Prüfung ausgewählter Insektentaxa aus zwei Forstbiotopen auf ihre Indikatorwirkung — ein neuer Aspekt des Burgholz-Projektes. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **37**, 91—103; Wuppertal.
- & — & — (1987): Auffindung von Indikatoren zur prospektiven Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen. — Abschlußbericht für BMFT. Wuppertal.
- SCHIEMENZ, H. (1966): *Dermoptera* — Ohrwürmer. — In: STRESEMANN, E. (Hrsg.): Exkursionsfauna. Insekten. Band 2/1, 91—92; Dresden.

Anschrift des Verfassers:

VOLKER JANKE, Lückersweg 20, D-4600 Dortmund 18

Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes*

GEORG SCHMITT, WERNER FUNKE & VERA KRANIZ

Mit 3 Abbildungen

Kurzfassung

Die Breitenwirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere deren Auswirkungen auf ganze Lebensgemeinschaften, ist bislang weitgehend unbekannt. Mit einfachen Arbeitsmethoden sollte hier eine empfindliche Lücke geschlossen werden. Untersuchungsobjekte waren dabei Arthropoden in einem Fichtenforst in Nähe der Universität Ulm. Die eingesetzten Substanzen zeigen bei den meisten, der mit Eklektoren erfäßbaren Arthropodengruppen, stark negative Effekte (s. FUNKE 1986, SCHMITT 1989, SCHMITT et al. im Druck).

Material und Methoden

6 verschiedene Pflanzenschutzmittel wurden in unterschiedlichen Mengen und in teilweise unterschiedlichen Konzentrationen mittels Drucksprüngerät direkt auf die Bodenoberfläche aufgebracht. Nach den Applikationen wurden die Areale mit Photoeklektoren von 0,2 m² Grundfläche abgedeckt. Es wurde mit je 3 bis 5 Parallelen (d. h. 3—5 Eklektoren) gearbeitet.

- a: Applikation von je 2 l Nexit stark (2,4 mg a. i.) bzw. Ripcord 40 (0,5%) je 0,2 m²-Areal am 22. 4. 1985.
- b: Applikation von je 2 l Ripcord 40 unterschiedlicher Konzentration (0,5%, 0,05%, 0,005% und 0,0005%) je 0,2 m²-Areal am 5. 5. 1986.
- c: Applikation gleicher Ripcordmengen (4,5 mg a. i./m²) in unterschiedlichen Wassermengen (20 ml, 200 ml, 2 l, 20 l/m²) am 28. 8. 1987.
- d: Applikation von je 200 ml Perfekthion (24 mg a. i./m²), Beosit (21,4 mg a. i./m²) bzw. Gesaprim (72 mg a. i./m²) je m²-Areal am 14. 4. 1987.
- e: Applikation von 200 ml Spruzit (0,1% und 0,01%) je m²-Areal am 19. 6. 1987.

Ergebnisse

a: Die Behandlung der Bodenoberfläche im Jahr 1985 mit Lindan oder Ripcord führte bei allen Arthropodengruppen zu einem starken Rückgang der Fangzahlen (Abb. 1). Araneen und Nematoceren traten in beiden Fällen kaum noch in Erscheinung. Die Collembolen wurden vor allem durch Lindan gemindert, Coleopteren, Hymenopteren und Brachyceren vor allem durch Ripcord.

b: Unterschiedliche Konzentrationen von Ripcord führten im ersten 4-Wochen-Fangintervall bei fast allen Tiergruppen zu dosisabhängigen Wirkungen (Abb. 2). Im 2. und vor allem im 3. 4-Wochen-Fangintervall änderte sich das Bild. Milben, Collembolen und Thysanopteren wurden jetzt in wesentlich höheren Zahlen erfaßt als auf der Kontrollfläche. Eine Deutung dieser Befunde läßt sich weitgehend aus Räuber/Beutebeziehungen ableiten. Die meisten Raubarthropoden, insbesondere Araneen und Coleopteren, werden durch die Ripcordgaben im Eklektor vernichtet bzw. zu Beginn der Untersuchungen (bei schwachen Ripcordkonzentrationen).

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhrrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

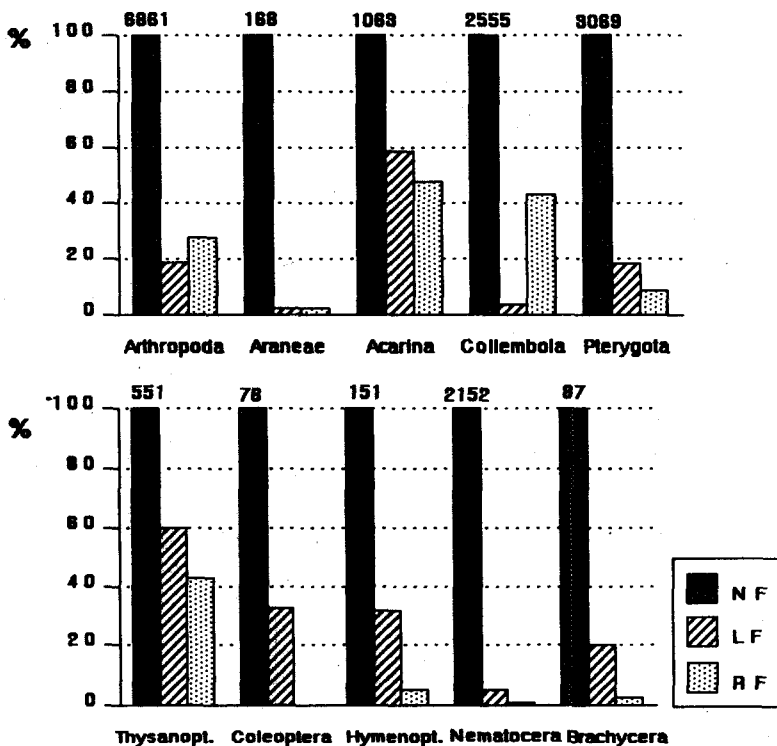


Abb. 1: Aktivitätsdichte bzw. Schlüpfabundanz von Arthropoden auf Kontrollfläche (NF) und auf mit Lindan (LF) bzw. Ripcord (RF) behandelten Teilflächen. Untersuchungszeitraum: 22. 4.—25. 8. 1985. Kontrollflächenwerte = 100%. Zahlen über den Säulen = Ind./m².

nen) verstärkt in die Fangdosen „ausgetrieben“. Die prospektiven Beutetiere blieben von den Kontaminationen im Lückensystem von Streu und Oberboden teilweise verschont. Beim Fehlen der Raubarthropoden und beim Nachlassen der Wirkung von Ripcord konnten sich diese Tiere auf den behandelten Flächen dann nahezu ungehemmt entfalten.

c: Bei einer Verwendung unterschiedlicher Wassermengen zur Applikation von Ripcord wurden die Arthropoden in der ersten Fangperiode auf dem „20 l-Areal“ am stärksten, auf dem „20 ml-Areal“ am schwächsten beeinträchtigt.

In der sich anschließenden Fangperiode hatten die negativen Effekte auf „20 ml-Areal“ und „20 l-Areal“ stark nachgelassen. Auf den beiden übrigen Flächen waren sie dagegen bei manchen Gruppen noch recht deutlich. Auffallend war, daß die Nematoceren auf allen behandelten Arealen jetzt wesentlich häufiger auftraten als auf den Kontrollflächen. Vermutlich waren hier wieder die o. g. Effekte auf das Räuber/Beute-System bzw. Austreibeeffekte maßgebend.

d: Die Insektizide Beosit und Perfekthion sowie das Herbizid Gesaprim führten 1987 in der ersten Fangperiode bei der Gesamtheit der Arthropoden, ganz besonders bei Collembolen und Milben, zu einem starken Rückgang der Fangzahlen (Abb. 3a). Das war besonders deutlich unter dem Einfluß von Beosit. Beosit führte auch bei den pterygoten Insekten zu starken Minde-

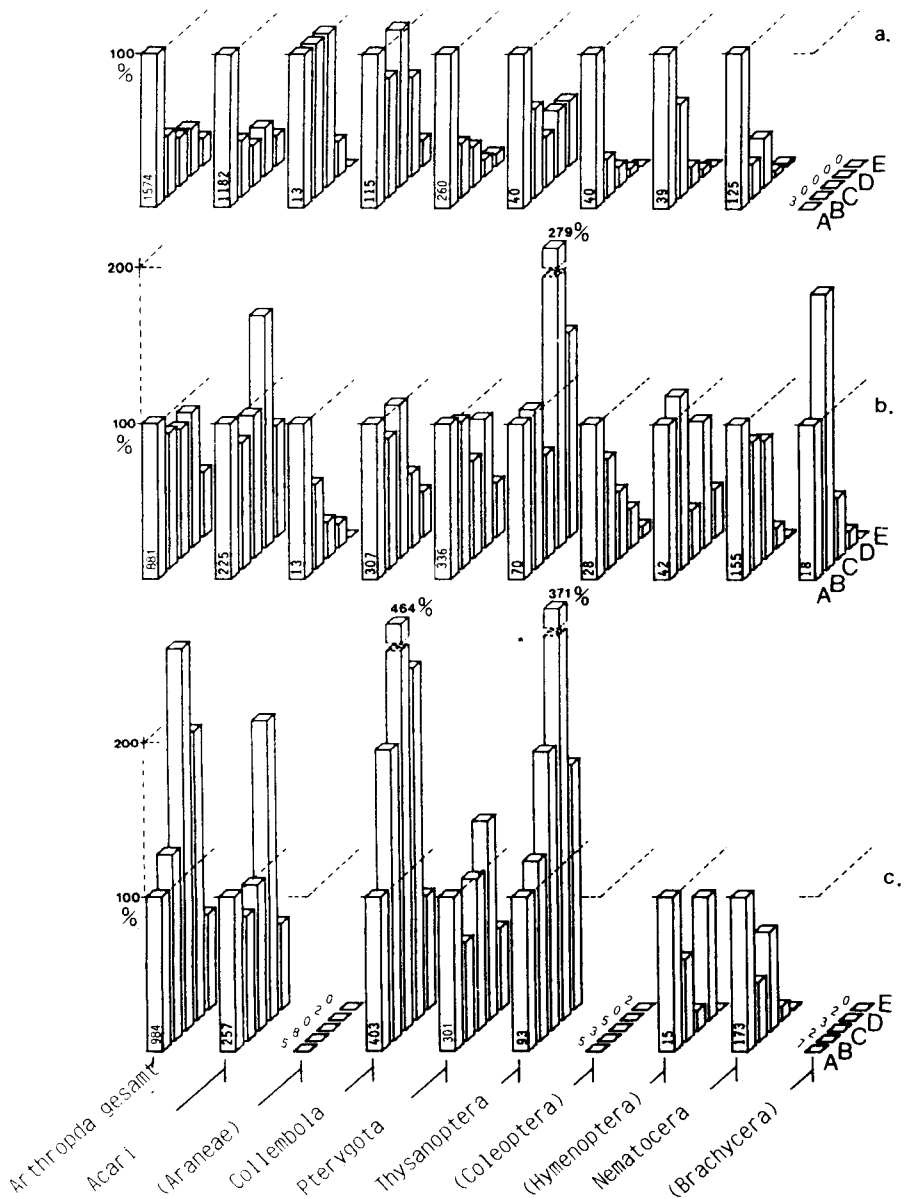


Abb. 2: Auswirkungen von Ripcord-Lösungen unterschiedlicher Konzentrationen in drei 4-Wochen-Intervallen (a, b, c). A: Kontrolle; B: 0,0005%; C: 0,005%; D: 0,05%; E: 0,5%. Untersuchungszeitraum; 5. — 28. 7. 1986. Kontrollflächenwerte = 100%. Zahlen der ersten Säulenreihe = Ind./m².

rungen der Fangzahlen. Bei Araneen und Coleopteren kam es auf der Perfekthion-Fläche, bei Thysanopteren und Dipteren auf der Gesaprim-Fläche zu Aktivitätssteigerungen, die als Ausstreibeeffekt in Erscheinung traten. In der zweiten Fangperiode gingen die negativen Wirkungen zurück. Sie waren nur noch bei Milben, Collembolen, jetzt aber auch bei Thysanopteren recht deutlich (Abb. 3b).

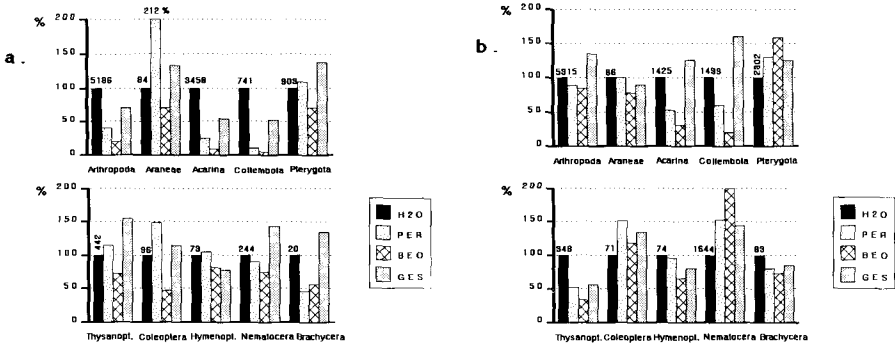


Abb. 3: Aktivitätsdichte bzw. Schlüpfabundanz von Arthropoden auf Kontrollfläche (H₂O) und auf mit Perfekthion (Per), Beosit (Beo) bzw. Gesaprim (Ges) behandelten Teilflächen; a: 1. Fangperiode; 14. 4.—23. 6. 1987; b: 2. Fangperiode: 24. 6.—25. 8. 1987. Kontrollflächenwerte = 100%. Zahlen über den Säulen = Ind./m².

e: Spruzit führte in beiden Konzentrationen in drei Fangintervallen (2, 3 bzw. 6 Monate) bei fast allen Arthropodengruppen zu geringfügigen Steigerungen der Fangzahlen. Lediglich bei den Araneen war es in beiden Konzentrationen (im 1. Intervall) zu deutlichen Minderungen der Fangzahlen (über 62%) gekommen.

Literatur

FUNKE, W. (1986): Tiergesellschaften im Ökosystem „Fichtenforst“ (Protozoa, Metazoa — Invertebrata) — Indikatoren von Veränderungen in Waldökosystemen. — KfK-PEF 9, 150 S.

SCHMITT, G. (1989): Über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln, NaCl und H₂SO₄ auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes. — Dissertation Ulm.

SCHMITT, G., FUNKE, W. & WILHELM, N. (1989): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die „Eklektorfauna“ eines Fichtenforstes. — Verh. Ges. Ökologie, Jahrestagung 1988, Essen (im Druck).

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biologe GEORG SCHMITT

Prof. Dr. WERNER FUNKE

Dipl.-Biologin VERA KRANITZ

Universität Ulm, Abt. Ökologie u. Morphologie der Tiere, Oberer Eselsberg M 25, D-7900 Ulm

Auswirkungen verschiedener Substanzen auf die euedaphische Collembolenzönose eines Fichtenforstes*

JÜRGEN VOGEL & WERNER FUNKE

Mit 2 Abbildungen

Einleitung

Im Rahmen von Untersuchungen über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln und anderer Substanzen auf die Lebensgemeinschaften des Bodens wurden in einem Fichtenforst bei Ulm kleine Areale mit verschiedenen Chemikalien behandelt. Die euedaphischen Collembolen erwiesen sich dabei als äußerst sensibel gegenüber Kontaminationen der Bodenoberfläche. Dabei wurden artspezifische Unterschiede in der Empfindlichkeit deutlich.

Arbeitsmethoden

Im Frühjahr 1985 waren im Fichtenforst U1 bei Ulm (Einzelheiten s. FUNKE 1986) kreisrunde Areale von je 0,2 m² abgegrenzt und mit je 2 l der folgenden Substanzen besprüht worden: Nexit stark (2,4 mg), Ripcord 40 (0,5%), NaCl (20%), H₂SO₄ (0,1%) und aqua demin als Kontrolle (SCHMITT et al. 1989). Anschließend wurden diese Flächen mit Photoelektroden abgedeckt. Nach dem Entfernen der Elektroden wurden im Dezember 1985, im Mai und im November 1986 sowie im April 1987 mit einem Stechrohr Bodenproben genommen. Die Collembolen wurden in der MacFadyen-Apparatur extrahiert. Im April 1987 wurden außerdem mehrere 1 m²-Areale mit Perfekthion, Besosit und Gesaprim besprüht (s. SCHMITT et al.). Im Juli und Oktober wurden auch hier Bodenproben entnommen.

Ergebnisse

Kontaminationen der Bodenoberfläche mit Lindan (Nexit), Ripcord, NaCl und H₂SO₄ hatten zu deutlich veränderten Artenzahlen, Abundanz und Dominanzverhältnissen geführt (Abb. 1).

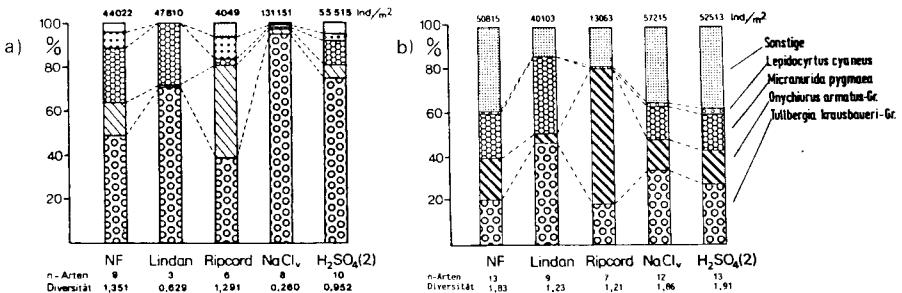


Abb. 1: Einfluß lokaler Kontaminationen mit unterschiedlichen Substanzen auf die euedaphischen Collembolen. a) ca. 8 Monate; b) ca. 24 Monate nach der Behandlung.

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhrrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Auf der Lindanfläche traten nur 3 Arten auf. Auf der Teilfläche „Ripcord“ war die Individuendichte um ca. 90% verringert. Auf den anderen Flächen war der Anteil von *Tullbergia krausbaueri* deutlich erhöht (bei „NaCl“ 95%). Die Diversität war hier sehr gering. Erst zwei Jahre nach den Substanzgaben gingen die Unterschiede zwischen Kontrollfläche und den Arealen „NaCl“, „H₂SO₄“ und „Lindan“ allmählich zurück. Eine Sonderstellung kam aber immer noch der Fläche Ripcord mit der geringsten Artenzahl und der geringsten Abundanz zu.

Auf mit Perfekthion, Beosit oder Gesaprim besprühten Arealen lag die Populationsdichte drei Monate später noch deutlich unter den Normalflächenwerten. Die negativen Auswirkungen gingen bis Oktober 1987 leicht zurück (Abb. 2). Sie waren aber vor allem unter dem Einfluß von Beosit noch recht extrem. Unter dem Einfluß des Herbizids Gesaprim waren die negativen Auswirkungen am geringsten.

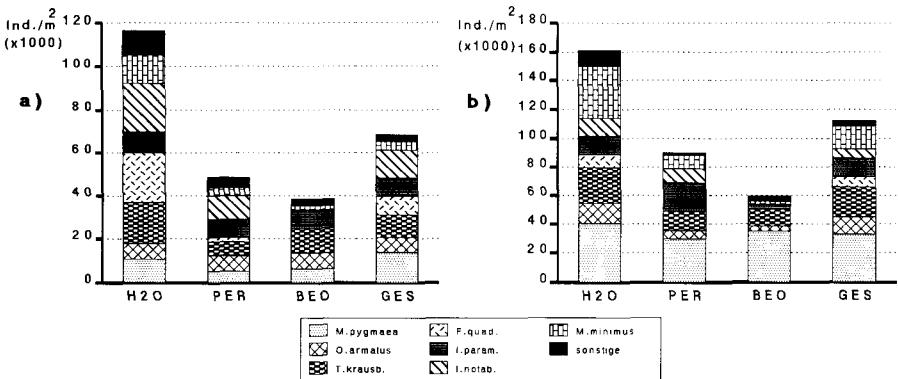


Abb. 2: Vergleich der Abundanzen unterschiedlich behandelter Areale sowie prozentuale Anteile der häufigsten Arten. a) 28. 4. 1987; b) 20. 10. 1987.

In allen Flächen zeigten sich artspezifische Empfindlichkeitsunterschiede gegenüber den verschiedenen Substanzen. So waren die vorwiegend oberflächennah siedelnden Arten wie z. B. *Folsomia quadrioculata* in der Regel stärker beeinträchtigt als die übrigen Arten. Bei Beosit war *Isotoma notabilis* fast völlig verschwunden. Demgegenüber zeigten tiefer im Boden siedelnde Arten wie *Micranurida pygmaea* oder die Arten der Gattung *Tullbergia* oft überhaupt keine Reaktion.

Über die Auswirkungen weiterer Pflanzenschutzmittel auf die Collembolenzönose von U1 wird an anderer Stelle berichtet (VOGEL et al. im Druck).

Literatur

- FUNKE, W. (1986): Tiergesellschaften im Ökosystem „Fichtenforst“ (Protozoa, Metazoa — Invertebrata) — Indikatoren von Veränderungen in Waldökosystemen. — KfK-PEF, 9, 150 S.
- SCHMITT, G. (1989): Über die Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln, NaCl und H₂SO₄ auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes. — Dissertation Ulm.
- SCHMITT, G., FUNKE, W. & KRANIZ, V. (1989): Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Arthropodenfauna eines Fichtenforstes. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, 42, 112—115, Wuppertal.

VOGEL, J., FUNKE, W. & WILHELM, N. (1989): Reaktionen euedaphischer Collembolen eines Fichtenforstes auf Pflanzenschutzmittel. — Verh. Ges. Ökologie. Jahrestagung 1988, Essen (im Druck).

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biologe JÜRGEN VOGEL

Prof. Dr. WERNER FUNKE

Universität Ulm, Abt. Ökologie u. Morphologie der Tiere, Oberer Eselsberg M 25, D-7900 Ulm

Das Oberbergische Land — eine Erd- und Landschaftsgeschichte. Teil 1

HELLMUT GRABERT

Mit 21 Abbildungen und 3 Tabellen

Dieser erste Teil eines Beitrags über die Erd- und Landschaftsgeschichte des Oberbergischen Landes behandelt die Stratigraphie und die Fazies der vordevonischen und devonischen Gesteine. Der zweite Teil ist vorgesehen für Band **44** dieser Zeitschriftenreihe; er wird die Tektonik und die Mineralisation sowie Themen der Angewandten Geologie (Bergbau, Steinindustrie, Talsperren) umfassen. Der dritte Teil wird sich schließlich mit Fragen des Umweltschutzes und mit den Naturdenkmälern auseinandersetzen und das Schriftenverzeichnis für alle drei Teile enthalten; er soll in Band **45** erscheinen.

Inhalt

Vorwort

Einleitung

1. Das Oberbergische Land

1.1 Geologische Entwicklung

2. Erdgeschichte: Was einst geschah

2.1 Wie sah es aus im rheinischen Devonmeer? — Ein Überblick

2.2 Stratigraphie und Fazies: Was die Gesteine erzählen

2.2.1 Das Vordevon

2.2.1.1 Das Ordoviz

2.2.1.2 Das Silur

2.2.1.3 Die Grenze Silur/Devon und das Problem der kaledonischen Orogenese

2.2.2 Das Devon

2.2.2.1 Die Gedinne-Stufe

2.2.2.2 Die Siegen-Stufe

2.2.2.3 Die Ems-Stufe

2.2.2.4 Das Mitteldevon

2.2.2.4.1 Die Eifel-Stufe

2.2.2.4.2 Die Givet-Stufe

(In Teil 2:)

2.3 Tektonik: Faltung, Störung, Mineralisation. — Was dann geschah

2.3.1 Faltung und Orogenese

2.3.2 Störungen und Schieferung

2.3.3 Erzbildung und Mineralisation

3.1 Die jüngere geologische Geschichte: Erdmittelalter bis Eiszeit

3.1.1 Das Erdmittelalter

3.1.2 Die Tertiärzeit

3.1.3 Die Eiszeit

3.2 Historie und Gegenwart: der Einfluß des Menschen

3.2.1 Von der Vorgeschichte zur Industrialisierung

3.2.2 Bergbau und Steinindustrie

3.2.2.1 Das Eisenerz

3.2.2.2 Die Buntmetallerze

3.2.2.3 Die Steinindustrie

3.2.3 Wasser und Mensch: Talsperren

(In Teil 3:)

4. Geologische Naturdenkmale und bemerkenswerte Aufschlüsse

5. Literaturverzeichnis

Vorwort

„Geologie ist Musik der Erde“ — schreibt einer der wohl bedeutendsten Geologen dieses Jahrhunderts, HANS CLOOS, weiland Ordinarius in Bonn, in seinem „Gespräch mit der Erde“.

Diese Metapher hat mich bei meinen Feldarbeiten, bei den Exkursionen mit Studenten und interessierten Laien, auch bei der Alltagsarbeit als beratender Geologe für Kommunen und Industrie und bei den wissenschaftlichen Spezialuntersuchungen im Gelände und Labor stets begleitet, nie verlassen.

Auch das Oberbergische Land besitzt eine Melodie, auch dort musiziert die Erde. Diese Melodie dem Leser zu vermitteln, ist heute mein Anliegen — sie soll in ihm widerklingen, wenn er durch das schöne Oberbergische Land streift.

Einleitung

Wenn man ein Geologendasein als kartierender, als Geländegeologe in einer Region verbracht hat — für mich im Oberbergischen Land summiert sich das auf ein Vierteljahrhundert —, dann findet man auch ein persönliches Verhältnis zu ihr, selbst wenn man nicht in sie hineingeboren wurde. Jeder Weg und Steg ist einem vertraut und mehrfach abgeschrieben, jeder Steinbruch und Straßenanschnitt, jede Klippe oder Böschung öfters mit dem Hammer durchmustert. Doch bleiben Augen und Sinne nicht nur auf die für manche doch recht tote Materie haften, denn Busch und Baum, Regen und Sonne, Getier und Geziefer gehören mit dazu und natürlich besonders auch der Mensch. All dies prägt die Landschaft, beeinflusst das Gestein und damit auch das geologische Geschehen. So ist es verständlich, daß bei meiner Beschreibung auch andere Beobachtungen erwähnt werden und andere Wissenschaften zu Wort kommen, denn erst das macht aus einer Erdgeschichte eine Landschaftsgeschichte.

So habe ich dieses Vierteljahrhundert in dieser schönen und doch vielen so unbekanntem Landschaft zwischen Wupper und Sieg verbracht und sie mir dabei erwandert, erarbeitet — erschlossen. Es ist nun an der Zeit, die Ergebnisse zusammenzufassen und eine Inventur vorzulegen. Das soll mit der „Erd- und Landschaftsgeschichte des Oberbergischen Landes“ hiermit geschehen.

1. Das Oberbergische Land

Das Oberbergische Land ist Teil des Rheinischen Gebirges und liegt im Zentrum seines rechtsrheinischen Anteils. Es umfaßt die Landschaft zwischen der Wupper im Norden und der Sieg im Süden; im Westen wird es vom Rhein und im Osten von der Wasserscheide zum Ruhr-Einzugsgebiet begrenzt, die gleichermaßen auch die politische Grenze zwischen dem Rheinland und dem westfälischen Sauerland darstellt. Die Grenze zum Niederbergischen, um Düsseldorf, Solingen und Wuppertal herum, ist fließend (Abb. 1).

Politisch ist das Oberbergische Land der südliche Teil des alten, vergangenen Herzogtums Berg.

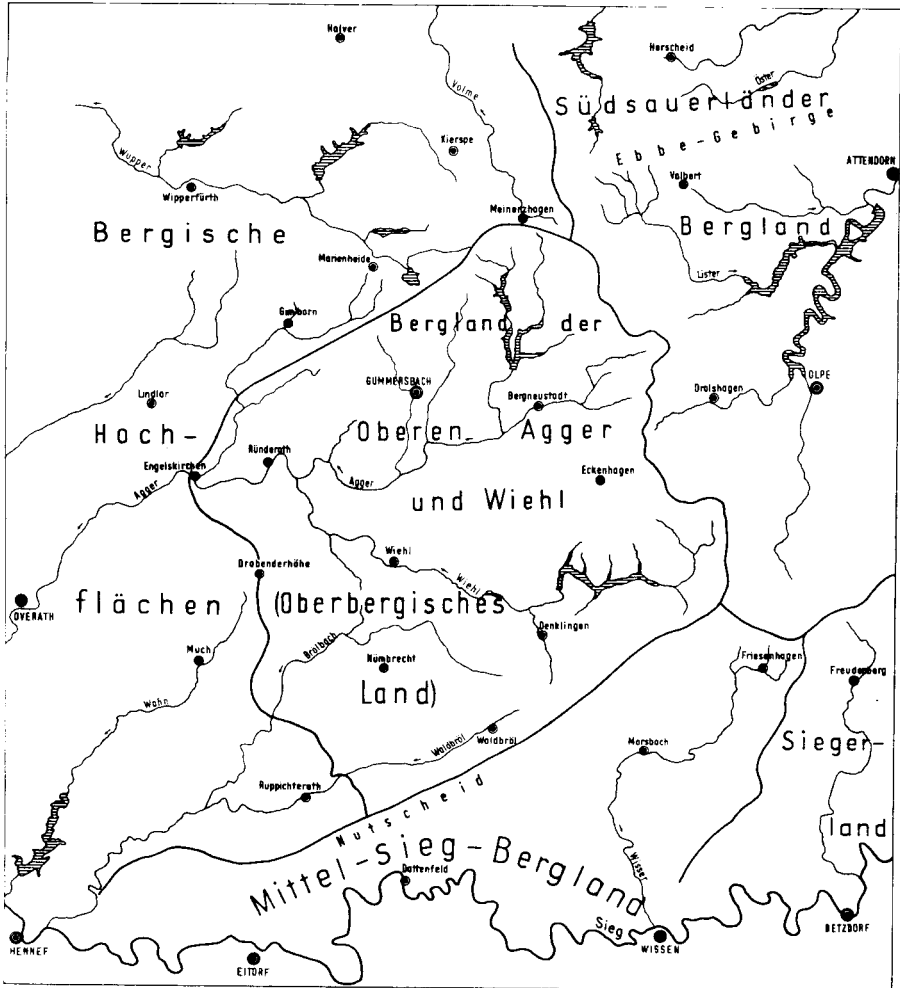


Abb. 1: Die naturräumliche Gliederung des Oberbergischen Landes und seiner Nebengebiete (aus GRABERT 1980, Abb. 2).

Keine der geographischen wie auch politischen Grenzen ist durch geologische Erscheinungen vorgezeichnet, und so müssen bei der „Erd- und Landschaftsgeschichte des Oberbergischen Landes“ zur Verdeutlichung seines geologischen Geschehens auch Nachbarregionen mit betrachtet werden: das westliche Sauerland mit dem Ebbe-Gebirge, auch das Olper und das Siegerland, die untere Sieg und das Gebiet um Bensberg mit seinem Erzreichtum und der geologisch so hochberühmten Paffrather Kalkmulde.

Das Schwergewicht der Betrachtung liegt natürlich auf dem, was ein Geologe für wichtig hält: auf der Stratigraphie, das heißt auf der Beschreibung der einzelnen Schichten. Das ist insofern

N a m u r (Oberkarbon)	Flözleeres mit Eumorphoceras pseudobilingue BISAT
K u l m (Unterkarbon)	Posidonienschiefer / Kieselschiefer
F a m e n n e / F r a s n e (Oberdevon)	Dasberg / Hemberg / Nehden - Adorf (oberer Massenkalk)
G i v e t (oberes Mitteldevon)	(unterer) Massenkalk mit Schwelmer und Dorper Kalk / Bücheler Schichten / Torringer Schichten (Paffrather Mulde) Rensselandia-Schichten (Sandsteine) Grevensteiner Schichten Wiedenester Schichten Odershäuser Schichten
E i f e l (unteres Mitteldevon)	Freilinger Schichten Selscheider Schiefer Unnenberg-Schichten (Sandsteine) Ohler und Wiehler Schichten Mühlenberg-Schichten (Sandsteine) Hobräcker Schichten Laucher Gruppe Hohenhöfer / Cultrijugatus-Schichten
E m s (oberes Unterdevon)	Heisdorfer Gruppe Remscheider Schichten Hauptkeratophyr Bensberger / Külbacher / Sieseler Schichten
S i e g e n (oberes Unterdevon)	Odenspieler Schichten (Sandsteine) Wahnbach-Schichten / Klafelder / Paseler / Siegener Schichten
G e d i n n e (unteres Unterdevon)	Bunte Ebbe-Schichten Bredeneck-Schichten Hüinghäuser Schichten Himmelmert-Schichten / Ockrige Kalke
S i l u r	Köbbinghäuser Dayia-Schichten
O r d o v i z	Herscheider Schichten

Tab. 1: Die Gliederung der altpaläozoischen Schichten im Oberbergischen Land und im benachbarten Ebbe-Gebirge.

so wichtig, weil nur die genaue Kenntnis der Lagerung der jeweiligen Schichten zueinander Ordnung und System in die so vielfältigen, oft veränderten und gestörten Verhältnisse der geologischen Ereignisse bringen kann. Die Lage einer Schicht zu einer anderen, ob über oder unter jener gelegen, ermöglicht eine Altersaussage — denn die überlagernde Schicht ist immer jünger als die darunter liegende — und damit ist ein natürliches Gliederungsschema gegeben. Da in vielen Schichten wirtschaftlich interessante Einlagerungen vorhanden sind — es sei hier nur an Kohle, aber auch an Sand- und Kalkstein erinnert —, ist eine genaue Lagebezeichnung zur anderen Schicht schon sehr wichtig.

Das wichtigste Hilfsmittel bei der stratigraphischen Zuordnung sind die enthaltenen Versteinerungen. Sie sind an die Zeit und das Ablagerungsmilieu gebunden, in denen sie gelebt haben. So werden hier viele Versteinerungen auch namentlich zu nennen sein, und es sollte darum den Leser nicht verdrießen, diese lateinischen, nur so international verständlichen Namen vorgesetzt zu bekommen. Sie sind nun einmal für das genannte Gliederungsschema wichtig. Der Leser kann aber, ohne den Inhalt zu verfehlen, auch darüber hinweggleiten. Für den Geologen haben sie aber eine starke Beweiskraft, zumal eine absolute Altersbestimmung — z. B. auf der Basis der Halbwertszeiten beim Zerfall eingebetteter radioaktiver Minerale — in den allermeisten Fällen (noch) nicht möglich ist.

1.1 Geologische Entwicklung

Geologisch wird das Oberbergische Land durch devonische Gesteine (vgl. Tab. 1) bestimmt. Diese sind in eine relativ große Zahl von (schmalen) Sätteln und (breiten) Mulden gegliedert, wobei in den Sätteln vorwiegend unterdevonische, in den Mulden weitgehend mitteldevonische Schichten erhalten geblieben sind. Diese wegen ihres Reichtumes an Versteinerungen schon recht früh bekannten und beschriebenen Mulden sind als „Oberbergisches Muldenvorland“ (SPRIESTERSBACH 1942) benannt und untersucht worden. Schließlich wird, wenn auch nur randlich, das Oberbergische Land beeinflusst durch die beiden großen Erzreviere, durch das Buntmetall-Erzrevier von Bensberg im Westen und das Siegerländer Spateisenstein-Revier im Osten.

Das Oberbergische Land selbst ist erstaunlicherweise arm an wirtschaftlich bedeutenden Erzvorkommen — geologische Gründe sind anscheinend für die Erzarmut maßgebend, nicht etwa mangelndes Bergbau-Interesse!

Die Landschaft des späten Oberbergischen Landes taucht nach einer viele Millionen Jahre dauernden, oft unterbrochenen Bedeckung durch jüngere Schichten erst in der mittleren Tertiärzeit ans Tageslicht; denn erst dann formte es sich zu dem Mittelgebirge heraus, wie es uns heute entgegentritt. Es mag zwar schon in früheren geologischen Epochen das Oberbergische Land einmal Festland und damit Abtragungsgebiet gewesen sein, doch sind dafür keine Zeugen mehr vorhanden, und diese geologischen Epochen lassen daher auch ihre Geschichte nur indirekt durchblicken. Zu einem richtigen Gebirge mit Bergen und Tälern wurde das Oberbergische Land aber erst in geologisch recht junger Zeit — das wurde eben angedeutet. Seinen Mittelgebirgscharakter trägt es vielleicht erst seit rund zwei Millionen Jahren — das Devon, in denen die Gesteine entstanden sind, liegt hingegen mehr als 360 Millionen Jahre zurück.

So ist der Kalender des Oberbergischen Landes auch nur ein recht zufälliger, durch morphologische Prozesse und auch durch politische Ereignisse entstandener Abschnitt aus der größeren Einheit des Rheinischen Gebirges.

2. Erdgeschichte: Was einst geschah

Die Urkunden vergangener Zeiten und Zustände sind die Gesteine, die das Grundgebirge zusammensetzen. Findet man einen Kalkstein, der die versteinerten Reste von Meerestieren — z. B. Korallen — enthält, und liegt über diesem — z. B. — ein roter Sandstein mit den Kennzeichen, wie sie Dünen heutiger Wüsten aufweisen, so entnimmt der Geologe daraus, daß der-

einst — z. B. in der Devonzeit — an dieser Stelle ein Meer stand, dem dann später — z. B. in der Trias-Zeit — eine rote Sandwüste des Festlandes folgte. Unser Beispiel stammt aus der Söthenicher Mulde der Nordeifel, wo mitteldevonische Korallenkalke von roten Sandsteinfolgen und Konglomeraten des triadischen Buntsandsteins überlagert werden. Darin dokumentiert sich eine zeitliche Abfolge — und das ist schon Erdgeschichte. Und eine weitere Aussage wird gemacht durch den Hinweis auf das Ablagerungsmilieu: einst, im Devon, ist das Sediment im Meer abgelagert worden, das andere Mal, in der Trias, unter festländischen Bedingungen.

Die frühere Erde hat wie auch heute unterschiedliche „Gesichter“: marine, festländische, fluviatile, lagunäre, und daher bezeichnet man die zur gleichen Zeit, aber in verschiedenen Bereichen gebildeten Schichten mit dem lateinischen Namen für Gesicht als eine geologische „Fazies“. So gibt es gleichzeitig eine marine und fluviatile, eine brackische Fazies, eine Korallen-, eine Sandfazies. Wiederum geben hier die in ihnen enthaltenen Versteinerungen die wichtigsten und wertvollsten Hinweise.

Doch Versteinerungen sind nicht überall vorhanden. Was der Geologe also meist sieht und zu beurteilen hat, was auch der Interessent in seinem Steinbruch aufgeschlossen findet und gewinnen will, sind Gesteine, sind Schichten, abgelagerte, versteinerte Sedimente. Und so definiert man diese Schichten nach ihren äußeren Kennzeichen, ob es sich nun um Sand- oder Kalkstein, Schluff- oder Tonstein handelt, wohl wissend, daß zur gleichen Zeit die unterschiedlichsten Sedimente abgesetzt werden konnten. Ein Blick in die Ablagerungen unserer derzeitigen Meere genügt, um dieses zu verstehen: in den Tropen werden an der Küste Korallenriffe gebildet, die zu Kalkstein werden, während zur gleichen Zeit in der Tiefsee Ton, der rote Tiefseeton, zum Absatz gelangte.

Manche Lebewesen können in unterschiedlichen Ablagerungsräumen vorkommen, und wenn sie dann noch relativ kurzlebig sind, stellen sie für den Geologen die idealen Zeitanzeiger dar: es sind unsere Leitfossilien. Doch wie schon gesagt: Versteinerungen gibt es nicht überall. Darum muß sich der Geologe den Gesteinen besonders annehmen, sie so genau wie nur irgend möglich beschreiben und sie dann zeitlich einordnen. Diese Gesteine benennt er dann nach wichtigen Lokalitäten, wo sie besonders gut und typisch aufgeschlossen sind: Siegener Schichten z. B. oder Wiedenester, Unnenberg-Schichten.

Geologie ist also ihrem Wesen nach eine Geschichtsforschung der vergangenen irdischen Ereignisse und in deren Dienst auch eine Urkundenforschung, sie ist eine „Kenntnis der Gegenwart zum Verständnis der Vergangenheit“.

So, und was nun erzählen uns die Gesteine des Oberbergischen Landes?

Die in den Gesteinen des Oberbergischen Landes enthaltenen Versteinerungen beweisen, daß sie einmal als Sediment im Meer abgelagert wurden. Durch Vergleiche wissen wir, daß es sich um solche der Devon-Zeit — nach der englischen Grafschaft Devonshire benannt — handelt, und sie sind in einem strandnahen Küstenbereich abgesetzt worden. Diese Sedimente sind heute verfestigt (zu Stein geworden) und schräggestellt, also aus ihrer ursprünglich flachen Lagerung herausgeholt und über das Meeresspiegel-Niveau gehoben worden; sie sind gestört und von jungen Ereignissen ergriffen. Die Gesteine sind das Grundgebirge des Oberbergischen Landes.

2.1 Wie sah es aus im rheinischen Devonmeer? — Ein Überblick

Das in den letzten Jahrzehnten für das Rheinische Gebirge entwickelte Bild des devonischen Ablagerungsraumes (H. SCHMIDT 1962, ERBEN 1962, JUX 1971, LANGENSTRASSEN 1982) zeigt eine breite, flache, küstennahe Zone, die wechselnd beeinflusst wird von großen, vorgelagerten Wattenflächen, von einem reichlich Sediment liefernden Delta eines oder mehrerer Flußmündungen, von Verlandungen (bis hin zur Besiedlung durch Pflanzen) und Überflutungen durch Süßwasser aus den Flüssen oder durch Übergreifen des Meeres (Transgressionen),

so daß wieder marine Ablagerungen und Besiedlungen (bis zu Korallenriffen) möglich wurden. Es beginnt — hier und im Unterdevon — mit fluviatilen und brackischen Absätzen, es folgen — noch im unteren Mitteldevon — marine, küstennahe Bildungen (mit Riffkalken) und endet im Oberdevon, nachdem im oberen Mitteldevon schon Hochsee-Bewohner in die Strandzonen eingedröftet worden waren, mit vollmarinen Absätzen des herzynischen Faziesbereiches. Diese Tendenz hält noch bis in das Karbon hinein an. Die vorangegangenen strandnahen Absätze gehören der rheinischen Fazies an (Abb. 2).

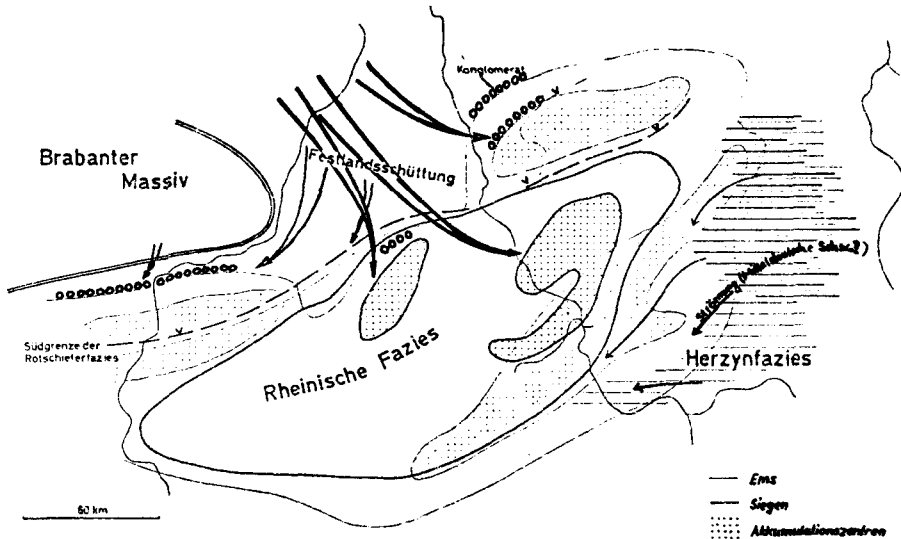


Abb. 2: Die Sedimentationsverhältnisse im Oberbergischen Land während der Siegen- und der Ems-Stufe (Unterdevon) (aus JUX 1971).

Man gewinnt den Eindruck, als hätte sich ein fluviatil-brackischer Deltakörper eines oder mehrerer Flüsse als riesiger, gelegentlich auch trockenfallender Schuttfächer in den an sich marinen Küstenbereich hineingeschoben. Je nach den örtlichen Gegebenheiten überwog die fluviatil-brackische oder die litoral-marine Fazies. So erklärt sich z. B. das plötzliche Auftreten mariner Faunen (*Spirifer primaevus*) in den delta-geprägten Wahnbach-Schichten (Steinbruch an der Unkelmühle im Siegtal; vgl. DAHMER 1936, TILLMANN 1978). Dem Deltakörper meerwärts vorgeschaltet liegen ausgedehnte Wattflächen.

In diesen Flachwasser-Gebieten breitete — vereinzelt nur, doch sehr auffällig — ein saurer Vulkanismus seine Aschen und Laven, vermischte sie mit den dortigen tonig-sandigen Delta- und Watt-Absätzen zu Tuffiten und stapelte Auswurfmaterial (Schmelztuffe) so hoch, daß dieses als „Inseln“ aus dem Niedrigwasser-Bereich herausragte und so für längere Zeit dem bedeckenden und sedimentliefernden Wasser entzogen blieb.

Hinweise für eine watt-ähnliche Sedimentation stellen Rippelmarken dar; sie sind im rheinischen Devon, besonders im Unterdevon, häufig. Ein eindeutiger Beweis sind sie jedoch nicht, nachdem solche Erscheinungen auch im rezenten Tiefwasser festgestellt worden sind. Auch eingeschwemmte Landpflanzen können nicht als Indiz für Küstennähe gelten, nachdem man z. B. im Tiefwasser des Golfes von Neapel Platanen-Blätter, also Blätter von landwurzelnenden Bäumen, gefunden hat (beobachtet von H. SCHMIDT und mitgeteilt von REMY 1980: 45).

Erst der Nachweis von Schmelztuffen (SCHERP 1983) und Lapilli (NELKE & PAETZOLD 1981), die beide nur subaerisch und ohne Wasser abgelagert werden können, erlaubt die Annahme größeren und vor allem wohl auch längerdauernden Trockenfallens, das also unabhängig vom kurzzeitigen Gezeitenwechsel war. Einen weiteren Beweis stärkeren Trockenfallens scheinen jetzt Untersuchungen an *Sciadophyton*-Beständen zu bringen (REMY 1980, REMY et al. 1980). Diese Pflanzen werden als Erstbesiedler trockengefallener Rohböden aufgefaßt, die sogar Trockenrisse aufweisen, in die Sproßteile hineingewandert sind. Eine spätere (jahreszeitlich bedingte?) Überflutung sorgte für die Einbettung und Erhaltung (Abb. 3).



Abb. 3: *Sciadophyton steinmanni* KRÄUSEL & WEYLAND 1930 = *Sc. laxum* (DAWSON 1871) STEINMANN 1929. — Wahnbach-Schichten (obere Siegen-Stufe, Unterdevon) bei Büchel im Bröltal, TK 25 Ruppichteroth 5110, R 98 620, H 34 020 (aus CLAUSEN & RISTEDT & WENDT 1965).

Ein besonderes Wort sei den unterdevonischen Pflanzen gewidmet. Es gehört nämlich das Bergische Land mit zu den bedeutendsten frühen Pflanzenfundstätten der Erde. Darüber hinaus erhalten diese Vorkommen auch dadurch eine herausragende Bedeutung, weil mit dem höheren Unterdevon, also der Siegen- und der Ems-Stufe, die bisher marin bis brackisch lebenden Pflanzen es erstmalig verstanden, die Besiedlung des Festlandes vorzunehmen. Die ersten echten Landpflanzen treten auf.

Die vom Festland angelieferten Sedimentmassen werden damals zeitweilig und barrenartig den Deltakörper verbaut und die Strömungsverhältnisse beeinflusst haben. So können schon kleinere Schwankungen des Meeresspiegels, geringfügige Hebungen, z. T. durch inselartig aufgesetzte Vulkanite, sowie ein zeitweiliges Überangebot an Sedimenten zur Bildung von Untiefen oder gar Inseln geführt haben. Schließlich bedingten auf dem landfest gewordenen Küstenstreifen die reichlich vorhandenen wasserstauenden Feinsedimente hohe Grundwasserstände. Vom Meer zum Land bestand damit eine Vielfalt kontinuierlicher Übergänge unterschiedlichster Biotope, die den damals schon weit entwickelten marinen Pflanzen nun landfeste Standorte mit den unterschiedlichsten ökologischen Ansprüchen Lebensmöglichkeiten anboten (KAISER & MEYER & SCHWEITZER 1977: 2).

Eine Besonderheit der damaligen Pflanzenwelt stellt das sternförmige *Sciadophyton* (Abb. 3) dar. Diese Pflanze wird als Gametophyt, als Keimling, angesehen, die, anscheinend noch auf dem Originalboden wurzelnd (REMY et al. 1980), eingebettet und so erhalten geblieben ist.

Das oft massenweise Vorkommen von *Sciadophyton* (vgl. CLAUSEN et al. 1965) zeigt also eine Erstbesiedlung trockengefallener Areale an, die sich längere Zeit, mindestens bis zur Besiedlung durch *Sciadophyton* halten konnte. Trockenrisse, in die sich sogar Wurzeln dieser Erstbesiedler hineingezogen haben, deuten sogar auf längeres Trockenfallen hin.

In den stets vom Wasser bedeckten, wenn vielleicht auch flachen Meeresräumen siedelten mächtige Algen-, „Wälder“ aus *Prototaxites*-Arten (SCHWEITZER 1980a) (vgl. Abb. 4). Es sind Stammstücke bis 4 m Länge (bis 35 cm Durchmesser) gefunden worden. Etwas landnäher liegt der Bereich mit *Taeniocrada*-Arten (SCHWEITZER 1980c), die oft vergesellschaftet sind mit großen Mengen von *Zosterophyllum rhenanum* KRÄUSEL & WEYLAND (vgl. SCHWEITZER 1980b).



Abb. 4: *Prototaxites* sp. — Wahnbach-Schichten (obere Siegen-Stufe, Unterdevon), Klippe im ehemaligen Steinbruch an der Bröl (heute abgetragen), TK 25 Ruppichteroth 5110, R 94 110, H 30 330.

Echte Landpflanzen sind *Psilophyton burnnotense* (GILKINET) KRÄUSEL & WEYLAND und besonders *Drepanophycus spinaeformis* (GÖPPERT) KRÄUSEL & WEYLAND (vgl. SCHWEITZER 1980c). Die phytologische Entwicklung des damaligen Unterdevon-Meeres schildern KAISER & MEYER & SCHWEITZER (1977).

KRÄUSEL & WEYLAND (1930, 1935, 1948) haben die bergischen Mitteldevon-Floren gesammelt, bearbeitet und international bekannt gemacht, SCHWEITZER (1979, 1980a, b, c, d) zuerst ebenfalls noch die Mitteldevon-Flora von Lindlar, später aber dann besonders die des Unterdevon. Noch immer können bei günstigen Aufschlußverhältnissen, aber auch zufällig, noch Funde gemacht werden, die bisher unbekannt und unbeschrieben sind. So wurde erst in den 60er Jahren bei der Erstaufnahme zur GK 25 Eckenhagen (neuer Name: Reichshof) in einer ca. 1,5 m mächtigen Tonsteinlinse eine reiche Flora mit *Dawsonites arcuatus* HALLE, *Bucheria mucronata* (MÄGDEFRAU) und *Psilophyton goldschmidtii* HALLE gefunden, aber auch eine weitere, bisher unbekannte Psilophyton-Art, die SCHWEITZER (in: GRABERT & HILDEN 1972: 46) ohne verbindliche Diagnose provisorisch als *Dawsonophyton graberti* bezeichnete, die dann aber nach weiteren Funden, insbesondere aus dem Ems der Gaspé-Halbinsel in Kanada, in *Renalia graberti* (Abb. 5) umbenannt werden mußte (SCHWEITZER 1980). *Renalia* ist eine echte Landpflanze. Das Vorkommen in diesen wattähnlichen, küstennahen Sedimenten zeigt nur an, daß sie eingeschwemmt sein müßten; die Wurzelregionen wurden nämlich niemals gefunden, sie sind wohl beim flutenden Meere, welches die Landpflanzen losriß, zerstört

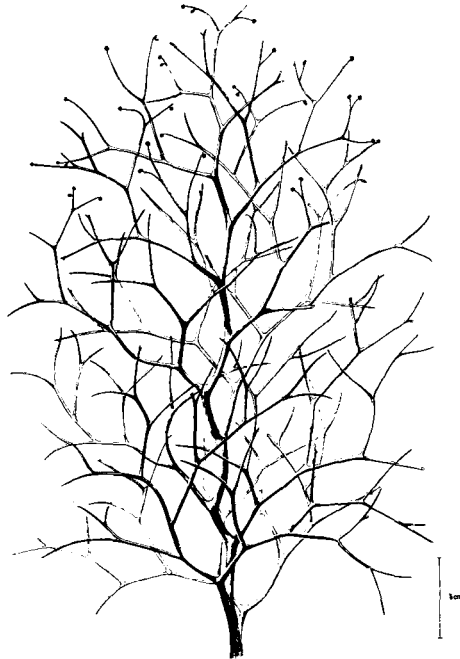


Abb. 5: *Renalia graberti* SCHWEITZER 1980 (Rekonstruktion, aus SCHWEITZER 1980). — Külbacher Schichten (untere Ems-Stufe, Unterdevon), ehemaliger Steinbruch bei Ufersmühle an der heutigen Wiehl-Talsperre (heute in den Stauraum einbezogen), TK 25 Reichshof (ex Eckenhagen) 5012, R 06 550, H 45 560.

worden. Dennoch kann der Standort der Pflanzen wegen des guten Erhaltungszustandes der Pflanzen, deren empfindliche Teile keinen weiten Transport zulassen, nicht weit entfernt gelegen haben.

Entsprechend reich ist dadurch auch die Sporenführung. Mit ihr wird die genaue stratigraphische Einordnung und Untergliederung der sonst so schwer datierbaren unterdevonischen Sedimente des Rheinischen Gebirges gelingen. Die Schwierigkeit liegt bisher in der schlechten Erhaltung der Sporen, die durch den oftmals erfolgten Umlagerungsprozeß sehr gelitten haben; außerdem sind sie durch die späte Inkohlung zusätzlich verändert worden. Die bisherigen Untersuchungen (EDALAT 1974, HAMID 1974, TILMANN 1978, VOLKMER 1984) sind aber erfolgversprechend.

Ungefähr an der Grenze vom Unter- zum Mitteldevon macht sich nicht nur ein lithofazieller, also gesteinsmäßiger, sondern auch ein biostratigraphischer, die Lebewelt betreffender Umschlag bemerkbar. Es wechseln die Gesteine von den unterdevonischen kalkfreien und fossilarmen brackischen Delta-Absätzen zu den mitteldevonischen, kalk- und fossilreichen, marinen Ablagerungen rheinischer Prägung. Dieser Umschlag ist Ausdruck einer raschen Veränderung innerhalb des Sedimentationsraumes. Der bisher sehr strandnahe, vom Flußwasser beeinflusste Deltabereich macht einer dem offenen Ozean mehr zugängigen Schelfplattform platz, auf der Korallen einzeln, in Rasen und schließlich als Riffe aufwachsen konnten (Abb. 6, 7 u. 20). Das Meer war warm, lichtdurchflutet und gut bewegt, so daß es einer vielfältigen Fauna Lebensraum bieten konnte, mehr als zuvor in dem von ständigen Umlagerungen und stärkeren Süßwasser-Zuflüssen beeinflussten Deltagebiet.

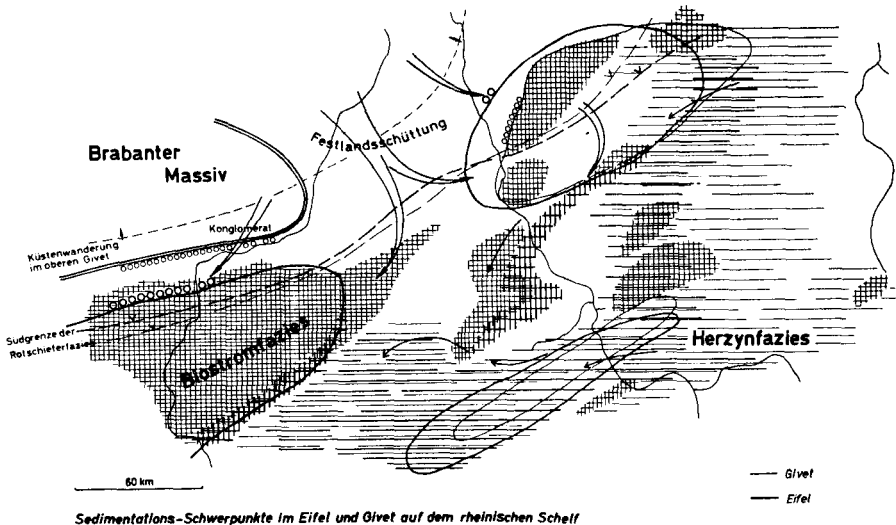


Abb. 6: Die Sedimentationsverhältnisse im Oberbergischen Land während der Eifel- und der Givet-Stufe (Mitteldevon) (aus JUX 1971).

Dementsprechend groß ist auch der Versteinerungsreichtum der nun beginnenden Eifel-Zeit. Ob sich an der Wende vom Unter- zum Mitteldevon, also von der Ems- zur Eifel-Stufe, nur das Mündungsgebiet des großen Oldred-Flußsystems verlagert hatte, oder ob stärkere endogene, innerirdische Prozesse (Vulkanismus!) zu einem Umbau dieses Schelfgebietes geführt haben, ist nicht eindeutig genug zu erkennen. Für letztere Deutung spricht jedoch das Auftreten des mächtigen Keratophyr-Vulkanismus, dessen Produkte eigentlich ohne stärkere tektonische Aktivitäten nicht aus der Tiefe entlassen werden können.

Es wird nicht unbedingt an ein orogenes, also gebirgsbildendes Ereignis gedacht derart, daß eine Plattenkollision zu einem Zerbrechen des Kontinentalrandes und damit zu einem Aufreißen von größeren Spalten geführt habe. Aber eine Mobilisierung aufgeschmolzenen älteren Sedimentmaterials — der keratophyrische Vulkanismus ist relativ sauer (MÜGGE 1893, RIPPEL 1953) und spricht für einen oberflächennahen Herd — läßt eine stärkere Aktivität geologischer Prozesse in diesem Teil des Rheinischen Gebirges annehmen. Noch immer ist die Frage nach einer Transgression des korallenreichen oberen Teils der Ems-Schichten (Heisdorfer Kalk) nicht verstimmt: In der Eifel deutet einiges darauf hin, daß der Heisdorfer Kalk (mit seinen eisenschüssigen Lagen) den Klerfer Schichten transgressiv auflage (vgl. KNAPP 1978: 42; RIBBERT 1985: 24). Wenn man nun diese Klerfer Schichten den ebenfalls rotschieferführenden Bensberger bzw. Sieseler Schichten des Bergischen bzw. des Sauerlandes gleichsetzt, dann „fehlen“ in der Eifel die Äquivalente der Remscheider Schichten, es sei denn, sie lägen in einer Klerfer Fazies vor. Nur: in der Eifel ist eine vulkanische Ablagerung wie der Hauptkeratophyr nicht vorhanden, vermutete „Transgressionen“ und flach wurzelnder Vulkanismus treten nicht zusammen auf, scheinen aber dennoch irgendwie zusammenzuhängen.

Mit Schichtlücken muß aber in diesem küsten- und deltagelprägten Ablagerungsraum anhand der Absätze und der Fazies gerechnet werden, es fragt sich nur, welche Zeitspanne sich in diesen Lücken verbergen: sind es nur Gezeiten oder Jahreszeiten oder liegen längere Epochen dazwischen? Eine Schichtlücke liegt schon dann vor, wenn das Sedimentationsgebiet nicht mehr kontinuierlich mit Material versorgt wurde — solche Zufuhr kann aber nur unter ständiger Wasserbedeckung erfolgen; denn schließlich braucht es dafür eines Transportmediums. Fallen also einmal größere Areale trocken, wobei hier nicht an Gezeiten gedacht wird, die sicher, weil der Mond schon vorhanden, wirksam waren, so wird es sich schon um ein längerfristiges Auftauchen und Trockenfallen gehandelt haben. Gerade der Keratophyr-Vulkanismus kann Untiefen geschaffen haben, die für längere Zeit aus dem Niedrigwasser-Bereich herausgeragt haben werden.

So kann man sich den damaligen Ablagerungsraum vorstellen: Großrippeln und Untiefen, Becken und Lagunen wechselten in der Fläche und in der Zeit rasch miteinander ab, auch kann es zu größeren, bei den möglichen vulkanischen Ergüssen sicher um mehrere Meter hohe Erhebungen kommen, auf denen dann natürlich keine Absätze erfolgten, während benachbart die Sedimentation in den flachen Küstenregionen weiterging. Solche Erhebungen bezeichnet man auch als Schwellen.

Mit dem Mitteldevon — präzise schon etwas früher (Heisdorf) — bereitet sich im Oberbergischen Gebiet nun langfristig eine flache, jetzt aber weitgehend vom Meer („vollmarin“) beherrschte Schelfplattform aus. Sie ist, wahrscheinlich durch Gezeiten und Strömungen, ein bewegter, warmer Lebensraum, der nun endlich auch Korallen und anderen riffbildenden Organismen einen zusagenden Lebensraum bot. Diese Riff-Ablagerungen sind uns in den vielen Kalksteinlagen des oberbergischen Mitteldevon erhalten geblieben.

Die einzelnen Korallenriffe waren eng begrenzte Biotope, sie bestehen vorwiegend aus Stromatoporen und/oder Crinoiden und erreichen selten mehr als 20 m Mächtigkeit; in ihrer Längs-erstreckung gehen sie auch kaum über 100 m hinaus. Keineswegs sind diese Riffkalke nur in bestimmten Zeiten gewachsen, wenn auch einzelne Zeitabschnitte besonders reich an Riffkalcken waren (z. B. Basis- und Grenzkalk in den Hobräcker Schichten: M. RICHTER 1921 u. 1922;

SCHEIBE 1965; GRABERT 1968b u. 1970). Es ist eher daraus zu folgern, daß diese riffkalkreichen Abschnitte in ihrer Sedimentation eben riff-freundlicher waren, also die Zufuhr klastischen, „trüben“ Materials vermindert war. Waren die Verhältnisse für ein Riffwachstum günstig, setzte es sich immer durch: Das zeigt eindrucksvoll das in der sandsteinreichen Folge der Mühlenberg-Schichten eingeschaltete Korallenriff, in dem jetzt die Wiehler Tropfsteinhöhle liegt (HOLZ 1960).

So „sauber“, so trübefrei oder -arm war nämlich in der Eifel-Stufe die Sedimentzufuhr noch nicht, daß sich das kalkhaltige Riffwachstum nun sogleich überall durchsetzen konnte. Immer wieder werden die Kalksteinbänke von Ton- und Sandsteinfolgen abgelöst, diese oft mit einer scharfen Begrenzung nach unten, die anzeigt, daß plötzlich und rasch wieder klastisches, also sandig-toniges Material antransportiert worden ist. Gerade in der Eifel-Stufe ist das Wechselspiel von kalkigen Riff-Absätzen mit tonig-sandigen Sedimentkörpern auffällig, ja charakteristisch. Das spiegelt sich auch in der Fauna wider, die sich damit aber auch als sehr faziesabhängig erweist.

Besonders bezeichnend für eine solche, z. B. an Sandschüttungen gebundene Fauna ist das Auftreten von *Rensselandia amygdala*, die sowohl in den Sandsteinen der Mühlenberg- und der Unnenberg-Schichten auftritt und dann besonders in denen der Finnentropfer Schichten („*Rensselandia*-Sandstein“) namengebend häufig ist, während sie in den zwischengeschalteten Tonsteinen (Ohler, Selscheider bis Grevensteiner Schichten) äußerst selten ist. Dagegen zeigt die an ein toniges Milieu gebundene *Calceola sandalina* ein umgekehrtes Verhalten; diese Einzelkoralle tritt nur in tonigen Ablagerungen auf („*Calceola*-Schiefer“), und zwar in den Ohler und den Selscheider Schichten, nicht aber in den eingeschalteten Sandsteinen. Diese Sandschüttungen (Mühlenberg-, Unnenberg-, *Rensselandia*-Schichten) sind „Vorstöße der Brandenburg-Fazies“ (SPRIESTERSBACH 1942: 107), die als eine gröberklastische, auf das nördlich gelegene Festland (Oldred-Kontinent) zu beziehende Einschüttung terrigenen Materials aufzufassen ist, die, von Flüssen und Strömen herbeitransportiert und als große Schuttkörper im tonig-kalkigen Ablagerungsraum des Küstenbereiches, der „Lenneschiefer-Fazies“, abgesetzt wurde. Hier macht sich noch das Mündungsgebiet des aus dem Unterdevon schon bekannten, den Deltakörper produzierenden Flußsystems bemerkbar. Daraus ist zu schließen, daß im Oberbergischen Land auch zur mitteldevonischen Zeit keine wesentlich anders gelagerte Land/Wasser-Verteilung herrschte, nur daß wohl die Küste etwas weiter nach Norden gerückt war — oder die Mündung mit dem Delta hat sich in ihrer geographischen Position seitlich verschoben. Der keratophyrische Vulkanismus ist daher nicht das Zeichen eines grundlegend umgebauten Ablagerungsraumes, obwohl natürlich hinter der Küstenverlagerung nach Norden und dem Vulkanismus etwas mehr steckt, als nur Veränderungen beim Transport des Sedimentalmaterials.

Die kleinen Kalkriffe im Mitteldevon bezeugen zusammen mit den reichen Faunen der umgebenden Tonsteinfolgen einen warmen, gut durchlüfteten und durchlichteten Flachwasserbereich im Schelfgebiet. An der Grenze vom Mittel- zum Oberdevon ist dann im Oberbergischen und im Sauerland der Höhepunkt des Riffwachstums erreicht; die folgende Absenkung kann durch Sedimentnachschiebung nicht mehr ausgeglichen werden. Die Küstenlinie des Oldred-Kontinentes verlagert sich noch weiter nach Norden (bzw. Nordwesten), so daß das Oberbergische Land in den Bereich gering sedimentierender Tiefwasser-Gebiete gelangt; die bisher herrschende rheinische Fazies wird durch die herzynische abgelöst. In der oberen Adorf-Stufe des Oberdevon erlischt dann das Riffwachstum ganz, und die Stillwasser-Fazies des Herzyn greift über den submarin zerbrochenen, abgesunkenen Riffkalk hinweg (Abb. 7).

Während dann im höheren Oberdevon im Norden des Oberbergischen Landes eine ruhige Sedimentation durch vom Norden kommende Suspensionsströme aus glimmerhaltigen Sanden und Schluffen platzgreift, macht sich im Bereich der späteren Attendorfer Mulde durch das vereinzelte Auftreten gröberklastischer Sedimente (Kalk-Konglomerate und Kalk-Brekzien)

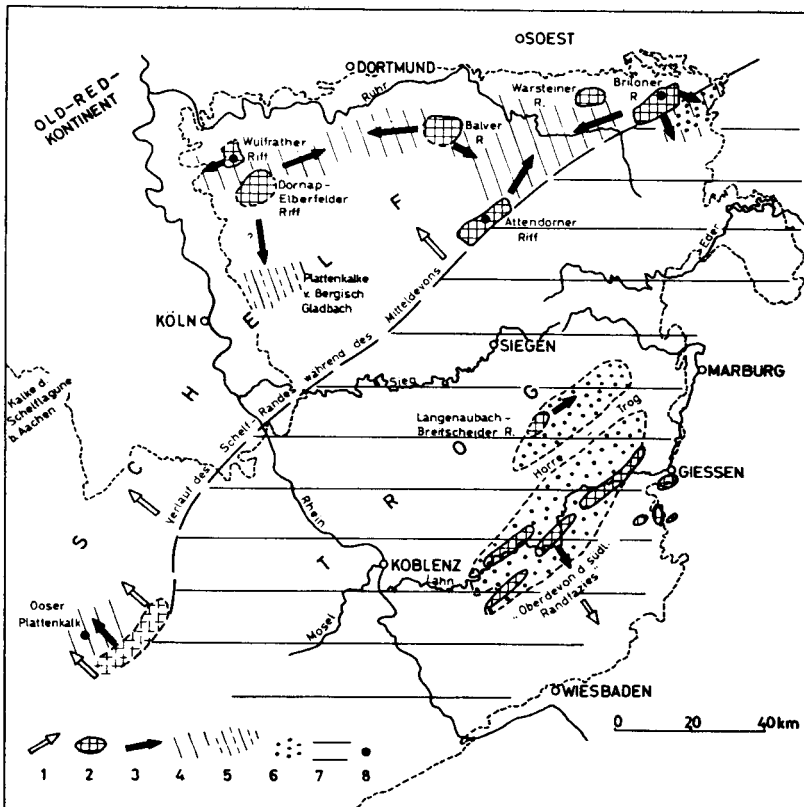


Abb. 7: Paläogeographie der Givet (oberes Mitteldevon) und der Adorf-Stufe (Frasne, unteres Oberdevon) im Rheinischen Gebirge, insbesondere mit den Riffen aus der Schelf-Plattform (aus KREBS 1969).

und durch gelegentliche Schichtlücken eine frühe Bodenunruhe bemerkbar. Sie deutet eine Vorphase der kommenden variszischen Orogenese an. Zwar ist die Faltung damit eingeläutet, aber noch nicht endgültig eingangegesen. Im Gegenteil vertieft sich noch einmal der hiesige Ablagerungsraum und bringt in größerer Mächtigkeit und Verbreitung die unterkarbonische Kulm-Fazies zum Absatz; versteinerte, die Hochsee bewohnende Goniatiten beweisen dies. Diese Stillwasser-Fazies reicht in der gleichen Gesteinsaubildung noch bis in das tiefe Namur und damit in das tiefste Oberkarbon hinein. Wie und wann sich das Meer dann endgültig aus unserem zentralen Teil des Rheinischen Gebirges herauszieht, um sich in der nördlich gelegenen Subvariszischen Vortiefe zu sammeln, ist wegen Mangels jeglicher Ablagerungen nicht zu erkennen.

Weiter im Norden wird dann die Subvariszische Vortiefe im höheren Oberkarbon gefaltet und daher landfest, die sich vom Ruhrgebiet über Aachen weit nach Westen erstreckt und zur großen Saumtiefe gehört, die von Oberschlesien bis nach Mittelengland reicht. In diesem Trog bilden sich zunächst noch marine, flyschähnliche Stillwasser-Sedimente, die dann nach oben all-

mählich in eine marine, später in eine Süßwasser-Molasse mit mächtigen, kohleführenden Schichten übergehen (Ruhr-Karbon). Zeitweise drang zwar das Meer von Westen kommend noch in die Saumsenke ein und hinterließ geringmächtige Tonsteinlagen mit Goniatiten, doch wird die Saumsenke im höheren Oberkarbon endgültig ausgefaltet. Von da ab ist das Oberbergische Land mit Sicherheit auch landfest und wird damit Abtragungsgebiet für die nachfolgenden geologischen Epochen.

2.2 Stratigraphie und Fazies: Was die Steine erzählen

Die Gesteine des Oberbergischen Landes werden weitgehend aus Schichten der Devonzeit gebildet und von dieser besonders die des unteren und des mittleren Abschnittes. Nur im Ebbe-Antiklinorium des südsauerländischen Berglandes streichen auch ältere, vordevonische, meist ordovizische Schichten, aus, während oberdevonische oder gar karbonische nur in den großen Muldensystemen der Attendörner und der Paffrather Mulde erhalten geblieben sind. Darum werden diese Gebiete hier noch behandelt.

2.2.1 Das Vordevon (Prädevon)

Unter Vordevon (Prädevon) werden altpaläozoische Ablagerungen des Kambriums, Ordoviz und des Silurs verstanden. Von diesen sind die ältesten, die kambrischen Schichten, nur im linksrheinischen Venn aufgeschlossen, ordovizische und silurische, wenn auch nicht vollständig, dort im Venn-Sattel und in den Sattelstrukturen von Remscheid und der Ebbe. Die weit im Süden gelegenen Vorkommen des Taunus und des Hunsrücks bleiben außer Betrachtung.

Im Ebbe-Antiklinorium sind im Herscheider Teilsattel bei Plettenberg, Hüinghausen und bei Herscheid sowie im südlich anschließenden Kiesbert-Sattel prädevonische Schichten aufgeschlossen. Das jüngere Unterdevon liegt in diesen Teilsätteln transgredierend und/oder (vgl. weiter unten) mit einem tektonischen Kontakt über den älteren Schichten. An der Grenze zum auflagernden Devon ist ein recht markanter Gesteinswechsel zu bemerken: Das Prädevon besteht vorwiegend aus milden Tongesteinen, das transgredierende Unterdevon indes aus harten Sand-, Schluff- und Tongesteinen — dennoch scheint ein stratigraphischer Übergang vorhanden zu sein. Dieser Gesteinsgegensatz hat bei der variszischen Faltung zu einer unterschiedlichen Deformation dieser mechanisch unterschiedlich reagierenden Gesteine geführt, so daß es zu einem lokalen, auf das Ebbe-Antiklinorium beschränkten Abscherungs- und Schuppenbau gekommen ist (WONG & DEGENS 1981).

Bei der ersten geologischen Erforschung des Ebbe-Antiklinoriums zu Beginn der zwanziger Jahre wurde das Prädevon zwar als solches schon erkannt und als „Liegende Schichten des Unterdevon“ bezeichnet (FUCHS 1922), doch war das genaue Alter dieser vorerst als Verse-Schichten bezeichneten Folge nicht bekannt. Erst nach den ersten Graptolithen-Funden durch SCHRIEL & RICHTER (1937) konnten dann die Schichten so gegliedert werden, wie es noch heute gültig ist. Demnach verbergen sich in den Verse-Schichten die ordovizischen Herscheider Schichten, die silurischen Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten und die Hüinghäuser Schichten der unteren Gedinne-Stufe (tiefes Unterdevon). Diese Hüinghäuser Schichten gehen konkordant in die Bredeneck- und weiter in die Bunten Ebbe-Schichten (R. & E. RICHTER 1954) über; alle drei Schichtfolgen gehören in die Gedinne-Stufe.

2.2.1.1 Das Ordoviz

Im rechtsrheinischen Gebirge sind die Herscheider Schichten die ältesten, sie werden in das Ordoviz gestellt (Abb. 8). Sie bestehen aus sehr feinkörnigen, dunkelblaugrauen Ton- und Sandsteinen und sind frei von Kalksteinen. Vermutlich sind sie unter wechselnden, schwach oxidierenden bzw. reduzierenden Bedingungen entstanden: Es handelt sich um Absätze eines flachen Wassers. Das Fehlen von Karbonaten steht wohl in ursächlichem Zusammenhang mit einer im damaligen Meer vorhandenen, wahrscheinlich recht dauerhaften „Sprungschicht“,

4. Oberer Tonschiefer-Horizont, ca. 150 m mächtig
= Caradoc (und ? Ashgill), Zone 11 bis 13, bis ? 14
3. Grauwackenschiefer-Horizont, ca. 350 m mächtig
= Llandeilo, Zone 8 - 10
2. Unterer Tonschiefer-Horizont, ca. 150 m mächtig
= oberes Llanvirn, Zone 7
1. Plettenberger Bänderschiefer, 20 bis 100 m mächtig
= unteres Llanvirn, Zone 6

Tab. 2: Die Gliederung der vordevonischen Herscheider Schichten im Ebbe-Gebirge.

Die Plettenberger Bänderschiefer sind also die ältesten bekannten Schichten des rechtsrheinischen Gebirges, ihr Leitfossil ist der Graptolith *Didymograptus bifidus* HALL (nach BEYER 1941: 219).

Bisher waren die Plettenberger Bänderschiefer nur bei Plettenberg selbst, und zwar in den nicht mehr tätigen Ziegeleien LOOS und WIRTH am Osthange des Else-Tales (BEYER 1941) aufgeschlossen. Die Ende der 70er Jahre beim Ausbau der Umgehungsstraße nördlich von Herscheid (R 11450, H 72450) angeschnittenen Tonsteine sollen nach den sie enthaltenen Graptolithen zwar auch noch dem Llanvirn zuzuordnen sein, doch ist eine Bearbeitung der schlecht erhaltenen Fauna bisher nicht erfolgt (TIMM 1979: mdl. Mitt.). Das vom Kiesbert-Sattel bekannte Ordoviz der Stufe 6 (JENTSCH & STEIN 1961) dürfte stratigraphisch doch noch etwas höher einzustufen sein.

Die Plettenberger Bänderschiefer besitzen bei Plettenberg ein hohes Quellvermögen. Diese starke Wasseraufnahmefähigkeit hat zu „stolzstockartigen Aufpressungen“ und „Durchspießungen“ (BEYER 1941) geführt, so daß ein normaler Verband weder nach unten, zum Liegenden, noch nach oben, zum Hangenden, aufgeschlossen ist. Ihre Gesamtmächtigkeit ist somit nicht anzugeben, Schätzungen (ZIEGLER 1970) schwanken zwischen 20 und 100 m, wobei der letztere Betrag wohl den Verhältnissen nahe kommt.

Das Quellvermögen der Tonsteine wird auf den hohen Pyrophyllit-Gehalt [$Al_2(OH)_2Si_4O_{10}$] (maximal 20 Vol.-% nach SCHERP & STADLER & W. SCHMIDT 1968) zurückgeführt, der neben Sericit [$K Al(OH)_2AlSi_3O_{10}$] und Chlorit [Mischkristall, z. B.: $Mg_6Al(Si_3Al O_{10})(OH)_2 Mg_3(OH)_2$] in den Sedimenten vorhanden ist. Vermutlich ist Pyrophyllit aus Kaolin entstanden, der als Verwitterungsprodukt eines nicht fernen Festlandes in das ordovizische Flachmeer eingebracht worden ist. Da aber nicht alle diese Tonsteine Pyrophyllit führen, weder bei Herscheid noch im Kiesbert-Sattel, muß der Kaolin-Gehalt faziell gedeutet werden — darüber wird spekuliert. Schließlich braucht man noch zur Bildung des Pyrophyllit eine Temperatur von etwas mehr als 300 °C, und die will man mit einer kurzfristigen Wärmezufuhr, möglicherweise durch einen tiefliegenden Pluton bei der kaledonischen Gebirgsbildung (s. weiter unten) im Bereich des alten Kontinentes erklären.

Mehrfach wurde schon das Ordoviz-Vorkommen des Kiesbert-Sattels erwähnt. Dort wurde von JENTSCH & STEIN (1961) eine reiche Graptolithen-Fauna [mehrere *Didymograptus*- und *Diplograptus*-Arten sowie *Azygograptus fasciculatus* (NICH.), zusammen mit Trilobiten: *Cyclopyge* cf. *umbonata* (ANG.)] gefunden; diese deutet auf die Zone 6 der englischen Ordoviz-Gliederung hin.

Außer der schon genannten Graptolithen, den wenigen Trilobiten und einigen Spurenfossilien wie der „Kotpillenschnur“ *Tomaculum* sind dann noch einige sandschalige Foraminiferen gefunden worden (ZIEGLER 1970, TIMM 1981).

Es ist auffällig, daß bei allen bisher gefundenen Körperfossilien keine Karbonate beteiligt sind. Daraus kann man schließen, daß die überwiegend aus Chitin bestehende Fauna der Herscheider Schichten aus einer reichhaltigeren, z. T. auch karbonatbildenden Fauna „herausgefiltert“ worden ist (TIMM 1981: 153). Dies mag auf einen im Ablagerungsraum vorherrschenden hohen CO₂-Gehalt zurückzuführen sein, was auf eine Ablagerung in tieferem Wasser hindeuten würde. Große Teile der Herscheider Schichten haben sich so unter weitgehend lebensfeindlichen hydrochemischen Bedingungen gebildet. Strömungsschübe sorgten jedoch für eine kurzfristige bessere Durchmischung mit Sauerstoff, so daß sich Benthos ansiedeln konnte, bei dem das *Tomaculum* (Kotpillen!) produzierende Tier fast schon invasionsartig ausbreitete. Eine isolierte Beckensedimentation kann damit nicht angenommen werden, denn ein Faunen-austausch hat es mit anderen europäischen Ordoviz-Räumen (England!) immer gegeben, sonst könnten ja die Graptolithen nicht auf die englische Gliederung bezogen werden. Tiefsee-Ablagerungen sind die Herscheider Schichten damit also nicht.

2.2.1.2 Das Silur

Außer den ordovizischen Herscheider Schichten sind noch — wenige — silurische Ablagerungen vorhanden; diese scheinen ohne größere Unterbrechungen in die unterdevonische Sequenz (Hüinghäuser Schichten der Gedinne-Stufe) überzugehen.

Die Gliederung der silurischen Schichten des Ebbe-Antiklinoriums konnte durch die Hamburger Arbeitsgruppe (TIMM 1978, 1981) verfeinert werden.

Die neue Gliederung silurischer Schichten zeigt, daß zwischen den silurischen Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten und den gedinnischen Hüinghäuser Schichten keine — oder nur eine geringfügige, stratigraphisch unbedeutende — Lücke vorhanden ist. Solche wurde als größere noch von BEYER (1952), W. SCHMIDT (1960) und SHIRLEY (1962) — wenn dort auch schon mit Fragezeichen — angenommen. Die damals festgestellte und immer wieder als eine stratigraphische Lücke aufgefaßte Unterbrechung scheint durch ein späteres tektonisches Ereignis hervorgerufen worden zu sein. Faunistisch nicht belegt sind die oberen Köbbinghäuser Schichten; hier könnte vielleicht doch eine Lücke vorhanden sein, sie läge dann aber im obersten Silur.

Als Himmelmert-Schichten werden von der Hamburger Arbeitsgruppe (TIMM 1981: 155) die Ockrigen Kalke mit den (älteren) Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten zusammengefaßt und in das (obere) Silur bis in das untere Unterdevon (Ludlow bis Pridol der internationalen Gliederung) gestellt; starke fazielle Übereinstimmungen sprächen für diese Zusammenfassung. In diesen — neuen — Himmelmert-Schichten dominieren zwar noch die Tonsteine, doch fehlen ihnen die in anderen silurischen Verbreitungsräumen noch häufigen Graptolithen. Auffallend sind nun kalkige Lagen, insbesondere die Ockrigen Kalke. Diese Kalksteine sind im frischen Zustand von blaugrauer Farbe, verwittern aber relativ rasch und nehmen dann eine deutliche ockergelbe Farbe an, die diesen Gesteinen den Namen gab.

Die unteren, 110 m mächtigen Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten bestehend weitgehend aus fossilarmen, milden Tonsteinen, die nach oben immer mehr karbonatische Einschaltungen (Kalksteine) enthalten. Sind die Tonsteine sandig, führen sie — meist in Lagen angereichert — Versteinerungen, insbesondere *Dayia navicula*, zu denen noch Trilobiten und Brachiopoden treten. Zusammengeschwemmte Krinoiden-Lagen sind im höheren Teil häufig.

Offensichtlich liegt hier eine küstennahe Flachwasser-Ablagerung vor. Eine beckenrandferne Schwarzschiefer-Fazies wie in den Herscheider Schichten fehlt hier.

2.2.1.3 Die Grenze Silur/Devon und das Problem der kaledonischen Orogenese

Zwischen dem Ordoviz und dem Silur einerseits und dem Silur und dem Devon andererseits ist in anderen, gut aufgeschlossenen Gebieten der Erde die kaledonische Gebirgsbildung (Orogenese) in unterschiedlicher Intensität nachzuweisen. Nun liegen hier im Ebbe-Antiklinorium

auch vergleichbare Schichten vor, und es drängt sich die Frage auf, ob nicht die kaledonische Gebirgsbildung auch hier nachzuweisen wäre. Es fehlen aber die für die Beantwortung dieser Frage so wichtigen älteren, graptolithen-führenden silurischen Schichten, und so ist es keineswegs klar, ob diese Schichten einstmals überhaupt abgelagert worden sind, und wenn ja, ob sie nicht durch spätere, jungkaledonische Prozesse wieder entfernt worden sind, ob also diese Schichten primär fehlen. Daraus wäre nämlich zu schließen, ob hier die altkaledonische, also die zwischen Ordoviz und Silur gelegene Orogenese, vorhanden war, die das Gebiet der Ebbe zu einem Hoch- und Abtragungsgebiet umgestaltete, so daß silurische Schichten erst gar nicht abgesetzt werden konnten. Was sagen hierzu die Schichten an der Grenze vom Silur zum Devon im Ebbe-Gebirge?

Die silurischen Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten schließen sich eng an die unterdevonischen Hüinghäuser Schichten und sind mit den eigentlichen, graptolithen-führenden silurischen Schichten nicht verwandt — das sah schon SHIRLEY (1962). Die Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten treten in allen Teilsätteln des Ebbe-Antiklinoriums auf. Die besten Aufschlüsse sind noch immer die klassische Lokalität gegenüber dem alten Bahnhof von Hüinghausen sowie bei Köbbinghausen selbst. Die mit ihnen neuerdings verbundenen Ockrigen Kalke haben nun — ausweislich einer Conodonten-Fauna aus den gleichen Schichten des Remscheider Sattels (ZIEGLER 1962) — wiederum ein unterdevonisches (Gedinne-)Alter, im Ebbe-Antiklinorium wurde bisher eine nur wenig aussagekräftige Muschelfauna gefunden (TIMM 1981, WIESNER 1981). Seit langem ist aber zwischen beiden Schichten eine Lücke bekannt, wobei bisher offen blieb, ob es sich dabei um eine stratigraphische oder eine tektonische handelt — diese Lücke könne aber auch die jungkaledonische Orogenese dokumentieren. Im Ebbe-Antiklinorium war bisher nur bekannt, daß die „ockrigen Kalke und Mergel“ mit einer Störung an die „liegenden Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten“ stießen (BEYER 1952: 12). In dieser Störung kann sich einerseits eine bedeutende, die kaledonische, aber auch eine unbedeutende, variszische Lücke verbergen. Da TIMM (1981: 171) zwischen der Fazies der (silurischen) Köbbinghäuser *Dayia*-Schichten und der der (Gedinne) Ockrigen Kalke keine prinzipiellen Gegensätze sieht und sie deshalb auch zu den Himmelert-Schichten zusammenzog, dürfte die Lücke wohl kaum eine größere, orogen bedingte Sedimentationsunterbrechung beinhalten.

Faziell anders liegen jedoch die Verhältnisse, vergleicht man die silurisch-unterdevonischen Himmelert-Schichten mit den ordovizischen Herscheider Schichten. Zwar vermutet Timm (1981), daß es auch hier keine wesentlichen Gegensätze in der geographischen Land/Wasser-Verteilung und damit in der Sedimentation zwischen den ordovizischen Herscheider Schichten und den silurisch-unterdevonischen Himmelert-Schichten gäbe, ja die Verhältnisse bis in das späte Mitteldevon hinein auch recht ähnlich blieben, doch sprechen einige Indizien für eine spezifische Differenzierung des silurisch-unterdevonischen Ablagerungsraumes, die dann im weiteren Unterdevon sich stärker veränderte. Hierzu lassen sich Hinweise aus Untersuchungen an unterdevonischen Geröllen der Nordhelle (Ebbe-Gebirge) ablesen: Man muß mit einem kristallin-führenden Abtragungsgebiet rechnen (GRABERT & STADLER 1981).

In diesen Konglomeraten wurden Metamorphite und Vulkanite sowie Spat- und Roteisenstein (FeCO_3 bzw. Fe_2O_3) nachgewiesen, die im Rheinischen Gebirge bisher unbekannt waren. Einerseits fordern die relativ harten Metamorphite und Quarze einen weiten Transport, vielleicht von der Mitteldeutschen Schwelle (BRINKMANN 1948) oder dem Brabanter Massiv her, andererseits können die beigemischten Hämatite (Fe_2O_3) sowie die als Weichgerölle transportierten Vulkanite keinen weiten Transport vertragen, müßten also aus der Umgebung stammen. Ein aufgefaltetes Kristallin mit einem hämatitischen Eisenerz und Vulkaniten deute auf eine kaledonische Gebirgsbildung. Dafür sprächen noch andere Beobachtungen:

— Im nördlichen Teilsattel des Ebbe-Antiklinoriums ist im Bereich der TK 25 Herscheid ein um etwa 20 von der variszischen Richtung abweichendes Achsenstreichen festzustellen. Die statistischen Maxima der Faltungsrichtungen sind relativ scharf ausgebildet. Dies entspräch-

che den Verhältnissen im Hohen Venn (RICHTER 1961). Dort zeigt das kaledonische Stockwerk ein Ostwest-Streichen, während das variszische eine SW-NE-Richtung aufweist. Als eindeutig und daher beweisend gilt diese Beobachtung jedoch auch wiederum nicht.

- Aufgearbeitete Gangquarze bilden in den Paseler bzw. in den ehemaligen Rimmert-Schichten Konglomerate mit zum Teil sehr schlecht gerundeten Komponenten. Ein weiter Transport dieser Gerölle wäre demnach ebenfalls auszuschließen. Möglicherweise kommt dafür als Liefergebiet der kaledonisch gefaltete Ebbe-Sattel in Frage. Doch zwingend ist dieser Schluß keineswegs. Die Gangquarze können auch im Zusammenhang mit dem starken unterdevonischen (sauren, quarzreichen) Keratophyr-Vulkanismus gesehen werden.
- Der unterdevonische Keratophyr-Vulkanismus könnte als subsequenter Magmatismus einer vorangegangenen, stärkeren, also kaledonischen Orogenese aufgefaßt werden.

Gegen eine besonders starke Faltung im Ebbe-Gebirge sprechen andererseits beachtenswerte Beobachtungen: Nirgends sind nämlich dort größere Winkeldiskordanzen oder sichere Anzeichen einer Transgression im entscheidenden Profilschnitt zwischen dem ordovizischen Oberen Tonschiefer-Horizont (Caradoc, vielleicht noch Ashgill) und den basalen Hüinghäuser Schichten aufgefunden worden. Allerdings muß berücksichtigt werden, daß sowohl in den Köbbinghäuser Schichten als auch in den Ockrigen Kalken Schwarzschiefer verbreitet sind; die Mehrzahl aller Transgressionen erfolgt nämlich als Schwarzschiefer (DEGENS et al. 1981: 10—11). Ein Transgressionskonglomerat, wie an der Basis der Gedinne-Abfolge im Hohen Venn, ist im Ebbe-Antiklinorium nicht vorhanden.

So hat es vielmehr den Eindruck, als hätten die im Norden ablaufenden gebirgsbildenden Kräfte der kaledonischen Orogenese im Ebbe-Gebirge zwar die Sedimentation durch gelegentliche Unterbrechungen und Fazies-Veränderungen beeinflußt, aber keine nennenswerte Verschiebung in der damaligen Land/Wasser-Verteilung veranlaßt. Das Ebbe-Gebirge war und blieb in einem küstennahen Ablagerungsraum.

2.2.2 Das Devon

Mit den Hüinghäuser Schichten der Gedinne-Stufe (Unteres Unterdevon) sind im Ebbe-Antiklinorium die tiefsten unterdevonischen Schichten des Rheinischen Gebirges aufgeschlossen. Auch diese sind, wie die ordovizischen, durch Flachwasser-Absätze geprägt, nur gewinnen zunehmend ständige Umlagerungsvorgänge längs der im Norden gelegenen Küste des kaledonisch entstandenen, nahe gelegenen Oldred-Kontinentes an Bedeutung, die ihre typische „rheinische“ Entwicklung (Kap. 2.1) dann im Unter- und Mitteldevon erreicht.

Für die kommende Devon-Zeit ist nun hier im zentralen Teil des rheinischen Gebirges ein breiter Deltafächer eines oder mehrerer größerer Flußsysteme nachzuweisen (JUX 1971). Diese geographische Situation hat relativ lange, bis in die höhere Givet-Stufe hinein bestanden. Dabei hat die Einschüttung terrigenen Materials über den Deltakörper die Absenkung des Schelfbodens wieder ausgeglichen. Auf der einen Seite wurde so eine enorme Mächtigkeit — mehrere hundert, vielleicht sogar tausend Meter — gleichförmiger, aber auch sich rasch ändernder toniger bis sandiger Sedimente aufgehäuft, während auf der anderen Seite die Ablagerung ständig im Flachwasser-Bereich erfolgte.

2.2.2.1 Die Gedinne-Stufe

An der Basis des rheinischen Unterdevon steht die Gedinne-Stufe. Im Ebbe-Antiklinorium und im Remscheider Sattel beginnt sie mit den **Hüinghäuser Schichten**. Nachdem ihnen im Ebbe-Antiklinorium die tieferen Lagen, die Ockrigen Kalke, abgetrennt und mit den obersilurischen Köbbinghäuser Schichten zu den Himmelmert-Schichten zusammengeschlossen worden sind (TIMM 1981), bestehen die eigentlichen Hüinghäuser Schichten jetzt nur noch aus Ton- und Schluffsteinen; kalkige Einlagerungen fehlen. Diese führen eine reiche Fauna aus Brachiopo-

den, Muscheln, Orthoceraten und Ostracoden (DAHMER 1951; STOLTIDIS 1971) sowie auch Trilobiten (ALBERTI 1962; TIMM 1978, 1981).

Unmittelbar über den Ockrigen Kalken der Himmelert-Schichten folgen Tonsteine und Kieselgallen, in denen häufig der Trilobit *Acastella elsana* (R. & E. RICHTER) vorkommt. Ungefähr 15 m über den Lagen mit diesem Trilobit tritt eine weitere Art, *Acastella tiro* (R. & E. RICHTER), auf, welche die jüngeren, die Flaserschiefer der Hüinghäuser Schichten charakterisiert.

Die Flaserschiefer sind relativ sandig und kündigen die nachfolgenden Sandschüttungen der Bredeneck-Schichten an.

Die **Bredeneck-Schichten** sind eine neuere Bezeichnung für den Ebbe-Sandstein; sie lassen sich in eine untere und in eine obere Abteilung gliedern (siehe ZIEGLER 1970: 36 in den Erläuterungen zur GK 25 Plettenberg). Häufig tritt *Digonus roemeri* (DE KONINCK) auf, ein unterdevonischer Trilobit, doch ist ein *Digonus*-Pygidium auch schon in den Hüinghäuser Schichten (Zone der *Acastella elsana*) gefunden worden.

Die Bredeneck-Schichten verwittern meist „rostig“. Nur vereinzelt treten im oberen Teil noch Tonsteine auf, die dann gelegentlich eine „Brackwasser“-Fauna aus *Modiolopsis ekpempusa* FUCHS (vgl. SEMERAK 1981: Abb. 4) und *Pannaequina* führen. Damit nehmen die Bredeneck-Schichten eine Übergangstellung in der faziellen Entwicklung ein insofern, als sich in ihnen der Wechsel aus der marinen (*Digonus*) zur brackischen (*Modiolopsis*) Fazies vollzieht. Zusammen mit den Rotschiefer-Einschaltungen nimmt sie die ähnliche Fazies der in die untere Ems-Stufe zu stellenden Sieseler Schichten (ähnlich: Bensberger Schichten, Rimmert-Schichten partim) vorweg, für die die Muschel *Modiolopsis ekpempusa* typisch ist (HILDEN 1978). Die bemerkenswerteste Einlagerung in den Bredeneck-Schichten ist jedoch der subaquatisch abgelagerte saure Vulkanit, der meist als ein keratophyrischer Tuff abgesetzte sogenannte K₁-Keratophyr; er wird seitlich durch ein vulkanische Asche führendes Quarzkonglomerat vertreten. Die nachfolgenden **Bunten Ebbe-Schichten** entwickeln sich aus den Bredeneck-Schichten durch die Aufnahme roter Ton- und Schluffsteine. Grüne, gelegentlich auch graue und gelbbraune Tonsteine nehmen weitere Teile dieser Schichtenfolge ein. Mit dem Auftreten rotgefärbter Sedimente geht aber auch die Fossilführung zurück, und dies zeigt damit deutlich den von nun an beherrschenden Einfluß des nordwärts gelegenen Oldred-Kontinentes an. Die **Bunten Ebbe-Schichten** können als fast fossilleer gelten, und nur einige Pteraspiden-Reste [*Belgicaspis crouchi* (LANKASTER)] weisen auf brackisch-fluviatile Ablagerungsbedingungen hin. Durch diesen Fischrest ist aber auch das höhere, Ober-Gedinne-Alter nachgewiesen. Die bunten Ebbe-Schichten sind auch im Remscheider Satten (W. SCHMIDT 1954), bekannt, haben aber im Ebbe-Antiklinorium bei Plettenberg (ZIEGLER 1970) ihre wichtigsten Aufschlüsse.

2.2.2.2 Die Siegen-Stufe

Mit den Bunten Ebbe-Schichten setzt eine verstärkte Sandschüttung ein, die zu den Paseler Schichten der Siegen-Stufe überleitet. Paläontologisch ist diese Zuweisung nicht vollkommen gesichert, auch im Süden des Oberbergischen Landes, wo die äquivalenten Serien als Wahnbach-Schichten auftreten, ist die stratigraphische Gliederung (noch) nicht eindeutig genug. Während im Ebbe-Gebirge überhaupt oder fast gar keine Versteinerungen in den Paseler Schichten gefunden worden sind, sind die Wahnbach-Schichten wenigstens reich an Pflanzen (SCHWEIZER 1980), so daß die Hoffnung besteht, mit den in ihnen in Mengen enthaltenen Pflanzen-Sporen eine Gliederung durchführen zu können; erfolgversprechende Anfänge sind gemacht. Marine Versteigerungen, die eine weitergehende Parallelisierung erlauben würden, sind aber äußerst rar; das ergibt sich erst sehr weit im Süden, im klassischen Land der Siegerner Schichten, im Siegerland selbst, jedoch außerhalb des eigentlichen Oberbergischen Landes.

Die Paseler Schichten des Ebbe-Antiklinoriums sind Teil der früher als Rimmert-Schichten bezeichneten Folge (Vgl. ZIEGLER & HILDEN & LEUTERITZ 1968). Abgrenzung und Gliederung

der „Rimmert-Schichten“ war nämlich seit langem unbefriedigend, da zwar die Obergrenze mit der Überlagerung durch den Hauptkeratophyr stratigraphisch einigermaßen festgelegte, die Untergrenze hingegen niemals genau definiert war. Dadurch konnte es zu der längere Zeit vertretenen Auffassung einer „Rimmert-Transgression“ kommen (SCHRIEL 1936). Bei der Revisionskartierung im Bereich der Attendorner Mulde (ZIEGLER & HILDEN & LEUTERITZ 1968; ZIEGLER 1978) und des Ebbe-Antiklinoriums (DEGENS et al. 1981) stellte es sich jedoch heraus, daß eine deutliche Schichtlücke mit nachfolgender Transgression nicht vorhanden sei und andererseits dieser ehemalige Rimmert-Komplex auch gegliedert werden kann. Über den als Bunte Ebbe-Schichten bezeichneten rotschieferreichen Schichten der oberen Gedinne-Stufe ist dieser Rimmert-Komplex nun in eine untere Abteilung, die Paseler Schichten, und in eine obere, die Sieseler Schichten, zu gliedern. Wenn auch bisher beweiskräftige Fossilien nur in geringem Maße gefunden worden sind, so läßt sich, zusammen mit der in dieser Folge erkennbaren Konkordanz, feststellen, daß in den „Rimmert-Schichten“ Anteile an Siegen- und Ems-Ablagerungen stecken und keine Schichtlücke oder gar Transgression vorhanden ist. Dadurch wurde aber auch eine Neubenennung der Rimmert-Schichten notwendig.

Die **Paseler Schichten** liegen nach einem relativ raschen Sedimentationswechsel, jedoch ohne Sedimentations-Unterbrechung, auf den roten Ablagerungen der Bunten Ebbe-Schichten. Sie setzen sich aus einigen hundert Metern mächtiger graubrauner, klastischer Gesteine zusammen, wobei eine Vorherrschaft bestimmter Korngrößen nicht zu erkennen ist. Schluff- und Sandsteine fallen auf, doch ist der überwiegende Teil der Paseler Schichten als Tonstein entwickelt; grüngraue, gelegentlich auch lederbraun verwitternde Tonsteine sind häufig. Konglomeratische Einschaltungen sind hingegen selten, rote und grüne Tonsteine, wie in den Bunten Ebbe-Schichten oder in den nachfolgenden Sieseler Schichten, fehlen ganz. Die Paseler Schichten stellen sich somit als eine stark sandige Fazies zwischen zwei Rotschiefer-führenden Ablagerungen dar. Da eine solche Ausbildung anscheinend die Siegener Schichten (Siegen-Stufe) des Rheinischen Gebirges kennzeichnen, werden auch die Paseler Schichten in diese Stufe gestellt; ein paläontologischer Beweis steht noch aus. Im Bergischen Land werden die Paseler Schichten ungefähr durch die Wahnbach-Schichten vertreten.

Die **Wahnbach-Schichten** wurden von STEINMANN & ELBERSKIRCH (1929) erstmals beschrieben und ihre reiche Fauna und besonders ihre Flora vorgestellt. Sie sind gekennzeichnet durch einen raschen horizontalen wie auch vertikalen Wechsel von fein- bis mittelkörnigen, vielfach schräggeschichteten Sandsteinbänken und -linsen mit dunkelgrauen, olivbraun verwitternden Tonsteinen (Abb. 9). Flaserschichtung, die im Siegerland für die Rauhfäser der mittleren Siegener Schichten charakteristisch sind, fehlen meist in den Wahnbach-Schichten. Entsprächen die Flaserschiefer im Aueler Sattel bei Eitorf den mittleren Siegener Schichten, was E. SCHRÖDER (1969) vermutet, dann ergeben sich für die Wahnbach-Schichten eine Mächtigkeit von mehr als 3 000 m; darin sind noch nicht einmal die bis 100 m mächtigen Odenspieler Schichten einbezogen (GRIGO 1989).

Lithologische Kriterien sind aber noch niemals gute Beweise für stratigraphische Zuordnungen. So ist keineswegs geklärt, ob die Flaserschiefer im Aueler Sattel wirklich ein Mittelsiegen-Alter besitzen, und damit erhebt sich erneut die Frage, ob die Wahnbach-Schichten nicht auch noch tiefere Siegener Schichten vertreten und nicht nur auf das Obersiegen beschränkt sind. Man erhofft sich daher von den in ihnen enthaltenen Pflanzenresten, insbesondere von den vielen Sporen, eine deutliche Altersaussage.

Die Wahnbach-Schichten enthalten, besonders in ihrem westlichen Verbreitungsgebiet, sehr viele Reste oft gut erhaltener Pflanzen, z. B. *Zosterophyllum* (SCHWEITZER 1979) im Steinbruch nördlich von Algett im Jabachtal (TK 25 Lohmar R 88 980, H 34 930) und *Sciadophyton* STEINMANN am Schloß Herrenstein im Waldbröltal (CLAUSEN et al. 1965). Im östlichen Verbreitungsgebiet hingegen, im Oberbergischen Land nördlich der Sieg, ist eine brackische Fauna mit Modiolopsiden, *Rhenorenselaeria crassicoستا* (KOCH) und *Rh. demerathia* SIMPSON



Abb. 9: Sediment-Strukturen (Schrägschichtungen) in den Wahnbach-Schichten (obere Siegen-Stufe, Unterdevon) im Westert-Tal südlich von Waldbröl, TK 25 Waldbröl 5111, R 01 700, H 32 970.

häufiger, und Pflanzen treten zurück. Nur einmal, im Steinbruch an der Unkelmühle im Siegtal, ist ein auf marine Verhältnisse hindeutender Spiriferid (*Acrospirifer primaevus*) nachgewiesen worden (DAHMER 1952), ein Rest im Steinbruch südlich von Dellingen bei Morsbach. Damit nähert man sich aber schon im Osten dem marinen Faziesraum der Herdorfer Schichten.

Rhenorensseleeria crassicoستا (KOCH) ist rund 100 m unter der gesteinsmäßig zu fixierenden Grenze zwischen den rotschieferfreien Wahnbach- bzw. Odenspieler Schichten (der Oberen Siegen-Stufe) und den rotschieferführenden Külbacher bzw. Bensberger Schichten (der Unteren Ems-Stufe) nachgewiesen worden. Damit ist jedoch noch nicht die Grenze zwischen der Siegen- und der Ems-Stufe paläontologisch festgelegt, da Flora und besonders Fauna im delta-geprägten Ablagerungsraum begreiflicherweise stark auf Umwelteinflüsse (marine, brackische oder gar fluviatile Einschläge) reagieren.

Die **Odenspieler Schichten** sind der obere Teil der Wahnbach-Schichten; sie sind nicht immer entwickelt und stellen nur eine Sandstein-Abfolge an der Grenze zu den überlagernden Unterems-Schichten dar. Gelegentlich wurden sie auch als Liegendarkose bezeichnet und dann schon zu den unteremsischen Bensberger Schichten gestellt. Das genaue Alter wird erst durch sporologische Untersuchungen zu klären sein (VOLKMER 1984, 1985, 1988).

Es handelt sich bei den Odenspieler Schichten um meist dickbankige, selten plattige, dunkelgraue und vielfach kreuzgeschichtete Fein- bis Mittelsandsteine. Die eingeschalteten Ton- und Schluffsteine sind feinstreifig, dunkelgrau und von dünnen Sandstein-Bänken unterbrochen. Bunte Tonsteine, wie sie in den überlagernden Ems-Schichten charakteristisch sind, fehlen.

Die Fauna der Odenspieler Schichten ist spärlich und meist nur als Bruchstücke von Pteraspiden erhalten. Eine reiche Fundstelle ist aber — je nach der Abbausituation — im Steinbruch JÄGER bei Odenspiel (TK 25 Reichshof, ex Eckenhagen, R 10 640, H 45 600), übrigens der Typlokalität für die Odenspieler Schichten, aufgeschlossen. Von sog. kieferlosen (agnaten) Fischen sind bisher nachgewiesen worden: *Rhinopteraspis dunensis* (F. ROEMER), *Pteraspis rostrata* (AGASSIZ), *Drepanaspis gemundenensis* SCHLÜTER, *Hemicyclaspis purchisoni* (EGERTON) und *Cephalaspis* sp. An moderneren Fischtypen treten *Tiaraspis* sp., *Coccosteus cuspidatus* MILLER und *Porolepis* sp. auf; außerdem ist *Jaekelopterus* („*Pterygotus*“) *rhenaniae* JAEKEL, ein Eurypterid, gefunden worden.

Ziemlich unvermittelt setzen dann im Oberbergischen Land erneut Rotschiefer-führende Sedimente ein, mit denen das Unter-Ems beginnt. Die im Sauerland und dem Ebbe-Gebirge als Siegeler Schichten und im Bergischen Land als Bensberger bzw. Külbacher Schichten bezeichne-

te Gesteinsfolge wird wegen ihrer Überlagerung durch den Hauptkeratophyr weitgehend in die untere Ems-Stufe gestellt.

2.2.2.3 Die Ems-Stufe

Die Sieseler Schichten der unteren Ems-Stufe enthalten eine wechselhaft bunte Gesteinsfolge aus dunkelgrauen, gelegentlich sogar schwarzen, dann wiederum auch roten, grünen und grauen Tonsteinen, denen mittelkörnige, arkoseartige (also schlecht aufbereitete), lokal sogar konglomeratische Sandsteine eingeschaltet sind. Quarzite sind relativ häufig, auf sie gehen die „Rimmert-Quarzite“ des älteren Schrifttums zurück. Die gröberklastischen Einlagerungen sind niemals rotgefärbt. Im Streichen der Schichten tritt ein lebhafter Gesteinswechsel auf: Schichten keilen rasch aus und setzen ebenso rasch wieder ein.

Die auffälligsten Gesteine in den Sieseler Schichten sind — im Sauerland — die Keratophyr-Vulkanite, die jedoch in der Bergischen Fazies-Provinz der Bensberger bzw. Külbacher Schichten nicht auftreten bzw. durch keratophyrhaltige Konglomerate vertreten werden. In der Sandstein-Zone der Külbacher Schichten war ein derartiges Konglomerat bei Ufersmühle (heute in den Stauraum der Wiehl-Talsperre einbezogen) aufgeschlossen (GRABERT & HILDEN 1972: 44). Diese Vulkanite bzw. Konglomerate entsprechen dem k_3 -Vulkanismus des Sauerlandes.

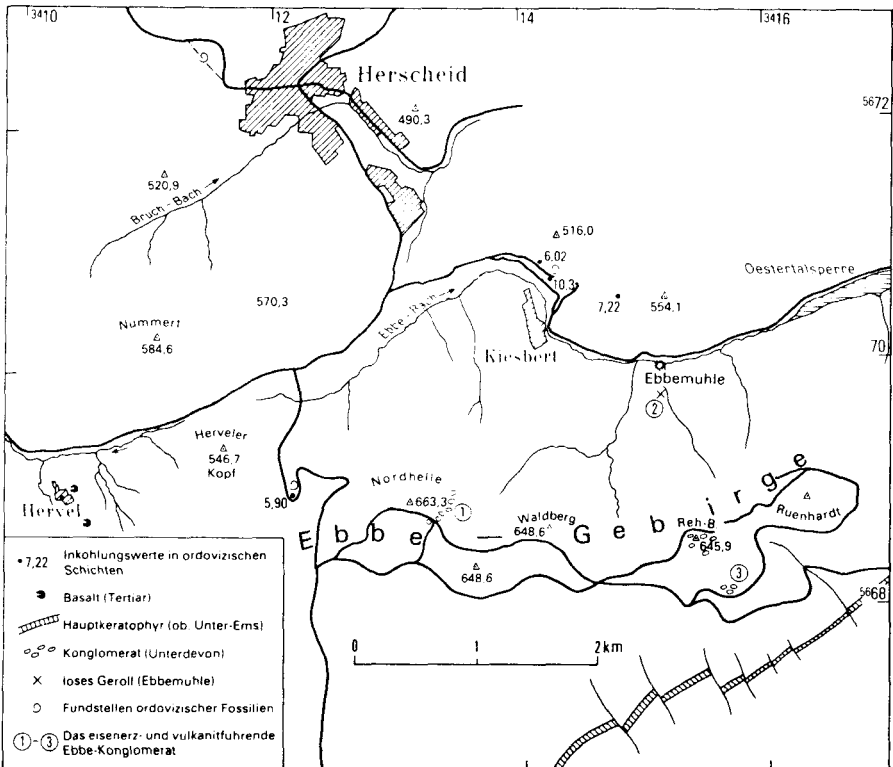


Abb. 10: Die Lage der Eisenerz führenden Konglomerate in den Sieseler Schichten (untere Ems-Stufe, Unterdevon) des Ebbe-Antiklinorium (aus GRABERT & STADLER 1981).

Sehr verbreitet sind solche Konglomerate im Ebbe-Gebirge; sie gruppieren sich dort um die Nordhelle (NN + 663,3) und den Rehberg (NN + 646,9) (Abb. 10). Sie sind stets keratophyrtalig, gelegentlich sehr grobkörnig, wenn auch meist gut gradiert, und anschließend nur sehr lokal ausgebildet. Sie zeigen gelegentlich eine ungewöhnliche, fast exotische Geröllführung.

Das Nordhelle-Konglomerat wurde bei Kabelverlegungen zwischen den beiden Fernsehmasten Nordhelle und Rehberg aufgeschürft. Es ist heute noch, wenn auch nicht mehr in so schöner Ausbildung, im Entwässerungsgraben des nach Norden herunterziehenden Weges östlich der Nordhelle anstehend.

Die konglomeratischen Schichten enthalten kanten- bis gutgerundete, jedoch meist schlecht sortierte Quarz- und Quarzit-Gerölle, doch führen sie an der Nordhelle zusätzlich noch eine exotische Fracht: hell- bis dunkelrote Eisenkiesel, Hämatit-Gerölle sowie Vulkanite basischer bis saurer Herkunft. Im Vorkommen südlich des Rehberges fehlen zwar die Eisenkiesel- und die Hämatit-Gerölle, doch sind dafür ganze Lagen aus keratophyrischen Tuffiten eingeschaltet. In den Aufschlüssen unmittelbar an der Nordhelle führen die Konglomerate neben der auffälligen Konzentration hell- bis dunkelroter Eisenkieselgerölle durch hohe Chlorit-Anteile intensiv grün gefärbte Gesteinsarten, die dem Konglomerat eine lebhaft bunte Farbe verleihen.

Wie dann die mikroskopischen Untersuchungen zeigten, sind aber nicht nur Eisenkiesel-Varietäten vorhanden, sondern auch Hämatite (Fe_2O_3), die als relativ große Gerölle vorliegen und das Gestein zusätzlich rot färben. Dabei gibt es alle Übergänge zwischen reinen Hämatit-Geröllen bis hin zu hellrötlichen Eisenkiesel-Lagen und Hornsteinen, die Hämatit in feinverteilter Form enthalten. Hämatit und Eisenkiesel entstammen genetisch einer Bildungsreihe; sie sind das Produkt einer vulkano-sedimentären Eisenerz-Lagerstättenbildung vom sog. Lahn-Dill-Typ. In der klassischen Region des Lahn-Dill-Gebietes tritt diese Vererzung zwar erst im Mitteldevon auf, doch ist dieser Lagerstättentyp keineswegs nur auf diesen Formationsabschnitt beschränkt, sondern kann überall dort auftreten, wo ähnliche Sedimentationsverhältnisse geherrscht haben, also auch im älteren Paläozoikum (oder gar im Präkambrium) (FANDRICH 1964, RÖSLER 1964).

Das Nordhellen-Konglomerat ist stark verfestigt und wird von feinen, mit Quarz-~~Eisenspat~~ (FeCO_3), häufig auch mit schuppigem Chlorit ausgefüllten Haarrissen und Klüften durchsetzt, die sogar die Quarz-, Quarzit- und Hämatitgerölle durchschlagen. Infolge der starken tektonischen Beanspruchung weisen die beigemengten Hämatite stets eine intensive Druck-Zwillingslamellierung auf. Als weitere Besonderheit treten detritische Martitkörner auf; Martit ist — meist durch thermische Einwirkung — zu Hämatit umgewandelter Magnetit (Fe_3O_4). Diese ehemaligen Magnetite zeigen unter dem Mikroskop stets ein Gitterwerk aus Martit, wobei die Zwischenräume oft ausgelaugt und die entstandenen Hohlräume durch Quarz ausgefüllt sind. Häufig weisen die Erzkörner ungewöhnlich breite Martit-Lamellen auf, die als Folge einer starken Hitzeeinwirkung gedeutet werden, wie sie etwa an der Oberfläche von Lavaströmen oder in Auswurfmengen anzutreffen sind, wo diese Magnetite einer nachträglichen Erhitzung in oxidierender Atmosphäre ausgesetzt waren.

Von weiteren Komponenten sind wegen ihrer Besonderheit und Bedeutung noch Turmalinfels-Gerölle zu erwähnen, die von einem metamorphen Kristallin herzuleiten sind. Sie bestehen aus idiomorphem Turmalin und Quarz und gleichen in Art und Struktur vollkommen denen, die aus Konglomeraten des Ober-Gedinne des Assmannshäuser Sattels (Taunus) und auch aus den Ardennen nachgewiesen worden sind. Die Turmalinfelse werden dort, im Taunus, von der Mitteldeutschen Schwelle hergeleitet (MEISL & EHRENBERG 1968). Ob die der Nordhelle auch von dort stammen, ist zu diskutieren; theoretisch können sie von jedem nahegelegenen Kristallin-Hoch stammen, so zum Beispiel auch vom Brabanter Massiv.

Turmalinfelse als Gerölle sind in den Konglomeraten des Rehberges ebenfalls nachgewiesen worden, außerdem ist hier ein stark siderithaltiges (Eisenspat) Konglomerat, das als loses

Stück am Fuße des Rehbergs gefunden wurde (2 in Abb. 10), bemerkenswert; es besteht aus unterschiedlich starken hämatisierten, gut gerundeten Siderit-Geröllen.

Die starke Konzentration der eisenoxid- und eisenkarbonathaltigen Gerölle der Nordhelle und des Rehberges, das Vorkommen wiederum erzfreier, jedoch stratigraphisch gleichalter Schichten in der Nachbarschaft, weist auf ein engbegrenztes, nicht weit entferntes Liefergebiet der klastischen, für einen weiten Transport aber zu empfindlichen Eisenerz-Bestandteil hin. Nun haben magnetische Messungen zur Abgrenzung des Siegerländer Spateisenstein-Revieres im Süden des Ebbe-Gebirges eine breite magnetische Anomalie (= magnetischer Störkörper) festgestellt, welche das normale magnetische Bild des rechtsrheinischen Gebirges stört (BOSUM et al. 1971). Da die Konglomerate neben Hämatit auch umgelagerte, zersetzte Magnetite, also magnetische Eisenverbindungen, enthalten, kann dieser in den paläozoischen Schichten in größerer Tiefe festgestellte magnetische Störkörper als Hinweis auf ein mögliches nähergelegenes Liefergebiet angesehen werden. Ob hier jedoch ein präkambri-sches Hoch oder ein altkaledonisch aufgefaltetes Altpaläozoikum vorliegt, bleibt offen — beide Annahmen können zutreffen.

Mit den Sieseler Schichten des westlichen Sauerlandes werden zeitlich die Bensberger Schichten des Bergischen Landes gleichgesetzt. Die von GRABERT & HILDEN (1969) im Oberbergischen Land aufgestellten Külbacher Schichten haben sich ebenfalls als gleichalt herausgestellt; sie bilden den Übergang von der westlichen (Bensberger Schichten) zur östlichen bzw. nördlichen (Sieseler Schichten) Entwicklung. Der Name „Külbacher Schichten“ könnte demnach entfallen.

Der Ems-Stufe des Bergischen wie des Sauerlandes sind die eingeschalteten Rotschiefer charakteristisch; mit diesen läßt sich sogar ein Vergleich mit den linksrheinischen Klerfer Schichten der Eifel wagen. Rotschiefer sind jedoch kein ausschließliches Kennzeichen für die untere Ems-Stufe, auch die Gedinne-Stufe führt, wie gesehen, solche in den Bunten Ebbe-Schichten. Und ähnliche Einschaltungen, wenn auch dann meist etwas karbonatisch, treten auch in der nachfolgenden Eifel-Stufe auf, z. B. in den Brandenburg-Schichten. Andererseits gibt es auch rotschieferfreie Schichten in der unteren Ems-Stufe. Generell kann daher nur gesagt werden, daß die Rotschiefer-Führung nach Norden, also in Annäherung an den sedimentliefernden Oldred-Kontinent, zunimmt, wie sich diese entsprechend nach Süden, also in Richtung auf das offene Meer hin, verliert und dann auch die Fossilführung zunimmt.

Im unteren Teil der rotgefärbten Schichtenfolge herrschen Ton- und Schluffsteine vor. Im oberen Teil nimmt dann das gröberklastische Korn zu und es verliert sich die Rotfärbung; ähnliches ist auch in den linksrheinischen Klerfer Schichten zu beobachten.

Die Bensberger Schichten lassen sich durch kompakte Sandstein-Bankfolgen in die durch einen 40–50 m mächtigen „Mittleren Sandstein“ getrennten unteren Rotschiefer von 110 m Mächtigkeit von dem oberen Rotschiefer (50 bis 100 m) gliedern (LEHMANN & PIETZNER 1979). Überlagert werden diese Schichten durch eine Sandstein-Folge, die Hangendarkose (JUX 1964), die ebenfalls den Bensberger Schichten zugerechnet wird und damit noch zur unteren Ems-Stufe zählt. Bisher waren alle unterdevonischen Schichten weitgehend frei von kaligen Absätzen [auf das Kalkstein-Geröll im Konglomerat von Ufersmühle (Külbacher Schichten) sei jedoch hingewiesen] (GRABERT & HILDEN 1972: Abb. 10). Das ändert sich jetzt relativ rasch, und diese Änderung wird begleitet von der beträchtlichen Aktivität des Hauptkeratophyr-Vulkanismus. Damit deutet sich ein Umbau des Ablagerungsraumes an insofern, als nun wieder ein stärkerer mariner Einfluß bemerkenswert wird: Das Deltagebiet zieht sich nach Norden zurück.

Der **Hauptkeratophyr** ist der bedeutendste Vulkanit des rechtsrheinischen Devon (hierzu auch BÖGER 1978, 1981; EISERHARDT & HEYKENDORF & THOMBANSEN 1981; FONSECA & FRIEDRICH 1986). Sein Ausbruchszentrum liegt im südlichen Sauerland, wo Mächtigkeit

ten dieses Vulkanites von über 250 m gemessen wurden (RIPPEL 1953: 420) (Abb. 11); er geht seitlich in Tuffe und Tuffite über und hat im Bergischen Land bei Overath mit einem lokalen Maximum seine westliche Verbreitung erreicht (SCHERP 1983). Das Verbreitungsgebiet umfaßt insgesamt mehr als 2 000 km². Quarz- und Felsitkeratophyre, Kristall- und Aschentuffe vertreten sich seitlich, kommen aber auch übereinander vor. Von einer zusammenhängenden vulkanischen Decke als Ausdruck einer einzigen Förderung kann aber nicht gesprochen werden. Der Vulkanit ist überwiegend untermeerisch abgesetzt worden und nur gelegentlich subaerisch (SCHERP 1983).

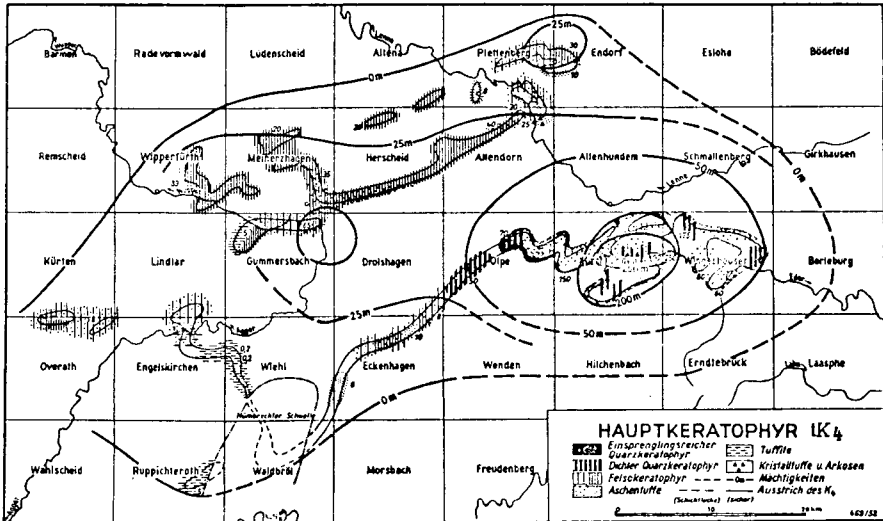


Abb. 11: Die Verbreitung und Mächtigkeit des Hauptkeratophyrs (k 4 = vierter keratophyrischer Vulkanit-Horizont) im rechtsrheinischen Gebirge (aus RIPPEL 1953).

Die Vorstellungen eines in einem Flachwassergebiet geförderten Vulkanismus ging nämlich bisher davon aus, daß dieser küstennahe Ablagerungsraum stets von Wasser bedeckt und niemals trockengefallen sei. In jüngerer Zeit mehren sich aber Untersuchungsergebnisse, die ein vorübergehendes, meist lokales Trockenfallen nicht mehr ausschließen: „Man kann nicht umhin, lagunäre wattartige Ablagerungsgebiete — sicherlich in der Nähe von Flußmündungen und Ästuare — anzunehmen“ (JUX 1971: 147). Auch im Ebbe-Sattel sind von NELKE & PÄTZOLD (1981) im Hauptkeratophyr Lagen mit konzentrisch-schaligen Lapilli gefunden worden, die nur beim Auswurf gebildet und dann subaerisch abgelagert worden sind. Schließlich weist auch die damalige Pflanzenwelt darauf hin, daß für längere Zeit ein Trockenfallen angenommen werden muß: Der Erstbesiedler *Sciadophyton*, der seine Wurzeln in Trockenrisse abgesenkt hatte, spricht eine deutliche Sprache für diese Vorstellung (REMY et al. 1980). Der Nachweis eines fossilen Trockenfallens ist aber in der Regel schwer zu führen und anhand der überlieferten Gesteine kaum festzustellen. WUNDERLICH (in: REINECK et al. 1970: 61 ff) weist darauf hin, daß eindeutig beweisende Erscheinungen in einem wattähnlichen Auftaubereich kaum erhaltungsfähig sind.

Erst der Nachweis „felsitisch dichter Quarzkeratophyrtuffe mit pisolithischer Textur, die als Schmelztuffe mit sphärolithischer Ausbildung gedeutet“ werden können (SCHERP 1983: 47)

lassen jetzt, zumindest für den westlichen Teil des rechtsrheinischen Gebirges, für das Bergische Land, Trockenfallen zu.

Entsprechend der paläogeographischen Verteilung in der küstennahen Schelfregion kann im Bergischen Land nämlich am ehesten noch mit Schmelztuffen gerechnet werden; im Sauerland, wo eine Verbindung zur meeresoffenen herzynischen Fazies und damit auch zu größerer Wasserbedeckung vorhanden gewesen sein mag, wird man weniger mit subaerischen Vulkanablagerungen rechnen können.

Das schließt jedoch nicht aus, daß auch dort bei der weit größeren Mächtigkeit des Hauptkeratophyres — z. T. über 100 m — die Vulkanite möglicherweise lokal über den Meeresspiegel herausgeragt haben.

Mit Hilfe des Hauptkeratophyres ist eine zeitorientierte Gliederung der unterdevonischen Schichten des rechtsrheinischen Gebirges möglich (ZYGOJANNIS 1971; HAAS & TIEDE 1970; BÖGER 1978, 1981); er trennt die rotschieferführenden Schichten der Bensberger bzw. Sieseler Schichten von den fossilreichen, karbonatischen Remscheider Schichten, und er markiert, jedenfalls für die lithostratigraphische Gliederung, auch die Grenze zwischen der unteren und der oberen Ems-Stufe. Daß diese Grenze nicht ganz mit dem Hauptkeratophyr zusammenfällt, zeigen Oberems-Fossilien, die noch wenige Meter unter ihm gefunden worden sind (ZYGOJANNIS 1971). Der dies anzeigende Aufschluß liegt im Eisenbahn-Einschnitt gegenüber vom Haus Ley bei Ränderoth (TK 25 Engelskirchen, R 012 50, H 50 490) (vgl. JUX 1983: 45; auch ZYGOJANNIS 1971 und Abb. 12).

Die **Remscheider Schichten** bestehen vorwiegend aus dunkelgrauen bis graubraunen, vielfach etwas sandigen und karbonathaltigen Tonsteinen; Toneisenstein-Einschaltungen sind meist lagenförmig eingebettet. Auch hier sind noch einige Rotschiefer-Packen vorhanden, die nach Süden und Osten ab-, nach Norden jedoch zunehmen. Eine weitere Tendenz ist auffällig: Im Bereich des Remscheider Sattels, also weit im Norden, sind die Remscheider Schichten über 3 200 m mächtig, in der Ruppichterother Mulde hingegen nur noch gut 10 m. Diese letzteren reichen aber aus, um die bisher vielfach angenommene Schichtlücke zwischen dem Unter- und dem Mitteldevon („Hobräcker Transgression“ im Bereich einer Nümbrechter Schwelle: LORENZ 1941) zu widerlegen.

Die eigentlichen Grenzschichten an der Wende vom Unter- zum Mitteldevon sind im Sauerland die *Cultrijugatus*-Schichten und im Bergischen Land die **Hohenhöfer Schichten**. Letztere werden im westlichen Verbreitungsgebiet, dem Bergischen Land, in den unterdevonischen Anteil der Heisdorfer Gruppe und den mitteldevonischen Anteil der Laucher Gruppe unterteilt (LORENZ 1941), während dies im Sauerland nicht so deutlich ist (CARLS et al. 1972: 134). Eine gewisse Bedeutung hat die Beobachtung, daß *Paraspirifer cultrijugatus* (F. ROEMER) im unterdevonischen Anteil des Oberbergischen Landes nicht auftritt, hingegen reichlich im mitteldevonischen (SOLLE 1971).

Für das Oberbergische Land gibt es nur sehr wenige Aufschlüsse, welche diese Grenzschichten aufschließen, da die entsprechenden Schichten, wie schon gesagt, eine sehr geringe (10 m bei Ruppichteroth!) Mächtigkeit aufweisen. Außerdem können die Remscheider und die Hohenhöfer Schichten wegen ihres geringen Gesteinsgegensatzes nur selten gegeneinander abgegrenzt werden. Nur beim Einschalten von fossilführenden Kalksteinen (Heisdorfer bzw. Laucher Kalk) ist eine Trennung möglich. Zum Glück ist der entsprechende Heisdorfer Kalk — wenn vorhanden — durch seinen Eisengehalt, der dem Gestein eine rötliche Farbe verleiht, ausgezeichnet. Dieser konnte, weil er — des Eisens wegen — bevorzugt abgebaut worden ist, in der Ruppichterother Mulde zur Gliederung herangezogen werden. An dem schon klassischen Aufschluß am Sportplatz Schönenberg (TK 25 Ruppichteroth, R 01 520, H 35 100) ist der Heisdorfer Kalk 1,2 m mächtig (ZYGOJANNIS 1971: 56). Er kann aber anderenorts im Oberbergischen Land bis auf 6 m anschwellen. Auch im Bahneinschnitt gegenüber Haus Ley bei Rün-

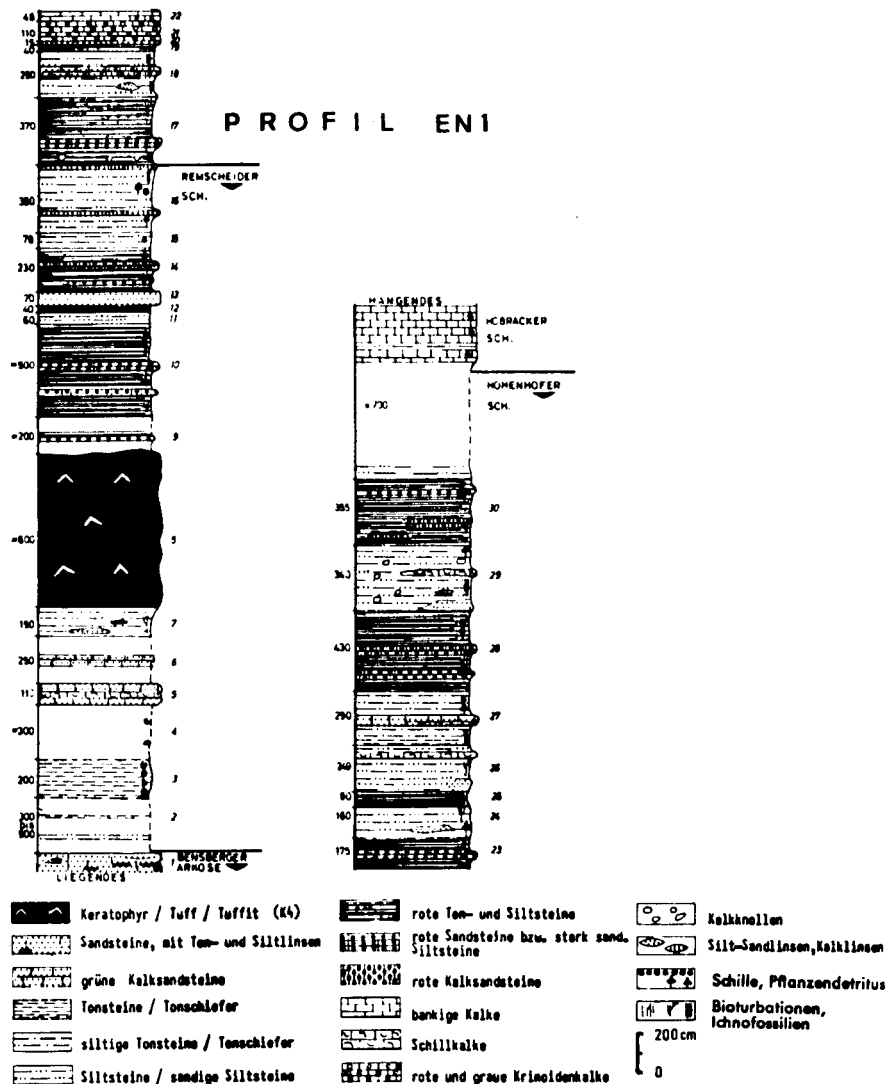


Abb. 12: Das Richtprofil EN 1 für die Remscheider Schichten und für den Hauptkeratophyr (Ems-Stufe, Unterdevon) im Bahneinschnitt gegenüber Haus Ley bei Runderoth, TK 25 Engelskirchen 5010, R 01 250, H 50 490 (aus ZYGOJANNIS 1971).

deroth (TK 25 Engelskirchen, R 01 250, H 50 490) wird eine geringmächtige Ton- und Schluffstein-Folge von 6,75 m durch einen 1,10 m mächtigen roten (eisenschüssigen), spätischen Kalkstein mit Krinoiden und wenigen anderen Versteinerungen abgeschlossen.

2.2.2.4 Das Mitteldevon

Das Mitteldevon gliedert sich in eine untere Abteilung, die Eifel-Stufe, und in eine obere, die Givet-Stufe. Es ist ausgezeichnet durch kalksteinhaltige, sehr karbonatreiche, sandig-tonige Sedimente mit eingeschalteten größeren Kalk- und Sandstein-Lagen. Das Mitteldevon ist, besonders in seinen Tonsteinen, örtlich oft sehr fossilreich.

Die Sedimente des Mitteldevons sind in einer küstennahen Lage abgesetzt worden, und man hat sie, bevor ihre Gliederung gelang, als „Lenneschiefer“ zusammengefaßt (SPRIESTERS-BACH 1942). Die — gesteinsbedingte — Gliederung gelang erst durch die — nicht immer — vorhandenen Sandstein-Einschaltungen, die gelegentlich und örtlich zu großer Mächtigkeit anschwellen (Mühlenberg- und Unnenberg-Schichten bzw. -Sandsteine), sowie durch die immer wieder neu auftretenden lokalen Sandsteinlagen geringerer Mächtigkeit, z. B. die Sandstein-Zone (M. RICHTER 1921, 1922a u. b; GRABERT 1970) in den überwiegend tonigen Horbräcker Schichten. In der Givet-Stufe wird die tonige Schichtenfolge (= „Lenneschiefer“) als Honselers Schichten bezeichnet.

Eine weitere, sehr karbonatreiche Entwicklung, wie sie besonders im linsrheinischen Ablagerungsraum der Eifel vorhanden ist („Eifeler Kalk“ der dortigen Kalkmulden) erreicht nur vereinzelt den oberbergischen Ablagerungsraum. Eine gesteinsbezogene („lithologische“) Parallelisierung zwischen Eifel und Oberbergischem Land ist nur selten möglich und bisher eigentlich nur für die Grenzschichten vom Unter- zum Mitteldevon (LORENZ 1941) sowie — weiter höher — für die Grenzschichten zwischen der Eifel- und der Givet-Stufe (SCHMIDT & TRUNKO 1965) durchgeführt worden. LORENZ (1941) gelang die Parallelisierung der *Cultrijugatus*-Schichten des Sauerlandes mit den Heisdorfer (unterer Teil) und den Laucher Schichten (oberer Teil) der Eifel. Da die Übereinstimmung jedoch nicht exakt genug festgelegt werden konnte, spricht LORENZ vorsichtigerweise von der Heisdorfer bzw. Laucher Gruppe statt von den (sicheren) Heisdorfer bzw. Laucher Schichten; dieser vorsichtigen Betrachtung wird nachfolgend stattgegeben.

Innerhalb der eigentlichen Eifel-Stufe des Oberbergischen Landes sind oft nur durch Zufallsfunde beweisfähiger Leitfossilien parallelisierungsgerechte Zeitmarken herzustellen. So ist der in den Wiehler Schiefer (Ohler Schichten) von Oberwiehl gefundene *Cyrtinopsis cf. brachyptera* (MAILLIEUX) typisch für die Ahrdorf- und Junkerberg-Schichten der Eifel. Einen Parallelisierungsversuch zeigt Tab. 3.

2.2.2.4.1 Die Eifel-Stufe

Die Eifel-Stufe ist im Norden des Oberbergischen Landes vorwiegend tonig ausgebildet und enthält ganz vereinzelt noch Rotschiefer-Einschaltungen. Nach Süden greifen zunehmend größere (und dann mit Namen belegte) Sandstein-Bankfolgen ein (Mühlenberg- und Unnenberg-Sandsteine bzw. -Schichten). Damit ist eine gesteinsbezogene, lithologische Gliederung möglich. Die Faunen sind von der Gesteinsausbildung abhängig und somit faziesgebunden.

Die **Laucher Gruppe** wurde von LORENZ (1941) nach Vergleichen mit äquivalenten Schichten der Eifel von dort in das Oberbergische Land übertragen und ersetzen — ungefähr — den oberen Teil der *Cultrijugatus*-Schichten, die sich wiederum im Sauerland ausscheiden lassen. Das Leitfossil *Paraspirifer cultrijugatus* (F. ROEMER) wurde bisher im unterdevonischen Anteil der Hohenhöfer Schichten, also in der Heisdorfer Gruppe, noch niemals gefunden, so daß ihr Auftreten für die Zuordnung zur Eifel-Stufe spricht (SOLLE 1971). Tritt dann als Glücksfall in einem *cultrijugatus*-führenden Aufschluß noch ein wichtiger Trilobit hinzu, der für die untere Hälfte der Laucher Schichten spricht, nämlich *Phacops (Pedinopariops) richterianus* STRUVE (Abb.

Stufe	E i f e l	Oberbergisches Land
G i v e t		Odershäuser Schichten
E i f e l	Freilinger Schichten Junkerberg-Schichten Ahrdorfer Schichten Laucher Schichten	Freilinger Schichten Selscheider Schiefer Unnenberg-Schichten Ohler / Wiehler Schichten Mühlenberg-Schichten Hobräcker Schichten Laucher Gruppe Hohenhöfer Schichten
E m s	Heisdorfer Schichten	Heisdorfer Gruppe

Tab. 3: Gegenüberstellung der Mitteldevon-Entwicklung in der Kalk-Eifel und im Oberbergischen Land.

13) — so geschehen bei der geologischen Landesaufnahme zur GK 25 Wiehl —, dann ist eine fast ideale Grenzziehung und Parallelisierung (vielleicht 10 m über der Grenze Unter- gegen Mitteldevon, innerhalb der kaum mehr als 15 m mächtigen Laucher Gruppe i. S. von LORENZ 1941) möglich (vgl. hierzu auch GRABERT 1975).



Abb. 13: *Phacops (Pedinopariops) richterianus* STRUVE 1970. — Laucher Gruppe (obere Hohenhöfer Schichten, Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon), Straßengraben bei Stockheim, TK 25 Wiehl 5011, R 97 800, H 44 640.

Der Übergang zu den nachfolgenden **Hobräcker Schichten** vollzieht sich langsam, ist aber gekennzeichnet durch die Zunahme größerer Sandmaterials, das sich gelegentlich, so in der Sandstein-Zone (M. RICHTER 1921) anreichern kann (Abb. 14). In den Mitteldevon-Mulden des Oberbergischen Landes schalten sich linsen- bis lagenförmige Kalksteine ein. So liegt an der Basis der Hobräcker Schichten der weit zu verfolgende Basiskalk, auch innerhalb der Hobräcker Schichten schalten sich Kalksteinlagen ein: Hobräcker Kalk, und abgeschlossen wird die Kalkstein-Führung durch den Grenzkalk, welcher die Hobräcker Schichten abschließt; über diesem Grenzkalk folgt meist der massive Sandstein der Mühlenberg-Schichten.



Abb. 14: Muldenschluß im Schönenberger Sandstein (Hobräcker Schichten, Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon), TK 25 Ruppichteroth 5110, R 01 800, H 34 950.

Die Tonsteine der Hobräcker Schichten enthalten nun viele Versteinerungen (SPRIESTERSBACH 1942); besonders reich sind sie in der Wiehler Mulde (Erl. GK 25 Wiehl und SCHMITZ 1974). Die Mächtigkeit der Hobräcker Schichten beträgt im Süden des Oberbergischen Landes 100—250 m und nimmt nach Norden auf 500 m zu.

Die Sandsteine der nun folgenden **Mühlenberg-Schichten** liegen mit einem relativ scharfen Kontakt auf den Tonsteinen — wenn der Grenzkalk entwickelt ist, auf diesem — der Hobräcker Schichten. Diese gröbere Sandschüttung hält nun längere Zeit an, wird aber immer wieder von tonigen Einschaltungen, in denen sogar Kalksteine eingeschaltet sind, wie das Riffkalklager der Wiehler Tropfsteinhöhle; meist haben dann die Tonsteine eine Fauna, die in den tieferen Mühlenberg-Schichten noch an die Hobräcker, in den höheren an die nachfolgenden Ohler bzw. Wiehler Schiefer erinnern; sie bilden die Hauptmasse der „Lenneschiefer“ im Sinne von SPRIESTERSBACH (1942).

Die Mühlenberg-Schichten bestehen aus plattigen bis bankigen, teilweise recht massigen Sandsteinen, die, meist schräggeschichtet, nur selten größere Schluff- und Tonstein-Einschaltungen enthalten. Damit besitzen sie aber eine wirtschaftliche Bedeutung, da sie als Bruchsteine (Sockel- und Verblendsteine) früher in vielen Steinbrüchen gewonnen wurden und noch heute werden (Abb. 15). Im frischen Zustand zeigen sie eine hellblaugraue Farbe, die bei einer stärkeren Verwitterung einen graugrünlischen bis gelbbraunen Ton annimmt.

Die Sandsteine der Mühlenberg-Schichten sind im Norden des Oberbergischen Landes, z. B. in der Gegend von Lindlar (vgl. weiter unten) geringermächtig entwickelt, schwellen aber nach Süden und Osten auf mehrere hundert Meter an, wobei sie aber stets größere Einschaltungen toniger Sedimente enthalten. Bei Wiehl beobachtet man in der Mühlenberg-Folge dann schon eine untere Sandstein-Zone, in der übrigens die weitaus größere Zahl der tätigen bzw. stillgelegten Steinbrüche liegen (die bessere Sandstein-Qualität scheint auf diese Zone beschränkt zu sein, in der oberen Folge treten keine größeren Steinbrüche auf; ähnliche Beobachtungen sind auch aus anderen Sandstein-Revieren, z. B. gerade bei Lindlar, festzustellen). Über der



Abb. 15: Mühlenberg-Schichten (Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon), Steinbruch bei Alperbrück im Wiehl-Tal, TK 25 Wiehl 5011, R 97 150, H 48 100.

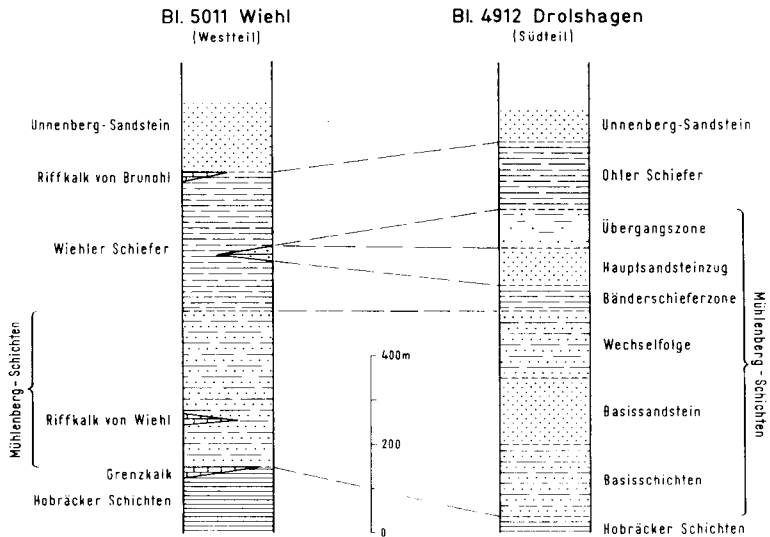


Abb. 16: Ein Vergleich der Mühlenberg-Schichten (Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon) aus dem Gebiet von Wiehl mit dem von Drolshagen (aus GRABERT 1970).

unteren Sandstein-Folge tritt eine tonschieferreiche Lage auf, die wiederum von einer weiteren, der oberen, Sandstein-Folge überlagert wird. Die eingeschalteten Tonsteine führen recht häufig Fossilien, die sonst in den Ohler Schichten häufig sind. Im Gebiet von Drolshagen lassen sich die Mühlenberg-Schichten gar in mehrere sandstein- und tonsteinführende Partien untergliedern, deren Parallelisierung mit Profilen aus Wiehl zwar noch gelingt (Abb. 16), mit solchen aus der Lindlarer Gegend nur schwer.

Der wirtschaftlich interessante Hauptsandsteinzug an der Basis der Mühlenberg-Schichten kann — z. B. bei Drolshagen — bis zu 100 m mächtig werden (GRABERT 1969, VOGLER 1977: 41).

Außer einigen wenigen, nicht aussagekräftigen Brachiopoden — insbesondere Rensselaerien — und Krinoiden sind die Mühlenberg-Schichten fossilarm, nur bei Lindlar liegen die inzwischen weltberühmt gewordenen Pflanzenfundstätten aus dem SCHIFFARTHschen Steinbruch (SCHWEITZER 1966). Die weitaus meisten Pflanzenreste stammen aus einer 3 x 4 x 0,6 m mächtigen Linse tonigen Sandsteins. Wichtigste, jedoch nicht nur auf diese Linse beschränkte Pflanze ist *Duisbergia mirabilis* KRÄUSEL & WEYLAND; eine Rekonstruktion zeigt Abb. 17.

In diesem Vorkommen zeigt sich die paläogeographische Lage der einzelnen Mühlenberg-Reviere: Pflanzen im Norden, also nahe dem sedimentliefernden Oldred-Kontinent, marine Faunen (Brachiopoden, Krinoiden) im Süden.

Nach der sandigen Folge der Mühlenberg-Schichten setzt sich wieder die tonige „Lenneschiefer“-Fazies durch: Die Mühlenberg-Schichten waren nur eine unterschiedlich sich zusammensetzende Sandschüttung innerhalb einer vorwiegend tonigen Abfolge. Diese tonigen Schichten führen im Norden gelegentlich sogar Rotschiefer; sie werden dort als Brandenburg-Schiefer bezeichnet. Sie gelten als lagunäre Absätze. Im Süden herrschen dann als tonige Absätze die marinen Selscheider Schichten, die sich wiederum in den Unnenberg-Sandstein und die Selscheider Schiefer gliedern. Zuunters liegen die Ohler Schichten, sie folgen den Mühlenberg-Schichten.

Die **Ohler Schichten** sind nun die versteinierungsreichsten Ablagerungen innerhalb der Eifel-Stufe und der Prototyp der „Lenneschiefer“. Die Versteinierungen liegen meist regellos, also nicht eingeregelt, jedoch schichtweise eingebettet, innerhalb der wenig gegliederten tonigen Folge. Das weitgehende Fehlen von Sedimentstrukturen, von Umlagerungserscheinungen und Kreuzschichtungen sowie das Fehlen einer Sortierung nach Korn- und Schalengröße deutet, zusammen mit den fast noch in Lebensstellung überlieferten trichterförmigen Bryozoen-Kolonien (z. B. *Fenestella* sp.) auf ruhige Wasserverhältnisse, jedoch bei guter Durchlüftung und guten Lichtverhältnissen, während der Faunen-Einbettung hin. Fein verteilter Pyrit /FeS₂) in einzelnen Lagen oder wolkenförmig verteilt ist ein Hinweis auf Faulschlamm-Ablagerungen und läßt auf eine geringe örtliche Durchlüftung in bestimmten Bereichen schließen. Das Leben spielte sich anscheinend weitgehend auf und nur wenige Zentimeter im organisch reichen Meeresboden ab.

Die Fauna ist reich an Arten aus den Brachiopoden-Familien Strophomenidae und Stropheodontidae; insbesondere kommen vor: *Leptaena rhomboidalis* WAHL., *Xystostrophia umbraculum* (SCHLOTHEIM), *Stropheodonta palma* (KAYSER) und *Protodouvillina interstitialis* (PHIL.). Besonders zu erwähnen sind *Gypidula montana* SPRIESTERSBACH und *Cyrtinopsis cf. brachyptera* (MAILLIEUX); letzterer erlaubte, wie schon erwähnt, eine Parallelisierung mit den Ahrdorf- und den Junkerberg-Schichten der Eifel (hierzu STRUVE 1965: 42—43). Die Fossilien liegen meist noch in Kalkschalen-Erhaltung vor.

Schon in den Ohler Schichten treten vereinzelt Hochseebewohner auf, die die Tendenz des zunehmenden Herzyn-Einschlages, der hier einsetzt und besonders in der Givet-Stufe zu verzeichnen ist, vorwegnimmt: der Nachweis eines Cephalopoden. Cephalopoden sind frei-

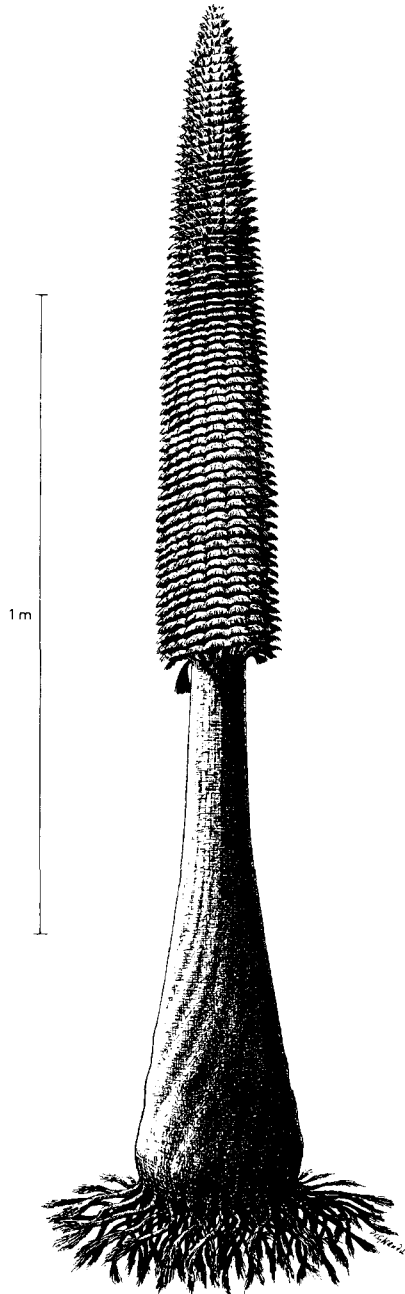


Abb. 17: *Duisbergia mirabilis* KRÄUSEL & WEYLAND 1929 (Rekonstruktion, aus SCHWEITZER 1966). — Mühlenberg-Schichten (Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon), Steinbruch SCHIFFARTH am Brungert bei Lindlar.

schwimmende Hochseebewohner, welche die Küste meiden. Nur nach dem Absterben können sie, da mit Gas (Luft) gefüllt, durch Wind und Wellenschlag passiv verdriftet werden und dadurch auch im Uferbereich stranden; hier konnten sie dann eingebettet und erhalten werden. Die Mächtigkeit der Ohler Schichten schwankt, je nach den sandigen Einschaltungen, zwischen 250 m im Süden (Wiehler Schiefer) und 150 m im Norden (Ohler Schiefer). Mit einem scharfen Kontakt folgen über den Ohler Schichten die sandsteinreichen Unnenberg-Schichten.

Die **Unnenberg-Schichten** bilden den Kern der Wiehler Mulde und umrahmen die Gummersbacher Mulde. Sie bestehen aus dünnbankigen bis plattigen, dunkelgrauen Schluff- und Sandsteinen, die selten Einzelfossilien enthalten, auf Schichtflächen jedoch gehäuft Pflanzenhäcksel und Krinoidenstielglieder führen. In einzelnen Horizonten machen sich subaquatische Rutschmassen bemerkbar, die als „Slumpings“ angesprochen werden und typisch für den Unnenberg-Sandstein zu sein scheinen; auf sie soll besonders eingegangen werden.



Abb. 18: Subaquatische Rutschmassen in den Unnenberg-Schichten (Eifel-Stufe, unteres Mitteldevon), Steinbruch Unnenberg bei Gummersbach, TK 25 Gummersbach 4911, R 03 140, H 58 880 (aus JUX 1960).

Die Mächtigkeit der Unnenberg-Schichten beträgt um 200 m. Subaquatische Rutschmassen, Slumpings, Wickelstrukturen sind in besonders schöner Form im Steinbruch beim Ort Unnenberg (TK 25 Gummersbach, R 03 140, H 58 800) — übrigens der Typlokalität für die Unnenberg-Schichten — aufgeschlossen (Abb. 18). Es fällt auf, daß in dem lithologisch doch so ähnlichen Mühlenberg-Schichten bisher noch keine solcher Strukturen gefunden worden sind.

Die Bezeichnungen, mit denen diese Strukturen belegt werden, geben schon Hinweise auf ihre Entstehung. Als subaquatische Rutschungen werden sie als Zeugen einer untermeerischen Bodenunruhe gedeutet, wobei die Ursache offen bleibt. Sie sind jedenfalls während der Sedi-

mentation entstanden: Kaum verfestigte, sehr fein- und gleichkörnige Ablagerungen gerieten bei Wasserbedeckung ins Gleiten („Mass-gravity transport“), rissen bei schon geringer Hangneigung („gentle slope“) ab, rutschten („slumping“) und glitten dann, sich überholend und dabei sich einwickelnd (Wickelstrukturen) hangwärts, bis sie, zur Ruhe gekommen, sich als große Tropfen mit der Stirnseite in das unterlagernde Sediment eingruben.

Die Rutschkörper stellen mächtige, im Anschnitt elliptische Körper dar, die Fließwülste und -striemungen zeigen und in meist gestauchten und aufgebogenen Sedimenten des Unterlagers eingebettet sind. Die Körper sind meist langgestreckt und tropfenförmig (Abb. 19), die am Ende des Rutschkörpers mit einem Meter Dicke und bis zu zwei Meter Länge eine wesentlich größere Mächtigkeit aufweisen, als die normalen, oft nur wenige Zehner-Zentimeter starken Sedimentlagen, aus denen sie nach Abriß entstanden sind. Ist der Gleitvorgang zum Stillstand gekommen, legen sich über das eben entstandene, unruhige Sediment feinschichtige Ablagerungen, so daß diese Rutschkörper nur als eine unruhige, darüber hinaus auch seitlich geringermächtig werdende Schicht innerhalb einer ruhigen, durch Parallelschichtung gekennzeichneten Folge feiner Sandsteinlagen erscheint. So ist im Steinbruch bei Unnenberg zu erkennen, daß diese Folge noch innerhalb des Aufschlusses von maximal 3 m auf etwas mehr als 0,5 m zurückgeht (GRABERT 1971); der Steinbruch ist inzwischen teilverfüllt. Eine Auflösung dieser Rutschmassen in ein „brekziöses“ Gewirr („turbidite“) ist noch nicht beobachtet worden und anscheinend hier auch nicht erfolgt. Daraus kann auf eine geringe Hangneigung geschlossen werden.

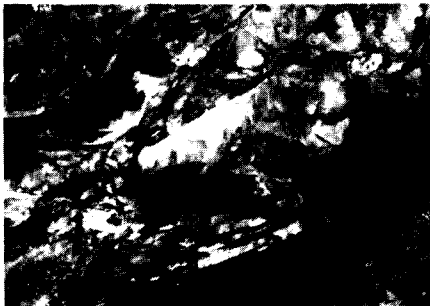


Abb. 19: Subaquatischer Rutschkörper (tropfenförmiger Gleitkörper) aus den Unnenberg-Schichten (Eifel-Studie, unteres Mitteldevon), TK 25 Gummersbach 4911, R 03 140, H 58 800.

Über die Ursachen solcher Strukturen kann nur spekuliert werden:

- Lokale Übersteilung eines an sich flachen, untermeerischen Hanges, bestehend aus sehr fein- und gleichkörnigem Sedimentmaterial, Abgleiten infolge Überlast (Schweregleitung = mass gravity transport),
- Unterschneidung eines untermeerischen Hanges durch Wasserströmung („Priele“),
- Erschütterungen der noch wassererfüllten, labilen Sedimente (hoher innerer Porenwasserdruck) an einem flachen Hang infolge geotektonischer Ereignisse (z. B. Seebeben, Vulkanismus).

Daß solche Ereignisse derartige Massenbewegungen auslösen können, zeigt das Erdbeben von 1929, das an den Gran Banks südlich von Neufundland soviel Sedimentmaterial in Bewegung setzte, daß die losgerissenen riesigen Trübströme („turbidity currents“) die Telegrafenkabel reißen ließ (vgl. HEEZEN & HOLISTER 1971, in: READING et al. 1978: 381—383).

Da innerhalb der Unnenberg-Schichten, vermutlich sogar auf einen Horizont beschränkt, solche Erscheinungen häufig auftreten, mithin zeitgebunden erscheinen, wird die letztere Deu-

tung für wahrscheinlich gehalten. Das ändert nichts an der Beobachtung, daß auch in anderen Schichten, z. B. in den *Rensselandia*-Schichten aus dem Lister-Tal, ähnliche Erscheinungen beobachtet worden sind — vielleicht haben sie eine ähnliche Ursache.

Im Bergischen Land werden die Unnenberg-Schichten mit den nachfolgenden **Selscheider Schiefer** zu den Selscheider Schichten zusammengefaßt; Selscheider Schiefer und Selscheider Schichten sind also nicht identisch. Erklärbar ist diese scheinbare Ungenauigkeit durch die Tatsache, daß die sandigen Unnenberg-Schichten — sie wurden daher auch früher als Unnenberg-Sandstein bezeichnet — ihren Sandgehalt so stark verlieren können, also diese Schichtenfolge ausfallen kann, daß sie ganz in die tonigen Selscheider Schiefer aufgehen und so zu den einheitlichen Selscheider Schichten werden. Im Oberbergischen Land sind aber die Unnenberg-Schichten stets vorhanden, ja sie erreichen hier ihre stärkste Entwicklung, so daß es hier zu dieser etwas unglücklichen Gliederung — Selscheider Schichten und Selscheider Schiefer — gekommen ist.

Die Selscheider Schiefer entwickeln sich im Oberbergischen Land ziemlich rasch aus den Unnenberg-Schichten, denn schon wenige Meter über den letzten Sandstein-Bänken treten die charakteristischen milden, lehm Braun verwitternden, dunkelgrauen Tonsteine auf. Diese sind sehr fossilreich und führen besonders häufig Bryozoen (Fenestelliden); im Gebiet von Gummersbach wurden sie daher von THIENHAUS (1940) als Crinoiden-Bryozoen-Schiefer ausgeschieden. Solche Gesteine sind bis in den Bereich der Lister-Talsperre nachgewiesen worden (GRABERT 1969). — Die Mächtigkeit der Selscheider Schiefer beträgt kaum mehr als 150 m. Noch zur Eifel-Stufe zu rechnen, aber von den nachfolgenden Odershäuser Schichten gemeinsam nicht abzutrennen sind die **Freilinger Schichten**; sie wurden paläontologisch von jenen abgetrennt (SCHMIDT & TRUNKO 1965).

2.2.2.4.2 Die Givet-Stufe

Mit dem Auftreten des Spiriferiden *Undispirifer undifer* (F. ROEMER) und — etwas später — mit dem Leitfossil für die Givet-Stufe, mit *Stringocephalus burtini* (DEFR.) wird im rheinischen Faziesbereich die Grenze zu den tieferen Schichten der Eifel-Stufe gezogen (SCHMIDT & TRUNKO 1965); bei dem relativ großen Fossilreichtum ist die Grenze im Oberbergischen Land eigentlich immer festzulegen. Dennoch hält man sich gern an gut sichtbare und erkennbare Gesteinsmerkmale, in denen Gegensätzliches gegeneinander steht, also z. B. mehr tonig-karbonatische Schichten gegen mehr sandige. Gerade dieses Gliederungsprinzip ist im Oberbergischen Land an der besagten Grenze von der Eifel- zur Givet-Stufe nicht deutlich genug durchzuführen, weil hier eine einheitliche tonige, schwach sandige Abfolge vorhanden ist, eben jene so indifferenten „Lenneschiefer“, deren Ausbildung beim Fehlen von Sandstein-Einschaltungen so ziemlich die ganze Eifel-Stufe umfassen kann.

Daraus ist zu schließen, daß sich keine wesentlichen Verschiebungen im System Festland — Küste — Meer ergeben haben. Nur regional schalten sich in diese tonigen Lenneschiefer große Sandschüttungen ein, die zu den Sandstein-Zonen (Mühlenberg- und Unnenberg-Schichten, später die Wiedenester und die *Rensselandia*-Schichten) werden. SPRIESTERSBACH (1942) hat dieses Gliederungsschema erstmalig erkannt. Es mag sein, daß der Karbonat-Gehalt in den Schichten der Givet-Stufe absolut etwas höher liegt als der in der Eifel-Stufe, denn die Kalkstein-Einschaltungen nehmen zu und finden dann im Massenkalk ihren Höhepunkt, aber das kann auch nur ein subjektiver Eindruck sein.

Trotz der noch als typisch angesprochenen rheinischen Fazies tauchen im Givet schon Faunenelemente auf, die dem herzynischen Faziesraum zuzuordnen sind. Diese aus der Hochsee stammenden Arten sind jedoch passive Eindringlinge, die infolge Winddrift und Wellenschlag passiv eingewandert sind und nach dem Absterben zur Küste hin, also in den rheinisch geprägten Ablagerungsraum hinein, transportiert wurden. Hierzu zählen die gekammerten, gasgefüllten Tentaculiten, eine die Hochsee bewohnende Schneckenart, und — wenn auch sehr selten

— die ebenfalls gekammerten und gasgefüllten Ammonoideen (THIENHAUS 1940, GRABERT 1980). Diese Einwanderer — oder besser gesagt: Eindriftenden — aus dem anscheinend nicht mehr so fernen Hochseebereich nehmen die Vorherrschaft jener Formen des nachfolgenden Oberdevon und Unterkarbon vorweg, wo die Hochsee mit ihrer Herzyn-Fazies weit über den bisher rheinisch geprägten Küstenbereich des Oldred-Kontinentes hinübergreift. Es handelt sich um eine Art der Transgression, des Vorgreifens des Meeres, wobei bei kontinuierlicher und konkordanter Sedimentation das Meer langsam in Richtung Küste vorgreift. Dieser Prozeß beginnt mit der Givet-Stufe.

Für das engere Oberbergische Land, also um das Gebiet um Gummersbach, sind die herzynisch beeinflussten Finntroper Schichten die normale Entwicklung; sie lassen sich in einen unteren, einen mittleren und einen oberen Teil gliedern. Der untere Teil umfaßt die Odershäuser und die Wiedenester Schichten, der mittlere die Grevensteiner und die *Rensselandia*-Schichten, und der obere Teil bildet den unteren, mitteldevonischen Anteil des Massenkalkes.

Die **Odenhäuser Schichten**, deren namensgebender Ort im Herzynischen Faziesbereich bei Bad Wildungen liegt, wurden bei der Erstaufnahme des Blattgebietes von Gummersbach (FUCHS & W. E. SCHMIDT 1928) noch als Gummersbacher Mergelschiefer bezeichnet. THIENHAUS (1940) übernahm diese Bezeichnung und definierte die Schichtenfolge durch die sie enthaltenden Versteinerungen. SCHMIDT & TRUNKO (1965) trennten dann von dieser Folge einen unteren Teil ab, der wegen seiner Fauna als Freilinger Schichten bezeichnet wurde und in die Eifel-Stufe zurückgestuft wurde.

Diese Abtrennung mag richtig und erforderlich sein, verwirrt aber dennoch, weil es dadurch nämlich Odershäuser Schichten im älteren Sinne, also im Sinne von THIENHAUS (1940) und einschließlich der damals noch nicht bekannten und abgetrennten Freilinger Schichten gibt, und Odershäuser Schichten im moderneren Sinne, also im Sinne von SCHMIDT & TRUNKO (1965) und damit ohne Freilinger Schichten. Nur nach der jüngeren Auffassung gehören die Odershäuser Schichten ganz in die Givet-Stufe.

Diese Abtrennung ist aber nur paläontologisch möglich, also nach dem Fossilgehalt. Nicht immer sind die fraglichen Schichten so gut aufgeschlossen, daß sie faunistisch in die Freilinger (Eifel-Stufe) und die Odershäuser Schichten i. e. S. (Givet-Stufe) aufzuspalten sind; gesteinsmäßig ähneln sie einander zu sehr. Nur wenn ein Riffkalk eingeschaltet ist, zu dem das „Riff von Lantenbach“ gehört, dann besteht die Möglichkeit einer scharfen Grenzziehung, die deshalb auch so wichtig ist, weil sie das Mitteldevon in die beiden Stufen, die Eifel- und die Givet-Stufe, unterteilt.

Die Untergrenze der Givet-Stufe wird markiert durch einen Riffkalk, das Riff von Lantenbach. Dieses (Abb. 20) ist schon lange Gegenstand wissenschaftlicher Forschungen (JUX 1980; JUX & MANZE 1978; GRABERT 1980; RÖDER 1984) und hat noch immer nicht seine Attraktion verloren. Die günstigen Aufschlußverhältnisse, auch bei hohem Wasserstand im Agger-Talsperrenbereich, lassen eine ganzjährige Betrachtung zu. Nicht umsonst gehört diess „Riff von Lantenbach“ (TK 25 Gummersbach, R 04 500, H 59 000) zu den wertvollsten geologischen Naturdenkmälern des Oberbergischen Landes (s. Kap. 4 in Teil 3); es ist jedoch nicht ohne die Aufschlüsse im Straßenanschnitt von Bredenbruch (R 04 450, H 58 660) und den nach Norden anschließenden Hohlweg (R 04 350, H 59 150) zu verstehen.

In dem erwähnten Hohlweg ist die Grenze zu den unterlagernden Selscheider Schichten — und damit die Grenze Eifel/Givet — durch Fossilien einigermaßen deutlich und auch durch Gesteinsgegensätze lithologisch festzulegen (ROUSHAN 1986).

Die Fauna des Straßeneinschnittes von Bredenbruch setzt sich weitgehend aus Brachiopoden zusammen, zu denen noch — selten genug — Trilobiten, Muscheln, Schnecken und kleine Einzelkorallen hinzutreten. Diese Fauna hatte sich im Schatten des Riffkörpers angesiedelt und

Abb. 21: Das Auflager feinsandiger Tonsteine der Odershäuser Schichten (untere Givet-Stufe, oberes Mitteldevon) auf das Stromatoporen-Riff von Lantenbach, Beispiel der Givet-Transgression, TK 25 Gummersbach 4911, R 14 500, H 59 000.

JUX & MANZE (1978: 328) begründen dieses Absterben mit der auch andernorts im unteren Givet einsetzenden Transgression. Das Riff ist also nicht in einem Flachmeer-Bereich durch erhöhte Sedimentzufuhr zugeschüttet worden und daher abgestorben, sondern vielmehr in zu große, für die Korallen zu ungünstige Meerestiefen geraten — die spärliche Herzynfauna dieser transgredierenden Tonsteine beweist das.

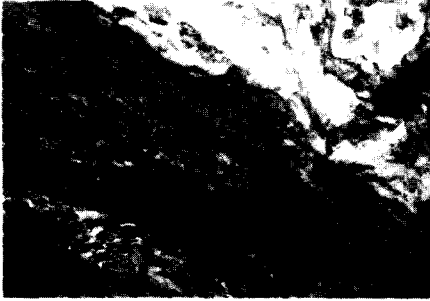
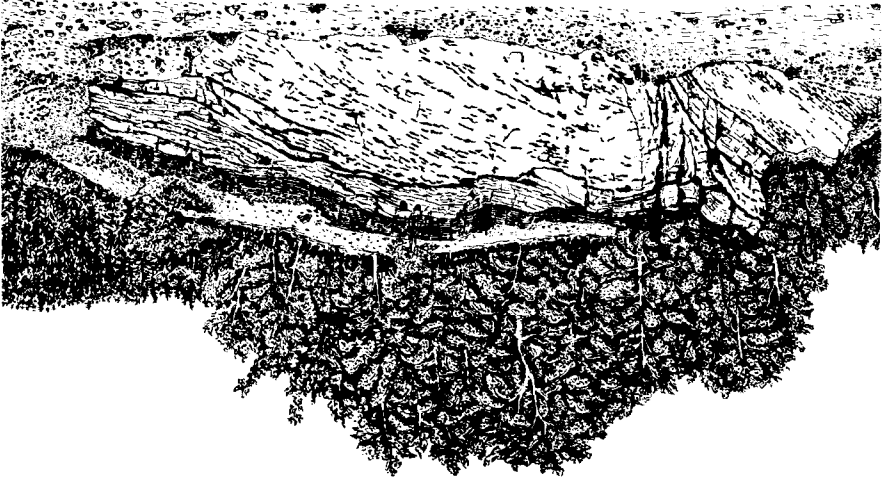


Abb. 20: Das Stromatoporen-Riff von Bredenbruch bei Lantenbach an der Agger-Talsperre, Grenze Eifel-Givet-Stufe (Mitteldevon), TK 25 Gummersbach 4911, R 14 500, H 59 000.

steht daher in enger Beziehung zum Korallenriff von Lantenbach. Typisch für diese Riffschichtenfauna ist — nach STRUVE (1965) — die Gattung *Schizophoria*, die relativ häufig gefunden worden ist. Diesen Faunenbereich, das Riffschatten-Milieu, nennt STRUVE (1963b) Brachipodetum, es ist also der Lebensraum der im Schatten des Riffes lebenden Brachiopoden (STRUVE 1963a). Über dem Riffkörper folgt mit einer scharfen Grenze ein schluffiger Tonstein, der das Riffachsen abrupt beendete (Abb. 21).



Die Auswertung der Fauna aus dem Brachiopodetum des Bredenbrucher Straßeneinschnittes hat ein eindeutiges Untergivet-Alter ergeben (RÖDER 1984). Damit rückt das mit ihm verknüpfte „Riff von Lantenbach“ an die Basis der Givet-Stufe, markiert mithin die Basis der Odershäuser Schichten i. e. S., also nach Abtrennung der Freilinger Schichten (Eifel-Stufe). Die über dem Riffkörper mit scharfer Grenze einsetzenden tonigen Schluffsteine (Abb. 20, 21) führen als Transgressionssedimente herzynische Faunenelemente Odershäuser Prägung. THIENHAUS (1940) spricht sogar aufgrund der vorkommenden Tentakuliten und Goniatiten schon von Ablagerungen des neritischen Bereiches des weitgehend offenen Herzyn-Meeress. Dennoch ist dieser Einschlag nur vorübergehend und verliert sich sogar noch innerhalb der nachfolgenden Hauptmasse der Odershäuser Schichten; sie gehören also weiterhin noch zum rheinische geprägten, küstennahen Bereich.

Die **Wiedenester Schichten** stellte THIENHAUS (1940: 26) erstmals auf. Unter dieser Bezeichnung faßte er gebänderte Tonschiefer aus dem Blattgebiet von Attendorn (HENKE & W. E. SCHMIDT 1922) mit Bänderschiefern (LOTZE 1928: 18) und Grauwackenschiefern (FUCHS & W. E. SCHMIDT 1928: 29) aus der Gummersbacher Gegend zusammen. Die feinstreifig-flaserige, oft jedoch dünn-schichtige bis ebenflächige Bänderung aus dunklen und tonigen sowie helleren und karbonatisch-schluffigen Lagen ist das unverwechselbare Kennzeichen dieser Schichten, das auch in kleinen Bruchstücken und als Lesesteine stets gut auszumachen ist und somit zur Identifizierung beiträgt. Der Fossilgehalt ist nämlich allgemein nicht so groß, wie er den älteren Schichten eigen ist, genügt dennoch zur Einstufung. Einschaltungen von Sandsteinen (= Grauwacken im Sinne älterer Beschreibungen) haben gelegentlich zum Abbau von Plattensteinen geführt (z. B. in den Steinbrüchen auf der Halbsinsel im Agger-Stausee); Riffkalksteine (= „Breuner Kalk“ im Gebiet um Lindlar) dienten der Kalkbrennerei als Rohstoff. Die wenigen Versteinerungen charakterisieren aber doch eine größere Nähe zum offenen Meere und dokumentieren damit wiederum den zunehmend stärkeren Einfluß des herzynischen Milieus, wie er auch schon in den (unteren) Odershäuser Schichten zu beobachten war.

Neben den von FUCHS & W. E. SCHMIDT (1928: 30) und THIENHAUS (1940: 29) genannten Fossilien sind noch weitere herzynische Elemente nachgewiesen worden. Bei einer gemeinsamen Exkursion nämlich mit Professor Dr. H. SCHMIDT/Göttingen im Jahre 1962 wurden im Bahneinschnitt von Wiedenest (TK 25 Drolshagen, R 06 625, H 54 800) neben dem wichtigen *Microcyclus praecox* auch Bruchstücke von Goniatiten, u. a. *Maenioceras*, gefunden. Diese Goniatiten machen nun, wenn auch nur als Eindriftende, den Herzyn-Einschlag deutlich. Weiterhin wurden als Herzy-Elemente *Buchiola aquarum* und Tentakuliten nachgewiesen.

Damit sind aber die Wiedenester Schichten, wie die vorangegangenen Odershäuser Schichten, keineswegs schon Ablagerungen des herzynischen Faziesbereiches; sie gehören weiterhin noch dem rheinischen Bereich zu. Die eingedrifteten Faunenelemente deuten eben nur — mit den feinlamellaren Bänderschiefern — auf starke, gleichgerichtete, über längere Zeit auch gleichbleibende Strömungs- und Ablagerungsverhältnisse aus dem herzynischen Faziesbereich hin. Somit kann man annehmen, daß keine sperrenden Barren zwischen dem offenen Meer und der Küste vorhanden waren.

Die nachfolgenden **Grevensteiner Schichten** sind im Oberbergischen Land meist schlecht aufgeschlossen und dann auch noch recht unscheinbar entwickelt, so daß sie, hätten sie nicht im benachbarten Sauerland eine größere Verbreitung (LOTZE 1928), außer Betrachtung blieben.

Der in den Wiedenester Schichten (und schon in den Odershäuser Schichten beginnend) vorhandene Herzyn-Einschlag tritt in den Grevensteiner Schichten wieder zurück. Nur Krinoiden-Stielglieder und *Gypidula galeata* (DALM.) können gelegentlich, dann aber sogar bankbildend, auftreten (THIENHAUS 1940: 31). An Gesteinen herrschen sandsteinhaltige Tonsteine vor (Flaserschiefer: vgl. LOTZE 1928: 23, THIENHAUS 1940: 31), ihre Mächtigkeit ist im Oberber-

gischen Land mit 50 bis 80 m relativ gering. Sie wurden daher auch früher zusammen mit den Wiedenester Schichten zur „Liegendzone der unteren Finntroper Schichten“ zusammengefaßt (vgl. FUCHS & W. E. SCHMIDT 1928: 29). Gelegentlich sind kleinere Riffkalk-Vorkommen eingeschaltet; sie enthalten eine rheinisch geprägte Stromatoporen-Fauna.

Mit den Sandsteinen der **Rensselandia-Schichten** setzt nunmehr wieder eine markante und wegen ihrer besonderen Sandstein-Qualität wirtschaftlich auch interessante Schichtenfolge ein. Der tiefere Teil dieser Schichten besteht aus gebänderten Sandsteinen mit vielen Ton- und Schluffstein-Lagen. Schrägschichtungen, Rippelmarken und gelegentlich auch Wickelstrukturen nach Art der suaquatischen Rutschmassen aus den Unnenberg-Schichten sind häufig und zeugen von einer unruhigen, wieder in Küstennähe sich abspielenden Sedimentation. Ein weiterer Hinweis auf Küstennähe sind Kalksteinlinsen, die reich an Trümmern von Schalentieren sind; insbesondere treten Brachiopoden und Muscheln, dazu noch Krinoiden, auf. Vollständige Individuen sind selten. Häufig sind interessanterweise Trilobiten-Pygidien (GRABERT 1969: 34, Erl. Blatt Drolshagen).

Ein schmales, meist geringmächtiges Band aus Tonsteinen mit einzelnen Kalkstein-Einschaltungen bis hin zu echten Stromatoporen-Riffen — ein solches war einst bei Gummersbach-Bernberg aufgeschlossen, das heute überbaut ist, vgl. Erl. Blatt Gummersbach — trennt die unteren von den oberen **Rensselandia-Schichten**. Diese Zwischenschicht ist relativ reich an *Rensselandia caiqua* (ARCH. & VERN.), so daß ihr auch die Bezeichnung *caiqua*-Zone oder -Schichten gegeben worden ist. Die darüber nun folgenden weiteren Sandsteine der oberen **Rensselandia-Schichten** bestehen aus den wirtschaftlich begehrteren kompakten, oft sogar kaum geschichteten und feinkörnigen blaugrauen Sandsteinen mit sehr geringen Ton- und Schluffstein-Einschaltungen. In diesen Sandsteinen sind nun die vielen Steinbrüche des Lister- und des Aggertales angelegt. Noch heute haben sie ihre wirtschaftliche Bedeutung nicht verloren.

Ein besonderes Kennzeichen der Sandsteine aus den **Rensselandia-Schichten** ist die oft intensive, ziegel- bis kardinalrote, violette Durchfärbung, die von den Kluft- und Schichtflächen aus in das Gestein eindringt. Dadurch ist das Sandsteinmaterial auch noch in kleinen Bruchstücken als aus diesen Schichten stammend zu erkennen. Da aber nun diese Violett- bis Rotfärbung bei den anderen mitteldevonischen Sandsteinen (Mühlenberg-, Unnenberg-Schichten) nicht auftritt, alle drei Sandstein-Komplexe jedoch gelegentlich im Bereich der tertiärzeitlichen Verwitterung, die mit einer Rotfärbung einhergehen kann, liegen, muß die Verfärbung der **Rensselandia-Sandsteine** gesteinspezifisch sein, also aus dem Gestein selbst kommen. Die Ursache ist jedoch bisher noch nicht bekannt.

Die heutige Verwitterung läßt die aus Sandsteinen gebildeten Höhen meist als höchste Erhebungen des Oberbergischen und des Sauerlandes — vom Ebbe-Gebirge einmal abgesehen — als Härtlinge stehen, modelliert sie aber, vermutlich wegen des recht hohen Karbonatgehaltes, zu rundlichen Formen und verschafft ihnen flache Hänge mit recht tiefgründigen, braungefärbten Böden.

In der Paffrather Mulde des Bensberger Gebietes sind über den dort entwickelten Honselers Schichten (Givet-Stufe) die kalkstein- und sandsteinführenden **Torringer Schichten** ausgebildet. Sie enthalten besonders gern Korallen *Disphyllum quadrigeminum* (GOLDF.) und den für die Givet-Stufe leitende Brachiopoden *Stringocephalus burtini* (DEFR.). Damit entsprechen die Torringer Schichten ungefähr dem unteren Anteil der Finntroper Schichten (= Odershäuser, Wiedenester, Grevensteiner Schichten), sowie dem oberen Anteil mit den **Rensselandia-Schichten** des Oberbergischen Landes.

Über den Torringer Schichten folgen bei Paffrath die Riffkalke bis Massenkalk der **Bücheler Schichten**. Charakteristisch für diese sind die oft noch in Lebensstellung versteinerten *Amphipora*-Rasen (Stromatoporen). Weitere wichtige Gesteinsbildner sind die block- bis flachförmig-

gen Stromatoporen-Polster. Leitend für diese Schichtenfolge ist der Brachiopode *Uncites gryphus* (SCHLOTH.).

In der Gummersbacher Mulde des Oberbergischen Landes ist mit den *Rensselandia*-Schichten das jüngste Glied der devonischen Abfolge erhalten geblieben; ob hier einstmals noch jüngere Schichten abgelagert worden sind, ist Spekulation. Es kann sich aber wie in der benachbarten Attendorner Mulde des westlichen Sauerlandes verhalten haben, wo noch jüngere Schichten aufgeschlossen sind: der mittel- bis oberdevonische Massenkalk, sodann — besonders in der Elspe Teilmulde — Ablagerungen des Unterkarbons und schließlich sogar noch solche, die das älteste Leitfossil des tiefsten Oberkarbon, den Goniatiden *Eumorphoceras pseudobilingue* BISAT, gebracht haben (HORN 1960).

Nach Conodonten-Bestimmungen durch ZIEGLER (in: KRONBERG et al. 1960) scheinen, was sonst nirgends beobachtet worden ist, in der Attendorner Mulde die Massenkalk-Ablagerungen noch bis in die oberdevonische Nehden-Stufe hinauszureichen (kleiner Steinbruch bei Trockenbrück, TK 25 Lennestadt). Neben dem mitteldevonischen Anteil (Givet-Stufe) umfaßt also der Massenkalk das gesamte tiefere Oberdevon mit der Frasn-Stufe.

Außerhalb des Attendorner Synklinoriums (= Attendorn-Elspe Doppelmulde) werden die *Rensselandia*-Schichten von einem geringmächtigen, grobkristallinen Kalkstein überlagert, der als *Actinocystis*-Kalk (W. F. SCHMIDT 1924) oder — moderner — als *Sparganophyllum*-Kalk (LOTZE 1928) bezeichnet wird. Er tritt zwar weitgehend horizontbeständig, doch meist nur in linsenförmigen Vorkommen auf.

An der Nordflanke des Remscheider Sattels, also schon recht weit vom Oberbergischen Land entfernt, ist der untere, noch mitteldevonische Anteil des Massenkalkes als **Schwelmer Kalk** (KREBS 1968) entwickelt und stellt einen 500 m mächtigen, bituminösen, dunklen, dickbankigen, teilweise sogar wulstig-flaserigen Kalkstein dar. Die Bildung solcher Sedimente fand während einer Phase langsamer und gleichmäßiger Absenkung statt. Dieser Schwelmer Kalk enthält riffbildende Stromatoporen sowie Korallenstöcke, die meist als Polster dem Untergrund aufsaßen. Andere Stromatoporen und Korallen, insbesondere *Amphipora ramosa* (PHILLIPS) bilden mit ihren verschlungenen Ästen ganze Bänke.

Während am Remscheider Sattel das Riffwachstum mit dem **Eskesberger Kalk** noch in die obere Givet-Stufe hineinreicht und sich sogar im **Dorper Kalk** des unteren Oberdevon (Aldorf-Stufe: Frasn) noch fortsetzt, hört die Riffbildung im westlichen Sauerland mit dem *Sparganophyllum*-Kalk auf. Nur einige wenige Riffbereiche werden noch zur oberen Givet-Zeit weitergebildet, die dann aber an der Grenze zum Oberdevon weitgehend absterben. Nur in der Elspe Teilmulde — Steinbruch von Trockenbrück — geht das Riffwachstum noch weiter und reicht in das Oberdevon hinein (Nehden-Stufe).

Nach KREBS (1968) umfaßt der Sammelname „Massenkalk“ faziell ganz verschiedene Einheiten, die ein Plattform-, ein Riff- und ein Kuppelstadium enthalten. Der Massenkalk des rechtsrheinischen Schiefergebirges kann daher in folgende Faziesseinheiten unterteilt werden (nach ZIEGLER 1978: 79):

Entwicklungsstadium	Faziesbezeichnung	alter stratigraphischer Name
Kuppe	Iberg-Fazies	Iberger Kalk
Riff	Dorp-Fazies	Dorper Kalk/Eskesberger Kalk
Plattform	Schwelm-Fazies	Schwelmer Kalk

Vorstehende Einheiten sind keine fest umrissenen biostratigraphischen Abfolgen, sondern Faziesseinheiten, die vom mittleren Mitteldevon bis zum tiefen Oberdevon in unterschiedlicher stratigraphischer Position, unterschiedlicher Ausdehnung und unterschiedlicher Mächtigkeit ausgebildet sind.

Seitlich wird der Massenkalk durch Flinzschiefer vertreten. Es handelt sich um eine fossilarme, dünne Kalksteinbänke führende Tonsteinfolge, die in einem ruhigen, tiefer gelegenen Meeresbereich abgelagert worden ist.

Die im Oberdevon dann abgestorbenen Riffkomplexe zerbrechen und werden untermeerisch aufgelöst. In den dadurch entstehenden Schlotten und Hohlräumen sammelt sich oberdevonischer Kalkschlamm der sog. *asymmetrica*-Zone (ZIEGLER 1965, 1970).

Anschrift des Verfassers:

Professor Dr. HELLMUT GRABERT, Haselbuschweg 5, D-4150 Krefeld

Zur Phylogenie der Archegoninae (Trilobita, Oberdevon-Perm)

GERHARD HAHN & CARSTEN BRAUCKMANN

Mit 2 Abbildungen und 3 Tafeln

Zusammenfassung

Die Unterfamilie der Archegoninae wird revidiert. Ihre Stammform ist *Waribole* (*Waribole*), von der aus sich alle übrigen Taxa der Phillipsiidae entwickelt haben. *W.* (*Waribole*) selber stammt wahrscheinlich von Formen ähnlich „*Proetus*“ *superstes* BARRANDE 1852 ab. Die Vertreter der Archegoninae können in vier Evolutions-Zweige gegliedert werden (siehe Abb. 1). Die Angehörigen des *Waribole*-Zweiges sind gekennzeichnet durch ihre konische, kurze Glabella, lange Augen-Deckel, keinen oder nur einen angedeuteten geraden Abschnitt ϵ - ξ an der Facial-Sutur, eine einfache Occipital-Furche und ein kurzes Pygidium. Die Formen des *Silesiops*-Zweiges sind nahezu oder vollständig blind; im übrigen verharren sie auf dem Evolutions-Niveau von *Waribole*. Die Taxa des *Archegonus*-Zweiges sind ausgezeichnet durch ihr gegenüber *Waribole* verlängertes Pygidium, die Tendenz zur Ausbildung von Zweig-Furchen an der Occipital-Furche sowie verkürzte Augen (kombiniert mit der Ausbildung eines deutlichen geraden Abschnittes ϵ - ξ an der Facial-Sutur). Im *Liobole*-Zweig werden die Zweig-Furchen zunächst zu Occipital-Loben umgeformt — bei *Cyrtoproetus* und seinen Verwandten —, schließlich entsteht daraus die Occipital-Solution — bei *Liobole* —, die durch seitliches Verlöschen der Occipital-Furche und der Zweig-Furchen gekennzeichnet ist. Die Archegoninae enthalten 24 Gattungen und Untergattungen, die vom Ober-Devon bis in das Mittel-Perm verbreitet sind. Taxa des *Archegonus*-Zweiges und des *Liobole*-Zweiges sind die wichtigsten Trilobiten in der Kulm-Fazies des europäischen Unter-Karbons.

Zusätzlich wird *Cyrtoproetus* (*Cyrtoproetus?*) *perrarus* n. sp. aus dem Aprathium von Hessen beschrieben. Diese Art ist nur durch ihren Holotypus, ein Cranium, bekannt. Sie unterscheidet sich von anderen Arten ihrer Untergattung vor allem durch den flachen Stirn-Saum und die Ausbildung einer dichten Körnelung auf der Schale, die bei anderen Arten von *Cyrtoproetus* unbekannt ist.

Summary

The subfamily Archegoninae is revised. Its central stock is *Waribole* (*Waribole*) from which the Phillipsiidae as a whole have derived. *W.* (*Waribole*) itself has probably evolved from forms similar to „*Proetus*“ *superstes* BARRANDE, 1852. The Archegoninae can be subdivided into four evolutionary branches (see text-fig. 1). The members of the *Waribole* branch are characterized by a conical glabella, long palpebral lobes, lack of or only oriental straight section ϵ - ξ of the facial sutures, a simple occipital furrow and a short pygidium. In the *Silesiops* branch, the taxa grow nearly or completely blind; otherwise, they remain on the *Waribole* level of evolution. The taxa of the *Archegonus* branch are characterized by a lengthened pygidium, the tendency to evolve branch furrows at the occipital furrow, and shortening of the eyes (combined with evolution of a distinct straight section ϵ - ξ of the facial sutures). In the *Liobole* branch, the branch furrows are transformed at first into occipital lobes — in *Cyrtoproetus* and its allies —, and finally — in *Liobole* — into an occipital solution which is distinguished by lateral

extinction of the occipital furrow and the branch furrows. The Archegoninae include 24 genera and subgenera which are distributed stratigraphically from the Upper Devonian to the Middle Permian. The taxa of the *Archegonus* branch and of the *Liobole* branch are the most important trilobites in the Lower Carboniferous Culm facies of Europe.

Additionally, *Cyrtoproetus* (*Cyrtoproetus?*) *perrarus* n. sp. from the Aprathian of Hessen is described. This species, known only by its holotype cranidium, differs mainly from other species of this subgenus by its flat anterior border and the presence of dense granules on its glabella which are unknown elsewhere in *Cyrtoproetus*.

Einleitung

In G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988a und 1988b wurde ein Überblick über die Phylogenie der Weaniinae und der Bollandiinae gegeben, wie sie sich nach den vorliegenden Fakten interpretieren läßt. Hiermit wird eine dritte Unterfamilie der Phillipsiidae entsprechend behandelt, die Archegoninae. Die zugehörigen Gattungen wurden anfangs den Proetidae HAWLE & CORDA 1847 zugeordnet (so in RICHTER & RICHTER 1926), ohne daß eine Untergliederung in Unterfamilien vorgenommen worden wäre. Eine solche wurde durch HUPÉ 1953 eingeführt; er errichtete die Unterfamilie der Cyrtosymbolinae, die u. a. Taxa der Cyrtosymbolinae s. str., der Archegoninae, der Weaniinae und der Cystispininae im heutigen Sinne enthält. Im „Treatise“ 1959 wird dieses Konzept im wesentlichen beibehalten. Den zu den Proetidae gestellten Cyrtosymbolinae stehen dabei die Phillipsiidae gegenüber, welche die große Mehrheit aller Karbon- und Perm-Trilobiten umfassen und in den Cyrtosymbolinae sensu HUPÉ wurzeln. Sie sind somit taxonomisch von ihrer Basis abgeschnitten. Um diesen unbefriedigenden Zustand zu überwinden, ist es entweder möglich, auf die Phillipsiidae als Familie zu verzichten und alle zugehörigen Unterfamilien an die Proetidae anzuschließen (so in HAHN & HAHN 1968), oder die Cyrtosymbolinae aus den Proetidae zu lösen und sie im Sinne einer stärker phylogenetisch ausgerichteten Systematik den Phillipsiidae zuzuordnen (so in HAHN & HAHN & BRAUCKMANN 1980). Wird dieser Weg eingeschlagen, so zeigt sich bald, daß in den Cyrtosymbolinae sensu HUPÉ die basalen Taxa mehrerer Unterfamilien der Phillipsiidae verborgen sind, die — wieder im Sinne einer phylogenetisch ausgerichteten Systematik — aus den Cyrtosymbolinae entfernt und den Unterfamilien ihrer Deszendenten angeschlossen werden können. Auf diese Weise wurden zunächst die den Cystispininae zuzuordnenden Taxa durch HAHN & HAHN 1982 abgetrennt, dann die zu den Weaniinae gehörenden Taxa durch OWENS 1983 und schließlich die Gattungen der Archegoninae durch G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984a. Die in diesem Sinn zu fassende Unterfamilie wird im folgenden behandelt.

Dank

Wir danken Herrn P. MÜLLER, Langenhahn im Westerwald, für die leihweise erfolgte Überlassung des Exemplares von *Cyrtoproetus* (*Cyrtoproetus?*) *perrarus* zur Bearbeitung.

Familie **Phillipsiidae** (OEHLERT 1886), G. HAHN & R. HAHN & C. BRAUCKMANN 1980
Unterfamilie **Archegoninae** G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984

* 1984 Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN, Tril. Berg. Land: 120—121.

Typus-Gattung: *Archegonus* BURMEISTER 1843.

Revidierte Diagnose. — Eine Unterfamilie der Phillipsiidae mit folgenden Besonderheiten: Glabella konisch bis zylindrisch (vgl. HAHN & HAHN 1975: Abb. 4), wenig bis mäßig stark gewölbt, den Stirn-Saum bei einigen Gattungen berührend, jedoch nicht bis zum Vorder-Rand des Cephalons ausgedehnt, bei γ mehr oder weniger deutlich eingeschnürt; Glabella Furchen (S1—S4) deutlich entwickelt bis reduziert. Occipital-Furche bei einigen Gattungen mit Zweig-Furchen bzw. Occipital-Ring mit Occipital-Loben oder Occipital-Solution. Augen bei den ursprünglichen Gattungen groß, in mehreren Evolutions-Linien verkleinert, selten völlig ge-

schwunden; gerader Hinter-Ast an der Facial-Sutur ϵ - ξ entsprechend der Augen-Größe fehlend bis lang. Wangen-Stacheln mäßig lang bis fehlend, terminal zugespitzt, nur selten aufgebläht. — Thorax zumeist mit 9, selten mit 8 oder 7 Segmenten. — Pygidium zumeist kürzer als das Cranium, mit 6—16 Rhachis-Ringen und 4—11 Rippen-Paaren; vordere und hintere Pleural-Bänder ähnlich entwickelt, zumeist zu Rippen verbunden.

Verbreitung: Vom Ober-Devon bis in das Mittel-Perm in Europa, Asien, Australien und Nord-Amerika.

Zugehörige Gattungen und Untergattungen: ?*Appendicysta* HAHN & HAHN & YUAN 1989, *Archegonus* (*Archegonus*) BURMEISTER 1843, *A. (Laevibole)* C. BRAUCKMANN 1982, *A. (Langgonbole)* KOBAYASHI & HAMADA 1973, *A. (Merebolina)* GANDL 1980, *A. (Phillibole)* RICHTER & RICHTER 1937 [incl. *Proetus (Semiproetus)* REED 1943 und *Cyrtosymbole (Macrobale)* RICHTER & RICHTER 1951], *Cyrtoproetus (Cyrtoproetus)* REED 1943, *C. (Crassibole)* GANDL 1980, *Hildaphillipsia* HAHN & HAHN 1972, *Liobole (Liobole)* RICHTER & RICHTER 1949, *L. (Diabole)* GRÖNING 1985, *L. (Panibole)* GRÖNING 1985, *L. (Sulcubole)* GRÖNING 1985, *Mirabole* OSMÓLSKA 1962, *Phillibolina (Phillibolina)* OSMÓLSKA 1968, *Ph. (Aprathia)* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1975, *Philliboloides* GANDL 1969, *Pseudospatulina* HAHN & HAHN 1968, *Silesiops (Silesiops)* CHLUPÁČ 1966, *S. (Chlupacula)* G. HAHN & WUNN-PETRY 1983, *Waribole (Waribole)* RICHTER & RICHTER 1926, *W. (Angustibole)* G. HAHN 1965, *W. (Latibole)* HAHN & HAHN 1969 und *Xenoboloides* C. BRAUCKMANN 1987.

Beziehungen: Siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984: 121 und im folgenden unter „Phylogenie“.

Phylogenie

Abb. 1

Die Archegoninae sind eine vor allem im Unter-Karbon verbreitete Trilobiten-Gruppe mit der Gattung *Archegonus* als Mittelpunkt. Diese alte Großgattung [sensu G. HAHN 1965: 236—237] sollte nunmehr zweckmäßigerweise in mehrere Gattungen aufgliedert werden, nämlich *Archegonus*, *Mirabole*, *Philliboloides* und *Waribole*; *Belgibole* G. HAHN 1963 und *Weania* CAMPBELL in CAMPBELL & ENGEL 1963 wurden aufgrund ihres Pygidium-Baus aus den Archegoninae völlig entfernt und zu den Weaniinae versetzt (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988a: 99—100, Abb. 1). Eine besondere Bedeutung kommt den Archegoninae dadurch zu, daß sie mit *W. (Waribole)* das ursprünglichste Taxon innerhalb der Phillipsiidae enthalten, von dem aus alle übrigen Unterfamilien dieser Familie abgeleitet werden können, und das zugleich zu der Ahnen-Gruppe, den Proetidae HAWLE & CORDA 1847, vermittelt. (Die Phillipsiidae werden hier als monophyletische Gruppe aufgefaßt, der die meisten Trilobiten des Karbons und Perms angehören. Ihr zugeordnet werden folgende Unterfamilien: Anujaspidinae BALASCHOWA 1960, Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984, Bollandinae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988 [= Permoproetinae HUPÉ 1953], Cummingellinae HAHN & HAHN 1967, Cyrtosymbolinae HUPÉ 1953, Cystispiniinae HAHN & HAHN 1982, Ditomopyginae HUPÉ 1953, Griffithidinae HUPÉ 1953, Linguaphillipsiinae HAHN & HAHN 1972, Phillipsiinae OEH-LERT 1886 und Weaniinae OWENS 1983.) In Anbetracht der relativ großen Anzahl an vorhandenen Taxa erscheint es zweckmäßig, die Diskussion um die Phylogenie der Archegoninae in mehrere Unterabschnitte aufzugliedern.

a. Die Herkunft der Phillipsiidae

Im Ober-Devon, vom Nehdanium an aufwärts, treten zahlreiche ursprüngliche Arten der Phillipsiidae auf, die im wesentlichen durch Symplesiomorphien gekennzeichnet sind: 1) Die Glabella ist kurz und wenig gewölbt, mit gut ausgebildeten Glabella-Furchen. 2) Das Präglabellarfeld ist lang (sag.). 3) Der Vorder-Abschnitt der Festwangen um β ist breit (tr.). 4) Die Augen sind groß bis mittelgroß und liegen weit hingen; ein gerader Abschnitt ϵ - ξ fehlt an der Facial-

Sutur. 5) Die Occipital-Furche ist einfach gebaut, Occipital-Loben und Occipital-Solution fehlen. 6) Das Pygidium ist kurz und segmentarm. 7) Die Rhachis-Ringe, auch der erste, zeigen keine Annular-Teilung. 8) Die Segment-Bänder der Pygidial-Pleuren sind zu Rippen verbunden; Vorder- und Hinter-Äste der Rippen sind mehr oder weniger gleichartig entwickelt. Unterschiede innerhalb der solchermaßen gekennzeichneten Taxa bestehen vor allem in der Form der Glabella: sie kann konisch geformt sein, flaschenhalsförmig, oder durch deutliche Abteilerung eines vorderen Lobus bereits die Tendenz zur geigenförmigen Gestalt erkennen lassen. Alle diese Arten wurden früher — so noch durch RICHTER & RICHTER & STRUVE im „Treatise“ 1959 — in die Gattung *Cyrtosymbole* gestellt. Heute, aus der Sicht einer stärker phylogenetisch ausgerichteten Systematik, werden sie auf 3 Gattungen aufgeteilt — *W. (Waribole)*, *C. (Cyrtosymbole)* und *Ps. (Pseudowaribole)* HAHN & HAHN 1967 —, deren jede an der Basis einer anderen Unterfamilie steht, der Archegoninae, der Cyrtosymbolinae und der Weaniinae. Die gemeinsame Wurzel aller dieser Formen, und damit die der Phillipsiidae insgesamt, ist innerhalb der Proetidae zu suchen. Zwei Vorschläge zur Ableitung der Phillipsiidae stehen derzeit zur Verfügung: OWENS 1983: Abb. 1 stellt *Lacunoporaspis* YOLKIN 1966 an die Basis der Familie, G. ALBERTI 1969: Abb. 34 leitet sie von *Cyrtosymboloides* G. ALBERTI 1967 ab. Im ersten Fall wurzeln die Phillipsiidae in den Proetinae HAWLE & CORDA 1847 bzw. Dechenellinae (sensu YOLKIN 1968), im zweiten Fall in den Cornuproetinae RICHTER & RICHTER & STRUVE 1959.

Ein Zusammenhang der ursprünglichen Phillipsiidae mit *Lacunoporaspis* ist unwahrscheinlich. Denn die Vertreter dieses Taxons zeigen sehr deutlich entwickelte Occipital-Loben und sind somit stärker abgeleitet als die Phillipsiidae (siehe YOLKIN 1968: Taf. 1 Fig. 1a, 2—3 und Abb. 4, sowie OWENS 1973: Taf. 4 Fig. 1a, 2—3, 9a, 11—13, 16—17 und Abb. 4). Bei den Phillipsiidae entwickeln sich Occipital-Loben erst im Verlauf des Karbons und dann auch nur bei einigen Gattungen. Wahrscheinlicher ist daher die Herkunft der Phillipsiidae von den Cornuproetinae. Die typischen Arten von *Cyrtosymboloides* selbst haben freilich nur noch 8 Thorax-Segmente (siehe Diagnose in G. ALBERTI 1967: 496—497). Die Anzahl der Thorax-Segmente ist somit stärker reduziert als bei den meisten Phillipsiidae (bei denen die meisten Gattungen 9 Thorax-Segmente haben), so daß auch hier ein direkter Zusammenhang erschwert wird. Bei „*Proetus*“ *superstes* BARRANDE 1852 aus dem Eifelium Böhmens besteht dieses Problem nicht, da diese Art 9 Thorax-Segmente hat. [Die systematische Stellung dieses Taxons ist uneindeutig, teilweise wegen der unzureichenden Erhaltung der Stücke. PŘIBYL 1949 stellt die Art zu *Cyrtosymbole*?, G. HAHN 1965 zu *Archegonus*? (*Waribole*?), G. ALBERTI 1969 zu *Cornuproetus (Macroblepharum*?), und ŠNAJDR 1980 zu *Cyrtosymboloides*.] In der Form der Glabella, der Anzahl von 9 Thorax-Segmenten, dem Umriß des Pygidiums sowie der Struktur der Pygidial-Rippen gleicht diese Art bereits weitgehend *W. (Waribole)*. Verschwiegen werden darf freilich nicht, daß in einem Merkmal ein deutlicher Gegensatz zu den frühen Phillipsiidae auch hier bestehen bleibt: „*Proetus*“ *superstes* zeigt wie viele Vertreter der Cornuproetinae einen gepolsterten und durch eine Furche deutlich abgesetzten Stirn-Saum, der bei den frühen Phillipsiidae fehlt. Ferner sind bei dieser Art die Glabella-Furchen weitgehend reduziert, wohingegen sie bei den frühen Phillipsiidae gut entwickelt sind.

Aus den diskutierten Fakten wird deutlich, daß die Phillipsiidae sich wahrscheinlich aus Formen ähnlich „*Proetus*“ *superstes* entwickelt haben. Es wird damit weiter deutlich, daß die Umwandlung von den Cornuproetinae zu den ersten Phillipsiidae sich im Zeitraum vom Givetium zum Adorfium zugetragen haben muß; denn im Eifelium tritt „*Proetus*“ *superstes* auf, im Neh-

Abb. 1: Die phylogenetischen Zusammenhänge zwischen den Gattungen der Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984. Der Zeit-Faktor ist bei der Angabe der Gabel-Punkte nur annähernd berücksichtigt, kein „Stammbaum“! Die einzelnen Taxa sind unter ihren jeweiligen Ziffern im Text: 165—172 diskutiert.

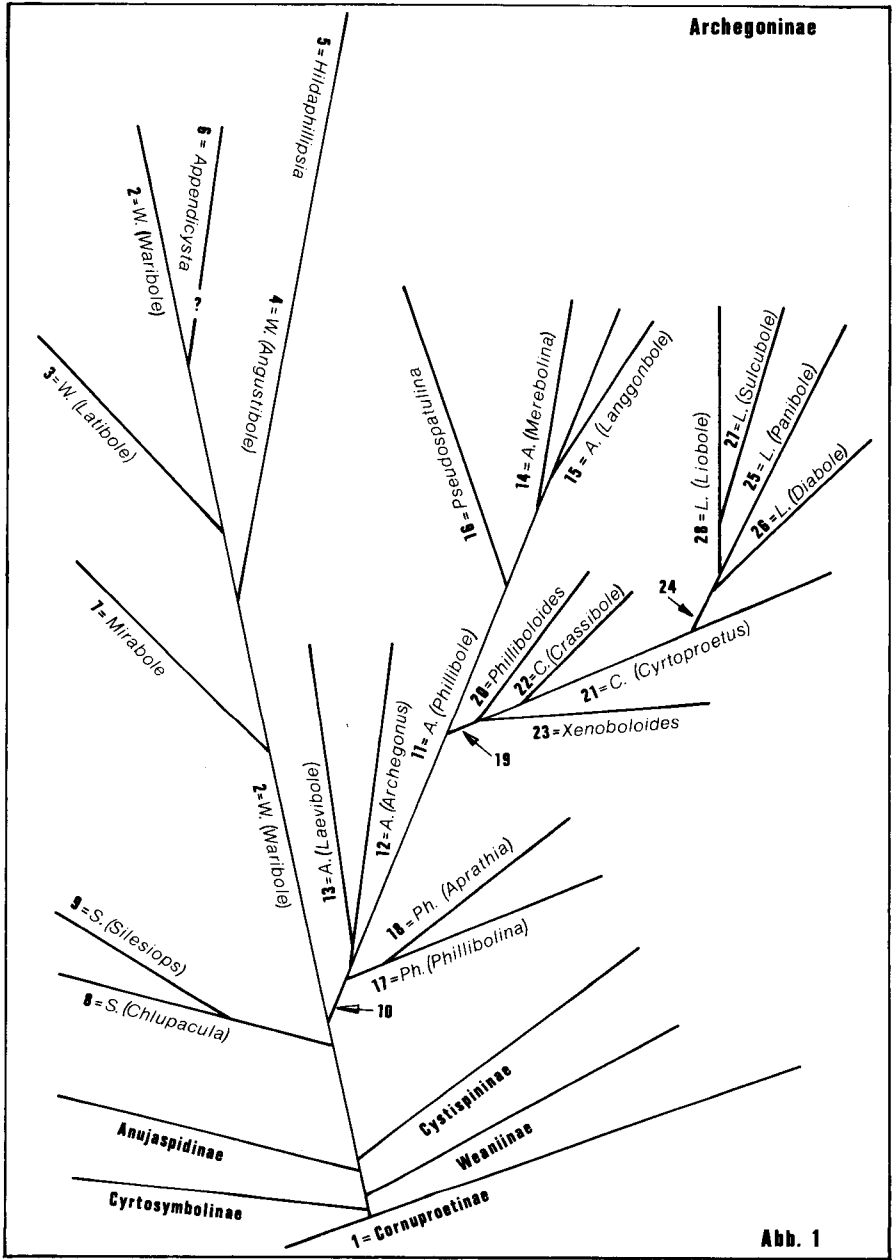


Abb. 1

denium sind die ersten Phillipsiidae vorhanden. Und schließlich wird klar, daß innerhalb der frühen Phillipsiidae *W. (Waribole)* durch ihre konische Glabella der Ahnen-Gruppe um „*Proetus*“ *superstes* am nächsten steht und damit den Grundstock der Phillipsiidae bildet, von dem aus alle übrigen Unterfamilien sich direkt oder indirekt (durch Zwischenschaltung einer weiteren Unterfamilie) abzweigen haben.

b. Der *Waribole*-Zweig

Die Untergattung *W. (Waribole)* (2) [die Ziffern beziehen sich auf die Stellung des betreffenden Taxons in Abb. 1] ist, wie im vorigen Abschnitt erläutert wurde, die Wurzel-Gruppe der Phillipsiidae und damit auch der Archegoninae. Sie hat sich aus *Cornuproetus (Macroblepharum)* oder einer nahe verwandten Gattung der *Cornuproetinae* (1) entwickelt.

Welche und wie viele Arten aus dem ober-devonischen Wurzel-Bereich der Phillipsiidae exakt zu *W. (Waribole)* gehören, ist z. Z. nicht eindeutig feststellbar. YUAN 1988: Tab. 4 beläßt nur noch *W. (W.) warsteinensis* (RICHTER & RICHTER 1926), die Typus-Art (Taf. 1 Fig. 1—2), und *W. (W.) beulensis* (RICHTER & RICHTER 1926) bei der Untergattung. Andere Arten, die nach unserer Auffassung zu *W. (Waribole)* gehören könnten, gruppiert er um, wie „*Proetus*“ *avitus* RICHTER & RICHTER 1919, verbreitet im Wocklumium, und „*Cyrtosymbole*“ *crebra* PERNA 1915 aus dem Nehdenium. Die erste Art stellt YUAN zu *Cyrtosymbole (Bonnapidella)*, die zweite zu ?*Devonocoryphe (Quiannocoryphe)*. Da Teil II der Dissertation von YUAN, in der diese neuen Taxa beschrieben werden (sie sind vorerst nomina nuda) noch nicht publiziert ist, kann auch eine Diskussion ihrer Beziehungen zu *Waribole* noch nicht erfolgen. „*Cyrtosymbole (Waribole)*“ *beulensis* jedenfalls dürfte nach der heutigen Fassung von *W. (Waribole)* nicht hierher gehören, wie die deutlich verkürzten Augen-Deckel und die Anwesenheit eines geraden Abschnittes ε - ζ an der Facial-Sutur beweisen (siehe RICHTER & RICHTER 1926: Taf. 3 Fig. 30a). Diese Art zeigt damit „*Phillibole*“-Tendenzen im Ober-Devon. Der stratigraphisch jüngste Vertreter ist *W. (Waribole) richteri inexpectans* HAHN & HAHN & YUAN 1989 aus dem Westfalium Chinas.

Eine erste Aufspaltung innerhalb der Wurzel-Gruppe der Phillipsiidae findet bereits zu Beginn des Nehdeniums statt, denn von diesem Zeitraum an ist *C. (Cyrtosymbole)* eindeutig nachgewiesen. Nicht viel später dürfte sich auch *Ps. (Pseudowaribole)* entwickelt haben, wenngleich die älteste zugehörige Art erst aus dem Ober-Hembergium bekannt ist. Diese ersten Evolutions-Schritte beschränken sich, wie oben angedeutet ist, zunächst auf die Abwandlung der Glabella-Gestalt, die bei *C. (Cyrtosymbole)* flaschenhals-förmig wird und bei *Ps. (Pseudowaribole)* einen deutlichen vorderen Lobus abteilt, in dem die spätere geigen-förmige Glabella der Weaniinae anklingt (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988a: 98). Da somit *W. (Waribole)*, *C. (Cyrtosymbole)* und *Ps. (Pseudowaribole)* noch stark einander ähneln, wird es verständlich, daß bei ungünstig erhaltenen Cranidien oder isoliert vorliegenden Pygidien die eindeutige Zuordnung zu einer der 3 Evolutions-Linien nicht immer möglich ist, eine Schwierigkeit, die sich an der Wurzel neuer Evolutions-Linien auch bei anderen Tier-Gruppen zeigt.

Gleichfalls noch im hohen Ober-Devon spaltet sich von *W. (Waribole)* die Stammform der Cystispiniinae ab, von wahrscheinlich *Spinibole*-artigem Aussehen (siehe HAHN & HAHN 1982: 431), und zu Beginn des Karbons diejenige der Anujaspidiinae, von *Coignops*-artigem Aussehen (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984b: 167). Die übrigen Unterfamilien der Phillipsiidae sind wahrscheinlich nicht direkt auf *W. (Waribole)* zurückzuführen, sondern entweder auf *Ps. (Pseudowaribole)* [Cummingellinae (siehe HAHN & HAHN & RAMOVŠ 1990, im Druck), Linguaphillipsiinae (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988a: 99, Abb. 1), Phillipsiinae (siehe HAHN & HAHN 1967: 322, Abb. 2), Ditomopyginae (unpubliziert)] oder auf *Gr. (Griffithidella)* HESSLER 1965 [Bollandiinae (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988b: 123, Abb. 1) und Griffithidinae (unpubliziert)].

W. (Waribole) behält ihr ursprüngliches Aussehen durch das gesamte Unter-Karbon bis in das Westfalium hinauf bei. Die für viele andere Gattungen charakteristische Verkleinerung der Augen findet nicht statt, auch das Pygidium bleibt kurz. Der Lebensraum von *W. (Waribole)* bleibt insofern ursprünglich, als die zugehörigen Arten die typischen licht- und sauerstoff-armen Kulm-Schiefer meiden, sich vielmehr auch im Kulm-Bereich auf den Tief-Schwellen der „Erdbacher Kalke“ aufhalten, wo die Lebensbedingungen günstiger und die Arten-Vielfalt größer ist.

Mit der Typus-Untergattung nahe verwandt sind *W. (Latibole)* (3, Taf. 1 Fig. 3—4) und *W. (Angustibole)* (4, Taf. 1 Fig. 5—6), die sich von *W. (Waribole)* im wesentlichen durch verbreiterte bzw. verschmälerte vordere Festwangen um β und geringfügige Verkürzung der Augen unterscheiden, so daß ein kurzer gerader Sutura-Abschnitt ε - ξ entsteht. Das Pygidium beider Untergattungen zeigt einen deutlicher als zumeist bei *W. (Waribole)* abgesetzten Rand-Saum. Es ist etwas länger und segment-reicher als bei der Typus-Untergattung und zeigt die Tendenz zur Unterdrückung des Reliefs auf den Pleural-Feldern. *W. (Latibole)* ist auf das Unter-Karbon Europas beschränkt, wo die 3 zugehörigen Arten sich in den Kulm-Schiefern ebenso wie in den Richrather Kalken der „shelf slope facies“ finden. *W. (Angustibole)* umfaßt etwa ein halbes Dutzend Arten; die Untergattung ist über Europa und Asien verbreitet und reicht bis in das Westfalium hinauf. Auch hier stirbt dieser Evolutions-Ast nicht aus, sondern er wandelt sich durch Reduktion der Wangen-Stacheln und durch weiteren Relief-Abbau auf Glabella und Pygidium (Rhachis, Pleural-Rippen) um zu *Hildaphillipsia* (5, Taf. 1 Fig. 7—8), die im Mittel-Perm (Kasanium) von Timor und vielleicht auch von Sizilien angetroffen wird. *Hildaphillipsia* ist der stratigraphisch jüngste Vertreter der Archegoninae.

Vielleicht an *W. (Waribole)* anzuschließen ist *Appendicysta* (6; vgl. HAHN & HAHN & YUAN 1989: Taf. 5 Fig. 7) aus dem Westfalium Chinas. Diese nur durch ihre Freiwange bekannte Gattung verbindet große, an *W. (Waribole)* erinnernde Augen mit einem aufgeblähten Wangen-Stachel, der zusätzlich noch eine kleine terminale Blase trägt. Eine solche Kombination von großen Augen mit geblähten Wangen-Stacheln ist sehr selten und nur noch einmal innerhalb der Weaniinae bei *Evagena* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1990 realisiert. Die durch ihre geblähten Wangen-Stacheln charakterisierten Cystispirinae sind stets blind oder kleinäugig.

Ein letzter Vertreter des *Waribole*-Zweiges ist *Mirabole* (7, Taf. 1 Fig. 9—10) aus dem Wocklumium. Bei im übrigen *Waribole*-artiger Tracht (Glabella, Pygidium) werden die Augen stark verkürzt, und es wird ein langer, gerader Abschnitt ε - ξ an der Facial-Sutura entwickelt, der schräg nach hinten und außen zieht. YUAN 1988: Tab. 4 untergliedert anhand mehrerer neuer Arten aus dem Ober-Devon Chinas die Gattung in 2 Untergattungen, *M. (Mirabole)* und *M. (Paramirabole)*. Da auch diese neue Untergattung noch nicht publiziert ist, wird sie in Abb. 1 nicht aufgenommen.

c. Der *Silesiops*-Zweig

Der *Silesiops*-Zweig wird nur durch *S. (Silesiops)* (9, Taf. 1 Fig. 12) und *S. (Chlupacula)* (8, Taf. 1 Fig. 11) vertreten. Es ist eine der beiden Evolutions-Linien innerhalb der Archegoninae, deren Vertreter völlig erblinden können. Dementsprechend werden die Augen-Deckel reduziert, und der Verlauf der Facial-Sutura wird abgeändert. Bei *S. (Chlupacula)* sind die Augen-Deckel noch andeutungsweise erhalten, bei *S. (Silesiops)* sind sie völlig geschwunden; wo sie sich einmal befunden haben, biegt die Facial-Sutura nunmehr gegen die Glabella ein. Die konische Glabella und das kurze, segment-arme Pygidium [bekannt nur bei *S. (Ch.) dietzi* (RICHTER & RICHTER 1951), siehe dort Taf. 4 Fig. 41] erinnern an *W. (Waribole)*, und so ist es wahrscheinlich, daß die Gattung von dort ihren Ausgang genommen hat. Mit *Typhloproetus* RUD. RICHTER 1913 ist sie nicht verwandt (siehe G. HAHN & WUNN-PETRY 1983: 242—243). Ihre ältesten Vertreter treten im Dasbergium auf, der jüngste ist aus dem Unter-Namurium („E₂“) bekannt. Die geographische Reichweite erstreckt sich von Europa bis nach Zentral-Asien (Mugodschar-Gebir-

ge). Die stets seltenen Reste stammen aus schiefrigen Gesteinen; die Tiere lebten im tieferen, schlecht durchlichteten und durchlüfteten Bereich.

d. Der *Archegonus*-Zweig

Der *Archegonus*-Zweig (10) spaltet sich bereits im Ober-Devon von *W. (Waribole)* ab. Seine Mitglieder unterscheiden sich von der Stamm-Form durch folgende Merkmale: 1) Die Augen werden deutlich von hinten her verkürzt; sie sind zumeist mittelgroß bis klein und liegen mehr oder weniger in der Wangen-Ebene, so daß ein guter Ausblick nur noch nach oben möglich ist. 2) In Zusammenhang mit der Augen-Verkürzung wird ein mäßig langer bis langer gerader Abschnitt ϵ - ξ an der Facial-Sutur entwickelt, der parallel zur Dorsal-Furche verlaufen kann, schräg nach hinten außen gerichtet ist oder sich gegen ξ der Dorsal-Furche nähert. 3) Die Glabella kann nach vorn bis an den oft nur noch schmalen Stirn-Saum verlängert werden; sie ist konisch, subzylindrisch oder zylindrisch im Umriß. 4) An der Occipital-Furche können Zweig-Furchen auftreten; Occipital-Loben und Occipital-Solution fehlen. 5) Das Pygidium wird gegenüber *W. (Waribole)* vergrößert, es ist subsopyg; ein deutlich abgesetzter Rand-Saum fehlt. 6) Auf der Glabella (Glabella-Furchen) und dem Pygidium (hintere Ringe und Rippen) kann die Tendenz zum Abbau des Reliefs auftreten; zu einem völligen Verlöschen der Relief-Elemente kommt es jedoch nicht. 7) Der Panzer ist flach und zumeist arm an Skulptur. 8) Haupt-Lebensraum der zugehörigen Arten ist der Kulm-Bereich. Die Ausbildung der unter 1—6 genannten Merkmale erfolgt nicht bei allen Angehörigen des *Archegonus*-Zweiges gleichmäßig; es kann vorkommen, daß mitunter das eine oder andere Merkmal auf einem ursprünglichen Zustand verharrt. Es handelt sich um einen Evolutions-Busch, wie Abbildung 1 zeigt, und es ist mit Mosaik-Entwicklung zu rechnen.

Wichtigstes zugehöriges Taxon ist *Archegonus (Phillibole)* (11, Taf. 2 Fig. 19). Verkürzte Augen, Anwesenheit eines geraden Suture-Abschnittes ϵ - ξ sowie ein subsopyges Pygidium mit wohlentwickelten Rippen (von denen die hinteren allerdings unterdrückt sein können) sind die charakteristischen Merkmale. Arten mit „*Phillibole*“-Tracht finden sich vom Ober-Hembergium an [*A. (Ph.) beulensis* (RICHTER & RICHTER 1926)] bis in das Westfalium [*A. (Ph.) obdurans* GANDL 1987] in mehreren Dutzend Arten. Die Frage, ob es sich bei allen diesen Arten tatsächlich um eine monophyletische Einheit handelt, oder ob die „*Phillibole*“-Tracht sich mehrmals unabhängig voneinander aus *W. (Waribole)* entwickelt hat, ist nicht endgültig geklärt. Untersuchungen dazu sind im Gange.

Eng verwandt mit *A. (Phillibole)* sind *A. (Archegonus)*, *A. (Laevibole)*, *A. (Merebolina)* und *A. (Langgonbole)*, die sich jeweils nur in wenigen Details der Cephalon-Struktur von *A. (Phillibole)* unterscheiden. So ist *A. (Archegonus)* (12, Taf. 1 Fig. 15—16) gekennzeichnet durch den zugespitzten Stirn-Rand, der dem Cephalon einen dreieckigen Umriß verleiht. *A. (Laevibole)* (13, Taf. 1 Fig. 13—14) hat breite vordere Festwangen und nur wenig verkürzte Augen, so daß das Cephalon *W. (Waribole)*-ähnlich bleibt. Das Pygidium entspricht jedoch völlig dem von *A. (Phillibole)*, so daß unter Betonung dieses apomorphen Merkmales die Untergattung als im Cephalon-Bau ursprünglich verbliebener Angehöriger des *Archegonus*-Zweiges zu bewerten ist. Bei *A. (Merebolina)* (14, Taf. 1 Fig. 17, ?18) wird ϵ an der Facial-Sutur unterdrückt, so daß diese von δ bis ξ in annähernd gerader Linie schräg gegen die Dorsal-Furche gerichtet ist. *A. (Langgonbole)* (15, Taf. 2 Fig. 21—22) schließlich entwickelt ein „Augen-Polster“, also einen erhöhten, etwas abgesetzten Bereich, der das Auge trägt. Alle vier Untergattungen sind Angehörige der Kulm-Fauna mit ihrer Haupt-Verbreitung in Europa. *A. (Archegonus)* und *A. (Laevibole)* haben ihre stratigraphische Haupt-Verbreitung im Aprathium, *A. (Merebolina)* und *A. (Langgonbole)* erst im Namurium (fide GANDL 1980: 308 bzw. 312—313). Wenige Formen, darunter die Typus-Art von *A. (Langgonbole)*, finden sich in Asien.

Die Gattung *Phillibolina* unterscheidet sich von *Archegonus* durch die Struktur der Pleural-Bänder auf dem Pygidium. Diese sind nicht — wie im adulten Zustand bei *Archegonus* und al-

len anderen Gattungen der Archegoninae — zu Rippen vereint, sondern sie bleiben getrennt und spreizen sich gegen den Rand. Das ist ein Zustand, der sich bei juvenilen Pygidien von *A. (Archegonus)* und *A. (Phillibole)* findet, im Verlauf der Ontogenie aber verloren geht. Bei *Phillibolina* bleibt er lebenslang erhalten, die Jugend-Tracht wird nicht abgeändert. Während bei *Ph. (Aprathia)* (18, Taf. 2 Fig. 23—24) noch große bis mittelgroße Augen auftreten, die zeigen, daß *Phillibolina* sich bereits sehr früh von der gemeinsamen Wurzel des Archegonus-Zweiges abgetrennt hat, sind die Augen bei *Ph. (Phillibolina)* (17, Taf. 2 Fig. 25) sehr stark reduziert, die Tiere standen kurz vor dem Erblinden. Verbreitet sind die zugehörigen Arten vom Balvium bis in das Namurium. Sie finden sich im Kulm-Bereich ebenso wie im Kohlenkalk. Eine Art — *Ph. (A.) idahoensis* (G. HAHN, PAULL & CHAMBERLAIN 1980) — ist auch aus Nord-Amerika bekannt. Früher wurden beide Untergattungen von *Phillibolina* zu *Carbonocoryphe* RICHTER & RICHTER 1950 gestellt (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1975: 313—316, 320—321). Diese Vereinigung wurde dadurch begründet, daß sowohl bei *Carbonocoryphe* (im jetzigen Sinn) als auch bei *Phillibolina* die Segment-Bänder auf dem Pygidium nicht zu Rippen verbunden sind. Während jedoch bei *Phillibolina* vordere und hintere Segment-Bänder gleichartig gebaut und nicht verkürzt sind, sind die vorderen Segment-Bänder (= hintere Rippen-Äste) bei *Carbonocoryphe* deutlich gegenüber den hinteren Segment-Bändern reduziert: sie liegen tiefer und sind verkürzt — *C. (Winterbergia)* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1975 — oder völlig unterdrückt — *C. (Carbonocoryphe)*. Dieser Bau-Unterschied hat nach Abtrennung der Weaniinae von den Archegoninae zu der Konsequenz geführt, *Carbonocoryphe* zu den Weaniinae zu stellen, *Phillibolina* aber bei den Archegoninae zu belassen unter der Annahme, daß nicht zu Rippen verbundene Pleural-Bänder auf dem Pygidium sich mindestens dreimal unabhängig voneinander erhalten haben, bei *Phillibolina*, *Carbonocoryphe* und *Pusillabole* H. ALBERTI 1973, letztere innerhalb der Cyrtosymbolinae.

Die letzte Gattung des Archegonus-Zweiges ist *Pseudospatulina* (16, Taf. 2 Fig. 20). Sie ist gekennzeichnet durch aufgeblähte, zylindrisch geformte Wangen-Stacheln und weitgehend bis völlig reduzierte Augen. Das Pygidium ist groß und Archegonus-artig, so daß die Gattung nicht bei den Cystisipinae untergebracht werden kann. Beide zugehörige Arten stammen aus dem Aprathium der Kulm-Fazies. Die eine, *Ps. ? longicornis* (EM. KAYSER 1882) ist bemerkenswert durch die Anwesenheit von nur 7 Thorax-Segmenten. Entwickelt hat sich *Pseudospatulina* aus *A. (Phillibole)* heraus. In *A. (Ph.) cauliquercus* C. BRAUCKMANN 1981 liegt eine *A. (Phillibole)*-Art vor, die bereits einen aufgeblähten Wangen-Stachel ähnlich wie *Pseudospatulina* zeigt, wegen ihrer großen Augen aber nicht zu dieser Gattung gestellt werden kann. Somit ist es im Bereich der Archegoninae zweimal unabhängig voneinander zur Ausbildung geblähter Wangen-Stacheln gekommen, bei *Appendicysta* und bei *Pseudospatulina*.

e. Der Liobole-Zweig

Die Taxa des *Liobole*-Zweiges sind gekennzeichnet durch die Ausbildung von Occipital-Loben bzw. der Occipital-Solution am Cranium. Occipital-Loben entstehen dann, wenn die Zweig-Furchen von der Occipital-Furche aus sich jederseits bis zur Dorsal-Furche fortsetzen, so daß auf beiden Seiten ein annähernd dreieckig begrenzter Bereich aus dem Occipital-Ring herausgetrennt wird. Damit ist innerhalb der Archegoninae ein Evolutions-Zustand erreicht, der bei den Proetinae und Dechenellinae PRIBYL 1946 schon im Devon vorliegt. Die funktionelle Bedeutung dieser mehrmals (auch innerhalb der Phillipsiidae) entstandenen Spezialisierung ist unbekannt. Die Ausbildung der Occipital-Loben geschieht allmählich aus immer weiter ausgedehnten Zweig-Furchen heraus; die Entscheidung, ob „noch“ Zweig-Furchen oder „schon“ Occipital-Loben vorliegen, ist mitunter nicht eindeutig zu treffen. Die Occipital-Solution ist nach GRÖNING 1986: 137 dann vorhanden, wenn sowohl die Occipital-Furche als auch die Zweig-Furchen seitlich die Dorsal-Furche nicht mehr erreichen, sondern vorher ausklingen; Glabella, Occipital-Loben und Occipital-Ring sind im Bereich der Dorsal-Furchen nicht mehr voneinander getrennt.

Entwickelt haben sich die ältesten Vertreter des *Liobole*-Zweiges (19) zu Beginn des Karbons aus *A. (Phillibole)* heraus. In der Arten-Gruppe um *A. (Ph.) nitidus* (HOLZAPFEL 1889) treten zu *Cyrtoproetus* vermittelnde Formen auf. *Cyrtoproetus* stellt gewissermaßen eine Fortsetzung von *A. (Phillibole)* mit abgeteilten Occipital-Loben dar. Bei *C. (Cyrtoproetus)* (21, Taf. 3 Fig. 29—30) ist der schmale Stirn-Saum konvex gebogen, aber nicht aufgerichtet, die Glabella ist subzylindrisch. Bei *C. (Crassibole)* (22, Taf. 3 Fig. 31—32) ist der Stirn-Saum aufgerichtet, und die Glabella ist konisch. Die Augen sind bei *C. (Cyrtoproetus)* stärker reduziert als bei *C. (Crassibole)*. Die Gattung ist vom Viseum bis in das Namurium verbreitet. Die zugehörigen Arten sind in C. BRAUCKMANN & TILSLEY 1987 zusammengestellt. *Philliboloides* (20, Taf. 3 Fig. 26) unterscheidet sich von *Cyrtoproetus* durch drei Merkmale: Der Präglabellar-Bereich ist eingemuldet, und auf dem sehr großen Pygidium ist das Relief auf Rhachis und Pleural-Feldern fast völlig erloschen; die Rhachis ist gegenüber der Gesamtlänge des Pygidiums darüber hinaus relativ kurz. Die drei zugehörigen Arten stammen aus dem Ober-Tournaisium und Viseum Deutschlands und Spaniens. *Xenoboloides* (23, Taf. 3 Fig. 27—28) schließlich unterscheidet sich von *Cyrtoproetus* und *Philliboloides* vor allem durch die Ausbildung eines breiten, längsgerichteten Median-Kieles im hinteren Glabella-Bereich zwischen den Präoccipital-Loben. In der konischen Glabella-Form, dem eingemuldeten Präglabellar-Bereich und dem großen Pygidium mit weitgehend geschwundenem Relief sind *Philliboloides* und *Xenoboloides* einander ähnlich, jedoch besitzt *Xenoboloides* eine relativ längere Rhachis. Die einzige von *Xenoboloides* bekannte Art stammt aus dem Viseum Australiens.

Die Gattung *Liobole* (24) vollzieht den Schritt von den Occipital-Loben zur Occipital-Solution. Sie wurzelt in *Cyrtoproetus*. Ihre Evolution ist in GRÖNING 1986 dargestellt. Bei zwei der zugehörigen Untergattungen — *L. (Sulcubole)* (27, Taf. 3 Fig. 34) und *L. (Liobole)* (28, Taf. 3 Fig. 36—37) — treten die Occipital-Loben erhaben hervor, bei den beiden anderen Untergattungen — *L. (Panibole)* (25, Taf. 3 Fig. 35) und *L. (Diabole)* (26, Taf. 3 Fig. 33) — ist der Bereich der Occipital-Loben eben bis schwach eingemuldet. *L. (Panibole)* als die ursprünglichste Untergattung erinnert in Glabella-Form und Verlauf der Facial-Sutur noch weitgehend an *Cyrtoproetus* und sogar *A. (Phillibole) nitidus*. Als Autapomorphie kann die völlige Reduktion der Glabella-Furchen genannt werden. *L. (Diabole)* weicht stärker ab durch Verbreiterung des Präglabellar-Feldes und der vorderen Festwangen um β sowie durch Unterdrückung der Dorsal-Furchen im hinteren Bereich des Craniums. Der Abschnitt ϵ - ξ der Facial-Sutur verläuft parallel zur Dorsal-Furche. Bei *L. (Sulcubole)* und bei *L. (Liobole)* ist der Hinter-Ast der Facial-Sutur schräg nach hinten außen gerichtet. Bei der ersten Untergattung ist diese Auswärtsbiegung relativ gering, der Bereich der hinteren Festwangen bleibt daher ziemlich schmal. Bei *L. (Liobole)* zieht die Facial-Sutur weit nach außen, und die hinteren Festwangen werden breit; die Gesamt-Konfiguration erinnert an *Mirabole*. *L. (Sulcubole)* zeigt große Occipital-Loben, wogegen sie bei *L. (Liobole)* klein sind. Das Pygidium ist bei allen Untergattungen von *Liobole* ähnlich gestaltet: Das Relief ist weitgehend geschwunden (auf dem Steinkern oft deutlicher erhalten als auf der Schale), ein abgesetzter Rand-Saum (wie schon bei *Cyrtoproetus*) kann angedeutet sein. Die 27 bekannten *Liobole*-Arten treten zu Beginn des Erdbachiums auf und sind bis in das Namurium hinein verbreitet. Sie sind typische Vertreter der Kulm-Fazies und können z. T. als Leit-Fossilien für das Erdbachium verwendet werden.

Anhang

Cyrtoproetus REED 1943

Cyrtoproetus (Cyrtoproetus) REED 1943

Typus-Art: *Phillipsia cracoensis* REED 1899.

Cyrtoproetus (Cyrtoproetus?) perrarus n. sp.

Abb. 2a—c

Derivatio nominis: perrarus, -a, -um (lat.), sehr selten.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in Abb. 2a—c abgebildete Cranium, im Besitz von Herrn P. MÜLLER in Langenhahn, Westerwald.

Locus typicus: Steinbruch am Homberg in Erdbach, Dill-Kreis, Hessen.

Stratum typicum: Posidonien-Schiefer des Unter-Aprathiums (cu III α_3), vergesellschaftet mit einem adulten Cranium von *A. (Archegonus) aequalis philliboloides* R. HAHN 1967 und einem wahrscheinlich zum gleichen Taxon gehörenden juvenilen Pygidium.

Zeitliche und räumliche Verbreitung: Bekannt nur vom locus typicus und stratum typicum.

Diagnose. — Eine wahrscheinlich zu *Cyrtoproetus (Cyrtoproetus)* gehörende, nur durch ihr Cranium bekannte Art mit folgenden Besonderheiten: Glabella sehr plump, zylindrisch, fast so breit wie lang. Augen-Deckel mäßig lang; gerader Abschnitt ϵ - ξ an der Facial-Sutur so lang wie der Augen-Deckel, schräg nach hinten außen gerichtet. Präglabellar-Bereich relativ schmal (sag.), eben, geringfügig gegen den Vorder-Rand aufgebogen. Schalen-Oberfläche mit einer Skulptur aus kleinen Höckern bedeckt.

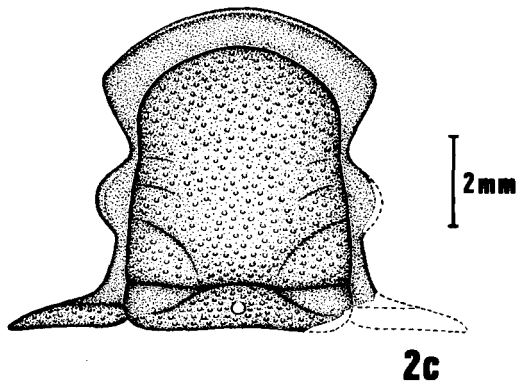
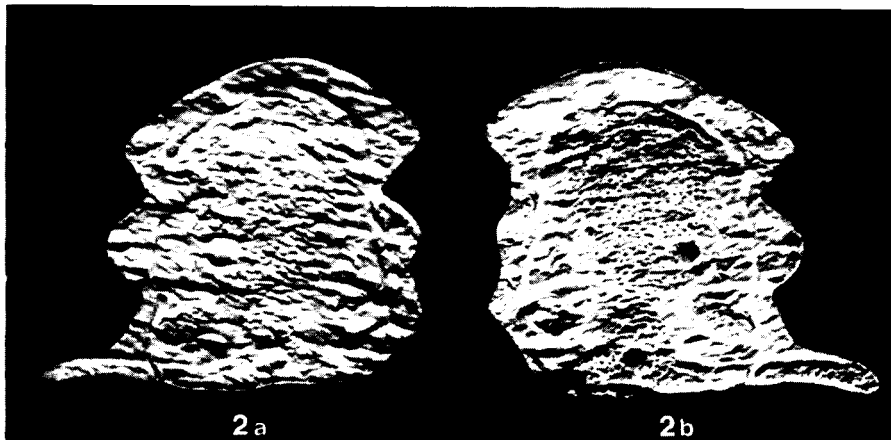


Abb. 2: *Cyrtoproetus (Cyrtoproetus?) perrarus* n. sp., Cranium, H o l o t y p u s, im Besitz von P. MÜLLER, Langenhahn. — Steinbruch am Homberg, Erdbach, Dill-Kreis, Hessen; Unter-Aprathium (cu III α_3). — a) Steinkern; X 5,9. — b) Negativ-Abdruck der Schale; X 5,9. — c) Zeichnerische Darstellung.

Morphologie

Maße (in mm): Cranium-Länge = 7,3; Glabella-Länge = 5,1; Länge $\beta-\gamma$ = 1,4; Länge des Augen-Deckels ($\gamma-\epsilon$) = 1,7; Länge $\epsilon-\xi$ = 1,7; Breite $\beta-\beta$ = 5,5; Breite $\delta-\delta$ = 5,9; Breite $\omega-\omega$ = 10,0; Glabella-Breite = 4,4.

Erhaltung: Steinkern und Schalen-Negativ in plattgedrücktem Zustand. Es fehlt der rechte Hinter-Saum; der rechte Augen-Deckel ist beschädigt. Die Oberfläche von Schale und Steinkern ist mit einer Quer-Runzelung überzogen, der feinere Details der Morphologie zum Opfer fallen.

Dorsal-Ansicht (Abb. 2a—c): Glabella sehr plump, zylindrisch im Umriss, fast so breit wie lang (Quotient Länge : Breite = 1,16), bei γ jederseits nur wenig eingeschnürt. Glabella-Furchen S1—S3 erhalten, bedingt durch die Runzelung der Oberfläche aber nur undeutlich sichtbar. S2—S3 kurz, S1 länger, nach hinten gekrümmt, aber nicht bis zur Dorsal-Furche durchlaufend; lateraler Präoccipital-Lobus (L1) jederseits daher nur unvollständig aus der Glabella herausgetrennt. Occipital-Furche gerade (tr.), mit deutlich ausgebildeten, langen Zweig-Furchen, die jederseits einen Occipital-Lobus an dem Occipital-Ring heraustrennen. Bereich der Occipital-Loben eingemuldet und mit glatter Oberfläche; Occipital-Ring dazwischen etwas aufgewölbt, wie die Glabella mit feiner Körnelung überzogen und mit sehr großem, zentral gestellten Nacken-Knötchen. Dorsal-Furchen deutlich eingekerbt, ohne erkennbare Antennal-Poren. Präglabellar-Bereich einen relativ schmalen (sag.), ebenen Saum bildend, der in der vorliegenden Erhaltung nur wenig gegen den Vorder-Rand aufgebogen ist; er ist nicht gewulstet und trägt keine Terrassen-Linien. Facial-Sutur mit kurzem Abschnitt $\beta-\gamma$; Augen-Deckel und gerader Abschnitt $\epsilon-\xi$ am Hinter-Ast der Facial-Sutur von gleicher Länge. Alle Umbiegungspunkte an der Facial-Sutur knick-artig markiert, nur δ gerundet; α nicht markiert; δ etwas außerhalb der Längs-Projektion von β gelegen. Festwangen insgesamt mäßig breit, γ und ϵ etwa gleich weit von der Dorsal-Furche entfernt. ξ weiter außerhalb gelegen, da der Sutur-Abschnitt $\epsilon-\xi$ schräg nach hinten außen zieht. Hinter-Saum der Festwange sehr weit ausladend (tr.), mit deutlich eingeschnittener Saum-Furche. Saum-Bereich hinter der Furche als einziger Anteil der Festwange wie die Glabella mit feiner Körnelung bedeckt.

Beziehungen

C. (C.?) perrarus ist gekennzeichnet durch folgende Merkmale: 1) Occipital-Loben sehr deutlich entwickelt. 2) Stirn-Saum eben, nicht gewulstet, ohne Terrassen-Linien, nur wenig gegen den Vorder-Rand aufgebogen. 3) Augen-Deckel und Sutur-Abschnitt $\epsilon-\xi$ von gleicher Länge. 4) Glabella sehr plump, zylindrisch. 5) Schalen-Oberfläche mit einer feinen Körnelung bedeckt. Die Anwesenheit von Occipital-Loben macht klar, daß die neue Art nicht zu *Archegonus (Philibole)* gestellt werden kann, sondern bereits zum *Liobole*-Zweig gehört, wie auf S. 172 diskutiert. Eine Zuordnung zu *Xenoboloides* scheidet wegen des Fehlens eines Längs-Grates auf der Glabella aus, eine solche zu *Philiboloides* wegen der plumpen, zylindrischen Glabella. Glabella-Gestalt und Verlauf der Facial-Sutur passen gut zu *C. (Cyrtoproetus)*, der nicht aufgewulstete und nicht terrassierte Stirn-Saum hingegen besser zu *C. (Crassibole)*. Die Anwesenheit der Schalen-Skulptur stellt eine Autapomorphie der neuen Art dar, die sich weder bei *C. (Cyrtoproetus)* noch bei *C. (Crassibole)* findet. Da — laut Diagnose durch C. BRAUCKMANN & TILSLEY 1987: 152 — *C. (Crassibole)* durch eine konische Glabella und lange Augen-Deckel gekennzeichnet ist, ist es zweckmäßig, die neue Art unter Vorbehalt an *C. (Cyrtoproetus)* anzuschließen, freilich unter Betonung der Tatsache, daß sie durch die Struktur des Stirn-Saumes und die Schalen-Skulptur von den übrigen Arten abweicht. Möglicherweise vertritt *C. perrarus* eine neue Untergattung von *Cyrtoproetus*; es ist jedoch verfrüht, eine solche auf nur ein, zu dem noch plattgedrücktes, Cranium zu errichten.

Literatur

- ALBERTI, K. G. B. (1964): Neue Trilobiten aus dem marokkanischen und deutschen Unter- und Mitteldevon. — *Senckenbergiana lethaea*, **45** (1/4): 115—133, Taf. 16—17; Frankfurt am Main.
- (1967): Neue obersilurische sowie unter- und mitteldevonische Trilobiten aus Marokko, Deutschland und einigen anderen europäischen Gebieten. 2. — *Senckenbergiana lethaea*, **48** (6): 481—509, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1969): Trilobiten des jüngeren Siluriums sowie des Unter- und Mitteldevons. I. — *Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.*, **520**: 1—692, Abb. 1—55, Tab. 1—8, Taf. 1—52; Frankfurt am Main.
- BRAUCKMANN, C. (1981): Eine neue Trilobiten-Art aus dem Kulm (Unter-Karbon cu III α) von Ayrath (Wuppertal, W-Deutschland). — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **34**: 92—95, Abb. 1—7; Wuppertal.
- (1987): Neue Kulm-Trilobiten aus dem Bergischen Land (Bundesrepublik Deutschland). — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **40**: 101—116, Abb. 1—5, Taf. 1; Wuppertal.
- BRAUCKMANN, C., & TILSLEY, J. W. (1987): On *Cyrtoproetus* (Trilobita; Dinantian-Namurian). — *Senckenbergiana lethaea*, **68** (1/4): 139—161, Abb. 1—19, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- CHLUPÁČ, I. (1966): The Upper Devonian and Lower Carboniferous trilobites of the Moravian Karst. — *Sborn. geol. Věd., Paleontol., Řada P*, **7**: 1—143, Abb. 1—35, Tab. 1—6, Taf. 1—24; Prag.
- ENGEL, B. A., & MORRIS, N. (1980): New *Cyrtosymbolinae* (Trilobita) from the Lower Carboniferous of Eastern Australia. — *Senckenbergiana lethaea*, **60** (4/6): 265—289, Abb. 1—12, Tab. 1—3, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- GANDL, J. (1968): Stratigraphische Untersuchungen im Unterkarbon des Frankenwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Trilobiten, 1: Die Trilobiten im Unterkarbon des Frankenwaldes. — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (1): 39—117, Abb. 1—13, Taf. 1—9; Frankfurt am Main.
- (1980): Die Karbon-Trilobiten des Kantabrischen Gebirges (NW-Spanien), 3: Trilobiten mit „Kulm-Charakter“ aus dem Namur B. — *Senckenbergiana lethaea*, **60** (4/6): 291—351, Abb. 1—27, Taf. 1—4; Frankfurt am Main.
- GRÖNING, E. (1986): Revision der Gattung *Liobole* (Trilobita, Unter-Karbon). — *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **80**: I—III, 1—216, Abb. 1—92, Tab. 1—14, Taf. 1—4; Frankfurt am Main.
- HAHN, G. (1965): Revision der Gattung *Archegonus* BURMEISTER 1843 (Trilobita). — *Senckenbergiana lethaea*, **46** (4/6): 229—262, Abb. 1—21; Frankfurt am Main.
- (1966): Morphologie, Variabilität und postlarvale Ontogenie von *Archegonus* (*Phillibole*) *nitidus* und *Archegonus* (*Angustibole*) *winterbergensis* (Trilobita; Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **47** (4): 347—383, Abb. 1—31, Tab. 1—6, Taf. 46—47; Frankfurt am Main.
- HAHN, G., & BRAUCKMANN, C. (1975): Zur Evolution von *Carbonocoryphe* (Trilobita; Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **56** (4/5): 305—333, Abb. 1—21, Tab. 1—2, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1984a): Zur Kenntnis ober-devonischer Trilobiten aus dem Bergischen Land. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **37**: 116—124, Abb. 1—3, Tab. 1; Wuppertal.
- (1984b): Die Anujaspidinae (Trilobita; Karbon-Perm). — *Senckenbergiana lethaea*, **65** (1/3): 165—177, Abb. 1—6, Tab. 1—2, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1988a): Neue Kulm-Trilobiten aus Wuppertal (Bundesrepublik Deutschland). 1. Weaniinae. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **41**: 96—112, Abb. 1—4, Taf. 1; Wuppertal.
- (1988b): Zur Phylogenie der Bollandiinae (Trilobita, Karbon-Perm). — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **41**: 119—131, Abb. 1, Taf. 1—2; Wuppertal.

- (1990): Eine neue Trilobiten-Gattung aus dem Aprathium (Unter-Karbon) von Wuppertal. — Im Druck.
- HAHN, G., & HAHN, R. (1967): Zur Phylogenie der Proetidae (Trilobita) des Karbons und Perms. — Zool. Beitr., n. F., **13** (2/3): 303—349, Abb. 1—5; Berlin.
- (1968a): Kulm-Trilobiten aus der *granosus*-Zone (Dinantium, cu Illy). — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (5/6): 465—487, Abb. 1—8, Tab. 1—3, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1968b): Trilobitae carbonici et permici I. (Brachymetopidae; Otarionidae; Proetidae; Proetinae; Dechenellinae, Drevermanniinae, Cyrtosymbolinae). — *Fossilium Catalogus. I. Animalia*, **118**: 1—160; 's-Gravenhage (Dr. W. Junk N.V.).
- (1970): Trilobiten aus dem Kohlenkalk von Sondern (Rheinland). — *Decheniana*, **122** (2): 217—250, Abb. 1—15, Tab. 1—8, Taf. 1—3; Bonn.
- (1975): Die Trilobiten des Ober-Devon, Karbon und Perm. — *Leitfossilien* (2. Auflage, Herausgeber: K. KRÖMMELBEIN), 1: I—VIII, 1—127, Abb. 1—4, Tab. 1—5, Taf. 1—12; Berlin und Stuttgart (Borntraeger).
- (1982): Einige seltene Trilobiten-Taxa aus dem deutschen Kulm (Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **63** (5/6): 429—449, Abb. 1—7, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HAHN, G., HAHN, R., & BRAUCKMANN, C. (1980): Die Trilobiten des belgischen Kohlenkalles (Unter-Karbon) 1. Proetinae, Cyrtosymbolinae und Alucopleuridae. — *Geologica et Palaeontologica*, **14**: 165—188, Abb. 1—11, Tab. 1, Taf. 1—2; Marburg.
- HAHN, G., HAHN, R., & RAMOVŠ, A. (1990): Neue Trilobiten aus dem Unter-Perm der Karawanken (Slowenien). — Im Druck in: „*Geologica et Palaeontologica*”
- HAHN, G., HAHN, R., & YUAN, J.-L. (1989): Trilobites from the Upper Carboniferous (Westphalian A) of S-China (N-Guangxi). — *Geologica et Palaeontologica*, **23**: 00—00, Abb. 1—46, Tab. 1—16, Taf. 1—13; Marburg.
- HAHN, G., PAULL, R. A., & CHAMBERLAIN, C. K. (1980): First recognition and stratigraphic significance of the early Late Mississippian trilobite *Carbonocoryphe* (*Aprathia*) in North America. — *J. Paleontol.*, **54** (2): 371—380, Abb. 1—8; Tulsa/Oklahoma.
- HAHN, G., & WUNN-PETRY, I. (1983): Seltene Trilobiten aus der *nasutus*-Zone (Kulm-Fazies, Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **64** (2/4): 237—255, Abb. 1—3, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HAHN, R. (1968a): Proetidae aus der oberen *crenistria*-Zone von Herborn (Trilobita; Unter-Karbon). Teil 1: *Archegonus* (*Archegonus*) BURMEISTER 1843. — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (2/3): 193—233, Abb. 1—27, Tab. 1—7, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- (1968b): Proetidae aus der oberen *crenistria*-Zone von Herborn (Trilobita; Unter-Karbon). Teil 2: *Archegonus* (*Phillibole*) RUD. & E. RICHTER 1937. — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (5/6): 395—437, Abb. 1—15, Tab. 1—8, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HUPÉ, P. (1953): Trilobites. — In: *Traité de Paléontologie. III. Onychophores, Arthropodes, Échinoderms, Stomochordés* (Editor: J. PIVETEAU). — 44—246, Abb. 1—140; Paris (Masson et Cie.).
- KOBAYASHI, T., & HAMADA, T. (1973): Cyrtosymbolids (Trilobita) from the Langgon Red Beds in Northwest Malaya, Malaysia. — *Geol. Palaeont. Southwest Asia*, **12**: 1—28, Abb. 1—8, 1 Tab., Taf. 1—3; Tokyo.
- OSMÓLSKA, H. (1962): Famennian and Lower Carboniferous Cyrtosymbolinae (Trilobita) from the Holy Cross Mountains, Poland. — *Acta palaeont. polon.*, **7** (1—2): 53—204, Abb. 1—8, Tab. 1—7, Text-Taf. 1—9, Taf. 1—17; Warschau.
- (1968): Contributions to the Lower Carboniferous Cyrtosymbolinae (Trilobita). — *Acta palaeont. polon.*, **13** (1): 119—150, Tab. 1, Text-Taf. 1—2, Taf. 1—6; Warschau.
- OWENS, R. M. (1973): British Ordovician and Silurian Proetidae (Trilobita). — *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, **127** (Nr. 535): 1—98, Abb. 1—12, Tab. 1—6, Taf. 1—15; London.
- (1983): A review of Permian trilobite genera. — *Spec. Pap. Palaeontol.*, **30**: 15—41, Abb. 1—2, Taf. 1—5; London.

- PŘIBYL, A. (1949): O několika nových nebo málo známých trilobitech z českého devonu. (On several new or little known trilobites of the Devonian of Bohemia). — Věstn. statn. geol. Ústav. ČSR, **24**: 293—330, Taf. 1—2; Prag.
- RICHTER, RUD., & RICHTER, E. (1926): Die Trilobiten des Oberdevons. Beiträge zur Kenntnis devonischer Trilobiten. IV. — Abh. preuss. geol. L.-A., **99**: 1—314, Abb. 1—18, Tab. A—C, Taf. 1—12; Berlin.
- (1949): Die Trilobiten der Erdbach-Zone (Kulm) im Rheinischen Schiefergebirge und im Harz. 1. Die Gattung *Phillibole*. — Senckenbergiana, **30** (1/3): 63—94, Abb. 1, Taf. 1—5; Frankfurt am Main.
- (1950): Tropicocoryphinae im Karbon (Tril.). — Senckenbergiana, **31** (5/6): 277—284, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1951): Der Beginn des Karbons im Wechsel der Trilobiten. — Senckenbergiana, **32** (1/4): 219—266, Abb. 1—10, Tab. 1—2, Taf. 1—5; Frankfurt am Main.
- RICHTER, RUD., RICHTER, E., & STRUVE, W. (1959): Proetidae. — In: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 0, Arthropoda 1 (Trilobitomorpha) (Editor: R. C. MOORE): 382—398, Abb. 290—304; Lawrence/Kansas (Univ. Kansas Press, Geol. Soc. Amer.).
- ŠNAJDR, M. (1980): Bohemian Silurian and Devonian Proetidae (Trilobita). — Rozpr. Ústredn. ústav. geol., **45**: 1—324, Abb. 1—80, Taf. 1—64; Prag.
- YOLKIN, E. A. (1968): Trilobity i stratigrafija nishnego i srednego devona juga Sapadnoj Sibiri. (Trilobites and stratigraphy of the Lower and Middle Devonian of Southern West Siberia). — Akad. Nauk SSSR sib. otd. Inst. Geol. Geofiz., **1968**: 1—156, Abb. 1—43, Tab. 1—10, Taf. 1—13; Moskau.
- YUAN, J.-L. (1988): Proetiden aus dem jüngeren Oberdevon von Süd-China. — Palaeontographica, Abt. A, **201** (1/3): 1—102, Abb. 1—46, Tab. 1—4, Taf. 1—15; Stuttgart.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. GERHARD HAHN, Institut für Geologie und Paläontologie, Fachbereich 18, Philipps-Universität, Universitätsgebiet Lahnberge, Hans-Meerwein-Straße, D-3550 Marburg.
 Dr. CARSTEN BRAUCKMANN, Fuhlrott-Museum, Auer Schulstraße 20, D-5600 Wuppertal 1.

Tafel 1

Fig. 1—2: *Waribole (Waribole) warsteinensis* (RICHTER & RICHTER 1926); Ober-Devon (Wocklumium); Bundesrepublik Deutschland. — 1. Cranium (Holotypus), aus RICHTER & RICHTER 1926: Taf. 3 Fig. 25a. — 2. Pygidium, aus RICHTER & RICHTER 1926: Taf. 3 Fig. 27a.

Fig. 3—4: *Waribole (Latibole) paprothae* (HAHN & HAHN 1969); Unter-Karbon (Ober-Ivorium, Tn 3c); Bundesrepublik Deutschland. — 3. Cranium, aus HAHN & HAHN 1970: Taf. 1 Fig. 2. — 4. Pygidium, aus HAHN & HAHN 1970: Taf. 1 Fig. 8a.

Fig. 5—6: *Waribole (Angustibole) winterbergensis* (G. HAHN 1965); Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — 5. Cranium (Holotypus), aus G. HAHN 1966: Taf. 47 Fig. 11a. — 6. Pygidium, aus G. HAHN 1966: Taf. 47 Fig. 17b.

Fig. 7—8: *Hildaphillipsia hildae* (GHEYSELINCK 1937); Mittel-Perm (Kasanium); Timor. — 7. Cephalon (Lectotypus), aus OWENS 1983: Taf. 2 Fig. 5. — 8. Pygidium (Lectotypus), aus OWENS 1983: Taf. 2 Fig. 6.

Fig. 9—10: *Mirabole kielanae* (OSMÓLSKA 1962); Ober-Devon (Wocklumium); Polen, Mähren, Marokko. — 9. Cranium (Holotypus), aus OSMÓLSKA 1962: Taf. 10 Fig. 7a. — 10. Pygidium, aus OSMÓLSKA 1962: Taf. 10 Fig. 7.

Fig. 11: *Silesiops (Chlupacula) kymo* G. HAHN & WUNN-PETRY 1983; Unter-Karbon (cu II δ); Bundesrepublik Deutschland. — Cranium (Holotypus), aus G. HAHN & WUNN-PETRY 1983: Taf. 1 Fig. 4.

Fig. 12: *Silesiops (Silesiops) schindewolfi* (RICHTER & RICHTER 1919); Ober-Devon (Dasbergium, Wocklumium); Deutschland, Polen, ? UdSSR. — Cephalon, aus RICHTER & RICHTER 1926: Taf. 4, Fig 53a.

Fig. 13—14: *Archegonus (Laevibole) laevicauda* (SARRES 1857); Unter-Karbon (cu III α); Bundesrepublik Deutschland, England. — 13. Cephalon (Lectotypus), aus HAHN & HAHN 1970: Taf. 3. — 14. Pygidium (nach Original-Material).

Fig. 15: *Archegonus (Archegonus) aequalis aequalis* (H. v. MEYER 1831); Unter-Karbon (cu III α); Bundesrepublik Deutschland. — Cranium und Freiwange (Lectotypus), aus R. HAHN 1968a: Taf. 1 Fig. 4b.

Fig. 16: *Archegonus (Archegonus) aequalis* (H. v. MEYER 1831); Unter-Karbon (cu III α); Bundesrepublik Deutschland. — Pygidium, aus R. HAHN 1968a: Taf. 1 Fig. 6.

Fig. 17: *Archegonus (Merebolina) merensis* GANDL 1980; Ober-Karbon (Namurium B); N-Spanien. — Pygidium, aus GANDL 1980: Taf. 2 Fig. 13a.

Fig. 18: ?*Archegonus (Merebolina) merensis* GANDL 1980; Ober-Karbon (Namurium B); N-Spanien. — Pygidium, aus GANDL 1980: Taf. 4 Fig. 56.

Tafel 2

Fig. 19: *Archegonus (Phillibole) aprathensis* (RICHTER & RICHTER 1937); Unter-Karbon (cu III α); Bundesrepublik Deutschland, Polen, ČSSR, England. — Vollständiger Panzer (Holotypus), aus R. HAHN 1968b: Taf. 2 Fig. 11.

Fig. 20: *Pseudospatulina kraemeri* HAHN & HAHN 1968; Unter-Karbon (cu III γ); Bundesrepublik Deutschland. — Vollständiger Panzer (Holotypus), aus HAHN & HAHN 1968a: Abb. 8.

Fig. 21—22: *Archegonus (Langgonbole) vulgaris* (KOBAYASHI & HAMADA 1973); ?Ober-Karbon (?Namurium) (fide GANDL 1980: 312—313); Japan. — 21. Cranium (Holotypus), aus KOBAYASHI & HAMADA 1973: Taf. 1 Fig. 15. — 22. Pygidium, aus KOBAYASHI & HAMADA 1973: Taf. 2 Fig. 12a.

Fig. 23—24: *Phillibolina (Aprathia) emanueli* (RICHTER & RICHTER 1950); Unter-Karbon (cu III α); Bundesrepublik Deutschland. — 23. Cranium, aus G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1975: Taf. 1 Fig. 2. — 24. Pygidium (Holotypus), aus RICHTER & RICHTER 1950: Taf. 1 Fig. 8.

Fig. 25: *Phillibolina (Phillibolina) worsawensis* (OSMÓLSKA 1968); Unter-Karbon (Chadian); England. — Zusammenhängender Panzer ohne Freiwangen (Holotypus), aus OSMÓLSKA 1968, Taf. 6 Fig. 5.

Tafel 3

Fig. 26: *Phillibolooides glassi* (LEYH 1897); Unter-Karbon (Ober-Tournaisium); Bundesrepublik Deutschland. — Vollständiger Panzer (Holotypus), aus GANDL 1968: Taf. 6 Fig. 1b.

Fig. 27—28: *Xenobolooides peregrinus* (ENGEL & MORRIS 1980); Unter-Karbon (Asbian/Brigantian); Australien. — 27. Cranium, aus ENGEL & MORRIS 1980: Taf. 1 Fig. 7. — 28. Pygidium, aus ENGEL & MORRIS 1980: Taf. 1 Fig. 5.

Fig. 29—30: *Cyrtoproetus (Cyrtoproetus) cracoensis cracoensis* (REED 1899); Unter-Karbon (Asbian); England, Wales, Belgien, Polen. — 29. Cephalon, aus C. BRAUCKMANN & TILSLEY 1987: Taf. 1 Fig. 1. — 30. Pygidium, aus C. BRAUCKMANN & TILSLEY 1987: Taf. 1 Fig. 3.

Fig. 31—32: *Cyrtoproetus (Crassibole) crassus* (GANDL 1980), Ober-Karbon (Namurium B); N-Spanien. — 31. Cranium (Holotypus), aus GANDL 1980: Taf. 2 Fig. 26. — 32. Pygidium, aus GANDL 1980: Taf. 4 Fig. 63b.

Fig. 33: *Liobole (Diabole) pala* GRÖNING 1985; Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — Cranium (Holotypus), aus GRÖNING 1986: Taf. 4 Fig. 22a.

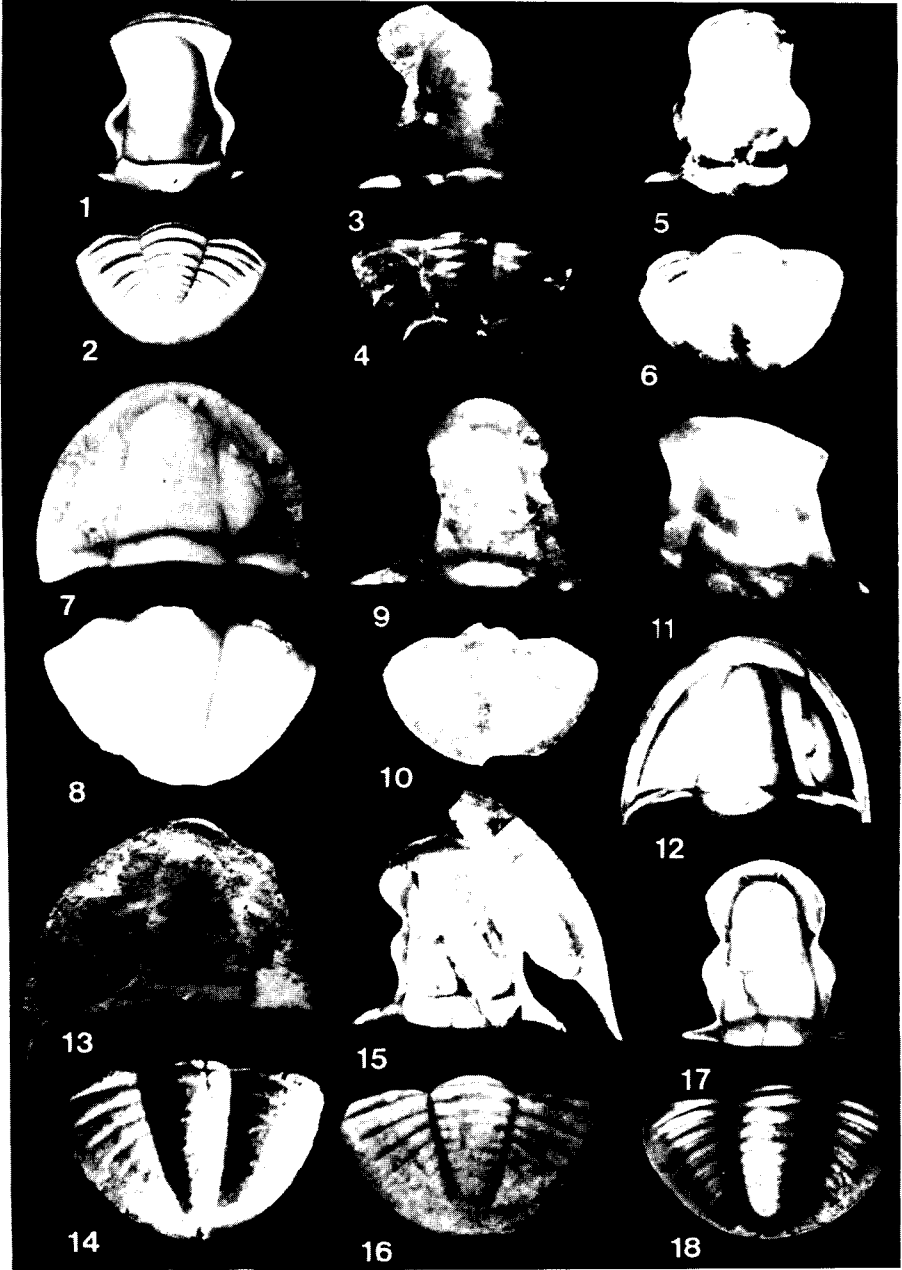
Fig. 34: *Liobole (Sulcubole) glabroides* (RICHTER & RICHTER 1949); Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — Cranium, aus RICHTER & RICHTER 1949: Taf. 3 Fig. 31.

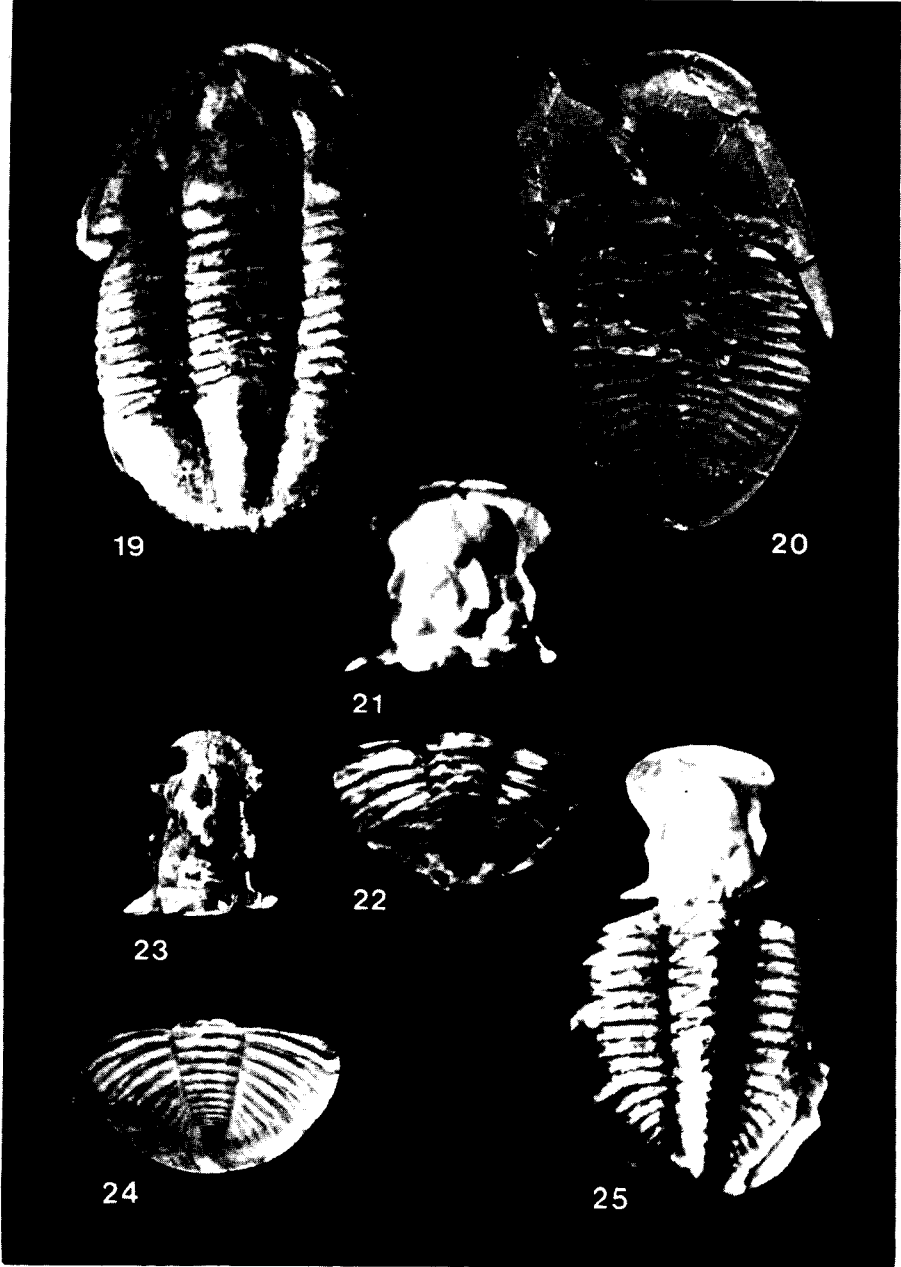
Fig. 35: *Liobole (Panibole) subaequalis* (HOLZAPFEL 1889); Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — Cephalon ohne rechte Freiwange (Holotypus), aus RICHTER & RICHTER 1949: Taf. 3 Fig. 28a.

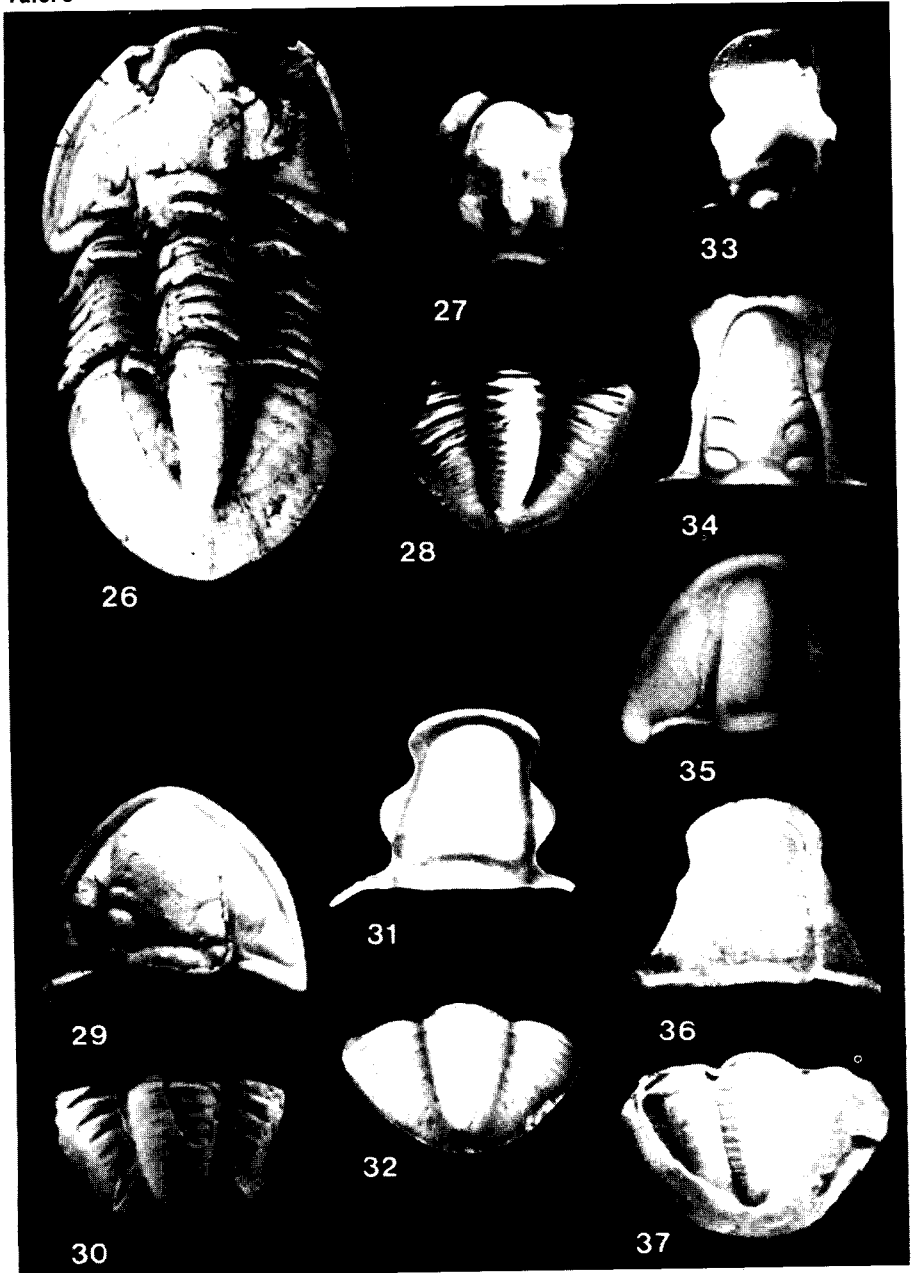
Fig. 36: *Liobole (Liobole) glabra glabra* (HOLZAPFEL 1889); Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — Cranium (Neotypus), aus RICHTER & RICHTER 1949: Taf. 1 Fig. 1.

Fig. 37: *Liobole (Liobole) glabra hiemalis* (RICHTER & RICHTER 1949); Unter-Karbon (cu II γ); Bundesrepublik Deutschland. — Pygidium, aus RICHTER & RICHTER 1949: Taf. 1 Fig. 9.

Tafel 1







Neue Kulm-Trilobiten aus Wuppertal (Bundesrepublik Deutschland).

2. Eine Fauna aus dem Devon/Karbon-Grenzbereich

GERHARD HAHN & RENATE HAHN & CARSTEN BRAUCKMANN

Mit 6 Abbildungen, 1 Tabelle und 2 Tafeln

Kurzfassung

Die Trilobiten aus dem Bereich der Devon/Karbon-Grenze im Nordwesten Wuppertals (bei Kohleiche und S Gut Steinberg) in der Bundesrepublik Deutschland werden beschrieben. Im obersten Ober-Devon (Wocklumium) kommen vor: *Phacops (Phacops) granulatus* (MÜNSTER 1840), *Ph. (Ph.?) wedekindi* RICHTER & RICHTER 1926 und *Pseudowaribole (Pseudowaribole) cf. octofera* (RICHTER & RICHTER 1926). Aus dem tieferen Unter-Karbon (Balvium = cu I) stammen sieben weitere Arten: *Archegonus (Phillibole) drewerensis* (RICHTER & RICHTER 1951), *Waribole (Latibole) laticampa* (OSMÓLSKA 1962), *Liobolina nebulosa* RICHTER & RICHTER 1951, *Belgibole abruptirhachis* (RICHTER & RICHTER 1919), *B. ? wuppertalensis* n. sp., *Dechenelloides depravatus* n. sp. und *Diacoryphe incisa* n. sp. Die Fauna aus dem Balvium enthält unter anderem auch großäugige Arten, die den Einfluß der Kohlenkalk-Fazies des nahen Velberter Sattels anzeigen.

Belgibole? wuppertalensis n. sp. ist gekennzeichnet durch die völlige Reduktion der vorderen Glabella-Furchen (S2—S4) und den seitlich verbreiterten Occipital-Ring. *Dechenelloides depravatus* n. sp. ist der älteste Angehörige dieser Gattung; er unterscheidet sich von den übrigen Arten vornehmlich durch den weniger spitzbogigen Umriß des vorderen Glabella-Lobus, schmalere vordere Festwangen, das schwach zugespitzte Wangen-Eck sowie die kürzere und breitere Rhachis auf dem Pygidium. *Diacoryphe incisa* n. sp. ist gekennzeichnet durch die relativ lange Glabella, die nicht verlöschenden Dorsal-Furchen, die ebenfalls deutlich ausgeprägte Occipital-Furche, die völlige Reduktion der Glabella-Furchen und die sehr breiten röhrenförmigen Wangen-Stacheln.

In Ergänzung zu G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988 werden die phylogenetischen Beziehungen zwischen den Gattungen des *Dechenelloides*-Zweiges der Weaniinae OWENS 1983 neu diskutiert: *Dechenelloides* GANDL 1968, *Spergenaspis* BREZINSKI 1987 und *Thalabaria* ENGEL & MORRIS 1989.

Abstract

The trilobites from the Devonian/Carboniferous boundary beds in the NW part of Wuppertal (near Kohleiche and S of Gut Steinberg), Federal Republic of Germany, are described. In the Uppermost Devonian (Wocklumian) beds there occur: *Phacops (Phacops) granulatus* (MÜNSTER 1840), *Ph. (Ph.?) wedekindi* RICHTER & RICHTER 1926, and *Pseudowaribole (Pseudowaribole) cf. octofera* (RICHTER & RICHTER 1926). Seven further species are of Lowermost Dinantian (Balvian = cu I) age: *Archegonus (Phillibole) drewerensis* (RICHTER & RICHTER 1951), *Waribole (Latibole) laticampa* (OSMÓLSKA 1962), *Liobolina nebulosa* RICHTER & RICHTER 1951, *Belgibole abruptirhachis* (RICHTER & RICHTER 1919), *B. ? wuppertalensis* n. sp., *Dechenelloides depravatus* n. sp., and *Diacoryphe incisa* n. sp. The Balvian fauna contains also species with large eyes which show the influence of the shelf facies of the

Velbert anticline.

Belgibole? wuppertalensis n. sp. is characterized by the complete reduction of the anterior glabellar furrows (2p—4p) and the transversally broadened occipital ring. *Dechenelloides depravatus* n. sp. is the oldest representative of this genus; it differs from the other species mainly by the less acute anterior glabellar lobe, narrower anterior fixigenae, presence of a slightly acute genal angle, and the shorter and broader pygidial axis. *Diacoryphe incisa* n. sp. is characterized mainly by its relatively long glabella, non-reduction of dorsal furrows and occipital furrow, complete lack of glabellar furrows, and very broad, tubular genal spines.

In addition to G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988, the phylogenetic relationships between the genera of the *Dechenelloides* branch of the Weaniinae OWENS 1983 are newly discussed: *Dechenelloides* GANDL 1968, *Spergenaspis* BREZINSKI 1987, and *Thalabaria* ENGEL & MORRIS 1989.

Einleitung

In diesem zweiten Beitrag über die Trilobiten aus den beim Straßen-Neubau der B 224n im Nordwesten Wuppertals (Bergisches Land) angeschnittenen Profilen werden die Formen aus dem Bereich der Devon/Karbon-Grenze dargestellt. Schichten aus diesem stratigraphischen Niveau wurden in zwei Abschnitten der Trasse freigelegt:

Profil 1: Im Bereich des jetzigen südlichen Widerlagers der Brücke über das Tal des Brucher Baches beziehungsweise des Steinberger Baches an dem Waldstück „Im Großen Busch“ S Gut Steinberg. — Dieser Profil-Bereich befindet sich am S-Flügel der Herzkamper Mulde. Die Tonschiefer-Folge wurde im Sommer 1987 — zum Teil nach feinstratigraphischen Gesichtspunkten — abgesucht; die in dieser Arbeit verwendeten Schicht-Nummern entsprechen denen der detaillierten Profil-Aufnahme durch E. THOMAS (noch nicht publiziert). Der ober-devonische Anteil lieferte hier keine Trilobiten. Unmittelbar an der vermuteten Basis des Balvium, im unteren Teil der Schichtgruppe 20—30, setzt *Belgibole abruptirhachis* ein. *Archegonus (Phillibole) drewerensis* ist innerhalb der Schichtgruppe 20—30 sehr häufig. Wesentlich höher, etwa um Bank 67, tritt *Liobolina nebulosa* auf. *Waribole (Latibole) laticampa* wurde nur in wenigen Exemplaren im Halden-Material gefunden, dürfte aber nach der Verteilung auf der Halde ebenfalls in diesem höheren Profil-Abschnitt vorkommen. — Aus einem Bach-Anriß ganz in der Nähe (knapp westlich) dieses inzwischen überbauten Aufschlusses stammen die von C. BRAUCKMANN 1981 beschriebenen Reste von *A. (Ph.) drewerensis*.

Profil 2: Im Bereich dicht W der Siedlung Kohleiche, nunmehr am N-Flügel der Herzkamper Mulde. — In diesem tektonisch und stratigraphisch komplizierten und zur Zeit noch nicht restlos geklärten Gebiet ist die Devon/Karbon-Grenze in einer Tonschiefer-Folge mindestens zweimal angeschnitten; beide Profil-Abschnitte liegen nur wenige Meter auseinander. Die Trilobiten sind hier stark verdrückt und teilweise nur sehr schwer zu bestimmen. Die bei der Beschreibung der neuen Arten in dieser Arbeit angegebenen Fund-Punkte 1, 2 und 3 beziehen sich auf die Aufsammlungen durch Herrn M. von den STEINEN im Sommer und Herbst 1988; sie lassen sich durch die seitdem erheblich veränderte Aufschluß-Situation nicht mehr exakt lokalisieren. Fund-Punkt 1 befand sich in der E' Böschung, Fund-Punkt 2 umfaßt Halden-Material am Boden der Trasse dicht W' Fund-Punkt 1 und dürfte weitgehend auch von dort stammen, und Fund-Punkt 3 lag etwas weiter südlich in der W' Böschung eines damals nur schmalen Durchstoßes der Trasse. Fund-Punkt 1 und 2 liefern, soweit das Material bestimmbar war, ausschließlich Formen aus dem Balvium: *Archegonus (Phillibole) drewerensis*, *Waribole (Latibole) laticampa*, *Dechenelloides depravatus* n. sp., *Diacoryphe incisa* n. sp. und *Liobolina nebulosa*. Etwa gleichaltrige Arten treten mit *A. (Ph.) drewerensis* und *Belgibole? wuppertalensis* n. sp. auch am Fund-Punkt 3 auf. Hier kommen jedoch wenige Meter unterhalb der *drewerensis*-Lage auch eindeutige Arten aus dem höchsten Ober-Devon (Wocklumium) vor: *Phacops (Phacops) granulatus*, *Ph. (Ph.?) wedekindi* und *Pseudowaribole (Pseudowaribole) cf. octofera*. Es ist

nicht ausgeschlossen, daß in diesem Profil-Abschnitt noch weitere Formen, etwa *Ps. (Ps.) phacomma* (RICHTER & RICHTER 1926) vertreten sind; der ungünstige Erhaltungszustand der hierfür in Frage kommenden Stücke läßt jedoch keine eindeutige Entscheidung zu, und unhorizontiertes Material kann bei der vorherrschenden Verdrückung leicht mit dem unter-karbonschen *Dechenelloides depravatus* n. sp. verwechselt werden.

Auffällig ist, daß im Balvium mit *W. (L.) laticampa* und *Dechenelloides depravatus* n. sp. Arten mit relativ großen bis sehr großen Augen auftreten, die deutlich von den typischen, kleinäugigen Kulm-Trilobiten abweichen und in gleichaltrigen Schichten des Sauerlandes fehlen. Hier macht sich offensichtlich der Einfluß der Kohlenkalk-Fazies vom nahegelegenen Schelf-Bereich des Velberter Sattels bemerkbar. *W. (L.) laticampa* zeigt darüber hinaus enge biogeographische Beziehungen zum Heiligkreuz-Gebirge in Polen auf, von wo diese Art zuerst beschrieben worden ist.

Unser Dank gilt auch diesmal den bereits bei G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988: 97 namentlich genannten Sammlern, die uns ihr wertvolles Material für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt haben. Die Photos zu Abb. 1 und Taf. 1 sowie Taf. 2 Fig. 12 fertigte Herr K. M. WEBER (Solingen 11), diejenigen für Taf. 2 Fig. 8—11 Herr J. KIRSCH vom Institut für Geologie und Paläontologie der Philipps-Universität Marburg an. Die Aufnahme zu Taf. 2 Fig. 13 stammt von Herrn D. KORN (Sundern). Das abgebildete und im Text behandelte Material wird in folgenden Sammlungen aufbewahrt: Fuhlrott-Museum Wuppertal (FMW . . .), Privat-Sammlungen H. HEISING (Remscheid), M. von den STEINEN (Solingen), E. THOMAS (Witten-Herbede) und K. M. WEBER (Solingen 11). Abgüsse der in den Privat-Sammlungen befindlichen Stücke sind im Fuhlrott-Museum Wuppertal hinterlegt.

Kommentierte Arten-Liste

Ober-Devon (Wocklumium, to VI). —

- 1) *Phacops (Phacops) granulatus* (MÜNSTER 1840); Taf. 1 Fig. 1. — In der derzeitigen Fassung wird diese Art vom Hemburgium (to III) bis zum Wocklumium (to VI) genannt, wobei die Typus-Serie aus dem Wocklumium stammt. Es ist nicht auszuschließen, daß bei einer gründlichen Revision das ältere Material auf der Unterart- oder Art-Ebene abgetrennt werden muß. Die vorliegenden Stücke entsprechen aber in allen wesentlichen Merkmalen — einschließlich der Augen-Größe und der Skulptur der Schalen-Oberfläche — den von RICHTER & RICHTER 1926 beschriebenen und abgebildeten Exemplaren aus dem höchsten Ober-Devon. Sie können daher nach bisheriger Kenntnis ohne Vorbehalte zu dieser Art gestellt werden. Das hier in Taf. 1 Fig. 1 abgebildete Cephalon liegt in Steinkern-Erhaltung vor; die Oberfläche ist dementsprechend glatt. *Ph. (Ph.) granulatus* ist schon früher — so von RICHTER & RICHTER 1926 (: 141) — von mehreren Fundstellen im höchsten Ober-Devon von Wuppertal genannt worden.
- 2) *Phacops (Phacops?) wedekindi* RICHTER & RICHTER 1926; Taf. 1 Fig. 2 und 3. — Die Art ähnelt der vorigen, ist aber durch kleinere, weiter vorn gelegene Augen und die konkave Innen-Begrenzung der Augen-Deckel gekennzeichnet. Auch hier ist die Schalen-Oberfläche des Cephalon dicht und deutlich gekörnelt (Taf. 1 Fig. 2), der Steinkern jedoch glatt (Taf. 1 Fig. 3). Die zeitliche Verbreitung liegt im Dasbergium (to V) und Wocklumium (to VI).
- 3) *Pseudowaribole (Pseudowaribole) cf. octofera* (RICHTER & RICHTER 1926); Taf. 1 Fig. 4. — Das neue Material schließt sich morphologisch eng an die Typus-Exemplare aus dem Wocklumium (to VI) des Sauerlandes an, insbesondere im Glabella-Umriß, in Länge und Ausladen des Sutura-Abschnitts β — γ sowie in der Größe der Augen-Deckel und der Augen. Abweichend ist jedoch das etwas längere (sag.), noch ein wenig an die etwas ältere *Ps. (Ps.) conifera* (RICHTER & RICHTER 1926) erinnernde Präglabellar-Feld. Die Stücke werden deshalb nur vorbehaltlich zu *Ps. (Ps.) octofera* gestellt.



Abb. 1: *Waribole (Latibole) laticampa* (OSMÓLSKA 1962). — Vollständiger Panzer (Latex-Abguß vom Negativ), temporärer Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n bei Kohleiche (Fund-Punkt 1), Coll. von den STEINEN; x 8.

Unter-Karbon (Balvium, cu I). —

- 4) *Archegonus (Phillibole) drewerensis* (RICHTER & RICHTER 1951); Taf. 1 Fig. 7. — Diese Art wird hier noch in einem weiten Rahmen gefaßt. Eine ausführliche Revision wird vermutlich zeigen, daß sich darunter mehrere Arten verbergen. Auch ist zu erwarten, daß der von RICHTER & RICHTER 1951 eingeführte Name *Macrobole* (nunmehr als Untergattung von *Archegonus*) wieder aufleben muß. *A. (Ph.) drewerensis* ist in den neuen Profilen im Balvium die weitaus häufigste Art. Taf. 1 Fig. 7 zeigt einen vollständigen Panzer, dessen Cephalon sehr gut mit dem Typus-Material aus dem Sauerland übereinstimmt, dessen Pygidium jedoch durch das etwas schwächere Relief abweicht. Ein ähnliches Verhalten zeichnet sich auch in umfangreichen neuen Aufsammlungen aus dem Sauerland ab.
- 5) *Waribole (Latibole) laticampa* (OSMÓLSKA 1962); Abb. 1, Taf. 1 Fig. 5. — Die bisher nur aus dem cu I des Heiligkreuz-Gebirges in Polen bekannte Art ist leicht erkennbar an ihrem sehr breiten (sag.) Praeaglabellar-Feld, den weit ausladenden (tr.) vorderen Festwangen, den sehr langen, oft etwas sichelförmig geschwungenen Wangen-Stacheln und dem kurzen, breiten Pygidium. In den Wuppertaler Profilen scheint sie erst etwas höher im Balvium einzusetzen.
- 6) *Liobolina nebulosa* RICHTER & RICHTER 1951; Taf. 1 Fig. 6. — Auch diese Art kommt erst etwas höher im Balvium vor. Sie ist erkennbar an dem zylindrischen Glabella-Umriß, der völligen Reduktion der Augen, dem Fehlen von Wangen-Stacheln und — vor allem — dem weitgehenden Verlöschen des Reliefs auf dem Cephalon (Dorsal-Furchen, Glabella-Furchen) und dem Pygidium (Rhachis-Ringe, Pleuren). Auf dem Occipital-Ring ist um das Occipital-Knötchen eine Gruppe kleiner Höcker vorhanden.
- 7) *Belgibole abruptirhachis* (RICHTER & RICHTER 1919); Taf. 2 Fig. 13. — Es liegen bisher nur wenige Pygidien aus dem basalen Bereich des Balvium vom Profil 1 vor. Sie sind gekenn-

zeichnet durch die relativ lange, hinten steil abfallende Rhachis, die gegenüber den Rippen-Hinterästen deutlich höheren Rippen-Vorderäste und den abgesetzten Randsaum.

Die neuen Arten 8) *Belgibole? wuppertalensis* n. sp., 9) *Dechenelloides depravatus* n. sp. und 10) *Diacoryphe incisa* n. sp. werden im anschließenden Kapitel ausführlich beschrieben.

Die unter 2), 3), 5), 6) und 7) genannten Arten sind hiermit erstmalig aus dem Gebiet von Wuppertal nachgewiesen.

Beschreibung der neuen Arten

Familie **Phillipsiidae** (OEHLERT 1886), G. HAHN, R. HAHN & C. BRAUCKMANN 1980

Unterfamilie **Weaniinae** OWENS 1983

Belgibole G. HAHN 1963

Typus-Art: *Cyrtosymbole (Belgibole) belgica* G. HAHN 1963.

Diagnose, Verbreitung, Arten, Beziehungen: Siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988: 105—116.

Belgibole? wuppertalensis n. sp.

Taf. 2 Fig. 8, Abb. 2.

Derivatio nominis: Nach der Stadt Wuppertal, in deren Gebiet der Fund-Punkt der neuen Art liegt.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das auf Taf. 2 Fig. 8 abgebildete Cranium, im Besitz von Herrn M. von den STEINEN. — **Locus typicus:** Temporärer Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n im Raum Kohleiche (Fund-Punkt 3), Wuppertal, Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland. — **Stratum typicum:** Schiefer aus dem Balvium, 1,30 m über einer Schicht mit *Archegonus (Phillibole) drewerensis* (RICHTER & RICHTER 1951).

Zeitliche und räumliche Verbreitung: Nur am Locus typicus im Stratum typicum.

Bekannte Panzer-Teile: Nur der Holotypus.

Diagnose. — Eine wahrscheinlich zu *Belgibole* gehörende, nur durch ihr Cranium bekannte Art mit folgenden Besonderheiten: Glabella subzylindrisch, mit reduzierten vorderen Glabella-Furchen (S2—S4). Occipital-Furche ohne Zweig-Furchen. Präglabellar-Region schwach eingemuldet, nicht in Präglabellar-Feld und Stirn-Saum unterteilt, nicht terrassiert. Vorder-Abschnitt der Festwangen mäßig breit, Augen-Deckel deutlich vorragend (tr.) (δ außerhalb der Längs-Projektion von β); gerader Abschnitt ϵ - ζ an der Facial-Sutur mäßig lang. Hinter-Saum der Festwange sehr weit ausladend (tr.).

Morphologie

Maße (in mm): Cranium-Länge = 4,6; Glabella-Länge = 3,5; Länge β — γ = 1,25; Länge des Augen-Deckels (γ — ϵ) = 1,9; Länge ϵ —Hinterrand = 1,2; Breite β — β = 2,75; Breite δ — δ = 3,75; Breite ω — ω = 5,6; Glabella-Breite (bei δ — δ) = 2,9.

Erhaltung: Steinkern eines vollständig erhaltenen, relativ wenig verdrückten Exemplares; der hintere Bereich der Glabella ist in die Schicht-Ebene gedrückt und von 2 deutlichen Quer-Brüchen durchzogen.

Dorsal-Ansicht (Taf. 2 Fig. 8, Abb. 2): Glabella subzylindrisch im Umriß, mit breitem, vorn gerundetem vorderen Lobus, im Bereich von γ jederseits geringfügig eingeschnürt, dahinter etwas verbreitert, gegen die Occipital-Furche wieder leicht verschmälert. Von den Glabella-Furchen nur S1 undeutlich erhalten, fast bis zur Occipital-Furche reichend. Seitliche Präoccipital-Loben (L1) nur sehr wenig aus der Glabella hervortretend; vordere Glabella-Furchen (S2—S4) völlig reduziert. Occipital-Furche breit (sag.) und seicht, median nur wenig vorgebogen, ohne Zweig-Furchen. Occipital-Ring etwas gegenüber der Glabella im Bereich der L1 verbreitert, median etwas aufgewölbt, mit einem kleinen Nacken-Knötchen auf seinem höchsten Punkt. Hinter-Rand des Craniums im Bereich des Occipital-Ringes etwas beschädigt, den Um-

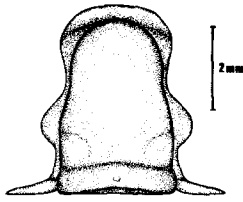


Abb. 2: *Belgibole? wuppertalensis* n. sp. — Cranium, Holotypus (siehe Taf. 2 Fig. 8). — Unter-Karbon, Balvium; Kohleiche, Wuppertal.

2

schlag entblößend; Terrassen-Linien auf dem Umschlag nicht erkennbar. Dorsal-Furchen deutlich eingeschnitten, Antennal-Poren nicht erkennbar. Präglabellar-Region schwach eingemuldet, nach vorn gegen den Vorder-Rand etwas ansteigend, nicht in Präglabellar-Feld und Stirn-Saum unterteilt, ungepolstert und ohne Terrassen-Linien, seitlich neben der Glabella jederseits durch eine angedeutete Furche von den Festwangen abgesetzt.

Vorder-Rand zwischen α — α fast gerade (tr.) verlaufend, α beiderseits schwach knick-artig markiert. Festwangen um β mäßig breit, gegen γ sehr stark verschmälert; Augen-Deckel gerundet, deutlich vorragend (tr.); Hinter-Abschnitt der Festwangen im Bereich ϵ - ξ wieder sehr schmal; Hinter-Saum sehr weit ausladend (tr.), aber von geringer Länge (exsag.), mit angedeuteter Saum-Furche. An der Facial-Sutur β und δ sanft gerundet, γ , ϵ und ζ angedeutet knick-artig markiert. Vorder-Ast β — γ kürzer als der Augen-Deckel; Hinter-Ast mit mäßig langem geraden Abschnitt ϵ - ξ , der schräg nach hinten außen zieht. Festwange in diesem Bereich trotzdem nicht nach hinten verbreitert wegen der Verbreiterung des Occipital-Ringes. δ deutlich außerhalb von β gelegen, ω sehr weit außen befindlich. Oberfläche des Steinkerns glatt.

Beziehungen: *B. ? wuppertalensis* erinnert in der Form der Glabella, den nur mäßig breiten vorderen Festwangen, dem relativ schmalen Präglabellar-Bereich und dem Verlauf der Facial-Sutur an die Arten *Belgibole belgica* (G. HAHN 1963) aus dem Ivorium Belgiens, *B. feltrimensis* (G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1973) aus dem Ober-Courceyan Irlands, *Waribole (Angustibole) winterbergensis* (G. HAHN 1965) aus dem Erdbachium Deutschlands und *W. (A.) mulesi* (GOLDRING 1955) aus dem Unter-Courceyan Englands. Bei den *W. (Angustibole)*-Arten ist der Präglabellar-Bereich nicht eingemuldet, sondern als schwach bis deutlich gepolsteter, terrasierter Stirn-Saum entwickelt. Bei den *Belgibole*-Arten ist zunächst ein eingemuldetes Präglabellar-Feld ausgebildet, das nach vorn in einen erhöhten schmalen Saum übergeht, der bei *B. feltrimensis* terrasiert, bei *B. belgica* aber glatt ist. Der Bau des Präglabellar-Bereiches bei *B. ? wuppertalensis* entspricht dem von *Belgibole*, weshalb die neue Art mit Vorbehalt an diese Gattung angeschlossen wird. (Eine eindeutige Stellungen-Zuweisung ist nicht ohne Kenntnis des Pygidiums möglich.) Im Bau des Präglabellar-Bereiches, der Rundung des vorderen Glabella-Lobus und der Richtung des Sutur-Abschnittes ϵ - ξ erinnert *B. ? wuppertalensis* eher an *B. belgica*, durch die großen, weit ausladenden Augen-Deckel und den gleichfalls weit ausladenden Hinter-Saum der Festwange aber eher an *B. feltrimensis*. Die weitgehende Reduktion der Glabella-Furchen und die seitliche Verbreiterung des Occipital-Ringes schließlich können als Autapomorphien von *B. ? wuppertalensis* interpretiert werden.

B. ? wuppertalensis stammt aus dem Balvium und ist damit eine der stratigraphisch ältesten Arten von *Belgibole*. Von ähnlichem Alter (Basis des Balviums) ist *B. abruptirhachis* (RICHTER & RICHTER 1919). Vor allem durch ihre stärker konische Glabella und die breiteren vorderen Festwangen bleibt diese Art deutlich von *B. ? wuppertalensis* getrennt. Glabella-Form und Breite der vorderen Festwangen trennen auch deutlich gegenüber *B. lemkei* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988, einer Art, die gleichfalls von Kohleiche, jedoch aus einem wesentlich höheren Stratum (Aprathium) stammt.

Dechenelloides GANDL 1968

- + 1968 *Dechenelloides* GANDL, Tril. Frankenwald: 47.
1969 *Dechenelloides*. — HAHN & HAHN, Foss. Catalogus, 118: 68.
1975 *Dechenelloides*. — HAHN & HAHN, Leitfossilien: 31.
1978 *Dechenelloides*. — C. BRAUCKMANN, Ps. (*Geigibole*): 6, Abb. 1.
1980 *Dechenelloides*. — KOBAYASHI & HAMADA, Carb. tril. Japan: 75, 85.
1984 *Dechenelloides*. — YUAN, Linguaphillipsiinae: 630—631 (chinesisch).
1988 *Dechenelloides*. — G. HAHN & C. BRAUCKMANN, Weaninae: 99, Abb. 1.

Typus-Art: *Proetus angustigenatus* LEYH 1897.

Revidierte Diagnose. — Eine Gattung der Weaninae mit folgenden Besonderheiten: Glabella mit nach vorn verjüngtem, dreieckig begrenztem vorderen Lobus; Augen-Deckel mäßig lang, weit hinten gelegen, Facial-Sutur ohne oder mit nur angedeutetem geraden Abschnitt ε - ξ ; Occipital-Furche mit angedeuteten Zweig-Furchen. Thorax mit 10 Segmenten. Pygidium groß, isopyg, mit der Tendenz zum Verlöschen des Reliefs auf dem hinteren Abschnitt der Rhachis und der Pleural-Felder und mit breitem, ebenem Rand-Saum ohne Saum-Furche.

Verbreitung: Im Unter-Karbon Deutschlands und ?Japans.

Zugehörige Arten: *D. angustigenatus* (LEYH 1897), *D. ? asiaticus* KOBAYASHI & HAMADA 1980, *D. depravatus* n. sp. und *D. hofensis* (LEYH 1897). — Von den aufgeführten Taxa können nur die 3 aus dem deutschen Bereich eindeutig zu *Dechenelloides* gestellt werden. *D. ? asiaticus* aus Japan weicht durch den Bau des Pygidiums ab, auf dem das Relief nicht unterdrückt und eine deutliche Saum-Furche ausgebildet ist. Nicht mehr zu *Dechenelloides* gestellt werden „*D. ? triangularis* YUAN 1984 und „*D. ? yunnanensis* YUAN 1984, beide aus dem Unter-Karbon Chinas (siehe HAHN & HAHN & YUAN 1989: 00). Beide Arten weichen ab durch ihre sehr langen Augen-Deckel und das merklich kürzere Pygidium mit wohlausgebildetem Relief; sie sind daher zu *Pseudowaribole* (*Geigibole*) GANDL 1968 zu stellen. Auch „*Cyrtosymbole ? shanlingoensis* SHENG 1974: Taf. 161, Fig. 3—4, gleichfalls aus dem Unter-Karbon Chinas, dürfte eher zu *Ps. (Geigibole)* als zu *Dechenelloides* gehören.

Beziehungen: GANDL 1968: 47 stellt seine neue Gattung *Dechenelloides* zu den Dechenellinae PŘIBYL 1946 vor allem wegen der „Birnenform“ der Glabella. Er bemerkt zugleich, daß ein wesentliches Merkmal der Dechenellinae — die Occipital-Loben am Occipital-Ring — bei seiner neuen Gattung fehlen und daß diese auch Beziehungen zu den Cyrtosymbolinae HUPE 1953 (im damaligen, weit gefaßten Sinn) zeigt. HAHN & HAHN 1968: 68 sowie 1975: 31 folgen dem Vorgehen GANDLs. BRAUCKMANN 1978: 6, Abb. 1, weist darauf hin, daß die Glabella-Form von *Dechenelloides* auch von *Pseudowaribole* HAHN & HAHN 1967 abgeleitet werden kann, ein Zusammenhang mit den Dechenellinae also nicht bestehen muß. Diese Herleitung von *Pseudowaribole* hat zudem den Vorteil, daß sie die Deutungs-Schwierigkeit der Occipital-Loben vermeidet. Denn die Anwesenheit dieser Loben bei den Dechenellinae ist ein apomorphes Merkmal, das bei *Dechenelloides* fehlt, da diese Gattung nur schwach angedeutete Zweig-Furchen an der Occipital-Furche entwickelt. Sie verhält sich damit ursprünglicher als alle Dechenellinae, was eine Ableitung aus dieser Unterfamilie sehr unwahrscheinlich macht. Als Konsequenz daraus wird *Dechenelloides* durch G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988: 99, Abb. 1, an die Weaninae angeschlossen und von *Ps. (Pseudowaribole)* abgeleitet. Das dort gegebene Bezugs-Schema muß bereits um 2 neue Gattungen erweitert werden, nämlich *Spergenaspis* BREZINSKI 1987 aus dem Unter-Karbon Nord-Amerikas und *Thalabaria* ENGEL & MORRIS 1989 aus dem Unter-Karbon Australiens (siehe Abb. 3). Alle 3 Gattungen ähneln einander im Bau des Pygidiums — isopyg, mit gleichartig entwickelten Rippen-Ästen, Tendenz zum Verlöschen des Reliefs, breiter Rand-Saum ohne Saum-Furche — und in der Anwesenheit relativ kurzer, hinten gelegener Augen-Deckel. Unterschiede zwischen ihnen bestehen in der Form des vorderen Glabella-Lobus und in der Ausgestaltung der Occipital-Furche. Bei *Sperge-*

naspis und *Thalabaria* bleibt der vordere Glabella-Lobus annähernd zylindrisch bis subzylindrisch im Umriß, bei *Dechenelloides* wird er dreieckig. *Spergenaspis* hat weder Zweig-Furchen noch Occipital-Loben; *Dechenelloides* hat Zweig-Furchen; *Thalabaria* entwickelt Occipital-Loben. Danach ist die zuerst genannte Gattung die ursprünglichste dieser drei Taxa, *Thalabaria* die am stärksten abgeleitete. *Dechenelloides* dürfte sich über *Spergenaspis* aus *Ps. (Pseudowaribole)* entwickelt haben (siehe Abb. 3). Es kann z. Z. nicht entschieden werden, wie die Anwesenheit von 10 Thorax-Segmenten bei *Dechenelloides* zu bewerten ist, ob als ursprünglich erhaltenes oder sekundär wieder aufgelebtes Merkmal. Die Anwesenheit von 10 (oder sogar 11) Thorax-Segmenten bei *Schizophillipsia* KOBAYASHI & HAMADA 1980 muß sicherlich als sekundär entstanden bewertet werden. Die Bedeutung dieses Merkmals (Anzahl der Thorax-Segmente) für die Systematik wird dadurch relativiert.

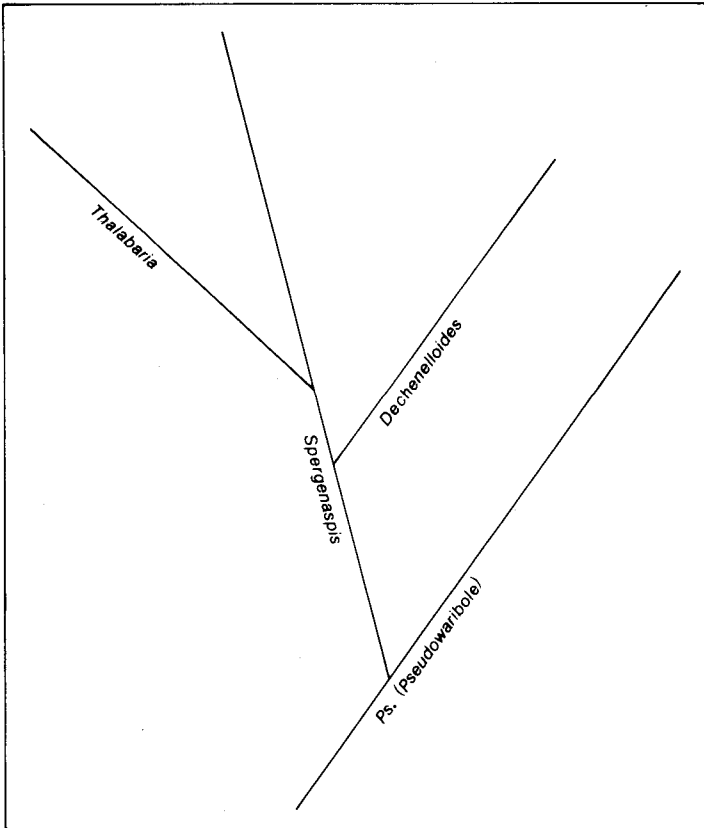


Abb. 3: Die phylogenetischen Zusammenhänge zwischen den Gattungen und Untergattungen der Weaniinae OWENS 1983 (siehe G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1988: Abb. 1). Abänderung des „*Dechenelloides*-Zweiges“ unter Berücksichtigung von *Spergenaspis* BREZINSKI 1987 und *Thalabaria* ENGEL & MORRIS 1989.

Dechenelloides depravatus n. sp.

Taf. 2 Fig. 9—10, Abb. 4

Derivatio nominis: depravatus, -a, -um (lat.) = verzerrt, wegen der schlechten Erhaltung des Materials.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 9 abgebildete Cranium, im Besitz von Herrn M. von den STEINEN. — **Locus typicus:** Temporärer Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n im Raum Kohleiche (Fund-Punkt 1), Wuppertal, Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland. — **Stratum typicum:** Schiefer aus dem Balvium. — **Paratypus:** Das vollständige, auf Taf. 2 Fig. 10 abgebildete Exemplar, im Besitz von Herrn H. HEISING.

Zeitliche und räumliche Verbreitung: Bekannt nur vom Locus typicus im Stratum typicum.

Bekannte Panzer-Teile: Vollständiger Panzer.

Digagnose. — Eine Art von *Dechenelloides* mit folgenden Besonderheiten: Glabella sehr plump, im vorliegenden (verdrückten) Zustand etwas breiter als lang. Festwangen vorn (um β) relativ schmal, Augen-Deckel sehr weit ausladend (tr.), δ weit außerhalb der Längs-Projektion von β gelegen. Zweig-Furchen an der Occipital-Furche (erhaltungsbedingt?) nicht nachweisbar. Wangen-Eck der Freiwange zugespitzt, doch ohne Wangen-Stachel. Pygidium kurz und breit; Rhachis plump, mit 8—9 Ringen; auf den Pleural-Feldern nur 2—3 Rippen-Paare erkennbar.

Morphologie

Maße (in mm). — Holotypus: Cranium-Länge = 6,0; Glabella-Länge = 4,7; Breite β — β = 4,25; Breite δ — δ = 7,2; Glabella-Breite (bei δ — δ) = 4,9. — Paratypus: Gesamt-Länge = 14,8; Cranium-Länge = 5,3; Thorax-Länge = 4,3; Pygidium-Länge = 5,2; Panzer-Breite (am Beginn des Pygidiums) = 10,2.

Erhaltung. — Holotypus: Steinkern eines deutlich verzerrten, flach in die Schicht-Ebene gedrückten Craniums; quer über die Glabella verläuft eine postmortal entstandene breite Furche. — Paratypus: Steinkern eines vollständigen Exemplars, bei dem die einzelnen Panzer-Teile etwas von links unten nach rechts oben gegeneinander verschoben sind. Auch dieses Exemplar ist plattgedrückt und verzerrt. Die Thorax-Segmente sind ineinander geschoben und nicht vollständig sichtbar. Schalen-Oberfläche bei beiden Exemplaren glatt.

Dorsal-Ansicht. — **Gesamt-Umriß** (Paratypus: Taf. 2 Fig. 10): Umriß breit, vorn und hinten abgerundet, unbestachelt. Cephalon und Pygidium von gleicher Länge; Thorax im vorliegenden Zustand etwas kürzer als die genannten Panzer-Teile, bedingt durch die teilweise aufeinander geschobenen Segmente. — **Cranidium** (Holotypus: Taf. 2 Fig. 9, Abb. 4): Glabella im vorliegenden Erhaltungs-Zustand sehr plump, etwas breiter als lang. Vorderer Lobus deutlich abgesetzt, konisch, vorn breit gerundet begrenzt; Einschnürung bei γ jederseits schwach angedeutet; Glabella-Bereich hinter γ betont verbreitert, seine größte Breite im Bereich von δ — δ erreichend, gegen die Occipital-Furche wieder etwas verschmälert. Von den Glabella-Furchen hinteres Paar (S1) auf dem Holotypus nur angedeutet, auf dem Paratypus deutlicher erhalten, sich bis zur Occipital-Furche erstreckend, große Präoccipital-Loben (L1) aus der Glabella herausstreichend, die in unverdrücktem Zustand wahrscheinlich etwas aufgewölbt waren. Vordere Glabella-Furchen (S2—S3) nur andeutungsweise erkennbar, kurz, bei γ gelegen. Occipital-Furche gerade (tr.) verlaufend, schmal, beim Holotypus etwas von Sediment bedeckt. Occipital-Ring sehr breit (tr.), wahrscheinlich postmortal etwas zu den Seiten vorgequetscht, ohne Nacken-Knötchen. Zweig-Furchen am Occipital-Ring nicht erkennbar. Beim Holotypus ist der Bereich, wo sie zu erwarten sind, mit Sediment bedeckt; beim Paratypus ist die rechte Hälfte des Occipital-Ringes beschädigt, die wohlerhaltene linke Hälfte zeigt keine Zweig-Furche. Dorsal-Furchen deutlich ausgeprägt. Präglabellar-Bereich schmal (sag.), als eingemuldetes Feld entwickelt, das sich gegen den Vorder-Rand aufwölbt; kein abgesetzter Stirn-Saum vorhanden, auch keine Terrassen-Linien auf der Oberseite entwickelt. Festwangen stark verdrückt,

Facial-Sutur daher auf **beiden** Seiten mit unterschiedlichem Verlauf. Festwangen um β relativ schmal (tr.), β auf dem Holotypus angedeutet eckig, auf dem Paratypus mehr gerundet markiert. γ rechtsseitig sehr nahe an der Dorsal-Furche gelegen, Festwange hier sehr schmal wie auch bei den anderen *Dechenelloides*-Arten; linke Seite des Holotypus in diesem Bereich stark verdrückt, γ hier gar nicht abgesetzt. Augen-Deckel hinten gelegen, sehr weit ausladend (tr.), etwa so lang wie der Abschnitt β — γ . δ (gerundet) weit außerhalb der Längs-Projektion von β gelegen. Facial-Sutur hinter ε sogleich in den Hinter-Saum umbiegend, gerader Sutur-Abschnitt ε — ξ nicht entwickelt. Hinter-Saum (nur rechtsseitig erhalten) schmal (exsag.), sehr weit ausladend (tr.). — **Freiwange** (Paratypus: Taf. 2 Fig. 10): Freiwange breit, im vorliegenden Zustand kaum gewölbt. Augen lang und schmal, stark gekrümmt, von γ bis ε reichend, außen von einer schmalen Furche begleitet; Linsen nicht erhalten. Hintersaum-Furche deutlich eingeschnitten, Hinter-Saum kurz (exsag.) und breit (tr.). Äußere Rand-Region, soweit erkennbar, vom Wangen-Feld nicht abgesetzt; im vorliegenden Zustand Umschlag entblöbt. Umschlag relativ breit, mit etwa 8 deutlich ausgebildeten Terrassen-Linien besetzt. Wangen-Eck zugespitzt, ohne Wangen-Stachel, seitlich nicht über die Pleuren des Thorax vorragend. — **Thorax** (Paratypus: Taf. 2 Fig. 10): Segmente des Thorax von hinten nach vorn etwas untereinander, vordere Segmente unter das Cephalon geschoben; vollständige Segment-Zahl daher nicht zu ermitteln (8 Segmente sichtbar). Axis im vorliegenden Zustand deutlich breiter als ein Pleural-Feld, nach hinten geringfügig verschmälert. Pleuren mit wohlentwickelten Pleural-Furchen, welche die Pleure von der Dorsal-Furche her bis gegen den Außen-Rand durchziehen. Pleuren außen abgerundet, insgesamt eine gerade (exsag.) äußere Begrenzungs-Linie des Thorax bildend. Dorsal-Furchen tief eingeschnitten. — **Pygidium** (Paratypus: Taf. 2 Fig. 10): Umriß gerundet, fast doppelt so breit wie lang (Quotient Breite : Länge = 1,96). Rhachis relativ kurz, etwa so breit wie ein Pleural-Feld, nach hinten betont verschmälert, am Ende stumpf gerundet. Insgesamt 8—9 Rhachis-Ringe vorhanden, von denen die hinteren nur undeutlich markiert sind. Auf den Pleural-Feldern nur die vorderen beiden Rippen-Paare deutlich und ein drittes andeutungsweise wahrnehmbar. Untergliederung der Rippen in Vorder- und Hinter-Äste nur auf dem ersten Rippen-Paar wahrnehmbar; beide Äste von annähernd gleicher Breite (exsag.) und Höhe. Rand-Region des Pygidiums nicht abgesetzt; Oberfläche des Steinkerns hier weggebrochen und den breiten Umschlag freilegend, der terminal bis zum Rhachis-Ende vorgeift und mit mehr als einem Dutzend Terrassen-Linien besetzt ist.

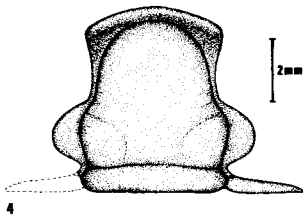


Abb. 4: *Dechenelloides depravatus* n. sp. — Cranium, Holotypus (siehe Taf. 2 Fig. 9). — Balvium; Kohleiche, Wuppertal.

Beziehungen: *D. depravatus* unterscheidet sich von den beiden Arten aus dem Erdbachium des Frankenwaldes, *D. angustigenatus* und *D. hofensis*, durch folgende Merkmale: 1) die plumpere Glabella; 2) die um β schmalere Festwangen; 3) den sehr deutlich außerhalb von β gelegenen Punkt δ an der Facial-Sutur; 4) das Fehlen von Zweig-Furchen an der Occipital-Furche; 5) das zugespitzte Wangen-Eck an der Freiwange (bei *D. angustigenatus* ist ein kurzer Wangen-Stachel entwickelt, bei *D. hofensis* ist das Wangen-Eck abgerundet) und 6) die kürzere und breitere Rhachis auf dem Pygidium. Auch wenn die Glabella-Form nur bedingt zur Abgrenzung zu verwenden ist, da alle 3 verglichenen Arten deutlich verdrückt sind, und das Feh-

len der Zweig-Furchen von der Erhaltung abhängig sein mag, bleiben doch die unter 2, 3 und 6 genannten Merkmale als eindeutige Unterschiede übrig, um die artliche Unabhängigkeit von *D. depravatus* zu sichern. *D. ? asiaticus* läßt weder im Bau seiner schlanken Glabella noch in der Struktur des Pygidiums (Rhachis lang und schlank, Rand-Saum deutlich abgesetzt, Relief nicht unterdrückt) irgendwelche Anklänge an *D. depravatus* erkennen. *D. depravatus* ist der stratigraphisch älteste Vertreter von *Dechenelloides*.

Unterfamilie **Cystispininae** HAHN & HAHN 1982

Diacoryphe RICHTER & RICHTER 1951

+ 1951 *Diacoryphe* RICHTER & RICHTER, Beginn Karb. Wechsel Tril.: 252, Tab. A.

1982 *Diacoryphe*. — HAHN & HAHN, seltene Tril. Kulm: 441—442 (dort weitere Zitate).

Typus-Art: *Diacoryphe pfeifferi* RICHTER & RICHTER 1951.

Diagnose, Beziehungen: HAHN & HAHN 1982: 441—442.

Verbreitung: Im Balvium Deutschlands, Polens, Englands (SELWOOD et al. 1984) und Österreichs (noch unbeschrieben).

Zugehörige Arten: *D. gloriola* RICHTER & RICHTER 1951, *D. incisa* n. sp., *D. pfeifferi* RICHTER & RICHTER 1951 und *D. strenuispina* OSMÓLSKA 1962. — *D. ?* sp. KOBAYASHI & HAMADA 1973 aus dem Unter-Tournaision von Malaysia gehört nicht zu *Diacoryphe*. Nach den vorliegenden Abbildungen — KOBAYASHI & HAMADA 1973: Taf. 3 Fig. 25, Abb. 8c — gehört das einzige bekannte Cranidium wahrscheinlich zu *Silesiops (Chlupacula)* G. HAHN & WUNN-PETRY 1983.

Diacoryphe incisa n. sp.

Taf. 2 Fig. 11—12, Abb. 5—6

Derivatio nominis: incisus, -a, -um (lat.) = eingekerbt, eingeschnitten, um zum Ausdruck zu bringen, daß bei der neuen Art im Gegensatz zu allen übrigen die Dorsal-Furchen auf dem Cranidium nicht verlöschen.

Holotypus: Das auf Taf. 2 Fig. 11 dargestellte Cranidium, im Besitz von Herrn K. M. WEBER.

— **Locus typicus:** Temporärer Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n im Raum Kohleiche (Fund-Punkt 2 = Halde), Wuppertal, Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland. —

Stratum typicum: Schiefer aus dem Balvium. — **Paratypus:** Die auf Taf. 2 Fig. 12 dargestellte Freiwange, im Besitz von Herrn M. von den STEINEN. — Die Zugehörigkeit zu *D. incisa* ergibt sich aus dem Vergleich mit *D. strenuispina*, wo eine ähnlich gestaltete Freiwange vorliegt.

Zeitliche und räumliche Verbreitung: Am Locus typicus im Stratum typicum.

Bekannte Panzer-Teile: Cranidium und Freiwange.

Diagnose. — Eine Art von *Diacoryphe* mit den folgenden Besonderheiten: Glabella-Umriß konisch, Glabella-Furchen geschwunden. Dorsal-Furchen im hinteren Glabella-Bereich nicht verlöschend, auch Occipital-Furche jederseits bis zur Dorsal-Furche durchziehend. Facial-Sutur bei β eckig begrenzt. Augen-Deckel relativ lang, nur sehr wenig vorragend (tr.); Augen-Umriß angedeutet, klein. Wangen-Stachel sehr breit, stark gebläht, zylindrisch im Umriß.

Morphologie

Cranidium (Holotypus)

Maße (in mm): Cranidium-Länge = 11,7; Glabella-Länge = 8,6; Breite β — β = 6,7; Breite δ — δ = 5,3; Breite ω — ω = 10,9; Glabella-Breite (vor der Occipital-Furche) = 5,0.

Erhaltung: Steinkern eines seitlich zusammengedrückten Exemplares. Der Bereich der rechten Festwange hinter dem Augen-Deckel fehlt, der Occipital-Ring und die Hinter-Säume sind nur undeutlich im Umriß erkennbar.

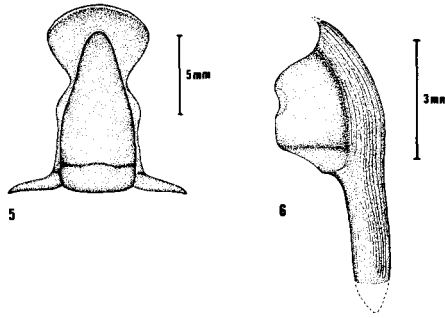


Abb. 5—6: *Diacorphe incisa* n. sp. — Balvium; Kohleiche, Wuppertal.
 5. Cranium, Holotypus (siehe Taf. 2 Fig. 11).
 6. Freiwange, Paratypus (siehe Taf. 2 Fib. 12).

Dorsal-Ansicht (Taf. 2 Fig. 11, Abb. 5): Glabella im vorliegenden Zustand sehr schlank, vorn zugespitzt und deutlich konisch im Umriß, hinter dem Augen-Deckel parallel-seitig begrenzt, bei γ nicht eingeschnürt. Glabella-Furchen völlig reduziert. Occipital-Furche als scharfe, sehr schmale, gerade (tr.) Linie ausgeprägt, die ohne zu verlöschen jederseits bis zur Dorsal-Furche zieht. Occipital-Ring nur im Umriß erhalten, Oberfläche unbestimmt, kein Nacken-Knötchen angedeutet. Dorsal-Furchen sehr deutlich ausgeprägt, nicht verlöschend; Antennal-Poren nicht erkennbar. Präglabellar-Bereich und vordere Festwangen ein breites, ebenes Feld bildend, das nur unmittelbar am Vorder-Rand aufgewölbt ist und keine Terrassen-Linien trägt. Festwangen von β zu γ sehr stark verschmälert; Augen-Deckel relativ lang, aber nur sehr wenig vorragend (tr.), gegen den gleichfalls sehr schmalen Hinter-Abschnitt der Festwange nicht deutlich abgesetzt. Hinter-Saum weit ausladend (tr.), beiderseits nur undeutlich erhalten. Vorder-Rand des Craniums einen deutlichen Bogen beschreibend, α nicht markiert. Umbiegen der Facial-Sutur bei β knick-artig ausgebildet, ebenso bei γ ; δ nur schwach, ϵ kaum markiert; Umbiegung in den Hinter-Saum bei ξ gerundet. Augen-Deckel ungefähr so lang wie der gerade Sutur-Abschnitt $\epsilon - \xi$. δ weit innerhalb der Längs-Projektion von β gelegen. Oberfläche des Steinkerns glatt.

Freiwange (Paratypus)

Maße (in mm): Länge mit erhaltenem Wangen-Stachel = 6,9; Länge ohne Wangen-Stachel = 3,75; Breite (bei ϵ) = 3,1.

Erhaltung: Steinkern einer nur wenig verdrückten linken Freiwange in Ventral-Ansicht. Der distale Anteil des Wangen-Stachels ist abgebrochen.

Ventral-Ansicht (Taf. 2 Fig. 12, Abb. 6): Verlauf der Facial-Sutur weitgehend mit derjenigen am Cranium übereinstimmend: Vorder-Ast $\gamma - \beta$ lang, schräg nach außen ziehend, Hinter-Ast bis ξ gerade (exsag.) verlaufend, sodann nach außen umbiegend, ω weit außen befindlich, entsprechend dem weit ausladenden Hinter-Saum am Cranium. Augen-Deckel nur wenig gegen das Wangen-Feld eingebuchtet, ϵ nicht markiert. Oberfläche des Steinkerns im Bereich des Augen-Deckels mit einer kleinen, nieren-förmig gekrümmten Aufwölbung (ähnlich wie bei *D. strenuispina*, siehe HAHN & HAHN 1982: Taf. 1 Fig. 1), die wahrscheinlich die Region des Auges markiert, jedoch keine Linsen erkennen läßt. Wangen-Feld eben. Hintersaum-Furche deutlich hervorragend, Hinter-Saum mäßig breit (exsag.); ξ dort gelegen, wo die Hintersaum-Furche auf die Facial-Sutur trifft. Außen-Saum vorn nahezu eben, nach hinten in immer stärkerem

Maße gerundet und aufgewölbt, nach hinten kontinuierlich in den Wangen-Stachel übergehend. Wangen-Stachel sehr breit, annähernd $\frac{1}{3}$ der Wangen-Breite einnehmend, zylindrisch im Querschnitt, über die gesamte erhaltene Länge parallel-seitig begrenzt, ohne erhaltene Spitze; bei vollständiger Erhaltung daher länger als bei *D. strenuispina*. Oberfläche des Wangen-Stachels und des Rand-Saumes mit mindestens einem Dutzend Terrassen-Linien bedeckt. Anzeichen für eine innere Unterteilung des Wangen-Stachels am Querschnitt nicht erkennbar.

Merkmal	<i>Diacoryphe</i>			
	<i>pfeifferi</i>	<i>gloriola</i>	<i>strenuispina</i>	<i>incisa</i>
Glabella-Furchen	reduziert	erhalten	reduziert	reduziert
Occipital-Furche	seitlich verlöschend	?	seitlich verlöschend	durchlaufend
Dorsal-Furchen	verlöschend	verlöschend	verlöschend	durchlaufend
Sutur-Punkt β	gerundet	eckig	gerundet	eckig
Augen-Deckel	kurz	?lang	kurz	lang
Augen-Umriß	reduziert	?	erhalten	erhalten
Durchmesser des Wangen-Stachels	schlank	?	breit	sehr breit

Tab. 1: Die Ausprägung wichtiger Merkmale am Cranium der 4 Arten von *Diacoryphe* RICHTER & RICHTER 1951.

Beziehungen (Tab. 1): *D. incisa* ist gekennzeichnet durch folgende Merkmale: 1) die völlige Reduktion der Glabella-Furchen; 2) die seitlich nicht verlöschende Occipital-Furche; 3) die im hinteren Glabella-Bereich nicht verlöschenden Dorsal-Furchen; 4) die bei β eckig umbiegende Facial-Sutur; 5) relativ lange Augen-Deckel; 6) das im Umriß noch angedeutete Auge, 7) den sehr breiten und langen, zylindrischen Wangen-Stachel und 8) eine relativ lange Glabella. Bei den unter 2 und 3 genannten Merkmalen bewahrt *D. incisa* den plesiomorphen Ausgangs-Zustand, wie er bei keiner anderen *Diacoryphe*-Art mehr überliefert ist. Auch der relativ lange Augen-Deckel und das noch angedeutete Auge sind als ursprünglich zu bewerten. Allerdings tritt ein ähnlich langer Augen-Deckel — soweit erkennbar — noch bei *D. gloriola* auf, und der Augen-Umriß ist auch bei *D. strenuispina* erhalten. In der Reduktion der Glabella-Furchen verhält sich *D. incisa* fortschrittlich. Im Bau des Wangen-Stachels schließlich zeigt *D. incisa* den am stärksten abgeleiteten Zustand innerhalb der Gattung: Bei keiner anderen Art ist er so breit und so stark gebläht wie hier. Die von HAHN & HAHN 1982: 442, Taf. 1 Fig. 1 zu *D. strenuispina* gestellte Freiwanne aus dem Sauerland kann bei diesem Taxon verbleiben, denn der Wangen-Stachel ist hier etwas schmaler und deutlich kürzer als bei *D. incisa*. Insgesamt zeigt *D. incisa* zwar einige ursprüngliche Merkmale, wie sie bei der gemeinsamen Stammform von *Diacoryphe* zu erwarten sind, verbindet diese aber mit dem am stärksten abgeleiteten Wangen-Stachel. Als strukturelle Ahnen-Form ihrer Gattung scheidet sie daher aus. Im Bau des Wangen-Stachels verhält sich *D. pfeifferi* ursprünglicher als *D. incisa*.

Darauf hinzuweisen ist, daß es sich bei der „*Diacoryphe*-Gestalt“ des Craniums (breites, schelf-artiges Präglabellar-Feld, flache Glabella, Tendenz zur Reduktion der Dorsal-Furchen, Verkleinerung der Augen und Augen-Deckel, Ausbildung eines langen Sutur-Abschnittes

ε-§) offenbar um einen Funktions-Typ handelt, der sich in Anpassung an eine bestimmte Lebensweise (wahrscheinlich als „Schneepflug“ im schlammigen Sediment wühlend) mehrmals unabhängig entwickelt hat. Innerhalb der *Cyrtosymbolinae* HUPÉ 1953 wird er vertreten durch *Clavibole martenbergensis* (RICHTER & RICHTER 1926: Taf. 1 Fig. 4a—b) aus dem Adorfium, innerhalb der *Archegoninae* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984 durch die Arten der Untergattung *Liobole (Diabole)* GRÖNING 1985 aus dem Erdbachium (siehe GRÖNING 1986: Taf. 4 Fig. 22—26) und innerhalb der *Cystispiniinae* durch *Diacoryphe* aus dem Balvium. Bei den *Ditomopyginae* HUPÉ 1953 zeigen ähnliche Tendenzen einige Arten von *Pseudophillipsia (Carniphillipsia)* G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1975 aus dem Unter-Perm, so *Ps. (C.) loricata* HAAS & HAHN & HAHN 1980: Taf. 6 Fig. 2a—e und *Ps. (C.) lipara* GOLDRING 1957: Taf. 1 Fig. 1a—c.

Literatur

- BRAUCKMANN, C. (1978): Beiträge zur Kenntnis der unter-karbonischen Trilobiten-Fauna von Aprath, Bergisches Land, 2: *Pseudowaribole (Geigibole)* GANDL 1968. — *Senckenbergiana lethaea*, **59** (1/3): 1—27, Abb. 1—26, Tab. 1, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- (1981): Kulm-Trilobiten aus der *Gattendorfia*-Stufe (Unter-Karbon cu I) von Aprath (Wuppertal, W-Deutschland). — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **34**: 96—100, Abb. 1—3; Wuppertal.
- BRAUCKMANN, C., & TILSLEY, J. W. (1987): On *Cyrtoproetus* (Trilobita; Dinantian-Namurian). — *Senckenbergiana lethaea*, **68** (1/4): 139—161, Abb. 1—19, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- BREZINSKI, D. K. (1987): *Spergenaspis*: a new Carboniferous trilobite genus from North America. — *Ann. Carnegie Mus.*, **56** (14): 245—251, Abb. 1—2; Pittsburgh/Pa.
- ENGEL, B. A., & MORRIS, L. N. (1980): New *Cyrtosymbolinae* (Trilobita) from the Lower Carboniferous of Eastern Australia. — *Senckenbergiana lethaea*, **60** (4/6): 265—189, Abb. 1—12, Tab. 1—3, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- (1989): Early Carboniferous trilobites (Weaniinae) of Eastern Australia. — Im Druck in „*Alcheringa*“.
- GANDL, J. (1968): Stratigraphische Untersuchungen im Unterkarbon des Frankenwaldes unter besonderer Berücksichtigung der Trilobiten, 1: Die Trilobiten im Unterkarbon des Frankenwaldes. — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (1): 39—117, Abb. 1—13, Taf. 1—9; Frankfurt am Main.
- GOLDRING, R. (1955): The Upper Devonian and Lower Carboniferous trilobites of the Pilton beds in N. Devon, with an appendix on goniatites of the Pilton beds. — *Senckenbergiana lethaea*, **36** (1/2): 27—48, Abb. 1—7, Tab. 1—2, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- (1957): *Pseudophillipsia* (Tril.) from the Permian (or Uralian) of Oman, Arabia. — *Senckenbergiana lethaea*, **38** (3/4): 195—210, Abb. 1—4, Taf. 1; Frankfurt am Main.
- GRÖNING, E. (1986): Revision der Gattung *Liobole* (Trilobita, Unter-Karbon). — *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, **80**: I—III, 1—216, Abb. 1—92, Tab. 1—14, Taf. 1—4; Frankfurt am Main.
- HAAS, W., HAHN, G., & HAHN, R. (1980): Perm-Trilobiten aus Afghanistan. — *Palaeontographica*, Abt. A, **169** (4/6): 73—127, Abb. 1—31, Tab. 1—8, Taf. 1—7, Stuttgart.
- HAHN, G. (1963): Trilobiten der unteren *Pericyclus*-Stufe (Unterkarbon) aus dem Kohlenkalk Belgiens. Teil 1. Morphologie, Variabilität und postlarvale Ontogenie von *Cyrtosymbole (Belgibole) belgica* n. sg., n. sp. — *Senckenbergiana lethaea*, **44** (3): 209—249, Abb. 1—36, Tab. 1—6, Taf. 37—38; Frankfurt am Main.
- (1965): Revision der Gattung *Archegonus* BURMEISTER 1843 (Trilobita). — *Senckenbergiana lethaea*, **46** (4/6): 229—262, Abb. 1—21; Frankfurt am Main.
- (1966): Morphologie, Variabilität und postlarvale Ontogenie von *Archegonus (Phillibole) nitidus* und *Archegonus (Angustibole) winterbergensis* (Trilobita; Unter-Karbon). —

- Senckenbergiana lethaea*, **47** (4): 347—383, Abb. 1—31, Tab. 1—6, Taf. 46—47; Frankfurt am Main.
- HAHN, G., & BRAUCKMANN, C. (1973): Lower Viséan trilobites from Feltrim, Ireland. — *Palaeontology*, **16** (2): 391—397, Abb. 1—10; London.
- (1988): Neue Kulm-Trilobiten aus Wuppertal (Bundesrepublik Deutschland). 1. Weaniinae. — *Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal*, **41**: 96—112, Abb. 1—4, Taf. 1; Wuppertal.
- HAHN, G., & HAHN, R. (1969): Trilobitae carbonici et permici I. (Brachymetopidae; Otarionidae; Proetidae; Proetinae, Dechenellinae, Drevermanniinae, Cyrtosymbolinae). — *Fossilium Catalogus, I. Animalia*, **118**: 1—160; 's-Gravenhage.
- (1975): Die Trilobiten des Ober-Devon, Karbon und Perm. — *Leitfossilien* (2. Auflage, Editor: K. KRÖMMELBEIN), **1**: I—VIII, 1—127, Abb. 1—4, Tab. 1—5, Taf. 1—12; Berlin und Stuttgart (Borntraeger).
- (1982): Einige seltene Trilobiten-Taxa aus dem deutschen Kulm (Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **63** (5/6): 429—449, Abb. 1—7, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HAHN, G., HAHN, R., & YUAN JIN-LIANG (1989): Trilobites of the Upper Carboniferous (Westphalian A) of S-China (N-Guangxi). — *Geologica et Palaeontologica*, **23**: 00—00, Abb. 1—46, Tab. 1—16, Taf. 1—13; Marburg.
- HAHN, G., & WUNN-PETRY, I. (1983): Seltene Trilobiten aus der *nasutus*-Zone (Kulm-Fazies, Unter-Karbon). — *Senckenbergiana lethaea*, **64** (2/4): 237—255, Abb. 1—3, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- KOBAYASHI, T., & HAMADA, T. (1973): Contributions to the geology and palaeontology of Southeast Asia, CXIV. Cyrtosymbolids (Trilobita) from the Langgon Red Beds in Northwest Malaya, Malaysia. — *Geol. Palaeont. Southeast Asia*, **12**: 1—28, Abb. 1—8, Tab. 1, Taf. 1—3; Tokyo.
- (1980): Carboniferous trilobites of Japan in comparison with Asian, Pacific and other faunas. — *Palaeont. Soc. Japan, Spec. Pap.*, **23**: I—VII, 1—132, Abb. 1—4, Tab. 1—5, Fossil-Listen 1—8, Taf. 1—22; Tokyo.
- OSMÓLSKA, H. (1962): Famennian and Lower Carboniferous Cyrtosymbolinae (Trilobita) from the Holy Cross Mountains, Poland. — *Acta palaeont. polon.*, **7** (1/2): 53—204, Abb. 1—8, Tab. 1—7, Text-Taf. 1—9, Photo-Taf. 1—17; Warschau.
- RICHTER, RUD., & RICHTER, E. (1926): Die Trilobiten des Oberdevons. Beiträge zur Kenntnis devonischer Trilobiten. IV. — *Abh. preuß. geol. L.-A.*, **99**: 1—314, Abb. 1—18, Tab. A—C, Taf. 1—12; Berlin.
- (1951): Der Beginn des Karbons im Wechsel der Trilobiten. — *Senckenbergiana*, **32** (1/4): 219—266, Abb. 1—10, Tab. A—B, Taf. 1—5; Frankfurt am Main.
- SELWOOD, E. B., STEWART, I. J. et al. (1984): Geology of the country around Newton Abbot. — *Mem. Brit. Geol. Surv.*, **339**: 1—212, Abb. 1—32, Tab. 1—17, Taf. 1—18, App. 1—6; London.
- SHENG XIN-FU (1974): Trilobita. — In: *Fossil Atlas of Yunnan*, **1**, 2: 597—694, Taf. 1—14, 16—20, 28, 32, 47, 75—76, 161; Kunming.
- YUAN JIN-LIANG (1984): New trilobites of Linguaphillipsiinae from the Lower Carboniferous of western Yunnan. — *Acta Palaeont. sin.*, **23** (5): 629—641, Abb. 1—3, Tab. 1, Taf. 1—2; Beijing.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. GERHARD HAHN und Dr. RENATE HAHN, Institut für Geologie und Paläontologie, Fachbereich 18, Philipps-Universität, Universitätsgebiet Lahnberge, Hans-Meerwein-Straße, D-3550 Marburg.

Dr. CARSTEN BRAUCKMANN, Fuhlrott-Museum, Auer Schulstraße 20, D-5600 Wuppertal 1.

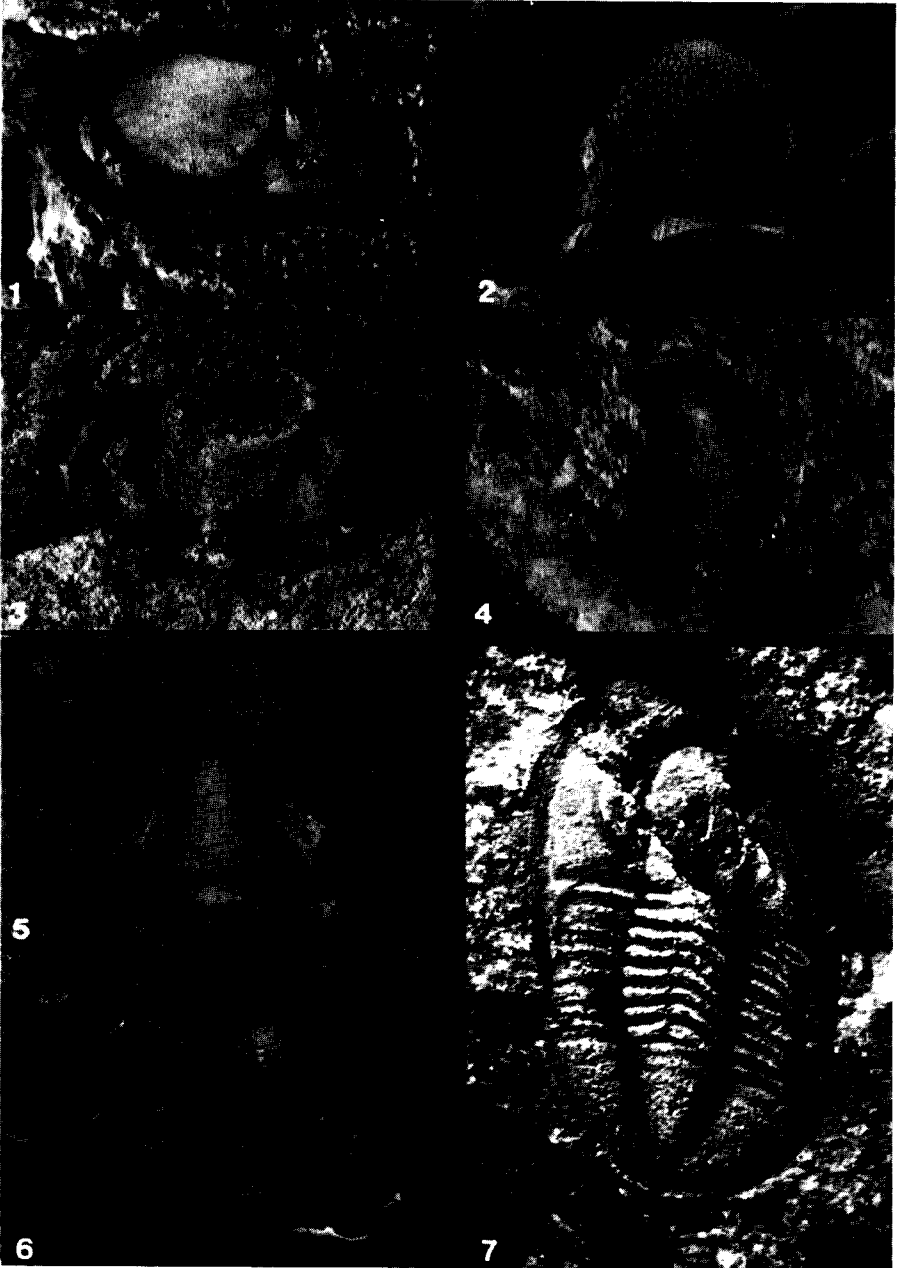
Tafel 1: Trilobiten aus dem höchsten Ober-Devon (Wocklumium) und tiefen Unter-Karbon (Balvium) im temporären Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n im Norden Wuppertals (Kohleiche und „Im Großen Busch“), Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland.

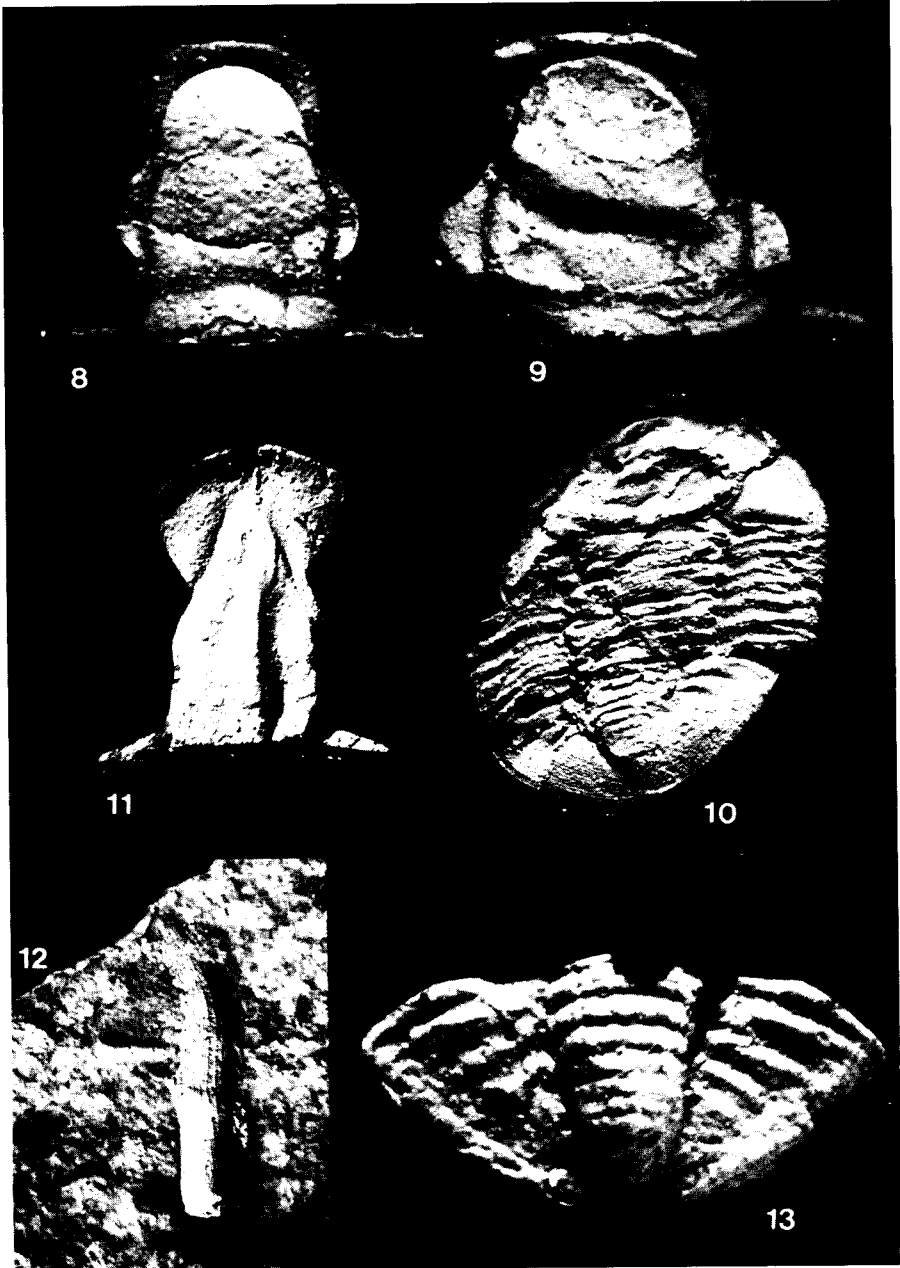
- Fig. 1: *Phacops (Phacops) granulatus* (MÜNSTER 1840), Cephalon (Steinkern), Wocklumium, Kohleiche (Fund-Punkt 3), Coll. von den STEINEN; x 3.3.
- Fig. 2: *Phacops (Phacops?) wedekindi* RICHTER & RICHTER 1926, Cephalon (Latex-Abguß vom Negativ), Wocklumium, Kohleiche (Fund-Punkt 3), Coll. von den STEINEN; x 4.5.
- Fig. 3: *Phacops (Phacops?) wedekindi* RICHTER & RICHTER 1926, Cephalon (Steinkern), Wocklumium, Kohleiche (Fund-Punkt 3), Coll. von den STEINEN; x 3.4.
- Fig. 4: *Pseudowaribole (Pseudowaribole) cf. octofera* (RICHTER & RICHTER 1926), Cranidium (Steinkern), Wocklumium, Kohleiche (Fund-Punkt 3), Coll. von den STEINEN; x 5.4.
- Fig. 5: *Waribole (Latibole) laticampa* (OSMÓLSKA 1962), Cranidium (Latex-Abguß vom Negativ), höheres Balvium, „Im Großen Busch“ (südliches Brücken-Widerlager), Coll. WEBER; x 9.2.
- Fig. 6: *Liobolina nebulosa* RICHTER & RICHTER 1951, Cranidium mit linker Freiwange (Latex-Abguß vom Negativ), höheres Balvium (ca. Bank 67), „Im Großen Busch“ (südliches Brücken-Widerlager), Coll. WEBER; x 3.5.
- Fig. 7: *Archegonus (Phillibole) drewerensis* (RICHTER & RICHTER 1951), vollständiger Panzer (Steinkern), Balvium, Kohleiche, Coll. HEISING; x 5.0.

Tafel 2: Trilobiten aus dem tiefen Unter-Karbon (Balvium) im temporären Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n im Nordwesten Wuppertals (Kohleiche und „Im Großen Busch“), Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland.

- Fig. 8: *Belgibole? wuppertalensis* n. sp., Cranidium, Holotypus (Steinkern), Kohleiche (Fund-Punkt 3), 1,30 m über einer Schicht mit *Archegonus (Phillibole) drewerensis*, Coll. von den STEINEN; x 8.6.
- Fig. 9: *Dechenelloides depravatus* n. sp., Cranidium, Holotypus (Steinkern), Kohleiche (Fund-Punkt 1), Coll. von den STEINEN; x 6.7.
- Fig. 10: *Dechenelloides depravatus* n. sp., vollständiger Panzer, Paratypus (Steinkern), Kohleiche (Fund-Punkt 1), Coll. HEISING; x 3.6.
- Fig. 11: *Diacorphe incisa* n. sp., Cranidium, Holotypus (Steinkern), Kohleiche (Fund-Punkt 2 = Halde), Coll. WEBER; x 3.4.
- Fig. 12: *Diacorphe incisa* n. sp., Freiwange, Paratypus (Latex-Abguß vom Negativ), Kohleiche (Fund-Punkt 1), Coll. von den STEINEN; x 6.0.
- Fig. 13: *Belgibole abruptirhachis* (RICHTER & RICHTER 1919), Pygidium (Latex-Abguß vom Negativ), „Im großen Busch“ (südliches Brücken-Widerlager), Schichtgruppe 20—30 (unterer Teil), FMW TK 55; x 1.4.

Tafel 1





Über *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902) (Trilobita; Unter-Karbon)

ANNE ARCHINAL & CARSTEN BRAUCKMANN

Mit 5 Abbildungen und 2 Tafeln

Kurzfassung

„*Proetus*“ *coddonensis* H. WOODWARD 1902 wird anhand des Typus-Materials aus North Devon (SW-England) und neu aufgefundener Stücke aus dem Rheinischen Schiefergebirge (Wuppertal und Rüthen, Bundesrepublik Deutschland) revidiert. Nach der Morphologie kann die Art nicht bei *Archegonus* (*Phillibole*) RICHTER & RICHTER 1937 (Unterfamilie Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984) verbleiben, wo sie zuletzt zugeordnet war. Vielmehr ist sie nahe verwandt mit *Spinibole* CHLUPÁČ 1966 (Unterfamilie Cystispininae HAHN & HAHN 1982) und wird hier als eigene Untergattung angesehen: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.). Sie unterscheidet sich von der Nominat-Untergattung vor allem durch die nur kurzen und zugespitzten Wangen-Stacheln anstatt der sehr langen, röhrenförmigen bei *Sp.* (*Spinibole*). Die Art kommt in Kieselkalk-Gesteinen aus dem Asbium bzw. cu II δ in SW-England und der Bundesrepublik Deutschland vor. Die neuen Exemplare aus dem Rheinischen Schiefergebirge sind der erste Nachweis außerhalb der Typus-Region.

Abstract

Based upon the type material from North Devon (SW England) and newly discovered specimens from the Rhenish Massif (Wuppertal and Rüthen, Federal Republic of Germany), „*Proetus*“ *coddonensis* H. WOODWARD 1902 is revised. By evidence of its morphology, it has to be removed from *Archegonus* (*Phillibole*) RICHTER & RICHTER 1937 (subfamily Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984), where it has been placed previously. In fact, it is closely related to *Spinibole* CHLUPÁČ 1966 (subfamily Cystispininae HAHN & HAHN 1982), and is here regarded as a separate subgenus of that genus: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.). It differs from the nominate subgenus mainly by the presence of only short and pointed genal spines instead of very long, tubular ones as in *Sp.* (*Spinibole*). The species occurs in chert sediments of Asbian or cu II δ age in SW England and the Federal Republic of Germany. The new specimens from the Rhenish Massif are the first record outside the type area.

Einleitung

„*Proetus*“ *coddonensis* H. WOODWARD 1902 wird seit 50 Jahren gewöhnlich zu *Archegonus* (*Phillibole*) RICHTER & RICHTER 1937 (Unterfamilie Archegoninae G. HAHN & C. BRAUCKMANN 1984) gestellt. Bei den Untersuchungen zur Revision dieser Untergattung (durch A. ARCHINAL) wurde jedoch klar, daß diese Art nicht hierher gehört, sondern vielmehr deutliche Merkmale von *Spinibole* CHLUPÁČ 1966 (Unterfamilie Cystispininae HAHN & HAHN 1982) aufweist. Es sind dies neben dem Verlauf der Facial-Sutur vor allem die Glabella-Form und -Wölbung sowie das kleine, kurze und dreieckige Pygidium.

Schon H. WOODWARD (1902: 484) bemerkt bei der Erstbeschreibung, daß es weder bei *Phillipsia* noch bei *Griffithides* Formen mit einem so kleinen Pygidium wie bei *coddonensis* gibt, weshalb er diese Art der Gattung *Proetus* zuordnet. Ihm ist aber bereits klar, daß diese Einord-

nung einer Revision von *Proetus* nicht standhalten würde.

PRENTICE (1960: 273) folgt der Auffassung von RICHTER & RICHTER 1939 (: 110) bzw. 1951 (: 232 u. 246) und stellt *coddonensis* zu *Phillibole* RICHTER & RICHTER 1937, und zwar in die nähere Verwandtschaft von *Archegonus (Phillibole) culmicus* (RICHTER & RICHTER 1937). Er hält beide Arten sogar für möglicherweise konspezifisch, arbeitet dann aber 1967 (: 226) doch die deutlichen Unterschiede zu *A. (Ph.) culmicus*, *A. (Ph.) aprathensis* (RICHTER & RICHTER 1937) und *A. (Ph.) polleni* (H. WOODWARD 1894) heraus.

R. HAHN (1968) unterteilt die von G. HAHN 1965 aufgestellte *aprathensis*-Gruppe von *A. (Phillibole)* in drei Untergruppen und ordnet *coddonensis* zusammen mit *A. (Ph.) crameri* R. HAHN 1968 und *A. (Ph.) culmicus* der *culmicus*-Untergruppe zu.

Der Sonderstellung von *coddonensis* trägt BRAUCKMANN 1973 (: 69) Rechnung, indem er nur für diese Art eine neue Untergruppe von *A. (Phillibole)* aufstellt. Daneben weist er (: 72-73) erstmals auf eine „gewisse äußerliche Ähnlichkeit“ mit *Spinibole* CHLUPÁČ 1966 hin.

Auch GANDL 1977 zweifelt die Zugehörigkeit von *coddonensis* zur Gattung *Archegonus* an. Er stellt darüber hinaus eine neue Art — *A. ? (Ph. ?) parvoculatus* GANDL 1977 aus dem Namurium A (E2) von N-Spanien — in die nächste Verwandtschaft von *coddonensis*. Dieser Auffassung schließen wir uns hier allerdings zunächst nicht an (siehe: Beziehungen).

Unser Dank gilt allen Sammlern vor Ort, die uns ihr Material zugänglich gemacht haben, insbesondere den Herren H. HEISING (Remscheid), H. KRETZ (Leverkusen 3), U. LEMKE (Wetter/Ruhr), A. NIEHUS (Wuppertal), Th. PAUL (Heiligenhaus), M. von den STEINEN (Solingen), E. THOMAS (Witten-Herbede), K. M. WEBER (Solingen 11) und S. WEHKING (Velbert). Dr. R. A. FORTEY und Mr. S. F. MORRIS (beide London) stellten uns dankenswerterweise Abgüsse von dem Original-Material von H. WOODWARD 1902 zur Verfügung. Die Photoarbeiten für Tafel 2 übernahm Herr K. M. WEBER (diejenigen für Tafel 1 führte die Verfasserin aus). Herr Prof. Dr. G. HAHN (Marburg) unterstützte unsere Arbeit durch wertvolle Anregungen.

Die abgebildeten und im Text beschriebenen Fundstücke werden in folgenden Sammlungen aufbewahrt: British Museum of Natural History London (BMNH . . .), Senckenberg-Museum Frankfurt am Main (SMF . . .), Privat-Sammlungen HEISING, von den STEINEN, WEBER und WEHKING. Abgüsse der in den Privat-Sammlungen befindlichen Stücke sind im Fuhlrott-Museum Wuppertal hinterlegt (FMWA . . .).

Systematischer Teil

Familie **Phillipsiinae** (OEHLERT 1886) G. HAHN & R. HAHN & C. BRAUCKMANN 1980

Unterfamilie **Cystispiniinae** G. HAHN & R. HAHN 1982

Spinibole CHLUPÁČ 1966

Typus-Art: *Spinibole olgae* CHLUPÁČ 1966.

Diagnose: Siehe CHLUPÁČ 1966: 69 und HAHN & HAHN 1969a: 148 („Beziehungen“). — Ergänzungen: Wangen-Stachel lang und röhrenförmig oder kurz und zugespitzt.

Zugehörige Untergattungen: *Spinibole (Spinibole)* CHLUPÁČ 1966, *Sp. (Vandergrachtia)* C. BRAUCKMANN 1974 und *Sp. (Cooimbewoodia* n. sg.).

Spinibole (Cooimbewoodia n. sg.).

Derivation nominis: Nach der Typus-Region Coombe (oder Combe) Wood bei Barnstaple, North Devon, SW-England.

Typus-Art: *Proetus coddonensis* H. WOODWARD 1902; derzeit die einzige bekannte Art.

Diagnose: Eine Untergattung von *Spinibole* mit folgenden Besonderheiten: Wangen-Stacheln kurz und zugespitzt.

Verbreitung: Im Viseum (Asbian bzw. cu II δ) SW-Englands und des Rheinischen Schiefergebirges.

Beziehungen: Siehe bei der Art *Sp. (Coombewoodia n. sg.) coddonensis* (H. WOODWARD 1902).

Im Vergleich zu anderen Taxa der Cystispirinae müßten die Differenzen im Bau der Wangenstacheln zwischen *Spinibole (Spinibole)* und *Sp. (Coombewoodia n. sg.)* als generisch trennend angesehen werden. Wir ziehen es hier aus praktischen Gründen jedoch vor, *coddonensis* nur als Vertreter einer eigenen Untergattung von *Spinibole* zu werten; denn die beiden im westdeutschen Kieselkalk des cu II δ vorkommenden Arten *Sp. (Sp.) ruethenensis* HAHN & HAHN 1969 und *Sp. (Coombewoodia n. sg.) coddonensis* lassen sich an den übrigen Panzerteilen schon bei durchschnittlicher Erhaltung nicht mehr eindeutig auseinanderhalten. Mit der hier vorgenommenen Wertung lassen sich Cranidien und Pygidien aber wenigstens noch auf der Gattungsebene bestimmen.

Spinibole (Coombewoodia n. sg.) coddonensis (H. WOODWARD 1902)

Taf. 1 u. 2, Abb. 1—4

1895 *Proetus* sp. a. — H. WOODWARD, Trilobites: 648, Taf. 28 Fig. 7 u. 7a.

1895 *Proetus* sp. b. — H. WOODWARD, Trilobites: 648, Taf. 28 Fig. 8.

+ 1902 *Proetus Coddonensis* H. WOODWARD, Trilobites Coddon Hill: 483—484, Taf. 20 Fig. 5—11.

1939 *Proetus coddonensis*. — RICHTER & RICHTER, Proetidae oberdevon. Tracht: 110 (als zu *Phillibole* gehörend).

1951 *Proetus coddonensis*. — RICHTER & RICHTER, Beginn des Karbons: 232, 246 (als zu *Phillibole* gehörend).

1960 *Proetus coddonensis*. — PRENTICE, Barnstaple: 264.

1960 *Phillibole (Phillibole) coddonensis*. — PRENTICE, Barnstaple: 272.

1960 *Phillibole (Phillibole) aff. coddonensis*. — PRENTICE, Barnstaple: 272.

1960 *Phillibole coddonensis*. — PRENTICE, Barnstaple: 273.

1962 *Phillibole coddonensis*. — OSMÖLSKA, Cyrtosymb. Holy Cross Mts.: Tab. 4.

1964 *Phillibole (Phillibole) coddonensis*. — HOUSE & SELWOOD, Palaeont. Devon Cornwall: 73.

1965 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — G. HAHN, Revision *Archegonus*: 253.

1967 *Phillibole coddonensis*. — PRENTICE, Carb. tril. North Devon: 224—226, Taf. 3 Fig. 1—5.

1968 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — R. HAHN, Proetidae *crenistria*-Zone, 2: 420—421, Abb. 4.

1969 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — HAHN & HAHN, Foss. Cat. 118: 95—96.

1973 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — BRAUCKMANN, Tril. Aprath: 69—74, Abb. 5, 11, 36—37.

1976 *Phillibole coddonensis*. — GEORGE et al., Dinantian: 25.

1977 *Archegonus? (Phillibole?) coddonensis*. — GANDL, Tril. Alba-Schichten: 155, 165—166.

1984 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — THOMAS & OWENS & RUSHTON, Tril. Brit. Stratigraphy: 64, Abb. 29.

1985 *Archegonus (Phillibole) coddonensis*. — WUNN-PETRY, Tril. *nasutus*-Zone: 37.

1986 *Phillipsia coddonensis*. — OWENS, Carb. tril. Britain, 1: 2.

Lectotypus (durch PRENTICE 1967): Der vollständige Panzer BMNH l. 4560; H. WOODWARD 1902: Taf. 20 Fig. 8; PRENTICE 1967: Taf. 3 Fig. 3; diese Arbeit: Taf. 1 Fig. 2. — **Locus typicus:** Combe (oder auch Coombe) Quarry bzw. Combe Wood, E-Ende des Coddon Hill, SE Barnstaple, North Devon, SW-England. — **Stratum typicum:** Combe Wood Chert (Coddon Hill Beds), tieferes Asbian = etwa cu II δ .

Bekannte Panzerteile: Vollständiger Panzer.

Diagnose. — Die Typus-Art und vorerst einzige Art von *Spinibole* (*Coombewoodia* n. sg.) mit folgenden Besonderheiten. — Cranium: Glabella subzylindrisch, vorn breit gerundet, hinter γ — γ eingeschnürt, höchste Wölbung im Bereich vor γ — γ ; Glabella-Furchen S1 bzw. 1p relativ deutlich, S2—3 bzw. 2p—3p sehr undeutlich bis reduziert. Stirnsaum deutlich aufgewulstet. Vordere Festwangen mäßig breit (tr.), β knapp außerhalb der Längs-Projektion von δ gelegen; hintere Festwangen schmal (tr.); Augen-Deckel lang (exsag.), sehr schmal (tr.), bis zur Occipital-Furche ausgedehnt, kein gerader Hinter-Ast ϵ — ξ abgesetzt, ξ durch einen gerundeten Knick deutlich markiert. — Freiwange: Mäßig breit, Augen-Fläche klein, undeutlich abgesetzt (selten erkennbar). Randsaum relativ breit, aufgewulstet, stärker gewölbt und höher als der Hintersaum. Wangen-Stachel kurz, zugespitzt, schräg nach hinten außen gerichtet und deutlich von der Biegung des Außensaumes abgesetzt. — Thorax: Mit 9 Segmenten. — Pygidium: Im Verhältnis zum Cephalon klein, kurz, gerundet dreieckig, ohne abgesetzten Randsaum. Rhachis breit, sich rasch verjüngend, stumpf endend, mit maximal 8 erkennbaren Ringen, dahinter Platz für höchstens 2 weitere Ringe. Pleural-Felder mit maximal 4 erkennbaren Rippen, dahinter Platz für 2—3 weitere Rippen.

Morphologie: Siehe PRENTICE 1967: 224—226. — Der Beschreibung durch PRENTICE 1967 ist hinzuzufügen, daß von den größeren vollständigen Exemplaren nur der Lectotypus 8 Thorax-Segmente zeigt. Das Exemplar BMNH I. 4564 (vgl. Taf. 1 Fig. 1) wie auch die beiden vollständigen Panzer Coll. HEISING (vgl. Taf. 2 Fig. 1 u. 2) weisen eindeutig 9 Segmente auf. — Das Wuppertaler Material stimmt in allen wesentlichen Merkmalen völlig mit dem englischen überein.

An den meisten der untersuchten Exemplare ließen sich keine Augen nachweisen. Einige Stücke von Wuppertal (z. B. Coll. HEISING FMWA H2, Taf. 2 Fig. 2) zeigen jedoch auf beiden Freiwangen bei δ je eine kleine, nur sehr schwach durch eine seichte Augen-Furche abgetrennte, aber nicht aus dem Wangen-Feld herausgewölbte Augen-Fläche. Die Anzahl der Ocellen läßt sich auf ca. 20 schätzen. In Größe und Gestalt lassen sich die Ocellen kaum von der schwachkörnigen Skulptur des Wangen-Feldes unterscheiden. Dies ist sicherlich der Grund, warum die Augen bei durchschnittlicher Erhaltung und verlöschter Augen-Furche nicht erkennbar sind. Es liegen somit ähnliche Verhältnisse vor, wie sie GANDL 1977 (: 135, 136) für *Wagnerispina wagneri* GANDL 1977 aus dem Unter-Namurium (E1—2) des Kantabrischen Gebirges (N-Spanien) beschreibt und auch für *Spinibole* (*Spinibole*) *ruethenensis* HAHN & HAHN 1969 annimmt.

Der Randsaum ist auf den Freiwangen seitlich relativ kräftig aufgewölbt; die Wölbung ist höher als die des Hintersaums und setzt sich kontinuierlich in den Wangen-Stachel fort. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß dieses Verhalten als Vorstadium zum geblähten Wangen-Stachel zu werten ist.

Glabella, Occipital-Ring, Festwangen beiderseits der Glabella und Wangen-Felder sind von einer zarten, körnigen Skulptur überzogen.

Beziehungen: Durch (1) die relativ deutliche Wölbung des Frontal-Lobus der Glabella, (2) den schmalen (tr.), sehr langen (exsag.), bis an die Occipital-Furche reichenden Augen-Deckel sowie — damit verbunden — das Fehlen eines geraden Hinter-Astes ϵ — ξ der Facial-Sutur, (3) die starke Reduktion der Augen und (4) das im Verhältnis zum Cephalon kleinflächige, kurze, dreieckige Pygidium mit deutlichem Relief auf Rhachis und Pleural-Feldern weist *Spinibole* (*Coombewoodia* n. sg.) *coddonensis* eine Reihe kennzeichnender Merkmale der Gattung *Spinibole* auf. Der einzige wesentliche Unterschied liegt im Bau der Wangen-Stacheln, die bei *Sp. (C.) coddonensis* kurz und zugespitzt (und damit ursprünglich gestaltet), bei *Sp. (Spinibole)* hingegen lang und röhrenförmig (= „*Spinibole*-Typ“ bei BRAUCKMANN 1978) und damit abgeleitet ausgebildet sind.

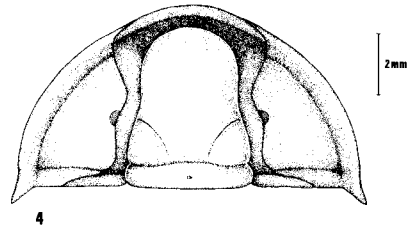
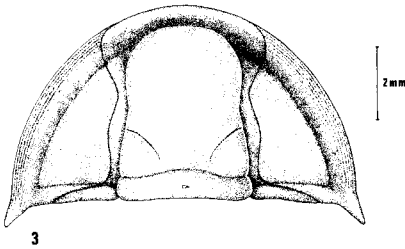
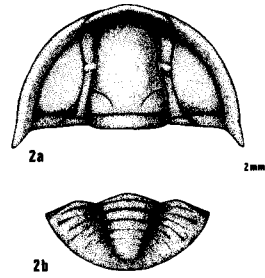
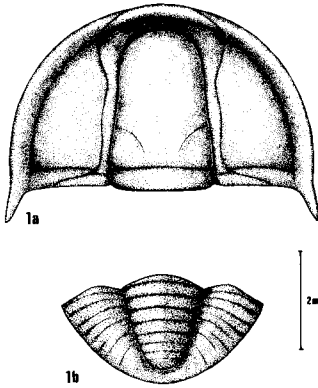


Abb. 1: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902), nach dem Lectotypus BMNH I. 4560 (siehe Taf. 1 Fig. 2). — Unter-Karbon, Asbian (Combe Wood Chert, Coddon Hill Beds); Combe Quarry (Combe Wood), Barnstaple, North Devon, SW-England. — a) Cephalon. — b) Pygidium.

Abb. 2: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902), Meraspis-Stadium, nach dem vollständigen Panzer BMNH In. 22 892a u. b (siehe Taf. 1 Fig. 3 u. 4). — Unter-Karbon, Asbian (Combe Wood Chert, Coddon Hill Beds); Combe Quarry (Combe Wood), Barnstaple, North Devon, SW-England. — a) Cephalon. — b) Pygidium.

Abb. 3: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902), Cephalon, nach dem vollständigen Panzer Coll. HEISING FMWA H1 (siehe Taf. 2 Fig. 1). — Unter-Karbon cu II δ (Kieselkalk-Serie); Straßen-Neubau B 224n bei Kohleiche, Wuppertal, Bundesrepublik Deutschland.

Abb. 4: *Spinibole* (*Cooibewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902), Cephalon, nach dem Exemplar Coll. HEISING FMWA H2. — Unter-Karbon cu II δ (Kieselkalk-Serie); Straßen-Neubau B 224n bei Kohleiche, Wuppertal, Bundesrepublik Deutschland.

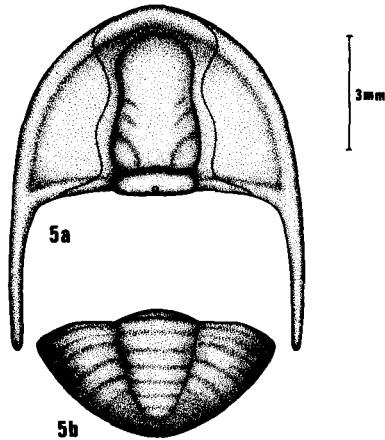


Abb. 5: *Spinibole (Spinibole) ruethenensis* HAHN & HAHN 1969, nach dem Holotypus SMF 22 923 (Freiwangen nach SMF 22 922). — Unter-Karbon cu II δ (Kieselkalk-Serie); Rütthen bzw. Nehden im Sauerland, Bundesrepublik Deutschland. — a) Cephalon. — b) Pygidium. — Zum Vergleich mit *Spinibole (Coombe-woodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902).

Besonders eng sind die Beziehungen zu *Sp. (Sp.) ruethenensis*, die ebenfalls aus dem Kieselkalk des cu II δ von Wuppertal bekannt ist. Die morphologische Übereinstimmung geht so weit, daß die Cranidien und Pygidien beider Arten bei durchschnittlicher Erhaltung oder leichter Verdrückung nicht mehr zu unterscheiden sind. Sexual-Dimorphismus, an den man in solch einem Fall zunächst denken würde, kann als ausgeschlossen gelten, da beide Formen weder in SW-England noch in Wuppertal gemeinsam auftreten. In der Typus-Region in North Devon fehlt *Sp. (Sp.) ruethenensis* nach bisheriger Kenntnis völlig, und in Wuppertal lösen die beiden Arten einander innerhalb der Kieselkalk-Folge des cull δ ab: *Sp. (C.) coddonensis* kommt im tieferen Teil der Abfolge vor und ist dort mit *Sp. (Vandergrachtia) vandergrachtii* (H. WOODWARD 1894) vergesellschaftet; *Sp. (Sp.) ruethenensis* hingegen setzt erst später ein und kommt meist zusammen mit *Archegonus (Phillibole) nehdenensis* HAHN & HAHN 1969 sowie *Liobole (Liobole) glabra bottkei* HAHN & HAHN 1969 vor. Wie weit dies auch für das Vorkommen in Rütthen zutrifft, läßt sich anhand des spärlichen von dort vorliegenden und nicht streng horizontal aufgesammelten Materials nicht entscheiden; es scheint uns jedoch wahrscheinlich.

GANDL (1977: 165—167) betont die seiner Ansicht nach engen Beziehungen von *Archegonus? (Phillibole?) parvoculatus* GANDL 1977 zu *Sp. (C.) coddonensis*. Die spanische Art zeigt jedoch in (1) der im Frontal-Lobus weniger aufgeblähten Glabella, (2) dem leicht zugespitzten Vordersaum am Cranidium, (3) den deutlich markierten Augen-Deckeln, (4) dem ebenfalls deutlich abgesetzten geraden Abschnitt ϵ - ξ an der Facial-Sutur, (5) den größeren Augen und (6) den nicht schräg nach hinten außen abgewinkelten (und dazu wesentlich längeren) Wangen-Stacheln Merkmale, die uns wenig charakteristisch für die Cystispiniinae, dafür aber eher kennzeichnend für die Archegoninae erscheinen. Eine endgültige Klärung der Zugehörigkeit dieser Form wäre nur bei Kenntnis des Pygidiums möglich. Wir belassen sie daher zunächst bei *Archegonus? (Phillibole?)*:

Wagnerispina GANDL 1977, zu der GANDL (1977: 136) entgegen unserer Auffassung auch *Sp. (Sp.) ruethenensis* zählt, weicht von dieser Art wie auch von *Sp. (C.) coddonensis* ab durch (1) die weiter vorn gelegenen Augen-Deckel, (2) den gestreckten Sutur-Abschnitt ϵ - ξ , (3) die kräftige Betonung der Glabella-Furchen S1 (bzw. 1p) bei Unterdrückung der vorderen Glabella-Furchen und — als wichtigstes Merkmal — (4) die relativ plumpen, bereits leicht zweiblasierten Wangen-Stacheln.

Archegonus (Phillibole) culmicus (RICHTER & RICHTER 1937) aus dem cu III α des Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes, mit dem Sp. (C.) *coddonensis* bisher in Verbindung gebracht worden ist, unterscheidet sich außer durch seine typischen Archegoninae-Merkmale — (1) die konische, vorn nicht geblähte Glabella und (2) das im Verhältnis zum Cephalon relativ große (= subisopyge) Pygidium — vor allem durch (3) die bei β breiteren (tr.) vorderen Festwangen, (4) die deutlich entwickelten und größeren Augen, (5) den langen geraden Sutur-Abchnitt ϵ - ξ , (6) den gepolsterten, aber nicht aufgewulsteten Randsaum am Cephalon, (7) die etwas längeren, nicht schräg nach hinten abgewinkelten Wangen-Stacheln und (8) nur 8 Thorax-Segmente.

Mit Sp. (C.) *coddonensis* liegt das erste Taxon der Cystispiniinae vor, das e i n d e u t i g keine echten geblähten Wangen-Stacheln besitzt.

Literatur

- BRAUCKMANN, C. (1973): Kulm-Trilobiten von Aprath (Bergisches Land). — Inaugural-Diss. FB 24 Freie Univ. Berlin: 1—209, Abb. 1—100, Tab. 1—2, Taf. 1—5; Berlin.
- (1974): Neue Trilobiten aus dem Kulm von Aprath bei Wuppertal (Unter-Karbon, Rheinisches Schiefer-Gebirge). — *Geologica et Palaeontologica*, **8**: 113—117, Abb. 1—7; Marburg/Lahn.
- (1978): Beiträge zur Kenntnis der unter-karbonischen Trilobiten-Fauna von Aprath, Bergisches Land, 3: Die Cyrtosymbolinae mit geblähten Wangen-Stacheln (Trilobita; Dinantium bis Namurium). — *Senckenbergiana lethaea*, **59** (1/3): 137—203, Abb. 1—45, Tab. 1, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- CHLUPÁČ, I. (1966): The Upper Devonian and Lower Carboniferous trilobites of the Moravian Karst. — *Sborn. geol. Věd., Paleont. Řada P*, **7**: 1—143, Abb. 1—35, Tab. 1—6, Taf. 1—24; Prag.
- GANDL, J. (1977): Die Karbon-Trilobiten des Kantabrischen Gebirges (NW-Spanien), 2: Die Trilobiten der Alba-Schichten (Unter-Visé bis Namur A). — *Senckenbergiana lethaea*, **58** (1/3): 113—217, Abb. 1—31, Taf. 1—7; Frankfurt am Main.
- GEORGE, T. N. et al. (1976): Dinantian (L. Carboniferous). A correlation of Dinantian rocks in the British Isles. — *Geol. Soc., Spec. Rep.*, **7**: 1—87, Abb. 1—21, Taf. 1—2; London.
- HAHN, G. (1965): Revision der Gattung *Archegonus* BURMEISTER 1843 (Trilobita). — *Senckenbergiana lethaea*, **46** (4/6): 229—262, Abb. 1—21; Frankfurt am Main.
- HAHN, G., & HAHN, R. (1969a): Trilobitae carbonici et permici I. (Brachymetopidae; Otarionidae; Proetidae; Proetinae, Dechenellinae, Drevermanniinae, Cyrtosymbolinae). — *Fossilium Catalogus. I: Animalia*, **118**: 1—160; 's-Gravenhage (Dr. W. Junk N. V.).
- (1969b): Kulm-Trilobiten von Nehden und Rüthen (Sauerland). — *Senckenbergiana lethaea*, **50** (4): 273—289, Abb. 1, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HAHN, R. (1968): Proetidae aus der oberen *crenistria*-Zone von Herborn (Trilobita; Unter-Karbon). Teil 2: *Archegonus (Phillibole)* RUD. & E. RICHTER 1937. — *Senckenbergiana lethaea*, **49** (5/6): 395—437, Abb. 1—15, Taf. 1—2; Frankfurt am Main.
- HOUSE, M. R., & SELWOOD, E. B. (1964): Palaeozoic Palaeontology in Devon and Cornwall. — 150th Anniversary roy. geol. Soc. Cornwall: 45—86, Abb. 1—5, Taf. 1—4; Truro.
- OSMÓLSKA, H. (1962): Famennian and Lower Carboniferous Cyrtosymbolinae (Trilobita) from the Holy Cross Mountains, Poland. — *Acta Palaeontol. polonica*, **7** (1/2): 53—204, Abb. 1—8, Tab. 1—7, Text-Taf. 1—9, Taf. 1—17; Warschau.
- OWENS, R. M. (1986): The Carboniferous trilobites of Britain. Part 1. — *Mongr. Palaeontogr. Soc.*, **570**, **138** (für 1984): 1—26, Abb. 1—4, Taf. 1—7; London.
- PRENTICE, J. E. (1960): Dinantian, Namurian and Westphalian rocks of the district south-west of Barnstaple, North Devon. — *Quart. J. Geol. Soc. London*, **115** (3) (für 1959): 261—289, Abb. 1—7, 7 unnum. Tab., Taf. 12—13; London.

- (1967): Lower Carboniferous trilobites of North Devon and related species from Northern England. — Bull. Brit. Mus. natur. Hist., Geol., **14** (6): 207—241, Abb. 1—3, Tab. 1, Taf. 1—7; London.
- RICHTER, RUD., & RICHTER, E. (1939): Proetidae von oberdevonischer Tracht im deutschen, englischen und mittelmeerischen Unter-Karbon. Unterlagen zum Fossilium Catalogus, Trilobitae. VIII. — Senckenbergiana, **21** (1/2): 82—112, Abb. 1—31; Frankfurt am Main.
- (1951): Der Beginn des Karbons im Wechsel der Trilobiten. — Senckenbergiana, **32** (1/4): 219—266, Abb. 1—10, Tab. 1—2, Taf. 1—5; Frankfurt am Main.
- THOMAS, A. T., OWENS, R. M., & RUSHTON, A. W. A. (1984): Trilobites in British stratigraphy. — Geol. Soc. London, Spec. Rep., **16**: 1—78, Abb. 1—29; London.
- WOODWARD, H. (1895): Trilobites. — In: HINDE, G. J., & FOX, H.: On a well-marked horizon of radiolarian rocks in the Lower Culm Measures of Devon, Cornwall and West Somerset. — Quart. J. geol. Soc. London, **51** (4): 646—649, Abb. 1, Taf. 28; London.
- (1902): On a collection of trilobites from the Coddon Hill Beds, Lower Culm-Measures, near Barnstaple, North Devon, and one from Glamorganshire. — Geol. Mag., n. Ser., Dec. 4, **9**: 481—487, Taf. 20; London.
- WUNN-PETRY, I. (1985): Die Trilobiten der *nasutus*-Zone (Unter-Karbon) des nördlichen Rheinischen Schiefergebirges. — Inaugural-Diss. Fb Geowissenschaften der Philipps-Univ. Marburg: 1—223, Abb. 1—65, Tab. 1—25 u. I—IX, Taf. 1—2; Marburg/Lahn.

Anschriften der Verfasser:

Dipl.-Geol. ANNE ARCHINAL, Institut für Geologie und Paläontologie, Fachbereich 18, Philipps-Universität, Universitätsgebiet Lahnberge, Hans-Meerwein-Straße, D-3550 Marburg/Lahn.

Dr. CARSTEN BRAUCKMANN, Fuhlrott-Museum, Auer Schulstraße 20, D-5600 Wuppertal 1.

Tafel 1: *Spinibole* (*Coombewoodia* n. sg.) *coddonensis* (H. WOODWARD 1902); Unter-Karbon, Asbian (Combe Wood Chert, Coddon Hill Beds); Combe Quarry (Combe Wood), Barnstaple, North Devon, SW-England.

Fig. 1: Vollständiger Panzer BMNH l. 4564 (Steinkern), tektonisch breite Form; x 6.2.

Fig. 2: *L e c t o t y p u s*, vollständiger Panzer BMNH l. 4560 (Steinkern), tektonisch schmale Form (s. H. WOODWARD 1902: Taf. 20 Fig. 8; PRENTICE 1967: Taf. 3 Fig. 3); x 6.3.

Fig. 3: Meraspis-Stadium, vollständiger Panzer BMNH In. 22 892a (Steinkern mit Hypostom-Abdruck; s. PRENTICE 1967: Taf. 3 Fig. 1); x 7.3

Fig. 4: Gegenplatte zu Fig. 3, BMNH In. 22 892b (Abdruck der Schalen-Oberseite; s. PRENTICE 1967: Taf. 3 Fig. 2); x 7.3.

Fig. 5: Pygidium und Thorax-Segmente, BMNH In. 18 409 (Steinkern); x 8.1.

Tafel 2: *Spinibole* (*Coombewoodia* n. sg.) *coddonensis* (W. WOODWARD 1902); Unter-Karbon cu II δ (Kieselkalk-Serie); temporärer Straßen-Aufschluß beim Neubau der B 224n bei Kohleiche, Wuppertal, Bergisches Land, Bundesrepublik Deutschland. — Jeweils Latex-Abguß von der Negativ-Platte.

Fig. 1: Vollständiger Panzer, Coll. HEISING (FMWA H1); x 4.9.

Fig. 2: Vollständiger Panzer, Coll. HEISING (FMWA H2); x 4.1.

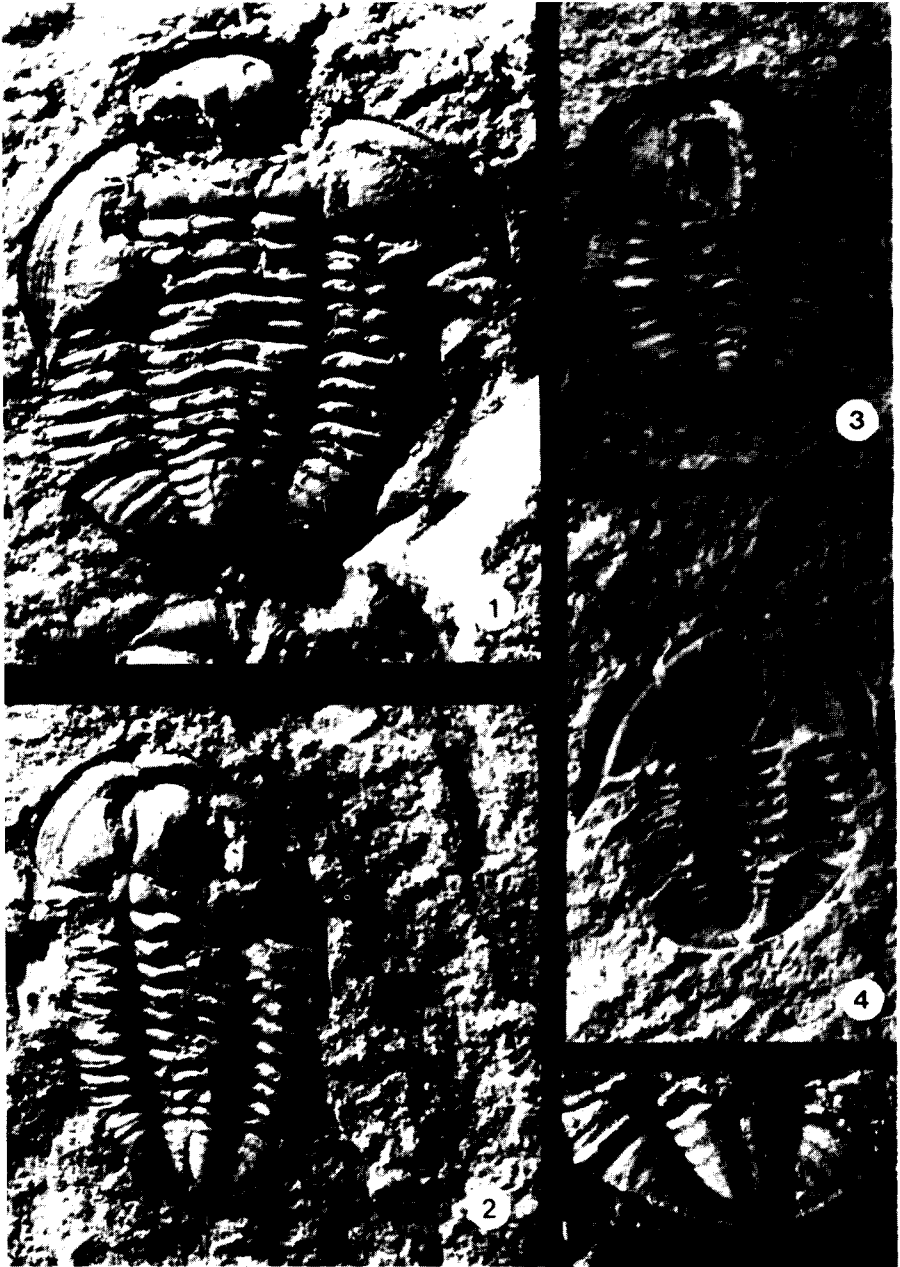
Fig. 3: Cephalon, Coll. WEHKING (FMWA SW1); x 5.0.

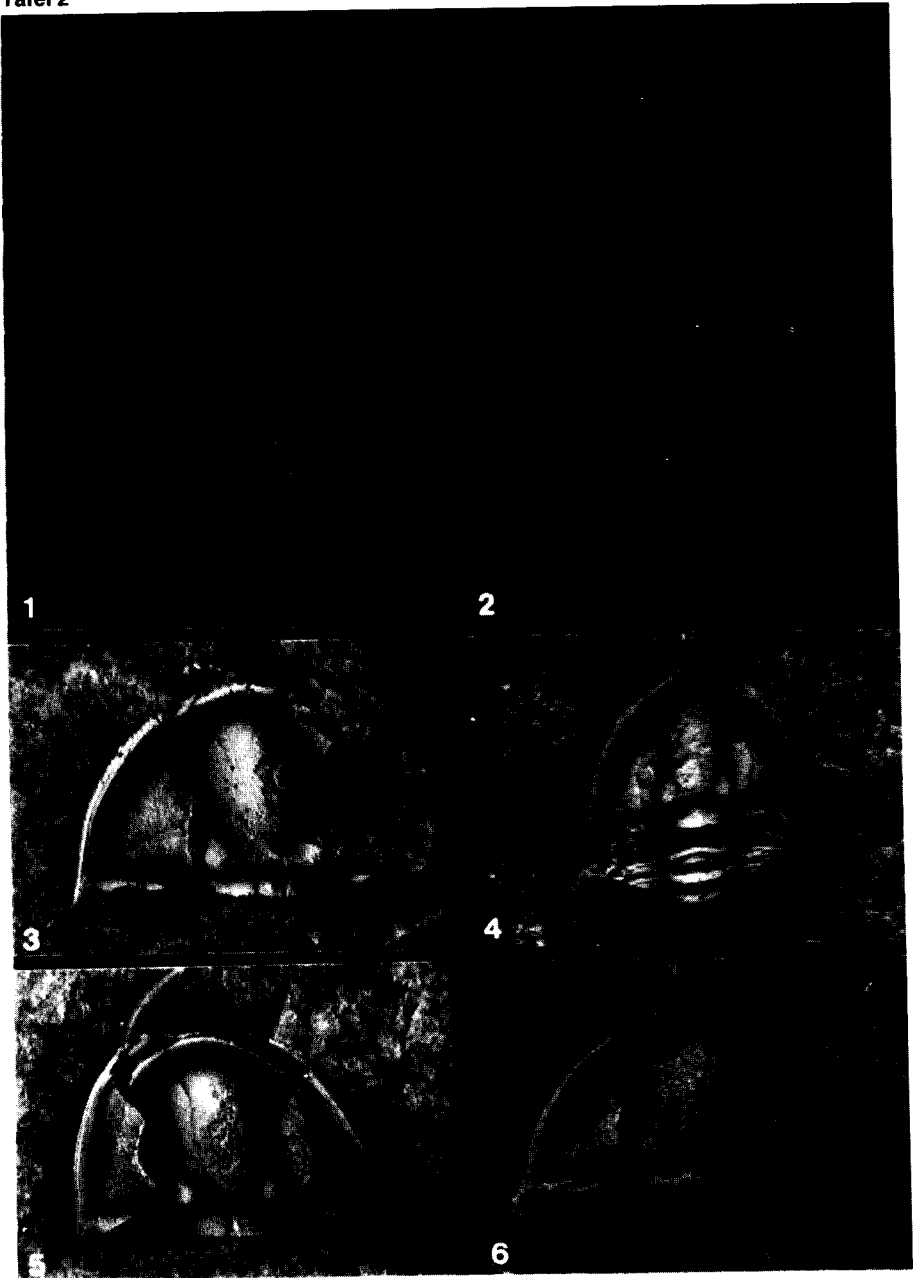
Fig. 4: Cephalon mit anhängenden Thorax-Segmenten, Coll. von den STEINEN (FMWA ST1); x 7.3.

Fig. 5: Cephalon, Coll. HEISING (FMWA H3); x 4.1.

Fig. 6: Cephalon, Coll. WEBER (FMWA KW1); x 5.3.

Tafel 1





Eine bemerkenswerte Arthropoden-Sammlung für das Fuhlrott-Museum

WOLFGANG KOLBE

Mit 2 Tabellen

Ende 1988 erschien im Rheinischen Landwirtschafts-Verlag in Bonn eine Schrift mit dem Titel „Insekten und Spinnen in Land- und Gartenbau — Ergebnisse der faunistischen Arten-Bestandsuntersuchungen in Höfchen (Burscheid) und Laacherhof (Monheim) 1984—1987“. Sie umfaßt 162 Seiten. Autoren sind Dr. WILHELM KOLBE und ASSA BRUNS unter Mitarbeit von 18 weiteren Spezialisten für diverse Arthropodentaxa.

		Höfchen	Laacherhof	Gesamt
Insecta				
Ephemeroptera	(Eintagsfliegen)	3	3	3
Odonata	(Libellen)	2	11	11
Plecoptera	(Steinfliegen)	4	—	4
Blattodea	(Schaben)	—	1	1
Saltatoria	(Springschnecken)	6	4	8
Dermaptera	(Ohrwürmer)	3	3	4
Psocoptera	(Staubläuse)	22	22	25
Thysanoptera	(Fransenflügler)	5	5	5
Heteroptera	(Wanzen)	136	128	159
Homoptera	(Gleichflügler)	66	74	97
Coleoptera	(Käfer)	653	698	943
Strepsiptera	(Fächerflügler)	1	1	1
Megaloptera	(Schlammfliegen)	1	1	2
Raphidioptera	(Kamelhalsfliegen)	1	—	1
Planipennia	(Echte Netzflügler)	35	36	42
Hymenoptera	(Hautflügler)	206	196	272
Mecoptera	(Schnabelfliegen)	3	2	3
Diptera	(Zweiflügler)	*910	*896	*952
Trichoptera	(Köcherfliegen)	39	39	53
Lepidoptera	(Schmetterlinge)	560	595	721
Arachnida				
Pseudoscorpiones	(Afterskorpione)	2	2	2
Opiliones	(Weberknechte)	1	1	1
Araneae	(Webespinnen, Echte Spinnen)	117	135	176
Acari	(Milben)	19	22	23
Gesamtartenzahl		2 795	2 875	3 509

Tab. 1: Übersicht des Artenspektrums an Arthropoden von Höfchen (Burscheid) und Laacherhof (Monheim). Untersuchungszeitraum 1984 bis 1987 (s. KOLBE & BRUNS 1988, p. 8). * = geschätzt.

Insecta		
Ephemeroptera	(Eintagsfliegen)	WILFRIED WICHARD, Bonn-Beuel
Odonata	(Libellen)	
Plecoptera	(Steinfliegen)	
Saltatoria	(Springschnecken)	OLIVER SCHMITZ, Berg.-Gladbach
Dermaptera	(Ohrwürmer)	
Psocoptera	(Staubläuse)	
Heteroptera	(Wanzen)	HANNES GÜNTHER, Ingelheim
Cicadina	(Zikaden)	HUBERT REIMER, Marburg
Aphidina	(Pflanzenläuse)	ASSA BRUNS, Burscheid/Leverkusen
Coleoptera	(Käfer)	HEINZ BAUMANN, Düsseldorf, in Zusammenarbeit mit KLAUS KOCH, Neuss
Strepsiptera	(Fächerflügler)	
Megaloptera	(Schlammfliegen)	OLIVER SCHMITZ, Berg.-Gladbach, unter Mitarbeit von WILLIBALD SCHMITZ, Berg.-Gladbach
Raphidioptera	(Kamelhalsfliegen)	
Planipennia	(Echte Netzflügler)	
Hymenoptera	(Hautflügler)	MARTIN SORG, Neukirchen-Vluyn
Symphyta	(Blattwespen)	
Ichneumonidae	(Schlupfwespen)	NIKOLAUS MOHR, Köln
Chalcidoidea	(Erzwespen)	
Apoidea	(Bienen)	STEPHAN RISCH, Köln
Formicoidea	(Ameisen)	
Mecoptera	(Schnabelfliegen)	OLIVER SCHMITZ, Berg.-Gladbach
Diptera	(Zweiflügler)	MICHAEL von TSCHIRNHAUS, Bielefeld, unter Mitarbeit von KLAUDIA DÖREN, Bielefeld, ANGELA KÄMPER, Bielefeld, CHRISTEL STOCKEBRANDT, Bielefeld
Trichoptera	(Köcherfliegen)	WILFRIED WICHARD, Bonn-Beuel
Macrolepidoptera	(Großschmetterlinge)	HELMUT KINKLER, Leverkusen, unter Mitarbeit von WILLIBALD SCHMITZ, Berg.-Gladbach
Microlepidoptera	(Kleinschmetterlinge)	ROLAND GIERLING, Köln, in Zusammenarbeit mit HERBERT PRÖSE, Hof/Saale
Arachnida		
Pseudoscorpiones	(Afterskorpione)	OLIVER SCHMITZ, Berg.-Gladbach
Araneae	(Echte Spinnen)	HERBERT CASEMIR, Krefeld-Traar
Acari	(Milben)	ASSA BRUNS, Burscheid/Leverkusen

Tab. 2: Die einzelnen Arthropoden-Taxa und die zugehörigen Spezialisten, von denen die Determination durchgeführt wurde (s. KOLBE & BRUNS 1988, p. 6).

Die Gesamtausbeute der zwischen 1984 und 1987 auf den Versuchsgütern Höfchen in Burscheid und Laacherhof in Monheim mit unterschiedlichen Methoden ermittelten Arthropoden-Taxa beträgt 3 509 Species, davon 2 795 in Höfchen und 2 875 in Laacherhof (s. Tab. 1). Innerhalb des Taxons Lepidoptera werden neben 387 Macrolepidoptera-Species auch 334 Microlepidoptera (Kleinschmetterlinge) genannt. Die für die Diptera genannten Artenzahlen sind Schätzwerte, da ein Großteil der erfaßten Zweiflügler — z. B. die in beachtlicher Individuenzahl ermittelten Psychodidae, Chironomidae, Sciaridae, Dolichopodidae, Phoridae und Drosophilidae — nur bis zur Familienzugehörigkeit determiniert werden konnte. Auch für die Ordnung der Hymenoptera konnten diverse Tiere — u. a. die häufig erfaßten Braconidae und Aphidiidae — nur bis zur zugehörigen Familie bestimmt werden. Die verschiedenen Spezialisten, die die Determination des Tiermaterials durchgeführt haben, sind in der Tab. 2 genannt und dem jeweilig bearbeiteten Taxon zugeordnet. Das gesamte erfaßte Artenspektrum ist in der o. g. Publikation in einer Tabelle auf den Seiten 69 bis 160 übersichtlich aufgeschlüsselt.

Auf der Seite 7 der Schrift von KOLBE & BRUNS (1988) heißt es: „Die Belegexemplare der durch die verschiedenen Entomologen determinierten Arten sind aufgrund einer bei Beginn der Untersuchung getroffenen Auflage als ‚Burscheider Insekten- und Spinnen-Sammlung 1985‘ zusammengefaßt, die im Fuhlrott-Museum Wuppertal aufbewahrt werden und dort somit für wissenschaftliche Zwecke zugänglich bzw. einzusehen sind.“ Zum Zeitpunkt der Niederschrift dieses Berichtes — Mitte Februar 1989 — war der größte Teil der Arthropoden-Belegammlung bereits im Fuhlrott-Museum untergebracht. Kleinere Teilbereiche befinden sich noch bei einzelnen Spezialisten zur abschließenden Bearbeitung und werden zu einem späteren Zeitpunkt der Sammlung zugeordnet.

Die Bedeutung dieser Lokalsammlungen von den Versuchsgütern Höfchen und Laacherhof der Bayer AG liegt in der breiten Palette des erfaßten Artenspektrums an Arthropoden, die durch Belegexemplare dokumentiert wird und damit nachprüfbar ist. Das Resultat ist von beachtlicher Bedeutung und kann in seiner Komplexität und Präsentation m. E. als Vorbild für die faunistische Erforschung rheinischer Teilregionen dienen.

Literatur

KOLBE, W., & BRUNS, A. (1988): Insekten und Spinnen in Land- und Gartenbau — Ergebnisse der faunistischen Arten-Bestandsuntersuchungen in Höfchen (Burscheid) und Laacherhof (Monheim) 1984—1987. — Rheinischer Landwirtschafts-Verlag, Bonn.

Anschrift des Verfassers:

Dr. WOLFGANG KOLBE, Fuhlrott-Museum, Auer Schulstraße 20, D-5600 Wuppertal 1

Untersuchungen zur radioaktiven Belastung von Pilzen in Nordrhein-Westfalen

HARTMUND WOLLWEBER

Mit 4 Tabellen

Zusammenfassung

Der Gehalt an radioaktivem 134- und 137-Cäsium wurde bei einigen ausgewählten Pilzarten in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1986—1988 gemessen. Von den Speisepilzen akkumulieren Filzröhrlinge wie Marone und Rotfußröhrling besonders gut diese Radionuclide. Der Gehalt dieser Isotope in Maronen ist auf Sandböden am höchsten, erreichte 1987 Spitzenwerte und fiel 1988 deutlich ab. Begriffe der „Strahlenbiologie“ werden erläutert und die Belastung des Menschen durch den Verzehr radioaktiver Pilze diskutiert. Für den Pilzsammler ist von Bedeutung, daß durch einfaches Abgießen des Kochwassers eines Pilzgerichtes der radioaktive Gehalt der Pilze um ca. 80% gesenkt werden kann.

Abstract

The content of radioactive 134- and 137-caesium in several mushroom species in North Rhenania-Westphalia has been determined between 1986 and 1988. Among the edible mushrooms, *Xerocomus* species, such as *X. badius* and *X. chrysenteron* accumulate very efficiently those radionuclides. The highest concentration of these isotopes in *X. badius* is found on sandy soils, it peaked during 1987 and decreased significantly during 1988. Concepts of "Radiobiology" are explained and the danger associated with mushroom consumption is discussed. It is important for the mushroom consumer to know, that about 80% of the radioactive content can be dealt with by simply throwing away the water used to boil the mushrooms during their preparation.

In den vergangenen Jahren, insbesondere nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, sind viele Daten über den radioaktiven Gehalt in Lebensmitteln u. a. auch in Pilzen publiziert worden. Bestimmte Pilzarten, davon einige Speisepilzarten, reichern aus dem Erdboden (Laubstreu) besonders die radioaktiven Cäsiumisotope 134 und 137 an^{1),2)}. Wie groß ist nun der Gehalt an Radionucliden in Pilzen in Nordrhein-Westfalen und wie stark wird der menschliche Organismus nach dem Verzehr von $^{134}/^{137}$ -Cs-haltigen Pilzen belastet?

Dazu seien zunächst einige Begriffe aus der „Strahlenbiologie“ erläutert. (Eine gute Übersicht findet sich in Lit. 2).

Die unterschiedlichen Strahlenarten α -, β - und γ -Strahlen (aus Radionucliden) sowie UV-Strahlen (aus dem Sonnenlicht) belasten den Organismus unterschiedlich stark. Dieses hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- von der Energiedosis, die vom Gewebe absorbiert wird
- von dem Zeitraum, in dem die Strahlung vom Organismus aufgenommen wird
- von der Anreicherung der Radionuclide in Bestimmten Körperorganen, z. B. 131-Jod in der Schilddrüse oder 90-Strontium in Knochen und
- von der Ausscheidungsgeschwindigkeit (Eliminationsrate) des betreffenden Isotops aus dem Organismus.

	Bq	mSv	mrem
Durch 40-Kalium	4000	0,2	20
Durch 14-Kohlenstoff	3000	0,1	10
Durch kosmische Strahlung			
auf Meereshöhe		ca. 0,3	30
auf 1500 m Höhe		ca. 0,6	60
Durch Bodenradioaktivität			
über Sedimentgestein		ca. 0,2	20
über Urgestein		ca. 2	200
in Steinhäusern aus Baumaterial		0,8	80
Durch 10 Flugstunden in 10 km Höhe (Frankfurt-New York hin und zurück)		0,05	5
Durch Röntgenaufnahme des Brustkorbes		ca. 0,5-1	50-100
Durch Verzehr von "radioaktiven Lebensmitteln"		ca. 0,1-1	10-100
Geschätzte Gesamtbelastung pro Mensch		2-6	200-600

Bq = Becquerel = 1 Zerfall eines radioaktiven Teilchens/pro sec.

Sv = Sievert = Einheit für die Äquivalentdosis (z.B. für den Gesamtorganismus des Menschen)

rem = radiation equivalent men (alte Einheit, in der Literatur häufig vor 1987 zu finden)

1 Sv = 100 rem, 1 mSv (milli Sievert) = 100 mrem (millirem)

Tab. 1: Natürliche Strahlenbelastung des Menschen (pro Person von 75 kg u. pro Jahr).

So wird 137-Cäsium beim erwachsenen Menschen in 100 Tagen und beim Kleinkind in 20 Tagen zur Hälfte wieder ausgeschieden (sog. biologische Halbwertszeit, biologische HWZ).

Die Radioaktivität kann man messen, ihre Maßeinheit ist das Becquerel (Bq); die Strahlenbelastung wird berechnet und in Sievert (Sv, eine alte Bezeichnung ist das rem, s. Legende Tab. 1) angegeben.

Um aus den gemessenen Becquerelwerten pro kg in der Praxis die Strahlenbelastung eines Menschen von 75 kg in mrem zu ermitteln, muß man den Becquerelwert mit einem bestimmten Faktor multiplizieren, dessen Ermittlung an dieser Stelle nicht aufgezeigt werden kann. Dieser Faktor ist für einzelne Körperorgane sowie bei Erwachsenen und Kleinkindern unterschiedlich. Bei den radioaktiven Cäsiumisotopen sind die Unterschiede nicht so groß, so daß in der Literatur zumeist der integrale mittlere Dosisfaktor (= effektiver Dosisfaktor) angegeben wird. Für 134-Cäsium beträgt dieser 0.002 und 137-Cäsium 0.0014 beim erwachsenen Menschen bzw. 0.0012 (134-Cs) und 0.0009 (137-Cs) beim Kleinkind unter einem Jahr¹¹⁾. Das 1986 durch den Reaktorunfall von Tschernobyl verursachte Isotopenverhältnis von 137-Cs zu 134-Cs betrug ungefähr 2:1, so daß sich daraus für dieses Isotopengemisch im Jahre 1986 ein Faktor von ca. 0.0016 ergibt. Infolge der relativ kurzen Halbwertszeit von 134-Cs ($t_{1/2} = 2,06$ Jahre) nähert

sich der Faktor nach einigen Jahren dem effektiven Dosisfaktor von ^{137}Cs , d. i. 0.0014. Hätte eine Person 1986 ein kg Maronen mit einem Cäsiumgehalt von 3 170 Bq verzehrt (das ist der höchste gemessene Gehalt in Tabelle 2), so würde die Strahlendosis bei einem Isotopenverhältnis von 2:1 ungefähr $3170 \times 0,0016 = 4,9 \text{ mrem} = 0,049 \text{ mSv}$ betragen. Tatsächlich findet man in den Pilzen nach der Aufnahme dieser Cäsiumnuclide unterschiedliche Isotopenverhältnisse (s. Tab. 2). Zum Schutz der Menschen haben die Behörden Grenzwerte für den „radioaktiven Zerfall“ von Isotopen in Gemüse und anderen Lebensmitteln festgelegt. Der EG-Grenzwert für Gemüse, dazu gehören auch Pilze, beträgt 600 Bq/kg Frischgewicht. Dieser Wert würde den Menschen mit ca. 1 mrem zusätzlich zu der normalen Umweltstrahlenbelastung (s. Tab. 1) belasten.

Material und Methoden

Die Probenahme der Pilze erfolgte zu den angegebenen Daten der Tab. 2—4. In einigen Fällen wurde von dem gleichen Standort in verschiedenen Jahren die gleiche Pilzart entnommen.

Die Pilze wurden sauber gesammelt, mechanisch von Verunreinigungen befreit und grob zerkleinert. Die Trocknung des Frischmaterials erfolgte durch Gefrieretrocknung (Lyophilisierung) in einem Gerät der Fa. E. Kniese (Typ Lyofast SO 8) bei 10^{-2} Torr, zunächst bei -30°C , dann bei allmählich aufsteigendem Wärmegradienten bis $+25^\circ\text{C}$, bis zur Gewichtskonstanz. Dauer 7—8 Tage. Bei den Proben aus dem Jahre 1988 wurden die frischen und die getrockneten Probenmengen bestimmt (Tab. 2—4).

Die nuclidspezifische Bestimmung von Radioaktivität in Pilzen wurde mittels hochauflösendem Germanium-Lithium-Detektor, entsprechenden Verstärkern und einem Vielkanalanalysator durchgeführt.

Bestimmt wurde der Gehalt an ^{134}Cs und ^{137}Cs in gefriergetrockneten, nicht gemörserten Pilzen. Die Messungen wurden in 300-ml-Flaschen direkt auf dem Detektor stehend durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte ebenfalls mit 300-ml-Flaschen unter Verwendung von radioaktiven Standardlösungen (PTB, Nr. 86-453 bzw. 86-454). Die Nachweisgrenze der Aktivität lag für beide Isotope bei ca. 2 Bq.

Bedingt durch die inhomogene Verteilung der Pilze in den Meßgefäßen und die unterschiedlichen Probenmengen (1,8—63,5 g) kann mit systematischen Fehlern von bis zu 20% gerechnet werden.

Ergebnisse und Diskussion

Bestimmte Pilzarten reichern aus dem Boden unterschiedlich stark Metallionen, meist Schwermetalle im Fruchtkörper und Mycel³⁾ an. Unter diesen Metallionen befinden sich auch Radionuclide, sofern diese, meist aus dem radioaktiven Fallout im Boden vorhanden sind. Durch Isotopenanalyse ließen sich in Makromyceten 134 - und 137 -Cäsium sowie geringe Mengen $^{90}\text{-Strontium}$, $^{103}\text{-Ruthenium}$, $^{40}\text{-Kalium}$ und $^{110}\text{-Silber}$ nachweisen. Von diesen Radionucliden werden nur die beiden Cäsiumisotope in bestimmten Pilzarten z. B. in Marone, Sandröhrling, Rotfußröhrling, Kahler Krempling und in einigen Cortinarien so stark angereichert, daß sie für den Menschen eine Belastung sein könnten. Der Grad der Anreicherung hängt von dem radioaktiven Gehalt dieser Isotope im Boden und von der Bodenbeschaffenheit (Sandboden, Lehmboden, Kalkboden) ab. Bei den Kernwaffentests von 1945—1963 wurden vor allem $^{134}\text{-Cs}$ mit einer HWZ von $t_{1/2} = 2,06$, $^{137}\text{-Cs}$ mit einer HWZ von $t_{1/2} = 30,17$ und $^{90}\text{-Sr}$ mit einer HWZ von $t_{1/2} = 28,5$ Jahren freigesetzt und global verteilt. Die radioaktive Belastung davon erreichte 1963—1964 ihren Höhepunkt und geht seit dieser Zeit stetig zurück. Erst durch den Reaktorunfall von Tschernobyl stieg die Belastung durch $^{134}/^{137}\text{-Cäsium}$ (sowie kurzzeitig durch $^{131}\text{-Jod}$) sprunghaft an. Die Radioaktivität der Pilze ist örtlich sehr unterschiedlich und richtet sich naturgemäß nach den Regenniederschlägen, der die Nuclide mit zur Erde transpor-

tiert. Auch in Nordrhein-Westfalen sind 1986 derartige radioaktive Niederschläge örtlich unterschiedlich stark aufgetreten.

In den Jahren 1986-1988 haben wir in einigen ausgewählten Pilzarten, zumeist Speisepilzen, den Gehalt an Radioaktivität gemessen. Um nun vergleichbare Werte zu erhalten, wurden die Messungen an sorgfältig getrocknetem Material vorgenommen. Die in der Literatur häufig zu findenden Becquerel-Werte pro kg Frischgewicht sind nur mit Vorsicht zu bewerten, denn diese beinhalten zusätzlich eine größere Fehlerbreite. Je nach Standort, Art und Alter, ob in feuchten oder trockenen Perioden gesammelt, weisen die einzelnen Fruchtkörper einen unterschiedlich hohen Wassergehalt auf.

In den Tabellen 2—4 wird dies an den 1988 gesammelten Proben gezeigt. Bei Maronen waren nach der Trocknung der einzelnen Proben zwischen 6,5 und 11,7% der ursprünglichen Einwaage vorhanden. Trotzdem wurde, um einen ungefähren Anhalt über die Radioaktivität pro kg Frischgewicht zu bekommen und um mit den in der Literatur genannten Werten in der Größenordnung annähernd vergleichbare Werte zu erhalten, für die Berechnung der Radioaktivität ein mittlerer Wasserverlust von 90% zugrunde gelegt (jeweils letzte Zeile der Tabellen 2—4). Bei den in der neueren Literatur (1986, 1987) veröffentlichten Bq-Werten/pro kg Frischgewicht sind häufig die Meßmethodik und die Einwaagen nicht angegeben). Man kann davon ausgehen, daß diese Literaturwerte bei nicht standardisierten Meßverfahren, — was zum Teil der Fall sein dürfte⁵⁾ — eine Fehlerbreite von plus bzw. minus 20% bis 30% und in Einzelfällen bis zu 50% aufweisen. Es ist für einige Veröffentlichungen noch nicht einmal abgesichert, ob die Becquerelwerte, die in den Tabellen einer solchen Arbeit angegeben werden, so vergleichbar sind, daß sie die gleiche Fehlerbreite untereinander aufweisen.

In der Tabelle 2 sind die Gehalte an radioaktivem Cäsium für Maronen, eine Speisepilzart, die am meisten Cäsium anreichert, aufgelistet. Eine Vergleichsprobe von Maronen, die 1969 gesammelt und 1986 gemessen wurde, ergab einen ¹³⁷-Cs-Wert von ca. 4 100 Bq/kg Trockengewicht. Berücksichtigt man, daß die Halbwertszeit von ¹³⁷-Cs ca. 30 Jahre beträgt, so dürfte die Radioaktivität für dieses Isotop im Jahre 1969 etwa 6 000 Bq/kg betragen haben. ¹³⁴-Cs, das eine Halbwertszeit von 2 Jahren aufweist, kann bei der Messung von 1986 in dieser Probe naturgemäß nicht mehr aufgefunden werden.

Der berechnete Wert von 6 000 Bq/kg gilt nur für die im Jahre 1969 an dieser Stelle gefundenen Maronen. Im Laufe der Jahre wird die Radioaktivität in den Pilzen immer geringer. Dies geschieht nicht nur aufgrund der Halbwertszeit, sondern besonders stark durch das Eindringen des radioaktiven Cäsiums in immer tiefere Bodenschichten. Das in den oberen Bodenschichten wachsende Pilzmycel kann infolge dessen Cäsium nicht mehr aufnehmen. In der Tabelle 2 kann man dieses Phänomen schon für einen Zeitraum von 3 Jahren verfolgen, wenn man die Werte von solchen Maronenkollektionen vergleicht, bei denen die Pilze dem gleichen Standort entnommen wurden. Die Probe 1516 von 1986 weist eine Radioaktivität von 4 447 Bq/kg Trockengewicht auf. Die Probe 1528 von 1987 hat eine ca. 7-fach höhere Aktivität: 31 700 Bq/kg. Bei der Kollektion 1601 von 1988 geht die Radioaktivität um zwei Drittel, auf 10 186 Bq/kg zurück. Einen ähnlichen Verlauf, wenn auch mit deutlich geringerer Radioaktivität, findet man bei Steinpilzen (Tab. 3), bei den Proben 1510 (1 442 Bq/kg für 1986), 1530 (2 233 Bq/kg für 1987) und 1569 (753 Bq/kg für 1988).

Aus den Untersuchungen von GRUETER, SEEGER et al.¹⁾²⁾⁷⁾ war schon bekannt, daß der Grad der Cäsium-Anreicherung von der Beschaffenheit der Böden abhängt. So tritt in mineralstoffarmen sauren Böden (in unserem Falle auf Sandböden) eine rasche Zunahme der Aktivität auf, die dann in den darauffolgenden Jahren deutlich abnimmt. Auf mineralstoffreicheren Böden wird das Cäsium besser in den Oberschichten gebunden; hier finden wir erst in den späteren Jahren 1987, 1988 einen Anstieg des Radio-Cäsium-Gehaltes (Proben 1577, 1578, 1579,

1580). Bezüglich der Cäsiumaufnahme nimmt man heute an, daß Pilze anstelle der für sie lebensnotwendigen Kaliumionen das verwandte Alkalimetallion Cäsium gegen ein Konzentrationsgefälle in die Zelle hineinpumpen. Je mehr Cäsiumionen zur Verfügung stehen — das ist auf mineralstoffarmen sandigen Böden zumeist der Fall —, desto mehr Cäsium wird von Pilzen aufgenommen²⁾⁷⁾.

Radioaktivität und Speisepilzverzehr

Unter den Speisepilzen akkumulieren Maronen und einige verwandte *Xerocomus* species (Fitzröhrlinge) wie Rotfußröhrling besonders gut Cäsium. 1983 wiesen Maronen in Niedersachsen etwa 110—220 Bq/kg Frischgewicht auf, die aus dem radioaktiven Fallout der 60er Jahre herrührten⁶⁾. Diese Werte dürften Anfang 1986 deutlich geringer sein. Für den Spätsommer und Herbst 1986 wird eine rasche Zunahme der Radioaktivität bei Pilzen beobachtet (Tab. 2—4). Die Werte für Maronen liegen zumeist zwischen 400 und 3 000 Bq/kg Frischgewicht, klingen aber auf Sandböden für 1988 auf 500—1 000 Bq/kg ab, während sie auf mineralstoffreichen Böden auch 1988 noch deutlich über der von der EG für den Verzehr empfohlenen „Richt-Höchstgrenze“ von 600 Bq/kg Frischgewicht liegen! Bei Steinpilzen dagegen wurde nur in einem einzigen Falle der zur Zeit gültige EG-Höchstwert erreicht. Proben einiger anderer Pilzarten (Tab. 3), wie Birkenpilz, Fliegenpilz und Stockschwämmchen liegen zumeist unter der Richtgrenze. Die aus der Literatur bekannte gute Aufnahmefähigkeit des violetten Lacktrichterlings für radioaktives Cäsium zwischen 773 und 8 075 Bq/kg Frischgewicht ^{1c, 1d, 1e)} konnte auch in unserer Probe (Nr. 1580, Tab. 4, 1 280 Bq/kg) bestätigt werden.

Dagegen wurde keine Radioaktivität bei den 1987 in Wuppertal gesammelten Frostschnacklingen (Nr. 1553, Tab. 3), von dem aus der Literatur eine relativ hohe Cs-Akkumulation (ca. 1 700 Bq/kg Frischgewicht)^{1d)} bekannt wurde, aufgefunden.

Für den Verzehr von selbstgesuchten Pilzen ist folgendes wichtig: 600 Bq belasten den Erwachsenen mit einer Strahlendosis von ca. 0,01 mSv (je nach Isotopenverhältnis 0,0084—0,0096 mSv). Der einmalige Verzehr von 1 kg Maronen — das ist eine für eine Person ungewöhnlich große Menge — mit einer Aktivität von 600 bis 3 000 Bq/kg Frischgewicht (Werte für Nordrhein-Westfalen, Tab. 2), würden den Menschen mit ca. 0,01 bis 0,05 mSv (= ca. 1—5 mrem) belasten. Wie wir sahen, sinkt die Radioaktivität bereits im Jahr 1988 (Höchstwert der Tab. 2 100 Bq/kg). Damit fällt die Belastung auf 0,01 bis 0,02 mSv.

Vergleichsdaten aus anderen Bereichen der Bundesrepublik Deutschlands ergänzen unsere Ergebnisse. So sind 1987 bei Maronen (Oberbergischer Kreis) 470 Bq/kg Frischgewicht bzw. 310 Bq/kg, bei Steinpilzen (Oberbergischer Kreis) 66 Bq/kg, Birkenpilzen (Ohligser Heide) 650 Bq/kg und Stockschwämmchen < 5 Bq/kg (Viersen) bzw. 350 Bq/kg (Ohligser Heide) gemessen worden⁸⁾.

Vor der Belastung mit radioaktivem Cäsium kann sich der Mensch gut schützen, denn Cäsium bildet meist gut wasserlösliche Ionen. Durch Abgießen des Kochwassers eines Maronengerichts wird der Gehalt an radioaktivem Cäsium mindestens um mehr als 50%⁹⁾ und nach RAN-DA¹⁰⁾ sogar um mehr als 80% gesenkt. Dieses Verfahren, Abgießen des Kochwassers von Maronenzubereitungen, sei den Pilzsammlern in den nächsten Jahren (etwa bis 1992) wegen der damit verbundenen Minderung der radioaktiven Belastung nachdrücklich empfohlen!

Danksagung

Die Messungen wurden in den Laboratorien der BAYER AG, Bereich Pharma, durchgeführt. Herrn Dipl.-Ing. H. WINKELMANN danke ich für die Messung der Radioaktivität in den Pilzen und für anregende Diskussion und die BAYER AG für die Bereitstellung der in dieser Arbeit verwendeten Apparaturen.

Nr.	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht)*		Verhältnis von 137-Cs : 134-Cs	Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
						134-Cs	137-Cs			
534	Wuppertal Marscheider Wald	Fichte Boden sauer	10.1969	—	8,00	—	4 119	—	4 119	410
1515	Wuppertal Burgholz	Fichte Boden sauer	10.1986	—	14,30	931	4 264	4,58	5 195	520
1516	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden	10.1986	—	19,60	836	3 611	4,31	4 447	440
1517	Solingen Ohligser Heide	Kiefer Sandboden	11.1986	—	12,6	4 850	13 284	2,73	18 134	1 810
1518	Bredelar	Fichte, Kiefer Boden sauer	10.1986	—	22,3	288	799	2,77	1 087	118
1519	Frankfurt/ Oder DDR	Kiefer Sandboden	09.1986	—	45,7	828	2 647	3,19	3 475	350

1528	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden (gleicher Standort wie 1516)	10.1987	—	8,7	6 100	25 600	4,19	31 700	3 170
1529	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.1987	—	8,1	5 100	20 500	4,01	25 600	2 560
1566	Ratingen RatingerWald	Fichte Sandboden	10.1988	130	11,35	763	4 581	6,00	5 344	530
1567	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.1988	170	14,34	766	4 367	5,70	5 133	510
1601	Ratingen Ratinger Wald	Kiefer Sandboden (gleicher Standort wie 1516 u. 1528)	10.1988	177	11,47	1 775	8 411	4,79	10 186	1 020
1568	Ratingen Ratinger Wald	Mischwald (Fichte, Buche), Sandboden	10.1988	220	20,66	942	4 177	4,37	5 059	506
1577	Bredelar	Eiche Boden sauer	10.1988	50	5,86	1 515	6 657	4,39	8 172	817
1578	Alme	Fichte (basischer Boden)	10.1988	190	18,44	2 849	13 839	5,56	16 688	1 670

* s. Legende Tab. 4

Tab. 2: Radiocäsiumgehalt von *Xerocomus badius* (Marone) auf verschiedenen Standorten, zumeist in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1969, 1986—1988.

Tab. 3: Radiocäsiumgehalt von *Boletus edulis* u. Verwandten (Steinpilze) auf verschiedenen Standorten, zumeist in Nordrhein-Westfalen, in den Jahren 1969, 1986—1988.

Nr./spec.	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht) *		Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
						134-Cs	137-Cs		
1524 B. aestivalis	Eschweiler (Eifel)	Eiche basischer Boden	09.69	—	5	0	0	0	0
1509 B. edulis	Wuppertal	nicht bekannt	10.86	—	1,90	1 772	4 845	6 617	660
1510 B. edulis	Ratingen	Buche Sandboden	10.86	—	10,50	0	1 442	1 442	140
1511 B. edulis	Bredelar	Kiefer saurer Boden	10.86	—	63,50	30	332	362	40
1512 B. edulis	Alme	Buche basischer Boden	10.86	—	13,70	0	0	0	0
1513 B. edulis	Maria Wörth Kärnten (Öst.)	Fichte, Kiefer saurer Boden	09.86	—	39,30	171	883	1 054	110
1514 B. edulis	Niederlausitz DDR	Kiefer Sandboden	09.86	—	35,70	99	812	911	90
1530 B. edulis	Ratingen	Buche Sandboden	10.87	—	8,20	423	1 810	2 233	220
1569 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald (gleicher Standort wie 1510)	Buche Sandboden	10.88	220	23,82	0	753	753	80
1570 B. edulis	Ratingen Ratinger Wald	Buche Sandboden	10.88	62	6,85	0	1 048	1 048	100

* s. Legende Tab. 4

Tab. 4: Radiocäsiumgehalt verschiedener Röhrlinge und Blätterpilze auf verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen in den Jahren 1970, 1986—1988.

Nr.	Species	Fundort	Vorkommen	Fundzeit	Frischgewicht in g	Trockengewicht (Einwaage in g)	Aktivitätskonzentration Bq/kg (Trockengewicht)*		Gesamtaktivität (Bq/kg Trockengewicht)	Gesamtaktivität (berechnet auf Frischgewicht, Bq/kg ca.-Werte)
							134-Cs	137-Cs		
180	Leccinum scabrum Birkenpilz	Wülfrath Kalkstein	Birke	08.1970	—	10,60	0	479	479	50
1520	Leccinum scabrum	Gruiten Kalkstein	Birke	10.1986	—	17,80	0	0	0	0
1521	Amanita muscaria Fliegenpilz	Alme	Birke, Fichte moorig	10.1986	—	5,30	0	0	0	0
1522	Kuehneromyces mutabilis Stockschwämmchen	Ratingen Ratinger Wald	Birke	10.1986	—	1,80	0	0	0	0
1523	Kuehneromyces mutabilis	Alme	Birke	10.1986	—	24,70	1 293	2 988	4 281	430
1553	Hygrophorus hypothejus Frostschneckling	Wuppertal	Kiefer Wiese	11.1987	—	1,80	0	0	0	0
1579	Xerocomus chrysenteron Rotfußröhrling	Alme	Buche basischer Boden	10.1988	110	12,46	2 191	9 643	11 834	1 180
1580	Laccaria amethystina	Alme	Buche basischer Boden	10.1988	60	6,32	2 206	10 528	12 734	1 270

* Datum der Messung:

Proben von 1969 u. 1970, gemessen: Jan. 1987

Proben von 1986, gemessen: Jan. 1987

Proben von 1987, gemessen: Jan. 1988

Proben von 1988, gemessen: Dez. 1988

Literatur

- 1a) GRÜTER, H. (1967): Zeitschr. f. Lebensmitteluntersuchung u. -Forschung **134**, 173—179.
- 1b) ROHLEDER, K. (1967): Dtsch. Lebensmittel-Rundschau **63**, 135—138 (1967).
- 1c) DIETL, G., & BREITIG, D. (1988): Zeitschr. f. Mykologie **54**, 109—112.
— (1989): Zeitschr. f. Mykologie **55**, 131—134.
- 1d) GANS, I. (1987): Zeitschr. f. Mykologie **53**, 151—154 u. **52**, 446—453.
- 1e) MOLZAHN, D., REINEN, D., BEHR, H., KOCKSHOLT, P., & PATZELT, P. (1989): Zeitschr. f. Mykologie **55**, 135—148.
- 1f) AUMANN, D. C., CLOOTH, G., STEFFAN, B. & STEGLICH, W. (1989): Angew. Chem. **101**, 495—496.
- 2) SEEGER, R. (1987): Zeitschr. f. Mykologie **52**, 289—298.
- 3) Literaturzusammenfassung s. SEEGER, R., Deutsche Apotheker Ztg. **122**, 1835—1844 (1982).
- 4) Arbeiten mit aufgeführter Meßmethodik s. Lit. 1a, 1b, 1c und HORYNA, J., RANDA, Z., BENADA, J., & KLEIN, J. (1988): Zeitschr. f. Mykologie **54**, 179—181.
- 5) s. a. MAUSHART, R., GIT Fachz. Lab. **1986**, 1167.
- 6) BMI 83, Der Bundesminister des Inneren: Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung 1983, Bonn 1986.
- 7) SEEGER, R., & SCHWEINSHART, P. (1981): The Science of Total Environment **19**, 253—276.
- 8) Zentralstelle für Sicherheitstechnik, Strahlenschutz u. Kerntechnik Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 1987.
- 9) MOSER, M. (1972): Zeitschr. f. Pilzkunde **38**, 161—162.
- 10) RANDA, Z. (1988): J. Radional. Nucl. Chem. Letters **126**, 345—349.
- 11) Institut für Strahlenhygiene, Heft ISH **63** (1985).

Anschrift des Verfassers:

Dr. HARTMUND WOLLWEBER, In den Birken 73, D-5600 Wuppertal 1

Untersuchungen zur Fauna und Flora im Großraum Altenahr — ein Beitrag zur Charakterisierung eines Naturraumes*

WOLFGANG BÜCHS, JÜRGEN C. KÜHLE, CHRISTOPH NEUMANN & WILHELM WENDLING

Mit 1 Abbildung

1. Einleitung

Das Projekt „Intensivfassung der Fauna und Flora des Naturschutzgebietes „Ahrschleife bei Altenahr““ soll als Beispiel einer ehrenamtlichen Naturschutzinitiative zur naturkundlichen Dokumentation überregional bedeutsamer Naturschutzgebiete vorgestellt werden. Dabei stehen Organisation, Ziele und Entstehung des Projektes im Vordergrund. Die Ergebnisse einzelner Mitarbeiter und Arbeitsgruppen können hier nur in äußerst knapper Form dargestellt werden. Eine umfassende Auswertung des gesamten Datenmaterials wird in einer gesonderten Monographie erfolgen.

2. Untersuchungsgebiet

Die Ahr fließt ca. 30 km südlich von Bonn in nordöstlicher Richtung. Der größte Teil des Ahrtales liegt in der Ahreifel, die wiederum einen Teil des rheinischen Schiefergebirges bildet. Während die Ahr im Oberlauf zumeist durch weite Talauen fließt, durchbricht sie bei Kreuzberg plötzlich den Rauhfaserhorizont der Siegener Stufe und tritt in den sogenannten Engtalbereich ein. Infolge der Widerstandsfähigkeit des Rauhfasers — das sind glimmerreiche Tonschiefer mit dazwischengeschalteten Lagen von Quarzitsanden und Grauwacke — kommt es zwischen Kreuzberg und Walporzheim zu starken Mäanderbildungen mit Umlaufbergen, steilen Prall- und flachen Gleithängen, gekennzeichnet durch ständigen Expositionswechsel der Talhänge (WENDLING 1967).

Mit Beginn des Engtales bei Kreuzberg erreicht das Ahrtal nicht nur eine morphologische, sondern auch eine klimatische Grenze: genau ab hier ermöglichen die sonnenexponierten Hänge in größerem Umfang den Weinbau. Das Ahrental liegt im Regenschatten des hohen Venns und empfängt im Jahr zwischen 550—650 mm Niederschlag, es liegt im Bereich der + 9 °C-Jahresisotherme, der + 1 °C-Januarisotherme und der + 9 °C-Oktobrisotherme. Die jährliche Sonnenscheindauer beträgt im Durchschnitt etwa 1 300 Stunden (WENDLING 1966).

In der Ahreifel stellt das Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“ (Abb. 1) — kurz NSG „Ahrschleife“ — eine Art „Referenzstandort“ für den gesamten Naturraum „Mittleres Ahrtal“ dar. Es bietet eine über den Naturraum „Mittleres Ahrtal“ hinaus sicherlich einmalige Vielfalt verschiedenster Lebensräume mit z. T. gegensätzlichem Charakter auf engstem Raum: es finden sich limnische Systeme (Fluß, Bach, Tümpel), Überschwemmungsgebiete, Weich- und Hartholzauenwaldreste, Schluchtwaldreste, montane Hochwälder, trockene Niederwälder mit Krüppelwuchs, teils bewirtschaftete, meist jedoch aufgelassene Weinberge, Obstgärten, Weide- und Heideflächen verschiedenster Sukzessionsstufen, Felsabstürze, Mauern und Höhlen.

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhlrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

Im mittleren Ahrtal, einer Wärmeinsel, erreichen viele Tier- und Pflanzenarten die nördliche oder westliche Grenze ihres mitteleuropäischen Verbreitungsgebietes. Die besonderen klimatischen Bedingungen dieses Bereiches (KREMER & CASPERS 1982) bringen es mit sich, daß in einem insgesamt atlantisch geprägten Klima „Inseln“ mit expositionsbedingt stärker kontinentalem Charakter eingestreut sind, was sich auch auf die Zusammensetzung der Fauna und Flora auswirkt. Gleichzeitig existieren daneben auch Standorte, die eine Vielzahl boreomontaner bzw. submediterranen Arten beherbergen. Im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ bedingt der als hufeisenförmiges Kerbtal ausgebildete Ahrmäander extreme Expositionsunterschiede und damit Lebensbedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt auf kürzeste Distanz. Dies führt dazu, daß hier z. B. die Lebensräume der submediterranen und boreomontanen Faunen- und Florenelemente oft nur wenige Meter voneinander entfernt liegen.

Das NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ umfaßt den letzten Ahrmäander, der nicht durch Verkehrswege erschlossen ist. Bis auf einzelne Weinberge und einige forstlich bewirtschaftete Flächen unterliegt das NSG, das mit 242 Hektar eines der größten in Rheinland-Pfalz ist, derzeit keinerlei wirtschaftlicher Nutzung, so daß wir hier der ursprünglichsten Ausprägung der Landschaft, aber auch der Flora und Fauna des Naturraumes „Mittleres Ahrtal“ sicherlich am nächsten kommen.



Abb. 1: Das Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“. Ausschnitt aus der topographischen Karte 1:25 000 (MTB 5407 Altenahr, 5408 Bad Neuenahr-Ahrweiler).

3. Vorgeschichte der gemeinschaftlichen Untersuchungen

Die Vorgeschichte des Gemeinschaftsprojektes „Intensiverfassung der Fauna und Flora des Naturschutzgebietes ‚Ahrschleife bei Altenahr‘“ kann man im Jahr 1975 ansetzen. In diesem Jahr beantragte W. WENDLING als Vorsitzender des Landespflegebeirates des Kreises Ahrweiler die Ausweisung der Ahrschleife als NSG aufgrund ihrer floristischen Besonderheiten. Kurze Zeit später erstellten M. BRAUN von der Gesellschaft für Naturschutz und Ornithologie Rheinland-Pfalz e. V. (GNOR) und das Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz erste Gutachten bzw. gutachterliche Stellungnahmen.

1980—1982 wurde der gesamte Naturraum „Mittleres Ahrtal“ im Rahmen der landesweiten Biotopkartierung im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht in Openheim durch Zoologen (W. BÜCHS) und Botaniker (W. WENDLING, H. P. VOGELS) kartiert. Im gleichen Jahr erfolgte die einstweilige Sicherstellung der Ahrschleife als NSG durch die Bezirksregierung Koblenz, zunächst befristet bis Ende 1982, dann verlängert bis Ende 1984.

Offensichtlich aufgeschreckt durch die einstweilige Sicherstellung trat die Gemeinde Altenahr auf den Plan und machte deutlich, daß sie an einer im damals gültigen Flächennutzungsplan festgelegten Option für den Bau eines 6,5 ha großen Ahrstausees zur Förderung des Fremdenverkehrs festhielt. Eine langwierige und kontrovers geführte Diskussion schloß sich an. Die Gemeinde Altenahr ließ ein ökonomisches Gutachten erstellen. Öffentliche Anhörungen fanden statt.

In diese Diskussion flossen neben den botanischen Erhebungen, den o. g. Gutachten und der Einstufung bei der Biotopkartierung auch Beobachtungen der z. T. schon seit längerem dort tätigen Lepidopterologen, Coleopterologen und Wirbeltierkundler ein, die alle die Einzigartigkeit des Gebietes belegen, so daß sich die Bezirksregierung Koblenz im November 1983 zur endgültigen Unterschutzstellung entschloß.

Nach dem Zweiten Weltkrieg war das NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ schon mehrfach zum Objekt naturkundlicher Untersuchungen geworden. Noch während des Zweiten Weltkrieges führte KÜMMEL (1950) ihre grundlegenden floristischen und pflanzensoziologischen Untersuchungen im Ahrtal durch, einige Jahre später untersuchte MÜLLER (1962) die Flechtenflora des Altenburger Umlaufberges, etwa ab 1964 erfaßte WENDLING die Gefäßpflanzen (WENDLING 1966), etwa zur gleichen Zeit begann die Arbeitsgemeinschaft Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen (KINKLER, SCHMITZ & SWOBODA 1981) mit der Untersuchung der Schmetterlingsfauna. Seit Mitte der siebziger Jahre beobachten FUCHS, MACKE und ROER die Wirbeltierfauna. Schon vor dem Zweiten Weltkrieg hatten BARTLING, BRASCH, FELD und andere im Gebiet der Ahrschleife Moose gesammelt. THYSSEN setzte dies in den fünfziger und sechziger Jahren fort. BOECKER, BREUER und DÜLL begannen zu dieser Zeit mit der neuerlichen Erfassung der Moose.

Bedauerlich war jedoch, daß diese Untersuchungen — wenn überhaupt — nur sehr verstreut publiziert wurden. Die vorhandenen Aktivitäten waren ein hervorragender Ausgangspunkt für eine umfassende Bearbeitung des Gebietes nach dem Muster der Spitzberg-, Bausenberg- oder Siebengebirgsmonographien (PAX 1959, 1961, 1962; THIELE & BECKER 1975, HOFFMANN & THIELE 1982). Der Gedanke, die bestehenden naturkundlichen Untersuchungen zusammenzuführen und zu ergänzen, entstand mit der Biotopkartierung 1980—1982. Hinzu kam, daß die faunistische und floristische Untersuchung herausragender, schon bestehender Naturschutzgebiete zur Dokumentation der rheinland-pfälzischen Tier- und Pflanzenwelt in Abstimmung mit dem Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz sowie den zuständigen Bezirksregierungen schon Bestandteil des Programms der GNOR war. Somit wurden erste Schritte in Richtung Monographie mit der Biotopkartierung 1980—1982 eingeleitet: im Herbst 1982 konnte die AG Rheinischer Coleopterologen für das mittlere Ahrtal interessiert werden.

Nachdem im Jahre 1985 dann die Unterstützung der GNOR, der Bezirksregierung Koblenz und des Landesamtes für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz zugesagt war, konnten etwa 40 Spezialisten zur ehrenamtlichen Mitarbeit gewonnen werden und die gemeinschaftlichen Untersuchungen, die sich bisher über drei Vegetationsperioden erstrecken, beginnen.

Im folgenden sind die Mitarbeiter und die von ihnen bearbeiteten Taxa nach dem derzeitigen Stand aufgeführt:

Koordination: W. BÜCHS (3300 Braunschweig), J. C. KÜHLE (5300 Bonn), C. NEUMANN (7500 Karlsruhe), W. WENDLING (5481 Altenahr)

Botanik

Pilze H. FUCHS (5300 Bonn)
 Flechten P. WIRTH (7000 Stuttgart)
 Moose M. BOECKER (5460 Linz)
 Blütenpfl., W. WENDLING
 Farne (5481 Altenahr)

Zoologie

Limnofauna M. RÜTTEN (5401 Gondershausen)
 G. GELLERT (5202 Hennef/Sieg)
 Oligochaeta J. KÜHLE (5300 Bonn)
 Mollusca K. GROH (6100 Darmstadt)
 J. HEMMEN (6200 Wiesbaden)
 Isopoda J. BECKER (5560 Wittlich)
 Chilopoda J. BECKER (5560 Wittlich)
 Diplopoda J. BECKER (5560 Wittlich)
 Acari T. KAMPMANN (3300 Braunschweig)
 Araneae V. SLEMBROUCK-WOLF (8483 Vohenstrauß)
 G. HANSEN (5300 Bonn)
 R. PLATEN (1000 Berlin)
 Opiliones B. EHLERT (5216 Niederkassel)
 Collembola T. KAMPMANN (3300 Braunschweig)
 Odonata U. FRÄNZEL (5300 Bonn)
 Orthoptera C. FRÖHLICH (5408 Nassau)
 Thysanoptera R. ZUR STRASSEN (6000 Frankfurt)
 Coccina H. KUNKEL (5300 Bonn)
 Aphidina H. KUNKEL (5300 Bonn)
 Psyllina H. KUNKEL (5300 Bonn)
 Cicadina R. REMANE (3550 Marburg)
 Heteroptera R. REMANE (3550 Marburg)

Neuroptera O. SCHMITZ (5060 Berg.-Gladbach)
 Coleoptera K. KOCH (4040 Neuss)
 W. BÜCHS (3300 Braunschweig)
 C. NEUMANN (7500 Karlsruhe)
 D. SIEDE (5300 Bonn)
 P. WUNDERLE (4050 M'gladbach)
 und die AG RHEINISCHER COLEOPTEROLOGEN, insbesondere:
 H. BAUMANN (4000 Düsseldorf)
 H. GRÄF (5650 Solingen)
 J. KLAPPERICH † (5300 Bonn)
 F. KÖHLER (5040 Brühl)
 W. KOLBE (5600 Wuppertal)
 K. RENNER (4800 Bielefeld)
 E. WENZEL (5608 Radevormwald)
 Lepidoptera AG RHEINISCH-WESTFÄLISCHER LEPIDOPTEROLOGEN, insbesondere:
 W. SCHMITZ (5060 Berg.-Gladbach)
 D. WOJZILINSKI (4010 Hilden)
 F. LADDA (5408 Remagen-Oberwinter)
 B. SCHMITZ (5040 Odenthal)
 Hymenoptera K. CÖLLN (5000 Köln)
 N. MOHR (5060 Berg.-Gladbach)
 S. RISCH (5000 Köln)
 M. SORG (5000 Köln)

Formicidae	K. WOLLMANN (3000 Hannover)	Nematocera	P. HAVELKA (7500 Karlsruhe)
Brachycera	D. TESCHNER (3300 Braunschweig)	Pisces	F. J. FUCHS (5481 Mayschoß)
	S. PRESCHER (3300 Braunschweig)	Amphibia	F. J. FUCHS (5481 Mayschoß)
		Reptilia	F. J. FUCHS (5481 Mayschoß)
		Aves	F. J. FUCHS (5481 Mayschoß)
Syrphidae	K. CÖLLN (5000 Köln)	Mammalia	S. v. GROLL (5300 Bonn)

Die Erhebungen wurden in vollem Umfang auf ehrenamtlicher Basis durchgeführt. Ziel der Untersuchungen ist es, ein für Mitteleuropa in dieser Art sicherlich einmaliges Lebensraumgefüge, das den dazugehörigen Naturraum in seiner Ursprünglichkeit repräsentiert, möglichst umfassend naturkundlich und naturgeschichtlich zu charakterisieren und dokumentieren. Derartige Gebietsmonographien können nachfolgenden Generationen als „Meßlatte“ für Veränderungen von Lebensräumen dienen.

Ein weiterer Aspekt, der bei der Intensivfassung der Fauna und Flora des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ betrachtet wird, ist die Erarbeitung detaillierter Vorschläge für Pflegemaßnahmen, die nicht nur die derzeitige strukturelle Vielfalt des Gebietes erhalten sollen, sondern auch sukzessionsbedingt gefährdete Biotoptypen „wieder zum Leben erwecken“ sollen, die im Bereich des Naturschutzgebietes und des gesamten Naturraumes bereits verschwunden sind oder deren Verschwinden vorprogrammiert ist.

Die eingesetzten Untersuchungsmethoden variieren besonders im zoologischen Bereich je nach dem zu bearbeitenden Taxon: es wurden Klopfschirme und -tücher, Exhaustoren, Streifnetze, Köderschnüre, Autokäscher und Lichtfanggeräte eingesetzt, darüber hinaus wurden Gesiebe- und Bodenproben entnommen, die z. T. mit Austreibeverfahren nach BERLESE, KEMPSON, McFADYEN oder KONZELMANN (SIEDE 1982) ausgelesen wurden. Als stationäre Fangmethode befanden sich zeitweise etwa 40 Bodenfallen, vier Malaise- bzw. Oliverfallen, vier Bodenphotoelektronen und ca. 30 Borkenemergenzeklektoren (BÜCHS 1988) im Einsatz.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Ein stark komprimierter Überblick über die zur Zeit vorliegenden Ergebnisse aus den einzelnen Taxa soll einen Eindruck von der Beschaffenheit des NSG „Ahrschleife“ vermitteln.

Botanik

W. WENDLING: Gefäßpflanzen

Die charakteristische Vegetation des NSG „Ahrschleife“ ist die „Felsenheide“ (KÜMMEL 1950). Das Artenspektrum der Felsenheide ist durch submediterrane Florenelemente geprägt, die an der Ahr ihre nördliche Verbreitungsgrenze erreichen. Die „Felsenheide“ ist keine homogene Pflanzengesellschaft im Sinne der Pflanzensoziologie, sondern setzt sich aus einer Reihe von Pflanzengesellschaften zusammen (KORNECK 1974).

Die wichtigsten Assoziationen der „Felsenheide“ sind die Pfingstnelkenflur (**Diantho-Festucetum pallentis**), eine typische Felsbandgesellschaft mit geringen Wärmeansprüchen mit der Pfingstnelke (*Dianthus gratianopolitanus*) als namensgebende Art. Die Pfingstnelke ist eine floristische Besonderheit des Ahrtales, deren Vorkommen sich auch dort nur auf wenige Bereiche der Umlaufberge des NSG „Ahrschleife“ beschränkt. Zu dieser Gesellschaft gehört auch das Blaugras (*Sesleria varia*). *Sesleria*-Bestände bilden eine eiszeitliche Reliktgesellschaft und besiedeln nur sommerkühle nord- und nordwest-exponierte Felsbänder (KÜMMEL 1950, KORNECK 1974).

Als Besonderheit der Beifuß-Wimpernperlgrosgesellschaft (**Artemisio-Melicetum ciliatae**) sind die im Spätsommer blühende Dachhauswurz (*Sempervivum tectorum*) und das Bergsteinkraut (*Alyssum montanum*) zu erwähnen, das im Frühjahr gemeinsam mit der Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) und der Zwergmispel (*Cotoneaster integerrima*) seine Blüten entfaltet.

Als Charakterarten des **Biscutello-Asplenietum septentrionale**, einer Spaltengesellschaft sich stark erwärmender Devonschieferfelsen (KORNECK 1974), sind das im Mai blühende Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*) und der Milzfarn (*Ceterach officinarum*) heute bis auf wenige Stellen zurückgedrängt.

Aus dem **Cotoneastro-Amelanchieretum**, dem Felsenbirnengebüsch, einem schütterem Gebüsch vorspringender Felssporne und -klippen, ist die Bibernelle (*Rosa spinosissima*) als Rarität zu erwähnen, deren nächste Vorkommen im Süden an der Nahe und im Norden auf Nordseeinseln zu finden sind.

Zu den Besonderheiten der trockenwarmen Eichenwälder gehören der Bergfenchel (*Seseli libanotis*), Peletiers Habichtskraut (*Hieracium peletatum*) und die Armblütiige Gänsekresse (*Arabis pauciflora*), die erst wieder in Rheinhessen ihre nächsten Standorte besitzt.

An den westlich exponierten Hängen finden wir in aufgelassenen Weinbergen verschiedenste Sukzessionsstadien (WENDLING 1966), die im Endeffekt alle auf den wärmeliebenden Eichen-Hainbuchenwald hinauslaufen. Hier gehören die Efeusommerwurz (*Orobanche hederæ*) und die Ginstersommerwurz (*Orobanche rapum-genistae*) zu den floristischen Besonderheiten.

Da der Talboden in früherer Zeit größtenteils unter Kultur genommen war, sind die Auenwälder nur noch in Resten an wenigen Stellen erhalten, z. B. an der Südspitze der Engelsley. Hier hat sich ein kleiner Auenwald mit Mandelweide (*Salix triandra*), Bruchweide (*Salix fragilis*), Esche (*Fraxinus excelsior*) und Spitzahorn (*Acer platanoides*) angesiedelt, während sich am gegenüberliegenden Ufer nur ein schmaler Streifen von Schwarzerlen (*Alnus glutinosa*) und Weiden (*Salix* spp.) erhalten kann (KÜMMEL 1950). An schotterreichen Stellen haben sich Pestwurzfluren (*Petasites hybridus*) angesiedelt, die zur Kohldistel-Engelwurzgesellschaft (*Cirsium oleraceum* — *Angelica sylvestris*-Gesellschaft) gehören. Neuerdings breitet sich immer mehr das Drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*) im Auenbereich aus.

Unter den Waldgesellschaften südlich der Ahr ist besonders der Eschenschluchtwald, der in Resten an den felsigen Nord- und Nordosthängen des NSG Ahrschleife vorkommt, interessant. Hier gedeihen Schildfarnarten (*Polystichum lobatum* und *Polystichum setiferum*) sowie die Hirschzunge (*Phyllitis scolopendrium*) und das Silberblatt (*Lunaria rediviva*). Dieser Waldtyp, das **Scolopendrieto-Fraxinetum**, führt zu den Wäldern der montanen Stufe (in 380–400 Meter Höhe), einem Buchenwald mit *Festuca silvatica*-Facies, die in der Höhe von *Poa chaixii*, einem typischen Montanelement, abgelöst wird (KÜMMEL 1950).

Eine besondere Flora finden wir auf der diluvialen Hochterrasse der Ahr, auf der sich an die Teufelsley anschließenden Plateaufläche namens Albig oder Krähhardt. Hier sind kleinflächige Ausbildungen der *Helianthemum-Genista sagittalis*-Gesellschaft zu finden, in der die Graslilie (*Anthericum liliago*) gegenüber der Goldaster (*Aster linosyris*) zurücktritt. Zur Zeit Käthe KÜMMELs waren die Terrassenflächen noch beackert und enthielten ausgedehnte Bestände der Kornrade (*Agrostemma githago*). Es wurde Roggen und Raps angebaut. Die nach Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung folgende säureliebende *Scleranthus annuus*-Gesellschaft (Einjähriger Knäuel) ist inzwischen bis auf Reste von Ginsterheidevegetation fast völlig verdrängt. Mit der Geschlängelten Schmiele (*Deschampsia flexuosa*), dem Echten Schwingel (*Festuca ovina*), dem Bergsandglockchen (*Jasione montana*) und der Besenheide (*Calluna vulgaris*) vollzieht sich eine saure Verheidung, die ihrerseits schon wieder in das **Querceto-Pinetum** übergeht.

H. FUCHS: Pilze

Bei den Pilzen beschränkt sich die Erfassung in erster Linie auf die Basidiomyceten (Röhrenpilze). Es wurden bisher ca. 110 Arten nachgewiesen. Gerechnet wird mit ca. 170 Pilzarten im Gebiet. Das relativ geringe Pilzvorkommen wird mit dem Fehlen von naturnahen Nadelwäldern begründet sowie damit, daß die Wiesen in der Talau nicht mehr gemäht werden. Hierdurch ist mit einem Verlust von etwa 20—30 Arten zu rechnen. Zudem sind die bewaldeten Hangbereiche insgesamt zu trocken für reiche Pilzvorkommen. Floristisch sind die Pilze bisher wenig bemerkenswert, nur auf dem Umlaufberg (Engelsley) befinden sich 20—30 Arten, die im Gebiet sonst nicht nachzuweisen sind.

M. BOECKER: Moose

Im Bereich des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ konnten bisher 211 Moosarten nachgewiesen werden. Hiervon wurden 52 Arten vor 1966 registriert, von denen 36 Arten (= 69%) seit 1974 wiedergefunden werden konnten. Die meisten weiteren Erstfunde (125) — darunter auch manche Arten, die von früheren Bryologen wegen ihrer Häufigkeit nicht notiert worden waren — stammen aus der Zeit von 1974 bis 1984. Seit Beginn des Intensiverfassungsprojektes sind dann noch einmal 34 neue Arten hinzugekommen, darunter die beiden Neophyten *Orthodontium lineare* und *Campylopus introflexus*. 29% aller seit 1974 registrierten Arten stehen auf der „Roten Liste“, zwei Drittel hiervon gehören den Gefährdungskategorien 0—3 an. Unter diesen sind besonders Moose aus süd- und südwestexponierten Felsstandorten sowie Epiphyten zu nennen.

Zoologie

M. RÜTTEN, G. GELLERT: Limnofauna

Die Limnofauna umfaßt nach dem derzeitigen Bearbeitungsstand etwa 130 Arten. Darunter befinden sich etwa 35 Chironomidenarten, ca. 15 Ephemeropterenarten, 3—4 Plecopterenarten sowie einige Arten aus den Gruppen der Süßwassermuscheln (z. B. *Sphaerium*), Süßwasserschnecken (z. B. *Ancylus fluviatilis*), Wasserkäfer (z. B. *Elmis*, *Limnebius*, *Orectochilus*, *Stictotarsus*), Oligochaeten sowie Fluß- und Bachflohkrebse. Unter den über 20 Köcherfliegenarten fallen insbesondere *Lepidostoma hirtum* und *Oligoplectrum maculatum* durch ihre individuenreichen Vorkommen auf. Entsprechend der Struktur des Gebietes (kaum Stillgewässer) sind die Libellen nur durch wenige Arten (*Calopteryx*, *Aeshna*, *Pyrrhosoma*) vertreten. Insgesamt zeigt die Limnofauna der Ahr die typische Ausprägung einer Lebensgemeinschaft der unteren Gebirgsbachzone.

J. C. KÜHLE: Oligochaeta

Bei der Untersuchung der Regenwurmfaua erwiesen sich die sauren Hangböden als äußerst artenarm. Demgegenüber waren die Böden der alluvialen Ahrschotterterrasse (Krähhardt) überraschend biomasse- und artenreich (4—5 Arten). Der Auenbereich zeigte ein den Bodenverhältnissen entsprechend differenziertes Bild. Die feuchten und wechselfeuchten Auenböden zeichneten sich durch hohe Abundanz- und Biomassewerte aus, während die trockeneren Auensande abundanzschwach waren. Mit *Dendrobaena pygmaea* wurde jedoch eine Art nachgewiesen, die neu für das Rheinland ist und in der Bundesrepublik erst zweimal gefunden wurde. Mit bisher acht nachgewiesenen Regenwurmartensorten ist das NSG „Ahrschleife“ als artenreich einzustufen.

K. GROH, J. HEMMEN: Mollusca

Mit 64 Molluskenarten wurde bisher ca. ein Fünftel der bundesdeutschen Molluskenfauna nachgewiesen. In der Mehrzahl wurden Arten festgestellt, die zu den Fließgewässerbewoh-

nern oder systematisch zu den Nackt- und Halbnacktschnecken gehören. Darunter befanden sich die „Rote-Liste“-Arten *Ancylus fluviatilis*, *Columella edentula*, *Vertigo substriata*, *Vitrinobrachium breve*, *Semilimax semilimax*, *Daudebardia brevipes*, *Cecilioides acicula* sowie *Helix pomatia*. Bemerkenswert sind vor allem *Daudebardia brevipes* — eine Art, die Regenwürmer frißt —, der Auenwaldbewohner *Vitrinobrachium breve* und die nur lokal derart häufige *Milax budapestensis*. Die für diesen Teil der Eifel typischen sauren Böden mit geringem Kalkgehalt sind verantwortlich für die relativ geringe Artenvielfalt. Im Gegensatz zu den meisten anderen Tiergruppen fehlen wärmeliebende Arten weitgehend.

V. SLEMBROUCK-WOLF: Araneae

Die Spinnen stellen im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ eine der auffälligsten Tiergruppen dar. Bisher konnten im Rahmen der Auswertung von Bodenfallen, Baumphoto- und Borkenemergenzeklektoren (BÜCHS 1988) 61 Arten festgestellt werden. Dabei ist besonders auffallend die Dominanz der Drassodidae unter den größeren Bodenspinnen. Drei Arten (*Atypus affinis*, *Drassodes hispanus*, *Echemus angustifrons*) sind einer Gefährdungskategorie der „Roten Liste“ zugeordnet. Darunter gilt *Echemus angustifrons* als ausgestorben bzw. verschollen.

R. ZUR STRASSEN: Thysanoptera

Bisher konnten 79 Thysanopterenarten im Bereich des Naturschutzgebietes festgestellt werden. Dies entspricht etwa einem Drittel aller bundesdeutschen Arten. Knapp 30% der im NSG „Ahrschleife“ nachgewiesenen Arten sind neu für das Rheinland, davon ist eine an *Galium cruciatum* lebende Art (*Thrips incognitus*) neu für Deutschland, *Thrips inopinatus*, der am Bitersüßen Nachtschatten (*Solanum dulcamara*) lebt, wurde erst das zweite Mal in der Bundesrepublik nachgewiesen und der Rindenbewohner *Phlaeothrips pillichianus* jetzt das vierte Mal. Zieht man einen Vergleich zu anderen Untersuchungen im Bereich des Rheinlandes, so wurden z. B. am Bausenberg 67 Arten festgestellt (ZUR STRASSEN 1975), von denen 46 (etwa 70%) auch im mittleren Ahrtal vorkommen. Aus dem Burgholz bei Wuppertal sind 33 Arten bekannt (PATRZICH 1987), von denen etwa 80% auch im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ angetroffen werden. Im Gegensatz zu den meisten anderen Taxa fehlen unter den Thysanopteren-Arten des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ bisher ausgesprochen thermophile Vertreter.

R. REMANE: Homoptera: Cicadina

Die Zikadenfauna des Naturschutzgebietes umfaßt bisher ca. 150 Arten. Dies entspricht knapp einem Drittel der etwa 520 in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Arten. Da im Gegensatz zu anderen Tiergruppen bisher keine Zikaden-Bestandsaufnahmen aus dem Ahrtal und seiner Umgebung vorliegen (Ausnahme: Bausenberg) und auch die Zikadenfaunistik der Bundesrepublik Deutschland sowie erst recht des Landes Rheinland-Pfalz noch relativ große Lücken aufweist, ist das Vorkommen einer Anzahl von Arten im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ nur sehr schwer zu bewerten. Dennoch erscheinen einige Arten, die im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ nachgewiesen werden konnten, zoogeographisch bemerkenswert: Zwar ist das NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ für keine der bisher gefundenen Arten der einzige Fundort in der Bundesrepublik, doch sind zwei der hier gefundenen Arten bisher nicht als Funde aus der Bundesrepublik publiziert worden. Für einige (ponto-)mediterrane Arten dürften die Vorkommen im Gebiet des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ an der Nord(west)grenze ihres Areals liegen, andererseits reicht das Vorkommen einiger sonst „montan“ verbreiteter Arten hier sehr weit in tiefere Lagen.

O. SCHMITZ: Neuroptera

Von den ca. 100 Neuropteren-Arten der Bundesrepublik konnten im Bereich des mittleren Ahrtales etwa 30% nachgewiesen werden, im Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“ allein

26 Arten. Etwa die gleiche Artenvielfalt (32 Arten) war im NSG „Koppelstein“ im Mittelrheintal festgestellt worden, in der Zusammensetzung des Artenspektrums sind jedoch deutlich Unterschiede zu erkennen: so z. B. wurden am NSG „Koppelstein“ 16 Hemerobiiden-Arten gefunden, im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ nur acht. Dafür sind dort die Florfliegen mit 15 Arten stärker vertreten. Auch bei den Neuropteren zeigten sich die bei den Schmetterlingen und Käfern (s. u.) zu beobachtenden Phänomene des Massenauftretens normalerweise seltener Arten (z. B. *Micromus paganus* [Hemerobiidae], einem sibirischen Faunenelement, das an Laubhölzern in warmfeuchten Biotopen lebt) oder das Erreichen der nordwestlichen Verbreitungsgrenze (z. B. bei *Megalomus tortricoides*, einer wärmeliebenden holomediterranen Art, die an *Prunus*, *Crataegus* oder *Rubus* lebt, aber dennoch als Charakterart trockenwarmer Kiefernwälder angesehen wird) oder Arten mit disjunkter Verbreitung, wie z. B. *Nineta inpunctata*, deren nächste Fundorte in der Iller-Lech-Platte, in Polen, Südschweden oder Finnland angesiedelt sind (vgl. ASPÖCK, ASPÖCK & HÖLZEL 1984).

K. KOCH, W. BÜCHS, C. NEUMANN, D. SIEDE, P. WUNDERLE: Coleoptera

(unter Mitarbeit weiterer Mitglieder der AG Rheinischer Coleopterologen, insbesondere: H. BAUMANN, H. GRÄF, J. KLAPPERICH (†), F. KÖHLER, W. KOLBE, K. RENNER, E. WENZEL).

Nach dem derzeitigen Auswertungsstand wurden in sechsjähriger Sammeltätigkeit 1 378 Käferarten im Gebiet des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ nachgewiesen. Es gibt sicherlich wenige Erhebungen in Mitteleuropa, bei denen in einem ähnlich begrenzten Areal eine vergleichbar hohe Zahl an Käferarten festgestellt worden ist. Von diesen Arten stehen etwa 15% auf der „Roten Liste“, d. h. sie sind in irgendeiner Weise in ihrem Bestand gefährdet. Elf Arten stellen Neufunde für die Rheinprovinz im Sinne von KOCH (1968) dar, in der bisher ca. 4 500 Käferarten festgestellt werden konnten. Zwei Arten wurden das zweite Mal für die Rheinprovinz nachgewiesen, sechs Arten waren seit 100 Jahren nicht mehr gefunden worden. Darüber hinaus wurde in unmittelbarer Nachbarschaft des Naturschutzgebietes (Reimerzhoven, Vischelstal) mit dem Staphyliniden *Astenus subditus* eine für Deutschland neue Art entdeckt.

Bei den Käfern konnten Phänomene beobachtet werden, die teilweise auch für andere Taxa wie z. B. Blütenpflanzen, Neuropteren, Schmetterlinge, Vögel und Reptilien gelten:

- Viele thermophile Arten erreichen im Ahrtal die Nord- bzw. Nordwestgrenze ihrer Verbreitung.
- einige seltenere Arten treten im NSG „Ahrschleife“ in größeren Individuenzahlen auf (z. B. *Coxelus pictus*, *Elmis obscura*, *Ancyrophorus flexuosus*, *Carabus intricatus*, *Melasoma vigintipunctata*).
- Verschiebung der Biotopräferenz (z. B. *Carabus intricatus*).

Der Colydiide *Coxelus pictus* z. B. lebt an abgestorbenen Ästen, wo er sich vermutlich von Pilzen ernährt. Er kommt an gebirgigen Stellen Mitteleuropas vor, wurde jedoch bisher erst in einzelnen Exemplaren an zehn Stellen in Südwestdeutschland gefunden. Aus dem Rheinland (KOCH 1968) waren zwei Funde bekannt (Rheinbach, Mayschoß). Im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ konnte die Art fast an allen Stellen beobachtet werden. In den Borkenemergenzeklektoren (s. o.) ist *Coxelus pictus* neben dem allgemein verbreiteten *Rhizophagus bipustulatus* mit die häufigste Käferart.

Ein ähnlicher Fall, wenn auch nicht ganz so spektakulär, liegt bei dem an Weiden lebenden Blattkäfer *Melasoma vigintipunctata* vor. Die Art ist im Süden etwa bis Bonn, Aachen, Eifel verbreitet, aber meist selten (KOCH 1968). Im mittleren Ahrtal jedoch und insbesondere im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ kann man alljährlich im Frühjahr beobachten, wie Tausende von Käfern aus den von den Weidenblättern herabhängenden Puppen schlüpfen.

Bemerkenswert ist auch das Vorkommen von *Carabus intricatus*, ein im allgemeinen recht seltener Laufkäfer, der normalerweise an (Schlucht-)Wälder gebunden ist. Im mittleren Ahrtal ist

er zum einen sehr häufig, zum anderen bewohnt er hier nicht nur die Wälder, sondern vor allem die trockenwarmen, stark durchsonnten süd- bzw. südwestexponierten Weinberge.

Zu den coleopterologischen Besonderheiten des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ gehört auch der Staphylinide *Ancyrophorus flexuosus*, der räuberisch im Spülsaum von Flüssen und Bächen lebt, deren Ufer sich in einem weitgehend naturbelassenem Zustand befinden. Die typisch westeuropäische Art war bisher von vier Standorten der Bundesrepublik gemeldet worden, davon sind zwei Funde über 50 Jahre alt (KOCH 1968). Im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ wurde die Art direkt an vier Stellen in 15 Exemplaren gefunden.

Elmis obscura, ein in sauberen, schnellfließenden Mittelgebirgsbächen unter Steinen lebender Klauenkäfer, war bisher im Rheinland noch nicht gefunden worden. Aus den benachbarten Gebieten Hessens und Westfalens ist je ein Exemplar bekannt. In der Ahr konnten direkt mehr als 10 Individuen registriert werden, was unter anderem die gute Wasserqualität anzeigt.

Erstmals im Rheinland konnte die vornehmlich montan verbreitete Silphide *Necrophorus subterraneus* mit Bodenfallen nachgewiesen werden. Aus der Bundesrepublik sind Funde aus Baden, Württemberg, Bayern und Mittelgebirgen Niedersachsens bekannt. Die Art wird vor allem an Schneckenködern gefunden. Man vermutet, daß *Necrophilus subterraneus* ein Schneckenräuber ist. Auch in den Bodenfallen fanden sich als Beifang Nacktschnecken.

W. SCHMITZ, D. WOIZILINSKI, F. LADDA: Lepidoptera

(mit Unterstützung weiterer Mitglieder der AG Rheinisch-Westfälischer Lepidopterologen)

Im Verlauf der insgesamt mehr als zwanzigjährigen lepidopterologischen Erhebungen (vgl. KINKLER, SCHMITZ & SWOBODA 1981) konnten im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ ca. 600 Großschmetterlingsarten nachgewiesen werden. Von diesen 600 Arten sind etwa 100 in der Bundesartenschutzverordnung aufgeführt, rund 50 Arten stehen auf der „Roten Liste“. Von diesen gelten wiederum mindestens 20% als stark gefährdet (*Iphiclides podalirius*, *Nordmannia acaciae*, *Strymonidia w-album*, *Eilema caniola*, *Arctia villica*, *Proserpinus proserpina*, *Cucullia xeranthemi*, *Athetis pallustris*, *Sterrrha moniliata*, *Sterrrha eburnata*, *Eupethecia egenaria*, *Colostygia salicata*, *Perizoma hydrata*, *Gnophos pullata*, *Luffia ferchautella*). Hervorzuheben ist im Ahrtal die große Zahl thermophiler Arten. Etwa 25 Arten sind auf die xerothermen Felsheiden fixiert, in der nur Spezialisten leben können. Ca. 70 Arten lieben warme Gebüschrufen und Halbtrockenrasen. In diesem Biotop entwickelt sich an Schlehlen beispielsweise der für das mittlere Ahrtal so charakteristische, insgesamt aber vom Aussterben bedrohte Segelfalter (*Iphiclides podalirius*). Mindestens 20 der xerothermophilen Arten — hier zeigt sich die Parallele zu den Käfern und Pflanzen — erreichen im Ahrtal die Nordgrenze ihrer Verbreitung. Viele dieser Arten (z. B. *Arctia villica*) sind auf offene Standorte angewiesen, d. h. sie verschwinden bei übermäßiger Verbuschung, die im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ überall bei den ehemals bewirtschafteten Weiden, Heiden und Weinbergen zu beobachten ist.

K. WOLLMANN: Hymenoptera: Formicidae

Im Naturraum „Mittleres Ahrtal“ konnten bisher 35 Ameisenarten ermittelt werden (WOLLMANN 1986), davon 33 Arten im NSG „Ahrschleife bei Altenahr“. Die 35 Arten entsprechen etwa 40% der bundesdeutschen Fauna. BUSCHINGER (1975) wies für die gesamte Eifel 42 Arten nach, EISELER (1978) für das Siebengebirge 34 Arten und REICHENSBERGER (1911) zu Beginn dieses Jahrhunderts 52 Arten für die gesamte Rheinprovinz. Unter den nachgewiesenen Arten gelten nahezu die Hälfte als gefährdet. Eine Art (*Ponera coarctata*) gilt als vom Aussterben bedroht, vier Arten (*Aphenogaster subterranea*, *Myrmecina graminicola*, *Formica rufibarbis*, *Formica truncorum*) gelten als stark gefährdet, acht weitere als gefährdet. Die meisten dieser „Rote-Liste“-Arten sind Bewohner trockenwarmer Standorte.

K. CÖLLN, N. MOHR, S. RISCH, M. SORG: Hymenoptera: Aculeata (außer Formicidae) und Symphyta

Von den etwa 500 mitteleuropäischen Wildbienenarten konnten bisher etwa 60 im Naturschutzgebiet nachgewiesen werden. Auch die Wespen wiesen mit neun Arten keine hohe Diversität auf. Da dem Gebiet Sandböden fehlen, ist das Artenrepertoire der Grab- und Wegwespen (Sphecidae, Pompilidae) von vornherein beschränkt: die typischen Sandbewohner fehlen. Insgesamt ist das Naturschutzgebiet „Ahrschleife bei Altenahr“ bezüglich der aculeaten Hymenopteren (Ausnahme: Formicidae) nicht auffallend artenreich. Unter den Bienen und Wespen befanden sich wenig ausgesprochen thermophile Arten. Daneben kamen auch Arten vor, die kühle Standorte bevorzugen und den stenothermen Mittelgebirgsarten zuzuordnen sind. Bemerkenswert ist der Nachweis von *Ammoplanus wesmaeli*, einer auf Felsstandorte angewiesenen Grabwespenart sowie der Fund der atlantischen Furchenbiene *Lasioglossum smethmanellum*, die hier an die Westgrenze ihrer Verbreitung stößt. Interessant ist auch das Vorkommen der Wegwespe *Crossocerus walkeri*, einer für Mittelgebirgsbäche typischen Art, die Ephemeropteren jagt. Bei den Wespen fällt auf, daß die Hornisse (*Vespa crabro*) bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Das bei anderen Taxa festgestellte individuenreiche Vorkommen normalerweise seltener Arten im Bereich des Naturschutzgebietes ist auch bei der vom Aussterben bedrohten Blattwespenart *Tenthredo limbata*, die an Pestwurz (*Petasites hybridus*) lebt, zu beobachten.

D. TESCHNER: Diptera: Brachycera

Bei den Brachycera enthielten insbesondere die Stammeklektor- und Borkenemergenzeklektorfänge (BÜCHS 1988) interessante Arten: Neben auffälligen Arten wie z. B. *Myathropa florea* (Syrphidae) und *Dryomyza flaveola* (Dryomyzidae) sind die selten auftretende *Fannia minutipalpis* (Muscidae) und die Sphaeroceride *Apteromyia claviventris*, die das ganze Jahr über aus der Rinde einer Erle schlüpfte, erwähnenswert. Vom Norden bis Mitteleuropa verbreitet sind die Schnepfenfliege *Rhagio immaculatus* (Rhagionidae) und die Ephyridie *Caenia fumosa*, die im Winter gefangen wurde. Von Süden her dringt hier die Schwebfliege *Brachypalpus valgus* nach Mitteleuropa vor.

F. J. FUCHS: Amphibia, Reptilia, Aves

Die Lurche, Kriechtiere und Vögel des NSG werden schon seit etwa 15 Jahren registriert. Entsprechend seiner Struktur mit wenig Stillwasserbereichen enthält das Gebiet „nur“ sieben Amphibienarten. Bemerkenswert sind davon in erster Linie die Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) und die Kreuzkröte (*Bufo calamita*).

Die Reptilien sind mit fünf Arten vertreten. Unter diesen sind die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) und die Schlingnatter (*Coronella austriaca*) sicherlich die typischsten Vertreter dieser Klasse im mittleren Ahrtal. Die Mauereidechse (*Podarcis muralis*) befindet sich im Ahrtal fast an der Nordgrenze ihrer Verbreitung.

Unter den 80 zur Brutzeit nachgewiesenen Vogelarten befinden sich eine Reihe von Besonderheiten, die auf ganz spezielle Biotopstrukturen angewiesen sind. Als vom Aussterben bedrohte Arten sind die Zippammer (*Emberiza cia*) und das Haselhuhn (*Bonasia bonasia*) zu nennen. Die Zippammer (*Emberiza cia*) bewohnt hier steile Felspartien und brütet oft in relativ frisch aufgelassenen Weinbergen mit noch spärlichem Bewuchs. Die Zippammer (*Emberiza cia*) stößt im mittleren Ahrtal an die Nordgrenze ihrer Verbreitung. Sie kann (noch) als Charaktervogel des Ahrtales bezeichnet werden. Das Haselhuhn (*Bonasia bonasia*) ist an der Ahr auf die warmen Eichenkrüppelwälder fixiert. Die Art befindet sich auf der Liste der bestandsbedrohten Vögel Europas. Typisch für den Gewässerbereich ist die Wasseramsel (*Cinclus cinclus*), die im Gewässersystem der Ahr noch in relativ hoher Dichte vorkommt. Aus dem Gebiet der Ahrschleife

verschwunden ist der Eisvogel (*Alcedo atthis*). Verantwortlich hierfür sind Störungen durch Kanufahrer sowie die Befestigung eines Uferstreifens mit Wackersteinen. Auch andere Arten, wie z. B. der Raubwürger (*Lanius excubitor*), die Heidelerche (*Lullula arborea*) und insbesondere der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*) haben infolge der immer stärkeren Verbuchung der Heide- und Weideflächen ihren Lebensraum im Naturschutzgebiet verloren. Als weitere gefährdete Arten kommen vor: Sperber (*Accipiter nisus*), Habicht (*Accipiter gentilis*), die Hohltaube (*Columba oenas*), die Waldschnepfe (*Scolopax rusticola*), der Wendehals (*Jynx torquilla*), der Neuntöter (*Lanius collurio*), der Wespenbussard (*Pernis apivorus*), die Turteltaube (*Streptopelia turtur*), der Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), der Kleinspecht (*Dendrocopos minor*) und der Pirol (*Oriolus oriolus*).

S. VON GROLL: Mammalia

Ohne die Marderartigen und das Mufflon (*Ovis aries musimon*) wurden im Bereich des NSG „Ahrschleife bei Altenahr“ bisher 25 Säugetierarten nachgewiesen. Die insgesamt in ihrem Bestand bedrohten Fledermäuse sind im Bereich des mittleren Ahrtales mit folgenden Arten vertreten:

Wasserfledermaus (*Leuconoe daubentoni*), Braunes Langohr (*Plecotus auritus*), Graues Langohr (*Plecotus austriacus*), Großer Abendsegler (*Nyctalus noctula*), Kleine Bartfledermaus (*Selysius mystacinus*), Bechsteinfledermaus (*Selysius bechsteini*) und Zweifarbfledermaus (*Vespertilio murinus*). Unter den Kleinsäugetern sind für das Naturschutzgebiet die Kleinäugige Wühlmaus (*Pitymys subterraneus*) und die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) bemerkenswert. Die Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) gilt als Diversitätszeiger. Gartenschläfer (*Eliomys quercinus*) und Haselmaus (*Muscardinus avellanarius*) sind im Gebiet nicht selten. Über Beobachtungen der Wildkatze (*Felis catus*) wird berichtet. Vor einigen Jahren konnte der wahrscheinlich letzte Fischotter (*Lutra lutra*) an der Ahr nachgewiesen werden: Ein stark überaltertes Tier wurde wenige Kilometer flußabwärts bei Laach von einem Jäger erlegt.

5. Literatur

- BÜCHS, W. (1988): Stamm- und Rindenzoozönosen verschiedener Baumarten des Hartholzauwaldes und ihr Indikatorwert für die Früherkennung von Baumschäden. — Dissertation Universität Bonn, 1—813.
- BUSCHINGER, A. (1975): Die Ameisenfauna des Bausenberges, der nordöstlichen Eifel und Voreifel (Hym., Formicidae) mit einer quantitativen Auswertung von Fallenfängen. In: THIELE, H. U. & BECKER, J. (Hrsg.): Der Bausenberg — Naturgeschichte eines Eifelvulkans. — Beitr. Landespf. Rheinland-Pfalz Beiheft 4, 251—273.
- EISELER, F. (1978): Vergleichende methodische Untersuchungen zur Erfassung der Ameisenfauna in schutzwürdigen Gebieten. — Diplomarbeit Universität Bonn.
- HOFFMANN, H. J. & THIELE, H. U. (Hrsg.) (1982): Neue Untersuchungen zur Tierwelt des Bausenbergs in der Eifel. — Decheniana Beihefte 27, 1—279.
- KINKLER, H., SCHMITZ, W. & SWOBODA, G. (1981): Beitrag zur Schmetterlingsfauna des geplanten Naturschutzgebietes „Ahrschleife“ bei Altenahr. — Ornithologie und Naturschutz 2, 210—221.
- KOCH, K. (1968): Käferfauna der Rheinprovinz. — Decheniana Beihefte 13, 1—382.
- KORNECK, D. (1974): Xerothermvegetation in Rheinland-Pfalz und Nachbargebieten. — Schriftenreihe für Vegetationskunde 7.
- KREMER, B. P. & CASPERS, N. (1982): Das Ahrtal. — Rheinische Landschaften 23, 1—32.
- KÜMMEL, K. (1950): Das mittlere Ahrtal. — Pflanzensoziologie 7, 1—192.
- MÜLLER, T. (1962): Die Flechten des Altenburger Umlaufberges im Ahrtal, Eifel. — Decheniana 114, 125—129.

- PATRZICH, R. (1987): Thysanopteren aus zwei Forstbiotopen im Staatswald Burgholz (Solingen). — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal **40**, 90—95, Wuppertal.
- PAX, F. (Hrsg.) (1959): Siebengebirge und Rodderberg. Beiträge zur Biologie eines rheinischen Naturschutzgebietes Teil I. — Decheniana Beihefte **7**.
- (1961): Siebengebirge und Rodderberg. Beiträge zur Biologie eines rheinischen Naturschutzgebietes Teil II. — Decheniana Beihefte **9**.
- (1962): Siebengebirge und Rodderberg. Beiträge zur Biologie eines rheinischen Naturschutzgebietes Teil III. — Decheniana Beihefte **10**.
- REICHENSBERGER, A. (1911): Die Ameisen der Rheinprovinz nebst Angaben über einige Ameisengäste. — Ber. Vers. Bot. Zool. Ver. Rheinland-Westfalen **68**, 114—130.
- SIEDE, D. (1982): Flächenbezogene Untersuchungen an der Bodenkäferfauna zweier Auenwälder bei Grafenrheinfeld unter besonderer Berücksichtigung der Staphylinidae (Coleoptera, Insecta). — Diplomarbeit Universität Bonn, 1—123.
- STRASSEN, R. zur (1975): Fransenflügler (Insecta: Thysanoptera) am Bausenberg in der östlichen Eifel. In: THIELE, H. J. & BECKER, J. (Hrsg.): Der Bausenberg — Naturgeschichte eines Eifelvulkans. — Beitr. Landespf. Rheinland-Pfalz. Beiheft **4**, 238—250.
- THIELE, H. U. & BECKER, J. (Hrsg.) (1975): Der Bausenberg — Naturgeschichte eines Eifelvulkans. — Beitr. Landespf. Rheinland-Pfalz, Beiheft **4**, 1—394.
- WENDLING, W. (1966): Sozialbrache und Flurwüstung in der Weinbaulandschaft des Ahrtales. — Forschungen zur deutschen Landeskunde **160**. Bad Godesberg.
- (1967): Die Ahr und ihr Tal. In: MEYNEN, E. (Hrsg.): Die Mittelrheinlande. — Festschrift zum XXXVI. Deutschen Geographentag Bad Godesberg 1967, 273—286.
- WOLLMANN, K. (1986): Untersuchungen über die Hymenopterenfauna im Weinanbaugebiet des mittleren Ahrtales bei Marienthal. — Dissertation Universität Bonn, 1—225.

Anschriften der Verfasser:

Dr. WOLFGANG BÜCHS, Giersbergstraße 8, D-3300 Braunschweig
 Dr. JÜRGEN C. KÜHLE, Endericher Allee 146, D-5300 Bonn 1
 CHRISTOPH NEUMANN, Bismarckstraße 35a, D-7500 Karlsruhe
 Dr. WILHELM WENDLING, Im Weiher 11, D-5481 Altenahr

Freilandökologische Methoden zur Erfassung der Entomofauna (Weiter- und Neuentwicklung von Geräten)*

GERHARD F. BEHRE

Mit 6 Abbildungen

Kurzfassung

Es werden vier verschiedene Eklektoren für Baumstämme, ein Lufteklektor und eine weithalsige Eklektor-Kopfdose vorgestellt.

1. Einleitung

Schon lange ist bei den Arthropoden die Phototaxie, das Streben zum Licht, bekannt. Dieses Verhalten wurde bei der Konstruktion der nachfolgenden Fanggeräte genutzt: man beschattet oder verdunkelt den zu untersuchenden Lebensraum (z. B. Erdboden oder Baumstamm) durch ein Leitsystem, an dessen Ende sich ein lichtdurchlässiges Fangsystem (Eklektor-Kopfdose) befindet.

2. Die Eklektor-Kopfdose

Die Eklektor-Kopfdose (Abb. 1), verändert nach FUNKE (1971), besteht aus einem Stück und wird mit einem Klarsichtdeckel verschlossen. Zwischen dem kürzeren Innenzylinder (leicht konisch) und dem längeren Außenzylinder befindet sich die Fangflüssigkeit. Die Dose (Abmessung: \varnothing ca. 150 mm, Höhe ca. 110 mm) wird als „Kopf“ auf einen Stutzen aufgestülpt, der das obere Ende von kegel- oder pyramidenförmigen Fangzelten u. ä. bildet; sie kann von diesem zum Entleeren leicht abgenommen werden. Mit 75 mm lichter Weite ist der Innenzylinder so bemessen, daß auch große Insekten passieren können. Die Fangflüssigkeit (z. B. 2- bis 4%iges Formalin) wird nur so hoch eingefüllt, daß beim Ausgießen der Kopfdose in ein Transportgefäß die Flüssigkeit nicht über den Innenzylinder wegläuft.

3. Offener Stammeklektor für stehende Bäume

Stammeklektoren (FUNKE 1971) sind zum Fang von stammaufwärts bzw. -abwärts (ADIS & FUNKE 1983) laufenden Arthropoden bestimmt. Im Unterschied zu bisherigen Stammeklektoren (vgl. ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN 1986; FUNKE 1971 ff; FUNKE & SAMMER 1980; MÜHLENBERG 1976) besitzt dieser nach einer Idee von BÜCHS neu entwickelte Eklektor (Abb. 2) zusätzlich zu den Eklektorkopfdosen eine Bodenplatte mit Auffangtrichtern. Die stambelaufenden Tiere gelangen durch einen 40—50 mm breiten Spalt zwischen der Bodenplatte und dem Baumstamm in das Fangsystem. Die Tiere, die nicht in die Kopfdosen gelangen, sondern vom Stamm wegfiegen oder von den inneren Seitenwänden des Fangsystems fallen, werden durch die Bodenplatte aufgehalten und gelangen in die unteren Fanggefäße. Ein ca. 40 mm hoher glatter Steg am Rand der Bodenplatte zum Stamm hin verhindert das Herausfallen der zu fangenden Tiere.

Die Entwicklung dieses Eklektortyps erfolgte 1985 in Zusammenarbeit mit W. BÜCHS und B. STEUPERT (1986). Zu Ergebnissen und Diskussionen dieses Eklektors siehe NÄHRIG (1987) und besonders BÜCHS (1988, Stammeklektor und Borkenemergenzfälle).

* Kurzfassung eines Vortrages der 14. Entomologischen Wochenendtagung im Fuhrrott-Museum am 8. und 9. Oktober 1988

4. Geschlossener Stammeklektor für stehende Bäume

Der rundumgeschlossene Stammeklektor für stehende Bäume (Abb. 3) dient zum Fang von rinden- und holzbewohnenden Arthropoden (vgl. GLEN 1976 Schlüpf Falle, BÜCHS 1988 Borkenemergenzfalle). Er besitzt keinen Kontakt zur Außenwelt!

Dieser Eklektortyp ist eine Weiterentwicklung des Typs nach Abb. 2; vgl. hierzu Schlüpf Falle (GLEN 1976) und Borkenemergenzfalle (BÜCHS 1988). Über Ergebnisse mit dieser Falle vgl. ALBRECHT et al. (1988).

5. Offener Stammeklektor für liegende Baumstämme

Der offene und der geschlossene Stammeklektor für liegende Baumstämme (Totholz) wurde 1986 für eine Untersuchung (OTTE 1987) im Bayrischen Wald zum Fang von an Rinde und in Holz lebenden und anfliegenden (stammbelaufenden) Arthropoden entwickelt. Die offene Falle (Abb. 4) hat Kontakt zur Außenwelt! Die Tiere laufen in das Fangsystem und stoßen gegen die Trennwand. Tiere, die nach oben zum Licht streben, gelangen in die Kopfdose; Tiere, die nach unten fallen oder laufen, werden durch das untere Fanggefäß erfaßt.

6. Geschlossener Stammeklektor für liegende Baumstämme

Der geschlossene Stammeklektor für liegende Baumstämme (Abb. 5) soll im Gegensatz zum offenen nur die rinden-, holzbewohnenden und -schlüpfenden Arthropoden fangen. Die Falle hat keinen Kontakt zur Außenwelt! Dies wird durch die an den Stirnwänden des zylindrischen Eklektormantels (Länge 100 cm) angebrachten Abschlußwände erreicht, die speziell zur Rinde hin abgedichtet werden müssen. Zum Licht strebende Arthropoden werden wiederum in den Kopfdosen, andere in dem unteren Fanggefäß gefangen.

7. Lufteklektor

Der Lufteklektor (Abb. 6) eignet sich besonders zum Fang flugaktiver Insekten und wirkt durch die gekreuzten Gazewände unabhängig von der Windrichtung. Als Weiterentwicklung des Lufteklektors nach MÜHLENBERG (1976) werden durch einen unterhalb der Anflugfläche angebrachten Fangtrichter die Insekten zusätzlich erfaßt, die aus dem oberen Fangsystem herausfallen, und solche, die sich als Schreckreaktion beim Aufprall fallen lassen. Ein Vergleich der Anzahl der in der Eklektorkopfdose mit den in dem Auffangtrichter gefangenen Tieren zeigt besonders deutlich die Fängigkeit dieses Eklektors für Coleoptera. Fast 2/3 aller gefangenen Käfer wurden im Fangtrichter gefunden (MÜHLBACH & BEHRE, in Vorber.).

8. Schlußanmerkung

Fangergebnisse werden von vielen Faktoren beeinflusst, die man sehr sorgfältig bei der Interpretation der Fänge mit einbeziehen muß. Da die Fangergebnisse einerseits die Fangmethode, andererseits die momentane Um-Weltsituation um ein Fanggerät widerspiegeln, müssen sie stets in diesem Zusammenhang gesehen und interpretiert werden.

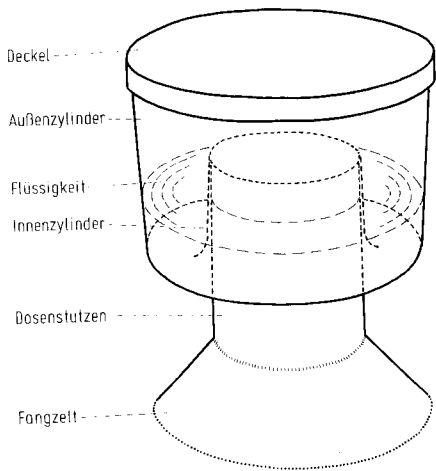


Abb. 1

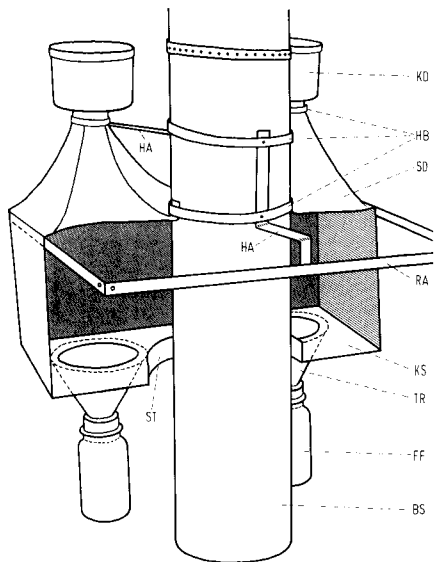


Abb. 2

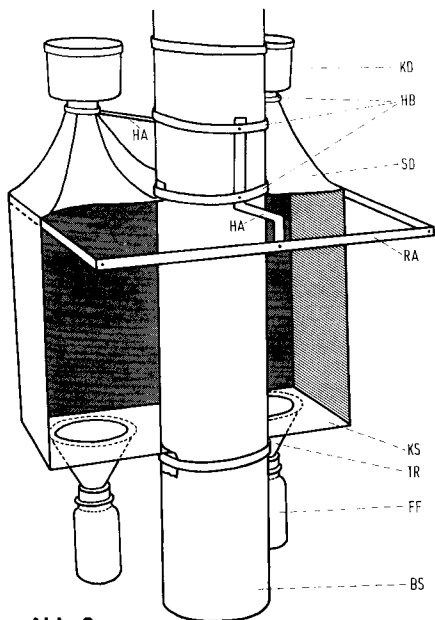


Abb. 3

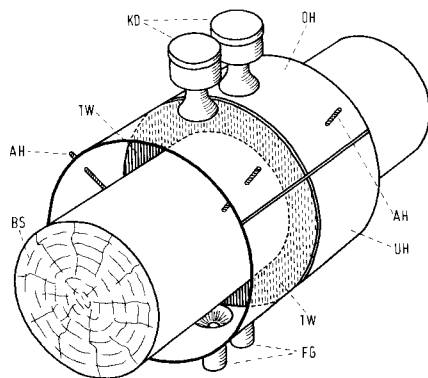


Abb. 4

Abb. 1: Eklektor-Kopfdose.

Abb. 2: Offener Stammeklektor für stehende Bäume (halbiert gezeichnet). An Haltebändern (HB) und Haltearmen (HA) wird am Baumstamm (BS) ein Rahmen (RA) befestigt, der das Dach (SD) aus 4 Stoffpyramiden mit Eklektorkopfdosen (KD) und 4 Stoffwände trägt. Boden eine Kunststoff-Klarsichtschreibe (KS) mit 4 Fangtrichtern (TR) und Fangflaschen (FF). (SD) an (BS) „arthropodendicht“ angeschlossen. Bodenplatte (KS).

Abb. 3: Geschlossener Stammeklektor für stehende Bäume (halbiert gezeichnet). An Haltebändern (HB) und Haltearmen (HA) wird am Baumstamm (BS) ein Rahmen (RA) befestigt, der das Dach (SD) aus 4 Stoffpyramiden mit Eklektorkopfdosen (KD) und 4 Stoffwände trägt. Boden aus undurchsichtiger Kunststoffplatte (KS) oder Stoff, mit 4 Fangtrichtern (TR) und Fangflaschen (FF). KS und SD an BS „arthropodendicht“ angeschlossen

Abb. 4: Offener Stammeklektor für liegende Baumstämme. Der zylindrische (runde oder eckige) Eklektormantel (UH = Untere Hälfte, OH = Obere Hälfte) wird durch 4 Abstandshalter (AH) am Baumstamm (BS) justiert. In der Mitte eine Trennwand (TW). Unmittelbar neben TW jederseits ein trichterförmiger Stutzen, dem eine Eklektorkopfdose (KD) aufsitzt. Entsprechend unten zwei flüssigkeitsgefüllte Fanggefäße (FG).

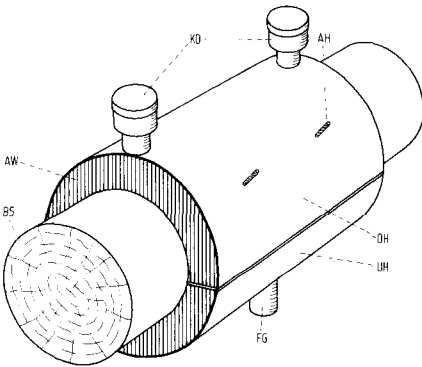


Abb. 5: Geschlossener Stammeklektor für liegende Baumstämme. Der zylindrische (runde oder eckige) Eklektormantel (UH = Untere Hälfte, OH = Obere Hälfte) wird durch 4 Abstandshalter (AH) am Baumstamm (BS) justiert. An beiden Stirnseiten Abschlusswände (AW), dicht am Baumstamm abschließend. Oben nahe AW je ein Stutzen mit Kopfdose (KD), unten in der Mitte ein an einem Fangtrichter befindliches Fanggefäß (FG).

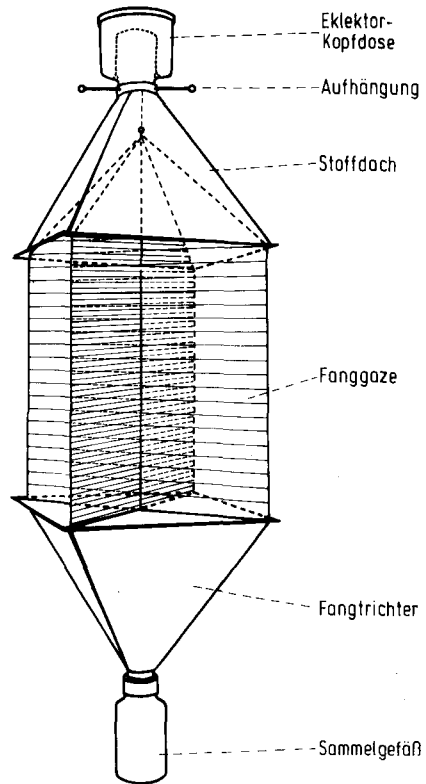


Abb. 6: Lufteklektor. Oben pyramidenförmiges Stoffdach, das in einen Stutzen mit Eklektorkopfdose mündet. Unten Fangtrichter aus Stoff, mit glatter kunststoffbeschichteter Innenseite, und Sammelgefäß. Dazwischen 4 im Kreuz angeordnete dunkle Gazewände.

7. Literatur

- ADIS, J. & FUNKE, W. (1983): Jahresperiodische Vertikalwanderungen von Arthropoden in Überschwemmungswäldern Zentralamazoniens. — Verh. Ges. Ökol. Mainz 1981, **11**, 351—359.
- ALBRECHT, L., GEISER, R., MICHIELS, H.-G., NEUERBURG, W., & RAUH, J. (1988): Das Naturwaldreservat „Wettersteinwald“. — Jb. Ver. Schutz Bergwelt, München, **53**, 87—108.
- BÜCHS, W. (1981): Vergleichende Untersuchungen zum Aktivitätsrhythmus stammlaufender Arthropoden an Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Eiche (*Quercus robur* L.) in einem Auenwald. — Diplomarbeit, Universität Bonn. 350 S.
- (1983): Jahresperiodische Aktivität und Wechselbeziehungen von Arthropoden aus der Stammregion eines Hartholzauenwaldes (Fraxino-Ulmetum). — Verh. dtsh. Zool. Ges. 1983, 210.
- (1984a): Aktivitätsrhythmus stammlaufender Arthropoden eines Hartholzauenwaldes (Fraxino-Ulmetum) an *Fraxinus excelsior* L. und *Quercus robur* L. — Verh. des 10. International. Symp. Entomofaunistik Mitteleuropa, Budapest 1983, 162—166.
- (1984b): Käfer an Baumstämmen — Ergebnisse aus einem Vergleich von *Fraxinus excelsior* L. und *Quercus robur* L. in einem Hartholzauenwald. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **37**, 43—50; Wuppertal.
- (1988): Stamm- und Rindenzoozönosen verschiedener Baumarten des Hartholzauenwaldes und ihr Indikatorwert für die Früherkennung von Baumschäden. — Dissertation, Universität Bonn.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (1986): Ökosystemforschung — Ergebnisse des Solling-Projetes. — Stuttgart. Verlag Ulmer.
- FUNKE, W. (1971): Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. — Ecol. Studies **2**, 81—93.
- (1977b): Die Stammregion von Wäldern — Lebensraum und Durchgangszone von Arthropoden. — Verh. dtsh. Zool. Ges. Stuttgart 1977, 244.
- (1979): Wälder, Objekte der Ökosystemforschung. Die Stammregion — Lebensraum und Durchgangszone von Arthropoden. — Jber. naturwiss. Ver. Wuppertal, **32**, 42—50; Wuppertal.
- FUNKE, W. & SAMMER, G. (1980): Stammaufwurf und Stammanflug von Gliederfüßlern in Laubwäldern (Arthropoda) I. — Entom. Gen. **6** (2/4), 159—168.
- GLEN, D. M. (1976): An emergence trap for bark-dwelling insects, its efficiency and effects on temperature. — Ecological Entomology **1**, 91—94.
- KOLBE, W. (1984): Die Coleopteren-Fauna aus zwei Forstbiotopen des Staatswaldes Burgholz, ermittelt mit Boden- und Baum-Photoelektoren (Minimalprogramm zur Ökosystemanalyse): das 2. Fangjahr. — Decheniana (Bonn) **137**, 66—78.
- MÜHLENBERG, M. (1976): Freilandökologie. — Heidelberg. Verlag UTB.
- NÄHRIG, D. (1987): Spinnenfauna der oberen Strauchschicht von Hecken in Flurbereinigungsgebieten. — Dissertation, Heidelberg.
- OTTE, J. (1987): Begünstigen belassene Windwurfflächen die Insektenfauna? — Diplomarbeit, Universität Würzburg, Fakultät f. Biologie.
- STEUPERT, B. (1986): Die Auswirkung des Waldsterbens auf die Käferfauna (Coleoptera) unter besonderer Berücksichtigung der Carabidae und Curculionidae. — Diplomarbeit, Universität Bonn.

Anschrift des Verfassers:

GERHARD F. BEHRE, Siemensstraße 8, D-5300 Bonn 1

Der Vorstand des Naturwissenschaftlichen Vereins in Wuppertal nach der Wahl am 9. März 1989

1. Vorsitzender: Dr. Wolfgang Kolbe
Fuhlrott-Museum, Auer Schulstr. 20, 5600 Wuppertal 1
2. Vorsitzender: Prof. Dr. Hans Sundermann
Am Nordpark 7, 5600 Wuppertal 2
- Schriftführer: Wulf Overbeck
Cordulastr. 10, 5600 Wuppertal 1
- Schatzmeister: Johannes Huhn
Steinhauser Str. 50, 5600 Wuppertal 23

Sektionsleiter

- Geologie: Martin Lücke
Landheim 30, 5600 Wuppertal 2
- Geographie: Prof. Dr. Hans Knübel
Hinsbergstr. 82, 5600 Wuppertal 2
- Botanik: Wolf Stieglitz
Hüttenstr. 19, 4006 Erkrath 2
- Mykologie: Dr. Hartmund Wollweber
In den Birken 73, 5600 Wuppertal 1
- Ornithologie: Johannes Huhn
Steinhauser Str. 50, 5600 Wuppertal 23
- Lepidopterologie: Friedhelm Nippel
Grüne Str. 97a, 5632 Wermelskirchen
- Jugendgruppe: Guido Weber
Flieth 11, 5600 Wuppertal 11