

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 67, Nummer 2

Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 67: 2-64 (1993)

ISSN 0373-7568

Manuskriptannahme am 6.1.1993

Erschienen am 4.11.1993

Untersuchungen zur Entwicklung der Raubmilbenfauna (Gamasina) der Halden des Braunkohlentagebaues Berzdorf/OL

Von AXEL CHRISTIAN

Mit 37 Abbildungen und 19 Tabellen

Summary

Succession of Gamasina in coal mined areas in East Germany.

The primary succession of Gamasina mites in dumps of mined material was studied on the basis of 7 one-year-tests in the 2nd, 4th, 7th, 10th, 24th and 33rd year after afforestation. Samples were taken first in 1962 and second in 1985, studying preferently the same sites.

Gamasina succession, characterized by different Gamasina synusias, turned out in 4 consecutive stages. 1. The initial stage remains to be described based on restudied material. - 2. Pioneer stage occurs at 4-7 years old dumps with great amplitudes of temperature and moisture because of the missing of a closed canopy. It is characterised by a *Ameroseius corbiculus* - *Rhodacarellus reconditus* synusia. - 3. The intermediate stage was found at 10 years old dumps with a woodlandlike vegetation after the first closure of the tree canopy, being settled by a *Epicriopsis horridus* synusia. - 4. The formation of equilibrium stage is linked with the development of true woodland conditions. Dependent on the type of afforestation there are different Gamasina synusias to be found.

The succession of Gamasina mites shows a good correlation with the general development of vegetation and soil ecosystem.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Problemstellung	3
2.	Die Untersuchungsstandorte, ihre Entwicklung und Vegetation	4
2.1.	Standort Langteichhalde	7
2.1.1.	Untersuchungsfläche A	7
2.1.2.	Untersuchungsfläche E	8
2.1.3.	Untersuchungsfläche L	8
2.2.	Standort Teichhalde	
	– Untersuchungsfläche T	9
2.3.	Standort Außenhalde Nord	
	– Untersuchungsfläche N	10
2.4.	Standort Kiesdorfer Wald	
	– Untersuchungsfläche W	10
2.5.	Übersicht über die untersuchten Rekultivierungsflächen	10
3.	Methodik	11
3.1.	Berleseproben	11
3.2.	Fallenproben	13
3.3.	Konservierung und Präparation	14
3.4.	Repräsentanz der Proben	14
3.4.1.	Erfassung des Minimalareals	14
3.4.2.	Besiedlung der Schüttungsstrukturen	16
3.4.3.	Jahreszeitliche Schwankungen der Abundanz	18
4.	Die Raubmilbenarten der Berzdorfer Halden	20
4.1.	Grundlagen der Determination	20
4.2.	Gesamtartenliste	20
4.3.	Anmerkungen zur Gattung <i>Lasioseius</i>	29
5.	Ergebnisse der flächenbezogenen Untersuchungen (Bodenproben)	30
5.1.	Siedlungsdichte der Raubmilben	30
5.2.	Beschreibung der euedaphischen Gamasina-Gemeinschaften der Untersuchungsflächen	
	– Grundlagen	31
5.2.1.	Übersicht zum Auftreten der euedaphischen Raubmilbenarten an den verschiedenen Standorten	32
5.2.2.	Zweites Rekultivierungsjahr (N/2)	33
5.2.3.	Viertes Rekultivierungsjahr (T/4)	33
5.2.4.	Siebtentes Rekultivierungsjahr (E/7)	34
5.2.5.	Zehntes Rekultivierungsjahr (A/10)	35
5.2.6.	Vierundzwanzigstes Rekultivierungsjahr (N/24)	36
5.2.7.	Dreiunddreißigstes Rekultivierungsjahr (A/33)	37
5.2.8.	Dreiunddreißigstes Rekultivierungsjahr der Kiefernauaufforstung (L/33)	38
5.2.9.	Vergleichsfläche »Kiesdorfer Wald« (W)	39
5.3.	Die Sukzession euedaphischer Raubmilbensynusien auf den Berzdorfer Halden	40
5.3.1.	Pionierstadium	
	– <i>Ameroseius corbiculus</i> - <i>Rhodacarus reconditus</i> - Synusie	44
5.3.2.	Übergangsstadium	
	– <i>Epicriopsis horridus</i> - Synusie	46
5.3.3.	Gleichgewichtsstadium	47
	– <i>Geholaspis mandibularis</i> - Synusie	48
	– <i>Rhodacarellus kreuzi</i> - <i>Pergamasus diversus</i> - Synusie	49
	– <i>Pergamasus vagabundus</i> - Synusie	50
	– <i>Zercon gurensis</i> - <i>Pachyseius humeralis</i> - Synusie	51

6.	Ergebnisse der Untersuchungen von Fallenproben Entwicklung der epedaphischen Raubmilbenfauna auf den Halden	52
7.	Diskussion der Ergebnisse	56
7.1.	Sukzession der Gamasina	56
7.2.	Vegetation und Raubmilbenbesiedlung	58
7.3.	Interrelationen zwischen Collembola und Gamasina	60
8.	Zusammenfassung	60
9.	Literatur	62

1. Einleitung und Problemstellung

»Many books have been written about land reclamation but few have considered the role of animals in this important aspect of land management.« J.D. MAJER, 1989

Die Erkenntnis, daß der Boden als biotisch geprägter Naturkörper aufzufassen ist (KUBIENA 1948, DUNGER 1992), konnte sich in den letzten Jahren immer weiter durchsetzen. Insbesondere die steigende Anzahl von Publikationen über die an der Neubildung und Entwicklung von Böden beteiligten biologischen Prozesse hat dazu einen entscheidenden Beitrag geleistet. Die Auswertung von Arbeiten zur Primärsukzession der Bodenmesofauna, aktuell zusammengestellt bei MAJER (1989), zeigt allerdings, daß saprophage Organismengruppen bevorzugt untersucht wurden. Veröffentlichungen über zoophage Microarthropoden liegen in diesem Zusammenhang nur in geringer Anzahl vor.

Einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis der Primärsukzession der Bodenorganismen lieferten Untersuchungen an Kippen, Halden und Deponieen (DUNGER 1968, GUTTMANN 1979, KOEHLER 1984, WEIDEMANN 1985, WEIDEMANN & KOEHLER 1987). Insbesondere die großflächige Verkippung von primär sterilem Lockergestein durch den Braunkohlentagebau hat günstige Beobachtungsmöglichkeiten des Erstbesiedlungsverhaltens der Bodenmesofauna geschaffen. Ziel der Rekultivierungsmaßnahmen auf solchen Flächen ist es, durch kontinuierliche Erhöhung der biologischen Mannigfaltigkeit eine Renaturierung zu ermöglichen. Raubmilben, als Prädatoren diverser kleiner Bodentiere und als Antagonisten vieler Schädlinge, spielen dabei vermutlich eine wesentliche Rolle. Trotzdem gibt es nur wenige Arbeiten, die die Primärsukzession der Gamasina untersuchen (KOEHLER 1984). In der Mehrzahl der Bearbeitungen werden Raubmilben nicht bis zur Art determiniert und summarisch als Ergänzung der Beobachtungen an anderen Tiergruppen erwähnt (BERENDT & BOLTE 1984, HERMOSILLA 1980, ZERLING 1990).

Diese Untersuchung reiht sich ein in die bodenzoologische Grundlagenforschung zur Primärsukzession der Bodenfauna des Staatlichen Museums für Naturkunde Görlitz. In der vorliegenden Arbeit wird versucht, durch eine Analyse der Entwicklung der Raubmilbenfauna von den Halden des Braunkohlentagebaues Berzdorf/Oberlausitz zur Kenntnis über die Besiedlung von Rohböden mit Gamasina beizutragen.

Ziel der Untersuchungen war es,

- den Ablauf der Primärsukzession der Gamasina zu beschreiben,
- die Bindung von Raubmilbengemeinschaften an Entwicklungsstadien der Halden zu prüfen und
- der Gamasina-Sukzession die Collembola-Sukzession gegenüberzustellen, um Interrelationen zu testen.

All diese Ansätze sollten eingebunden werden in eine Langzeitstudie der Besiedlungsstruktur der Raubmilben auf den Halden eines Braunkohlentagebaues. Nur auf dieser Grundlage schien es möglich, Fehler zu vermeiden, die kurzzeitige Bestandsaufnahmen beinhalten können.

Ausgangspunkt dieser Langzeitstudie waren die Probenserien von DUNGER aus dem Jahre 1962, aus denen die Raubmilben (von wenigen Proben abgesehen) unbearbeitet und in Alkohol konserviert vorlagen. Die bereits determinierten Proben hat KARG Mitte der 60er Jahre untersucht. Die Ergebnisse lagen als Artenlisten vor (siehe Abschnitt 3). Damit ergab sich zu Beginn meiner Arbeit mit Gamasina im Jahre 1985 die Möglichkeit, unter Einbeziehung der Probenserie von 1962 die Entwicklung der Raubmilbenfauna über einen Gesamtzeitraum von 23 Jahren zu studieren. Die vorliegende Standortsituation ermöglichte dabei die Bearbeitung derselben Probenflächen wie im Jahre 1962, ohne daß die Standorte in der Zwischenzeit anthropogen verändert wurden.

An dieser Stelle möchte ich all denen danken, die mich bei der Fertigstellung meiner Dissertation unterstützt haben. Mein Dank gilt insbesondere Herrn Prof. Dr. habil. W. Dunger für die Überlassung des Materials, die Anregung zur Untersuchung der Raubmilben auf den Berzdorfer Halden und die vielfältige Unterstützung, die er mir zuteil werden ließ. Herrn Prof. Dr. habil. W. Karg möchte ich für die Hilfe und die vielen Ratschläge bei der Einarbeitung in die Systematik der Raubmilben danken. Frau Dr. I. Dunger bin ich für die pflanzensoziologischen Untersuchungen zu Dank verpflichtet, und bei Herrn Dr. F. Makeschin bedanke ich mich für die Bestimmung von pH-Wert und C/N-Verhältnis der Bodenproben. Mein Dank gilt schließlich den technischen Mitarbeiterinnen Frau Feldmann und Frau Stöhr für die Hilfe bei der Probenentnahme und Auslese der Gamasina.

2. Die Untersuchungsstandorte, ihre Entwicklung und Vegetation

Zur Untersuchung der Primärsukzession kommen nur Standorte mit Rohböden in einer sterilen Ausgangssituation in Frage. Diese Voraussetzung erfüllen in Deutschland insbesondere Kippen und Halden der Braunkohlentagebaue.

Für die Untersuchungen von DUNGER (1968) und die vorliegende Probenserie von 1985 erwiesen sich die Halden des Braunkohlentagebaues in der Nähe von Berzdorf/OL als günstig. Hier wurde 1947 mit der Aufschüttung begonnen. Das Material bestand zu mehr als 50% aus leicht kulturfähigen pleistozänen Sedimenten, die gemischt mit schwer rekultivierbaren tertiären Ablagerungen zur Verkippung kamen. Da die tertiären Schichten des Berzdorfer Beckens im Pleistozän infolge von Druck und Schub des Gletschers deformiert und zum Teil stark gefaltet wurden, reichte an einigen Stellen die Kohle bis an die Rasensohle heran (OEHME 1964). Die selektive Schüttung des Materials war aus diesem Grund nicht möglich.

Eine ausführliche Beschreibung der Geologie, Morphologie und Rekultivierung der Berzdorfer Halden gibt DUNGER (1968), so daß sich die folgende Darstellung auf die wichtigsten Aspekte und den Vergleich zum Probenjahr 1985 beschränken kann. Die Zusammenstellung basiert im wesentlichen auf einer Memorierung der Literatur.

Klima

Die Untersuchungsstandorte liegen im Gebiet des Ostdeutschen Binnenlandklimas. Als langjährige Jahresmittel gelten 8,0 °C Lufttemperatur und 673 mm Niederschlag. Die Messungen der meteorologischen Station Görlitz, auf dem Flugplatzgelände gelegen, spiegeln den Witterungsablauf auf den Halden recht gut wider, da die Station frei und auf gleicher Meereshöhe (237 m) wie die Untersuchungsflächen liegt.

Tab. 1 Jahresmittel von Lufttemperatur und Niederschlägen 1962 und 1985
(Messungen der meteorologischen Station Görlitz)

Jahr	Lufttemperatur in °C	Abweichung vom Durchschnitt in °C	Niederschläge in mm	Abweichung vom Durchschnitt
1962	7,2	-0,8	521	-27%
1985	7,3	-0,7	650	-4%

Vegetation

Für die Vegetationsaufnahmen (Methode nach BRAUN - BLANQUET) ist der Verfasser Frau Dr. I. Dunger zu großem Dank verpflichtet. Sie führte die pflanzensoziologischen Untersuchungen für die Probenreihen von 1962 und 1985 durch. Die allgemeine Entwicklung der Bodenvegetation auf den Berzdorfer Halden beschreibt DUNGER, W. (1968) mit folgender Sukzession:

- 1. Pionierstadium [1. bis 5. Jahr] – *Melilotus*-Gruppe
 - . *Melilotus officinalis*
 - . *Tripleurospermum inodorum*
- 2. Pionierstadium [3. bis 7. Jahr] – *Artemisia*-Gruppe
 - . *Artemisia vulgaris*
 - . *Tussilago farfara*
 - . *Equisetum arvense*
 - . *Agrostis stolonifera*
 - . *Cirsium arvense*
 - . *Agropyron repens*
 - . *Dactylis glomerata*
 - . *Epilobium angustifolium*
- Wiesenstadium [5. bis 10. Jahr] –
 - . *Achillea millefolium*
 - . *Holcus lanatus*
 - . *Poa trivialis*
- Vorwaldstadium [10. bis 20. Jahr] –
 - . *Poa nemoralis*
 - . *Betula pendula*
 - . *Senecio fuchsii*
 - . *Galium aparine*
 - . *Rubus idaeus*
 - . *Stachys silvatica*
 - . *Urtica dioica*

Das Waldstadium kann auf der Grundlage der pflanzensoziologischen Untersuchungen von 1985 wie folgt beschrieben werden:

- Waldstadium [über 20 Jahre] –
 - . *Festuca gigantea*
 - . *Lysimachia nemorum*
 - . *Brachypodium sylvaticum*
 - . *Impatiens parviflora*
 - . *Geum urbanum*

Boden

Eine umfassende bodenkundliche Beurteilung der Standorte ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Es scheint aber notwendig, der detaillierten pedozoologischen Betrachtung eine kurze bodenkundliche Einschätzung vorzuschicken. Sie soll Bezugsmöglichkeiten für die ökologische Auswertung der Ergebnisse aufzeigen und die Entwicklung des Bodens der Untersuchungsflächen vom bodenkundlichen Standpunkt darstellen. Die Ergebnisse der Laboruntersuchungen der beiden wichtigsten Flächen werden bei der Beschreibung der Standorte genannt.

Die Ausgangsverhältnisse nach Schüttung der Abraummassen sind durch profillose Rohböden mit starker Erosionsneigung und engräumigem Materialwechsel gekennzeichnet (DUNGER 1968). Die pleistozän - tertiären Mischmassen der Berzdorfer Halden weisen eine variierende Verteilung von reinem Sand und Kies bis zu tonigem Lehm mit unterschiedlichen Kohleanteilen auf. Auf den unplanirten, nicht verdichteten Haldenteilen ist ein ausreichendes Porenvolumen anzutreffen (DUNGER 1968). Der Wasserhaushalt der Halden wird vom Grundwasser nicht beeinflusst. Sie sind ausschließlich auf Niederschlagswasser angewiesen. Der Mineralstoffgehalt der frisch verstärzten Massen des Berzdorfer Tagebaues (Außenhalde Nord) wird von OEHME (1964) für CaO und MgO als normal eingeschätzt. Mangelerscheinungen traten bei P_2O_5 und K_2O auf. Untersuchungen von älteren Halden liegen nicht vor. Der pH-Wert wird durch den sulfidisch gebundenen Schwefel des tertiären Materials beeinflusst. Der erwähnte CaO - Gehalt, unterstützt durch die Meliorationskalkung, ist nach OEHME (1964) zunächst ausreichend zur Kompensation der Säurebildung. DUNGER (1968) stellte fest, daß bis zum Frühjahr 1967 auf allen Untersuchungsflächen, auch auf Standorten mit starker Rohhumusbildung (Kiefernrekultivierung L), die Bodenreaktion nicht unter die üblichen Verhältnisse schwach saurer Waldböden absinkt. Insgesamt sind damit die Ausgangsbedingungen für eine Bodenentwicklung als günstig einzuschätzen.

Der auf dem Rohboden völlig fehlende Humus beginnt sich bei forstlicher Rekultivierung bereits nach kurzer Zeit als dünner Horizont aus Pflanzenresten und Arthropoden-Kotteilchen abzuzeichnen. Auf den Berzdorfer Halden mit Laubwaldrekultivierung beginnt die Herausbildung von Regenwurmhumus mit mineralisch - organischer Vermischung ab dem 5. Jahr. Im Gegensatz dazu bildete sich in der Kiefernauaufforstung ein Pilzrohhumus aus, der sich in zusammenhängenden Soden abziehen läßt (DUNGER 1968). Im Waldstadium ist auf allen mit Laubgehölzen rekultivierten Halden ein humoser Oberboden von mindestens 5 cm Dicke anzutreffen. Auf der Untersuchungsfläche mit Kiefernbestockung wird im gleichen Stadium ein geringer Grobhumushorizont von der durchschnittlich 4 - 5 cm mächtigen Nadelstreuerschicht überdeckt.

Geographische Lage

Die Lage der Halden und Untersuchungsflächen im Bereich des Braunkohlentagebaues Berzdorf/Oberlausitz (ca. 10 Kilometer südlich von Görlitz) ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

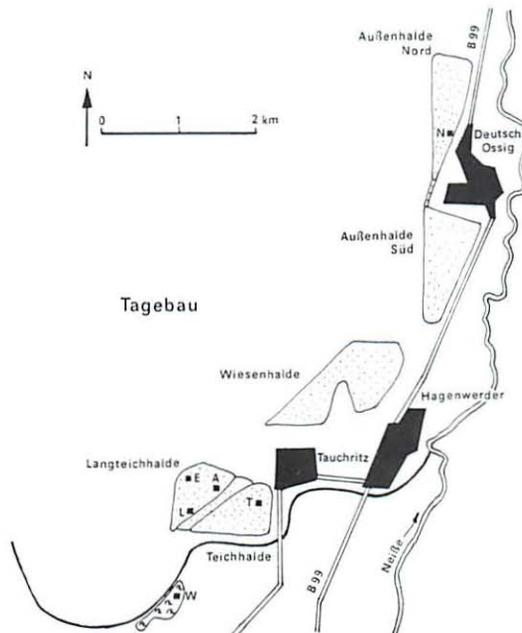


Abb. 1 Lageskizze der Haldenstandorte und Untersuchungsflächen (Verändert nach DUNGER 1968)

2.1. Standort Langteichhalde

Die Aufschüttung der Langteichhalde begann 1947 auf einem Teichgelände und wurde 1952 - 1956 in der Oberfläche fertiggestellt. Die maximale Schüttungshöhe beträgt 35 m über Flur, das entspricht einem Niveau von 237 m über NN. Die Verkipfung erfolgte durch einen Hochabsetzer. Dabei entstandene Schüttungsrippen blieben unplanirt und sind heute noch sichtbar. Zur Vorbereitung einer forstlichen Rekultivierung fand eine Kalkung mit 4 t/ha statt. Der Kalk konnte aufgrund der vorhandenen Schüttungstechnik nur oberflächlich ausgebracht bzw. bei der Pflanzung beigemischt werden (DUNGER 1968). Bis auf eine Düngung mit Kalkammonsalpeter im ersten Jahr und wenige Läuterungshiebe blieb die Halde nach der Aufforstung sich selbst überlassen.

Für die Untersuchungen wurden auf der Langteichhalde 3 quadratische Flächen mit je 400 m² ausgewählt.

2.1.1. Untersuchungsfläche A

Die Bepflanzung erfolgte 1952 mit Robinie, Pappel und Schwarzerle etwa im Verhältnis 1:1:1. Andere Gehölzarten treten nur sporadisch auf (DUNGER 1968). Die erste Untersuchung fand im 10. Rekultivierungsjahr (1962) statt. Zu dieser Zeit war bereits eine geschlossene Baum- und Strauchschicht neben der starken Vergrasung ausgebildet. Die Entwicklung der Vegetation befand sich in der Übergangsphase vom Wiesen- zum Vorwaldstadium (die Benennung der Vegetationsstadien erfolgt hier generell nach DUNGER 1968). Die zweite Untersuchung wurde im 33. Rekultivierungsjahr durchgeführt. Jetzt war ein geschlossener Wald ausgebildet, in dem, durch die Aufforstung bedingt, noch Pappel (*Populus spec.*) und Robinie (*Robinia pseudoacacia*) dominieren, aber auch Birke (*Betula pendula*) und Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) das Waldbild mitbestimmen. In der Strauchschicht treten schon Esche (*Fraxinus excelsior*) und Traubenkirsche (*Padus avium*) auf, die typisch sind für frische bis feuchte Laubwaldstandorte. Dominierend ist aber noch der Schwarze Holunder (*Sambucus nigra*). Die Krautschicht hat sich ebenfalls total verändert. Von den ersten Besiedlungsstadien sind keine Arten der Bodenvegetation mehr zu finden. Es ist eine typische Waldflora mit hohen Anteilen von *Rubus spec.*, *Poa nemoralis*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica* und *Galium aparine* entstanden. Sogar *Lysimachia nemorum* ist schon großflächig vertreten, eine Art, die in der Oberlausitz vorwiegend im Bergland vorkommt und hier in der Ostlausitzer Vorbergzone nicht allgemein häufig ist. Sie zeigt eine gute Renaturierung des Kippenstandortes an und deutet auf die Ausbildung eines naturnahen Waldes im Hinblick auf die Krautschicht hin. Das Auftreten von *Euonymus europaea*, *Stachys sylvatica* und *Brachypodium sylvaticum* unterstreicht diesen Eindruck.

Die Bodenentwicklung auf der Untersuchungsfläche zeigt im 10. Rekultivierungsjahr (Probenserie von 1962) den Beginn der Ausbildung eines milden Regenwurmmulls mit zurücktretendem Arthropoden- und Pilzeinfluß sowie organo - mineralischen Krümelkomplexen (DUNGER 1968). Im Verlauf der weiteren Entwicklung bis zum 33. Rekultivierungsjahr konnte sich ein durchschnittlich 5 - 6 cm mächtiger A_h - Horizont ausbilden, der in den Schüttungssenken immer umfangreicher ist als auf den Rippen. Die Meßwerte der Bodenuntersuchungen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tab. 2 Meßwerte der Bodenuntersuchungen Fläche A

Jahr 1962	pH-Wert KCL	Jahr 1985	pH-Wert		C-ges. N-ges. in mg/g	C/N	
			H ₂ O	CaCl ₂			
0-2 cm	5,7	O-Horizont	5,70	5,21	3,46	0,18	19,2
5-7 cm	5,4	A _h -Horizont	5,62	5,00	3,10	0,16	19,4

2.1.2. Untersuchungsfläche E

Die Gehölzpflanzung erfolgte 1955 mit Schwarzerle und Pappel im Verhältnis 1:1. Einen geringeren Anteil nahmen die Robinie und vereinzelte weitere Laubholzarten ein. Die erste Untersuchung wurde im 7. Rekultivierungsjahr durchgeführt. Die Entwicklung der Vegetation befand sich in der Übergangsphase vom 2. Pionierstadium zum Wiesenstadium. Die Bodenpflanzen des 1. Pionierstadiums fehlten bereits, da die Strauchschicht schon eine Deckung von 85% hatte. Eine weitere Untersuchung dieses zweiten Laubwaldstandortes der Langteichhalde fand zu Gunsten der Kiefernauaufforstung (L) nicht statt.

Im Untersuchungsjahr 1962, nach siebenjähriger Rekultivierungsdauer, stellte DUNGER (1968) eine klare Humusschicht fest, die »aus feinem, fast rein organischem Regenwurm Kot aufgebaut ist«. Die Meßwerte der Bodenuntersuchungen entsprechen annähernd denen der Fläche A. Der pH-Wert lag mit 5,5 in der Tiefe 0 - 2 cm und 5,0 bei 5 - 7 cm um 0,2 - 0,4 pH niedriger als auf der Untersuchungsfläche A.

2.1.3. Untersuchungsfläche L

Die Aufforstung wurde 1952 mit *Pinus sylvestris* vorgenommen. Im 10. Rekultivierungsjahr (Untersuchung von 1962) ist die Vegetation noch ausgesprochen artenarm. Die Krautschicht erreicht nur eine Deckung von 5 - 10%. Die ersten Waldpflanzen waren Arten trockener, saurer Sandböden (*Agrostis tenuis*, *Cerastium semidecandrum*, *Hieracium pilosella*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Pyrola minor*, *Polytrichum piliferum*). Im 33. Rekultivierungsjahr (Untersuchung von 1985) bot sich ein völlig verändertes Vegetationsbild. Die Kiefer bildet mit 60% Deckung noch allein die Baumschicht, doch sind in der Strauchschicht (30% Deckung) bereits 14 verschiedene Laubgehölze vertreten, von denen *Quercus robur* und *Alnus glutinosa* dominieren. Beide Arten wurden nicht angepflanzt. Die Krautschicht hat 90% Deckung erreicht und enthält neben typischen Waldarten, ähnlich der Untersuchungsfläche A, keine Trockenheitsanzeiger mehr, sondern bereits einige Nässezeiger (*Lysimachia vulgaris*, *Cirsium palustris*, *Deschampsia caespitosa*). Weiterhin zeigen Farne und Waldgräser (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Festuca gigantea*, *Brachypodium sylvaticum*, *Calamagrostis arundinacea*) auch hier eine reifende Waldgesellschaft an, die sich vom Kiefernforst zum Laubwald wandelt. Diese Entwicklung unterstreicht auch das Auftreten von *Atrichum undulatum*, einem typischen Laubwaldmoos und Zeiger für feuchte, humusreiche Mineralböden.

Die Bodenentwicklung in der Kiefernauaufforstung zeigt 1962 im 10. Rekultivierungsjahr eine Auflage aus stark verpilzten Nadeln in verschiedenem Zersetzungsgrad. Die Höhe der Nadelstreu-schicht erreicht 1966 stellenweise bereits 5 cm. Trotz starker Rohhumusbildung wurde bis 1967 kein Absinken des pH - Wertes unter die Norm schwach saurer Waldböden registriert (DUNGER 1968). Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen für die Probenserie von 1985 sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tab. 3 Meßwerte der Bodenuntersuchungen Fläche L

Jahr 1985	pH-Wert		C-ges. in mg/g	N-ges. in mg/g	C/N
	H ₂ O	CaCl ₂			
O -Horizont	5,04	4,72	6,66	0,29	23,0
A _n -Horizont	5,20	4,83	4,07	0,15	27,1

2.2. Standort Teichhalde Untersuchungsfläche T

Im Jahr 1953 begann die Schüttung der Teichhalde in unmittelbarer Nähe der Langteichhalde und wurde 1956 - 1958 abgeschlossen. Die Schüttungshöhe beträgt etwa 40 m, das entspricht 240 m über NN. Das Rippen - Senken - Relief, entstanden durch die Verkipfung mit Hochabsetzer, blieb ebenfalls unplaniert. Die Vorbereitung der forstlichen Rekultivierung erfolgte wie auf der Langteichhalde mit 4 t Kalk pro Hektar und einer Düngung mit Kalkammonsalpeter im ersten Jahr. Nach der Bepflanzung mit Pappel und Schwarzerle im Verhältnis 1:1 blieb auch die Teichhalde sich selbst überlassen.

Im 4. Rekultivierungsjahr (1962) bedeckte die Strauchschicht 35% und die Krautschicht 60% der Gesamtfläche (DUNGER 1968). Vorherrschend war die Vegetation des 2. Pionierstadiums neben der durch Einsaat dominierenden Lupine. Die Untersuchungsfläche auf der Teichhalde zeigte eine deutlich schnellere Entwicklung der Vegetation als die Außenhalde Nord in Deutsch - Ossig (siehe Abschnitt 2.3.). Eine weitere Bearbeitung dieser Untersuchungsfläche im Jahr 1985 fand nicht statt.

Die am Beginn der Rekultivierung gebildeten geringen Arthropodenmoder - Auflagen werden mit zunehmender Menge des Streuabfalles zunächst stärker und sind an vernähten Stellen dieser Halde stark verpilzt. Eine klare Humusschicht aus fast rein organischem Regenwurm Kot ist auch hier bereits im 5. - 6. Rekultivierungsjahr anzutreffen. Ab dem 7. Jahr beginnt sich ein Regenwurm muld mit zurücktretendem Arthropoden- und Pilzeinfluß auszubilden (DUNGER 1968). Der pH - Wert liegt im Jahre 1962 in 0 - 2 cm Tiefe bei 5,5 und in 5 - 7 cm Tiefe bei 5,4. Die organische Substanz, gemessen in den gleichen Tiefenstufen, beträgt 6,4 bzw. 3,7 Prozent des Trockengewichtes. Da dieser Standort in der Probenreihe von 1985 nicht berücksichtigt ist, wurden keine aktuellen Bodenuntersuchungen durchgeführt.

2.3. Standort Außenhalde Nord Untersuchungsfläche N

Die Außenhalde Nord bei Deutsch-Ossig wurde ab 1956 geschüttet und 1962 abgeschlossen. Sie erreichte eine Höhe von maximal 40 m über Flur, was etwa 240 m über NN entspricht. Auf dieser Halde erfolgte auf weiten Teilen des Plateaus eine Einebnung der Schüttungsrippen und im Anschluß daran eine Bodenbearbeitung. Nach dem Pflügen und Eineggen des Kalkes 1962 kam es zur Aussaat von Lupine, mit anschließendem Umbruch als Gründüngung 1963. Aufgeforstet wurde auf diesen Flächen erst 1964.

Die Untersuchungsfläche befand sich auf dem bereits 1961 rekultivierten, unplanierten und nicht meliorierten Randteil der Außenhalde Nord in Deutsch-Ossig, der als Windschutzstreifen dienen sollte.

Die Bepflanzung erfolgte hier 1961 fast ausschließlich mit Pappeln und Schwarzerlen, selten waren Birke und Bergahorn eingestreut. Die Entwicklung der Halde befand sich zur Probenahme 1962 im 1. Pionierstadium. Die zweite Untersuchung fand im 24. Rekultivierungsjahr im Waldstadium statt. Die geschlossene Baumschicht wurde von den angepflanzten Baumarten gebildet. In der Strauchschicht dominierten Traubenkirsche (*Padus avium*) und Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), auch die Esche (*Fraxinus excelsior*) hatte sich bereits angesiedelt. Daraus kann man auf frische bis feuchte Standortbedingungen schließen. In der Krautschicht waren mit *Galium aparine*, *Poa nemoralis*, *Urtica dioica* und *Senecio fuchsii* ebenfalls typische Waldpflanzen anzutreffen. Zur Erweiterung des Tagebaues begann 1987 die Abtragung dieser Halde im Bereich der Untersuchungsfläche.

Im zweiten Jahr nach der Bepflanzung stellte DUNGER (1968) eine sehr schwach ausgebildete Arthropodenmoder - Auflage fest. Der pH- Wert lag für alle Tiefenstufen gleichmäßig bei 5,8. Die weitere Entwicklung des Bodens und der Humusdynamik verlief im Vergleich zu den anderen

Untersuchungsflächen mit Laubholzbestockung wohl aufgrund der Randlage und einer gehemmten Immigration der Makrofauna langsamer (DUNGER & VOIGTLÄNDER 1990). Dennoch zeigte sie im 24. Rekultivierungsjahr bereits einen gut ausgebildeten A_h - Horizont. Auf eine aktuelle Bodenuntersuchung mußte aufgrund der Abtragung der Halde verzichtet werden.

2.4. Standort Kiesdorfer Wald Untersuchungsfläche W

Als Vergleichsstandort eignete sich besonders der wenig beeinflusste Auenwaldrest zwischen Tauchritz und Kiesdorf. Er zeigt die typische Ausbildung eines Fraxino - Ulmetums auf hangfeuchtem, schwach pseudovergleytem Auenlehm (DUNGER 1968).

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde davon ausgegangen, daß sich ein stabiles Ökosystem in 25 Jahren nicht wesentlich verändert, was die pflanzensoziologische Kontrolle eindeutig bestätigt hat. Damit konnte auf eine nochmalige Untersuchung des Standortes »Kiesdorfer Wald« 1985 verzichtet werden.

In der Baumschicht ist neben Eiche und Esche jetzt auch die Linde (*Tilia cordata*) etwas stärker vertreten, dafür ist *Cerasus avium* abgestorben, eine Erscheinung, die auch an anderen Standorten beobachtet werden konnte. In der Strauchschicht hat sich nichts verändert, und auch die Krautschicht ist im wesentlichen identisch. Nur die etwas höhere Dominanz von *Carex brizoides*, *Brachypodium sylvaticum* und *Poa nemoralis* könnte auf leicht in Richtung eines geringeren Feuchtegrades verschobene Standortbedingungen hinweisen.

Den Boden des Vergleichsstandortes charakterisiert DUNGER (1968) als »lehmiger Sand auf sandigem Lehm mit kaolinisiertem Granit im Untergrund«. Die oben genannte Hang - Pseudovergleyung des Unterbodens ist bereits ab 12 cm Tiefe festzustellen. Die von DUNGER im Jahre 1962 gemessenen pH - Werte und der Anteil der organischen Substanz sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tab. 4 Meßwerte der Bodenuntersuchungen Vergleichsfläche W

Jahr	pH-Wert		organische Substanz in % des Trockengewichtes	
	Tiefe		Tiefe	
	0 - 2 cm	5 - 7 cm	0 - 2 cm	5 - 7 cm
1962	5,2	4,8	14	11

2.5. Übersicht über die untersuchten Rekultivierungsflächen

Zur besseren Orientierung über die Untersuchungsstandorte und die Stadien ihrer Vegetationsentwicklung werden in Tabelle 5 alle ausgewerteten Probenserien zusammengestellt.

Im Folgenden wird zur besseren Orientierung nach dem Buchstaben der Untersuchungsfläche immer das Rekultivierungsalter angegeben.

Tab. 5 Verteilung der Probenreihen auf die Untersuchungsstandorte und die Stadien ihrer Vegetationsentwicklung

Untersuchungsfläche Bepflanzung	1962 Stadium der Vegetationsentwicklung	1985 Stadium der Vegetationsentwicklung
N Schwarzerle, Pappel	2. Rekultivierungsjahr 1. Pionierstadium	24. Rekultivierungsjahr Wald
T Schwarzerle, Pappel	4. Rekultivierungsjahr 2. Pionierstadium	————— —————
E Schwarzerle, Pappel	7. Rekultivierungsjahr 2. Pionierstad./Wiese	————— —————
A Robinie, Pappel Schwarzerle	10. Rekultivierungsjahr Wiese / Vorwald	33. Rekultivierungsjahr Wald
L Kiefer	————— —————	33. Rekultivierungsjahr Wald
W (Fraxino - Ulmetum)	Vergleichsstandort	

3. Methodik

Die komplette Erfassung der Raubmilbenfauna eines Gebietes ist mit einer einheitlichen Methode nicht möglich (DUNGER & FIEDLER 1989). Es müssen im wesentlichen zwei Lebensbereiche unterschieden werden, die auch getrennte Sammeltechniken erfordern. Ein Teil der Arten ist an das Leben in den Hohlräumen des Bodens angepaßt (euedaphische Gamasina) und wurde mit Bodenproben (»Berleseproben«) entnommen. Andere Arten leben in der Streuschicht auf der Bodenoberfläche (epedaphische Gamasina). Zum Fang dieser Formen kamen Bodenfallen (»Barberfallen«) zum Einsatz. Die Untersuchungen blieben im wesentlichen auf diese beiden Standardmethoden beschränkt, um eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit Befunden anderer Bearbeiter zu gewährleisten.

3.1. Berleseproben

DUNGER (1968) verwendete zur Probenentnahme im Jahr 1962 einen Bodenstecher mit einer Querschnittsfläche von 3 cm². Eine Probe bestand aus jeweils 4 Einstichen mit 0–5 cm Tiefe oder 2 Einstichen mit 0–10 cm Tiefe. Je Probenentnahme kamen insgesamt 16 Proben 0–5 cm und 8 Proben 0–10 cm zur Auswertung, was zusammen 240 cm² Bodenoberfläche entspricht. Für die Probenentnahme 1985 stand ein Bodenstecher mit einer Querschnittsfläche von 10 cm² zur Verfügung. Auf der Untersuchungsfläche N wurden an jedem Termin 10 Einstiche mit 0–10 cm Tiefe entnommen, was einer Fläche von 100 cm² entspricht. Von der Untersuchungsfläche A sind 20 Proben 0–10 cm Tiefe (200 cm² Bodenoberfläche) zur Auswertung gekommen. Die hohe Streuauflage der Kiefernrekultivierungsfläche L machte es erforderlich, Streu und Oberboden getrennt zu untersuchen. Bei der Entnahme der Nadelstreu fand ein Edelstahlring von 5,6 cm Durchmesser und 4,0 cm Höhe Verwendung. Eine exakte Probennahme war auf dieser Fläche nur möglich, wenn nach dem Aufsetzen des Ringes auf die Streuschicht die Probe mit einem scharfen Messer umschnitten und der Edelstahlring anschließend bis auf den Oberboden heruntergedrückt wurde. Die Höhe der Streuauflage schwankte zwischen 4 cm und 5 cm. Die Entnahme der folgenden 5 cm des Oberbodens war jetzt mit dem Bodenstecher möglich. Die untersuchte Oberfläche umfaßte auf der Untersuchungsfläche L 246 cm² je Probenentnahme.

Die anschließende Extraktion erfolgte mit einem einfachen Thermoeklektor, nach dem Prinzip der Berlese - Tullgren - Apparate (BERLESE 1905, TULLGREN 1918, BALOGH 1958, DUNGER & FIEDLER 1989). Je Trichter wurden 1962 60 cm³ und 1985 50 cm³ Boden ausgelesen.

Tab. 6 Übersicht der Berleseprobenserien

1962 Untersuchungsfläche				1985 Untersuchungsfläche		
A	E	T	W	A	L	N
30.03.62	30.03.62	–	–	03.04.85	03.04.85	03.04.85
02.05.62	02.05.62	14.05.62	21.05.62	15.05.85	15.05.85	15.05.85
28.05.62*	28.05.62*	12.06.62*	18.06.62*	27.06.85	27.06.85	27.06.85
23.07.62*	23.07.62*	09.07.62*	16.07.62*	–	–	–
20.08.62	20.08.62	06.08.62	13.08.62	06.08.85	06.08.85	06.08.85
17.09.62	17.09.62	03.09.62	10.09.62	18.09.85	18.09.85	18.09.85
–	–	01.10.62	08.10.62	30.10.85	30.10.85	30.10.85
–	–	01.11.62	05.11.62	–	–	–
–	–	26.11.62	–	06.12.85	06.12.85	06.12.85

Die mit »*« gekennzeichneten Probenserien (insgesamt ca. 410 Individuen) hat KARG in den 60er Jahren determiniert. Die unpublizierten Artenlisten lagen zur Auswertung vor.

Zur Kontrolle der zwischenzeitlichen Entwicklung, der Überprüfung von Randstandorten und der Besiedlung der Tiefenstufe 10 - 15 cm im Waldstadium der Halden wurden weitere Probenserien bearbeitet. Sie fanden in der Auswertung keine detaillierte Berücksichtigung, da sie weder hinsichtlich der Tiefenbesiedlung noch zur Entwicklung der Gemeinschaften zusätzliche Informationen erbrachten.

Untersuchungsfläche A:

1. Probenserie vom 30.04.1965
2. 18 Proben vom 28.10.1969
3. 70 Proben 10 – 15 cm 1985

Untersuchungsfläche W:

1. Probenserie vom 14.05.1965

Untersuchungsfläche L:

1. 70 Proben 10 – 15 cm 1985

Untersuchungsfläche E:

1. Probenserie vom 30.04.1965

Untersuchungsfläche N:

1. 12 Proben vom 21.05.1965
2. 4 Proben vom 16.10.1969
3. 1 Kleinserie vom Juni 1977
4. 70 Proben 10 – 15 cm 1985

Untersuchungsfläche T:

1. Probenserie vom 07.05.1965
2. 6 Proben vom 28.10.1969

Randstandorte mit Kiefer und Lärche

– 21 Proben, verschiedene Termine von 1962

Insgesamt wurden ca. 1650 Bodenproben mit 60 cm³ bzw. 50 cm³ Volumen ausgewertet. Davon werden die Ergebnisse von 1208 Proben (Tabelle 6) in den Sukzessionsuntersuchungen im Detail besprochen.

Die unterschiedliche Form der Probenentnahme in den Jahren 1962 und 1985 sowie die wechselnde Anzahl der Probentermine pro Jahr macht es erforderlich, die gefundenen Siedlungsdichten auf eine einheitliche Größe umzurechnen. Als Bezugsfläche wurde der Quadratmeter gewählt. Alle Proben eines Termins und die Summe aller Proben im Jahr sind für jede Art auf einen Quadratmeter hochgerechnet.

3.2. Fallenproben

Da die epedaphischen Kleinarthropoden unterschiedliche Aktivitätszeiten haben und oft Aggregationen bilden, ist es mit herkömmlichen Bodenproben kaum möglich, sie flächenbezogen zu erfassen. Um einen Überblick zu erhalten, eignet sich jedoch der Fang mit Bodenfallen. Verwendung fanden Kunststoff-Einsatz-Fallen nach DUNGER (1963). Es wurden pro Untersuchungsfläche neun Stück mit einem Abstand von jeweils einem Meter ausgebracht. Die Fangzeit pro Untersuchungstermin betrug 1962 eine Woche und 1985 zwei Wochen.

Tab. 7 Übersicht der Fallenserien

1962 Untersuchungsfläche				1985 Untersuchungsfläche		
A	E	T	W	A	L	N
21.05.62	21.05.62	21.05.62	-	-	-	-
18.06.62	18.06.62	18.06.62	25.06.62	12.06.85	12.06.85	12.06.85
09.07.62	09.07.62	09.07.62	16.07.62	-	-	-
06.08.62	06.08.62	06.08.62	13.08.62	-	-	-
17.09.62	17.09.62	17.09.62	24.09.62	02.10.85	02.10.85	02.10.85
01.10.62	01.10.62	01.10.62	15.10.62	16.10.85	16.10.85	16.10.85

Zur Beurteilung der epedaphischen Fauna, insbesondere der Besiedlung der Halden mit Diplopoden und Chilopoden, wurden von Dunger im Jahre 1962 noch erheblich mehr Fallenfänge durchgeführt. Die Bearbeitung dieses Materials und weiterer Einzelfänge fand im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ebenfalls statt. Es bestätigt qualitativ die aus dem im folgenden zugrunde gelegten Material (Tabelle 7) gezogenen Schlüsse und legt nahe, daß während der Untersuchungspause keine wesentlich anderen Sukzessionsprozesse als die dargestellten abliefen. Da sie für einen quantitativen Vergleich nicht nutzbar waren, finden sie später nur im Einzelfall Erwähnung.

Ausgewertete Falleninhalte, die in der folgenden quantitativen Darstellung aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht mit in die Berechnungen einbezogen wurden:

Untersuchungsfläche A:

1. 171 Fallen von 1962
2. 9 Fallen (überwintert) von 1963
3. 27 Fallen von 1965
4. 36 Fallen von 1977
5. 3 Fallen von 1985

Untersuchungsfläche W:

1. 99 Fallen von 1962
2. 27 Fallen von 1965

Untersuchungsfläche L:

1. 3 Fallen von 1985

Untersuchungsfläche E:

1. 99 Fallen von 1962
2. 9 Fallen (überwintert) von 1963
3. 27 Fallen von 1965

Untersuchungsfläche N:

1. 10 Fallen von 1977
2. 3 Fallen von 1985

Untersuchungsfläche T:

1. 180 Fallen von 1962
2. 27 Fallen von 1965

Insgesamt wurden ca. 1000 Fallenfänge untersucht, von denen 288 Fänge in die Sukzessionsuntersuchungen einfließen (Tabelle 7).

3.3. Konservierung und Präparation

Die Auslese der Raubmilben erfolgte im Labor unter Verwendung eines Stereomikroskops. Anschließend wurden die Tiere zur Aufhellung in einem Gemisch aus Glycerol und Eisessig (1:4) erwärmt. Die Artbestimmung der Milben fand soweit möglich im Glycerol, anderenfalls nach Herstellung von Gummi arabicum-Präparaten, statt. Besondere Probleme bereitete das 23 Jahre alte Alkoholmaterial. Die Tiere waren stark verhärtet und nur sehr schwer aufzuhellen. Die Behandlung mit Milchsäure brachte nie den gewünschten Effekt, und bei der Verwendung von Glycerol/Eisessig wurden die Milben oft auch nach der zweiten Mazeration nicht voll aufgehellt. Um diese Gamasina bearbeiten zu können, kam nur eine Einbettung in Fauresches Gemisch (DUNGER & FIEDLER 1989) zwischen zwei verschieden große Deckgläser in Frage. Damit konnte die Milbe von der dorsalen und der ventralen Seite mit dem Immersionsobjektiv betrachtet werden, und in den meisten Fällen war so die Artbestimmung noch möglich.

3.4. Repräsentanz der Proben

3.4.1. Erfassung des Minimalareals

Das Ziel der Untersuchungen, die Darstellung der Entwicklung der Gamasina-Fauna, hat seine Grundlage in der Analyse des Artenbestandes der Standorte. Da es unmöglich ist, die Gesamtheit der Raubmilbenfauna eines Gebietes zu studieren, muß man sich auf Stichproben beschränken. Es ist also zu prüfen, ob die Anzahl der ausgewerteten Proben Rückschlüsse auf die Gesamtheit der Gamasina-Fauna zuläßt. Geeignet sind dafür Arten-Areal-Kurven, die die ermittelten Artenzahlen in Abhängigkeit vom Untersuchungsaufwand (Oberfläche oder Volumen) darstellen.

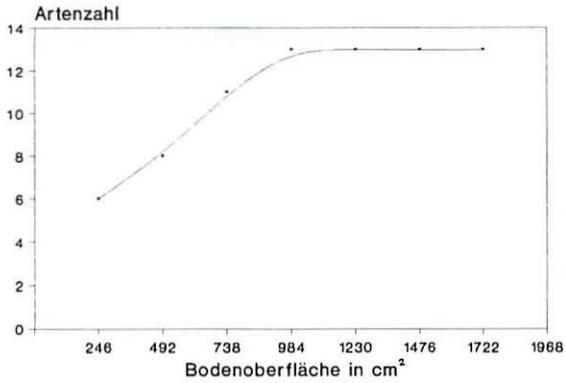
Da auf einer beliebig kleinen Fläche nicht alle Arten eines Gebietes vorhanden sein können, muß die Größe der Proben (bzw. deren Anzahl) so gewählt werden, daß das Minimalareal erreicht wird. Das Minimalareal, nach BALOGH (1958) »die kleinste Fläche, die den Tierbestand noch wahrheitsgetreu repräsentiert«, läßt sich aus den Arten-Areal-Kurven ablesen und enthält die konstanten sowie die Mehrzahl der akzessorischen Arten (DUNGER & FIEDLER 1989).

In der vorliegenden Arbeit wurden die Arten-Areal-Kurven für die jeweils bearbeitete Vegetationsperiode ermittelt, indem die Summe der nachgewiesenen Arten in Abhängigkeit von der untersuchten Bodenoberfläche der Probenserien dargestellt wird. Wenn bei weiterer Erhöhung der Probenanzahl nur noch wenige Arten hinzutreten, kann davon ausgegangen werden, daß das Minimalareal erfaßt ist. Dieser Punkt wird erreicht, wenn die Kurve vom steileren Anstieg in den flacheren Verlauf übergeht.

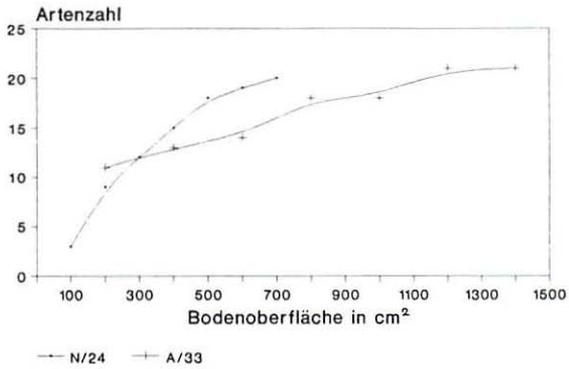
Die Auswertung der Arten-Areal-Kurven (Abb. 2a-c) der Raubmilben auf den einzelnen Standorten ergibt, daß bei 1200 cm² untersuchter Bodenoberfläche die Mehrzahl der Kurven in den flacheren Verlauf übergeht. Es scheint also gesichert, daß das Minimalareal der Raubmilben auf den Berzdorfer Halden und der Vergleichsfläche im Auenwald (Fraxino - Ulmetum) bei ca. 1200 cm² liegt. Einen charakteristischen Verlauf zeigen die Kurven der Untersuchungsflächen T/4, L/33 und W. Auf den Flächen E/7, A/10 und A/33 wird das Minimalareal gerade überschritten, so daß auch für diese Gebiete gesicherte Aussagen möglich sind. Die Probenserien von der Außenhalde Nord (N/24) beinhalten nur 700 cm² Bodenoberfläche und erfassen hier das Minimalareal nicht. Für diese Untersuchungsfläche sind die Aussagen der Ergebnisse als Trend formuliert.

Für die Collembolen der Berzdorfer Halden nennt DUNGER (1968) ein Minimalareal von 120 cm² (»für Kleinarthropodenproben von 60 cm³ reichen etwa 10 Wiederholungen« - eine Probe von 60 cm³ bestand aus 4 Einstichen, was zusammen etwa 12 cm² Oberfläche entspricht). Im Vergleich wird deutlich, daß für die Erfassung des Minimalareals der Gamasina eine wesentlich größere Fläche erforderlich ist.

Untersuchungsfläche "L/33"



Untersuchungsflächen N/24, A/33



Untersuchungsflächen T/4, E/7, A/10, W

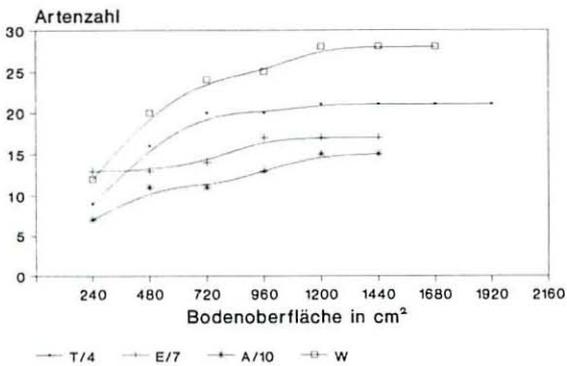


Abb. 2 a-c Arten-Areal-Kurven der Gamasina für eine Vegetationsperiode
Vergleich von Artenzahl zu untersuchter Bodenoberfläche

3.4.2. Besiedlung der Schüttungsstrukturen

Die nicht geplante, durch Schüttung entstandene Rippen - Senken - Struktur bildet nach DUNGER (1968) durch höhere Feuchtigkeit und Einwehung bzw. Einschwemmung von Nährstoffen in den tieferen Bereichen Keimzellen der Besiedlung mit Bodentieren. In den Senken ist im Probenjahr 1985 ein umfangreicherer A_h - Horizont, höhere Streuauflage und etwas feuchteres Substrat als auf den Rippen anzutreffen. Es war also die Frage zu prüfen, ob auch in den 1985 untersuchten Waldstadien noch Besiedlungsunterschiede in Rippen und Senken vorliegen, die für Aussagen zur Gesamtbesiedlung der Flächen bei der Probenahme zu berücksichtigen wären. Gleichzeitig war zu testen, ob die angewendete Probenmethodik zur Sicherung von vorhandenen Unterschieden ausreicht.

Vergleicht man die festgestellten Arten- und Individuenzahlen eines Jahres von Schüttungsrippen und Schüttungssenken auf der Untersuchungsfläche »A/33«, sind außer einer etwas kleineren Abundanz keine wesentlichen Unterschiede erkennbar (Abb. 3). Erst bei der Betrachtung auf dem Artniveau wird die Bevorzugung des einen oder anderen Habitats sichtbar. Der Vergleich der Gesamtindividuenzahlen einer Jahresserie (April bis Dezember) zeigt die Bevorzugung der Rippe durch *Pergamasus suecicus* und *Rhodacarellus kreuzi* sowie der Senke durch *Pergamasus vagabundus* und *Rhodacarus ancorae*. Die anderen Arten besiedeln beide Habitats mehr oder weniger gleichmäßig (Abb. 4).

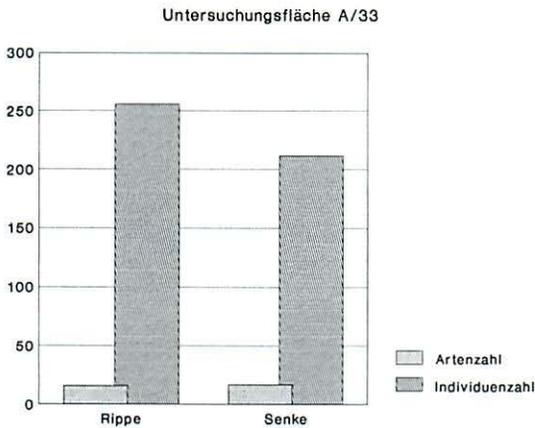


Abb. 3 Besiedlung der Schüttungsstrukturen – Vergleich der Gesamtartenzahl und der Gesamtindividuenzahl der Probestermine von April bis Dezember 1985

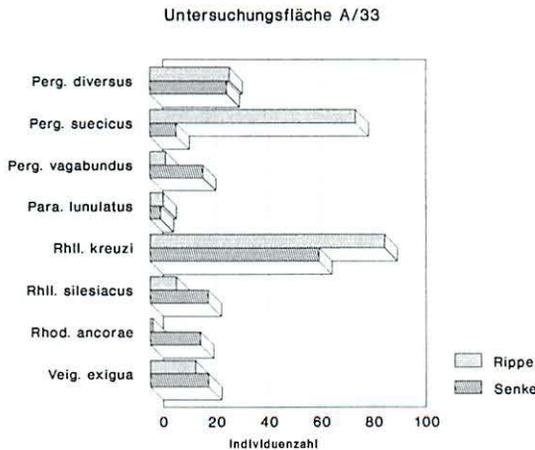


Abb. 4 Besiedlung der Schüttungsstrukturen – Vergleich der Gesamtindividuenzahl ausgewählter Arten der Probestermine von April bis Dezember 1985

Die statistische Überprüfung der Abundanzunterschiede der einzelnen Arten erfolgte auf der Grundlage der Berechnung der Standardabweichungen, Variabilitätskoeffizienten, Varianzverhältnisse (F - Test) und Signifikanz der Mittelwertunterschiede (t - Test). Als Variabilitätskoeffizient wird in dieser Arbeit das Verhältnis der Standardabweichung zum Mittelwert angegeben. Die Errechnung der anderen Werte folgt der Auffassung von CAVALLI-SFORZA (1969).

Bei 12 Freiheitsgraden ($f = n - 1$, f = Freiheitsgrad, n = Probenanzahl) und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $O < 5\%$ liegt die Signifikanzschwelle für den t - Test nach STUDENT (CAVALLI-SFORZA 1969) bei $t = 2,197$ (für $O < 1\%$ bei $t = 3,055$). Gleichzeitig sollte das Varianzverhältnis F (F - Test) bei jeweils 6 Freiheitsgraden den Wert $F = 8,57$ für $O < 1\%$ nicht wesentlich überschreiten, da der t-Test bei hochsignifikant verschiedenen Varianzen nicht mehr anwendbar ist.

Die Ergebnisse der statistischen Berechnungen bestätigen, daß es auch im Waldstadium (Untersuchungsfläche A/33) signifikante Unterschiede in der Besiedlung der Schüttungsstrukturen gibt (Tabellen 8 und 9). Es kann als gesichert angesehen werden, daß die Art *Pergamasus vagabundus* bevorzugt die Senke besiedelt und der *Pergamasus suecicus* vorzugsweise im Bereich der Rippe anzutreffen ist. Daraus ist die Forderung abzuleiten, daß bei der Entnahme von Probenreihen alle auf der Fläche enthaltenen Kleinhabitate, insbesondere Bodensenken und Erhebungen entsprechend ihrem Anteil berücksichtigt werden müssen. Bei der Entnahme der Bodenproben und dem Aufstellungsort der Fallen auf den Berzdorfer Halden (1962 und 1985) wurden deshalb sowohl die Schüttungsstrukturen als auch andere Kleinhabitate anteilmäßig in die Untersuchungen einbezogen.

Tab. 8 Zusammenstellung der Mittelwerte, Standardabweichungen, Variationskoeffizienten, Minima, Maxima und der Anzahl der Probenreihen pro Jahr für Schüttungsrippen und -senken (MW= Mittelwert, STA= Standardabweichung, VK= Variabilitätskoeffizient, MIN= Minimum, MAX= Maximum, N= Anzahl)

Schüttungsrippe	MW	StA	VK	MIN	MAX	N
<i>Perg. diversus</i>	4,29	2,91	67,99	1,0	9,0	7
<i>Perg. suecicus</i>	11,00	5,15	46,86	5,0	19,0	7
<i>Perg. vagabundus</i>	0,86	1,36	158,11	0,0	4,0	7
<i>Para. lumulatus</i>	0,71	0,70	97,98	0,0	2,0	7
<i>Rhll. kreuzi</i>	10,71	9,25	86,37	2,0	30,0	7
<i>Rhll. silesiacus</i>	1,29	1,67	129,58	0,0	5,0	7
<i>Rhod. ancorae</i>	0,14	0,35	244,95	0,0	1,0	7
<i>Veig. exigua</i>	2,43	3,54	145,76	0,0	10,0	7

Schüttungssenke	MW	StA	VK	MIN	MAX	N
<i>Perg. diversus</i>	4,29	3,49	81,51	0,0	9,0	7
<i>Perg. suecicus</i>	1,14	1,36	118,59	0,0	3,0	7
<i>Perg. vagabundus</i>	2,86	1,81	63,25	1,0	6,0	7
<i>Para. lumulatus</i>	0,57	0,73	127,48	0,0	2,0	7
<i>Rhll. kreuzi</i>	7,29	6,63	90,96	0,0	17,0	7
<i>Rhll. silesiacus</i>	2,29	2,66	116,26	0,0	8,0	7
<i>Rhod. ancorae</i>	2,43	3,16	129,95	0,0	9,0	7
<i>Veig. exigua</i>	2,86	2,85	99,75	0,0	8,0	7

Tab. 9 Ergebnisse des Signifikanztests (MW-R= Mittelwert Rippe, MW-S= Mittelwert Senke, F= F - Test, t= t - Test, N= Anzahl)

	MW-R	MW-S	F	t	N
<i>Perg. diversus</i>	4,29	4,29	1,4375	0,0000	14
<i>Perg. suecicus</i>	11,00	1,14	14,4667	4,8930	14
<i>Perg. vagabundus</i>	0,86	2,86	1,7778	2,3426	14
<i>Para. lumulatus</i>	0,71	0,57	1,0833	0,3742	14
<i>Rhll. kreuzi</i>	10,71	7,29	1,9498	0,7970	14
<i>Rhll. silesiacus</i>	1,29	2,29	2,5441	0,8436	14
<i>Rhod. ancorae</i>	0,14	2,43	81,3333	1,9046	14
<i>Veig. exigua</i>	2,43	2,86	1,5427	0,2495	14

3.4.3. Jahreszeitliche Schwankungen der Abundanz

Es ist allgemein bekannt, daß die Siedlungsdichte vieler wirbelloser Tierarten im Jahresverlauf mehr oder weniger großen Schwankungen unterliegt. Die Ursachen sind vielfältig und in ihrer Wirkungsform teilweise sehr komplex. Dabei spielen biotische Faktoren wie Lebensablauf, Nahrungsangebot und Generationenfolge ebenso wie abiotische Einflüsse von Temperatur, Feuchtigkeit u.a. eine wichtige Rolle (KARG 1967, 1989, USHER 1971, MAGEJ 1988, CYRAN & MADEJ 1990b, 1990c, KOEHLER & BORN 1989, LUNDQVIST 1991). Für Milben sind grundlegende Arbeiten zum biotischen Faktorenkomplex (Reproduktion, Entwicklung, Lebensstrategien) bei SCHUSTER & MURPHY (1991) zusammengestellt.

Es erhebt sich nun die Frage, ob die Frequenz der Probenentnahme ausreichend war, um die Abundanzschwankungen der Raubmilbenarten ausreichend exakt zu erfassen. Zur Überprüfung wurden auf allen Standorten von zwei häufigen Arten (*Veigaia nemorensis*, *Rhodacarellus silesiacus*) die Siedlungsdichten (in Individuen/m²) in Abhängigkeit von der Jahreszeit untersucht (Abb. 5-7).

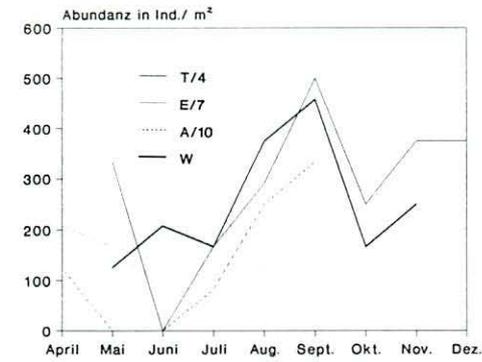
Die Kurven zeigen zum Teil erhebliche Abundanzschwankungen im Jahresverlauf. Ursache dieser variierenden Siedlungsdichten können abiotische Faktoren, wie Bodentemperatur und Bodenfeuchte sowie die sich verändernden Nahrungstierpopulationen sein. Auch die Fähigkeit vieler Raubmilbenarten, sich durch temperaturabhängige, kurze Entwicklungszeiten (bei 18°C 13 - 20 Tage nach KARG 1971) der Dynamik der Beutetierpopulationen anzupassen, kann die Siedlungsdichten erheblich beeinflussen. Insgesamt ist daraus ersichtlich, daß für die Beurteilung von Raubmilbengemeinschaften unbedingt periodische und über das gesamte Jahr verteilte Untersuchungen erforderlich sind, die höchstens 4 - 6 Wochen auseinanderliegen sollten.

Die Probenentnahme auf den Berzdorfer Halden erfolgte 1962 im wesentlichen monatlich und 1985 mit einem Abstand von sechs Wochen (siehe Abschnitt 3.1.). Damit kann angenommen werden, daß mit der Probenfrequenz die Abundanzschwankungen wenigstens soweit erfaßt wurden, wie es für die Beurteilung von Veränderungen in der Dimension von Sukzessionen erforderlich ist.

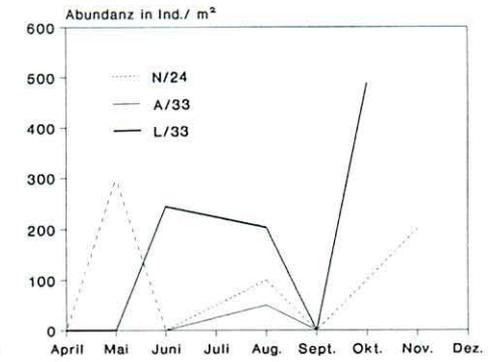
Die durchschnittlichen Siedlungsdichten dieser Arten auf den einzelnen Untersuchungsflächen können Tabelle 10 entnommen werden.

Tab. 10 Durchschnittliche Siedlungsdichten von *Veigaia nemorensis* und *Rhodacarellus silesiacus* auf den Halden

Untersuchungsflächen	<i>Veigaia nemorensis</i> Individuen/m ²	<i>Rhodacarellus silesiacus</i> Individuen/m ²
T/4	286	775
E/7	201	548
A/10	131	83
N/24	283	283
A/33	208	208
L/33	155	-
W	249	118

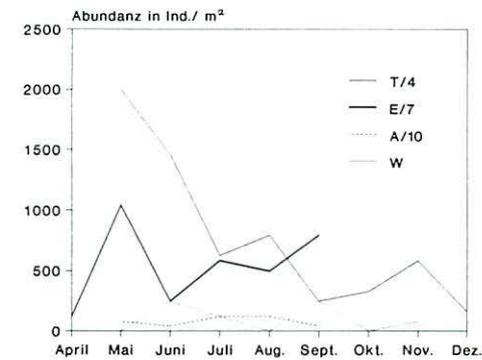


Veigaia nemorensis

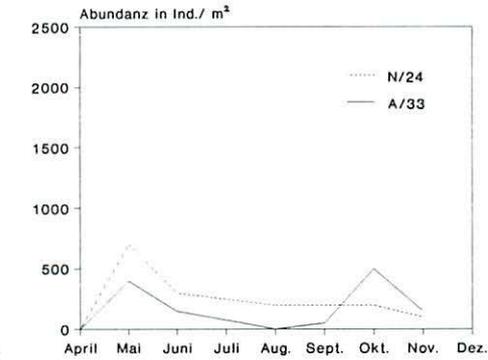


Veigaia nemorensis

Abb. 5 a u. b Jahresdynamik der Siedlungsdichte von *Veigaia nemorensis*



Rhodacarellus silesiacus



Rhodacarellus silesiacus

Abb. 6 a u. b Jahresdynamik der Siedlungsdichte von *Rhodacarellus silesiacus*

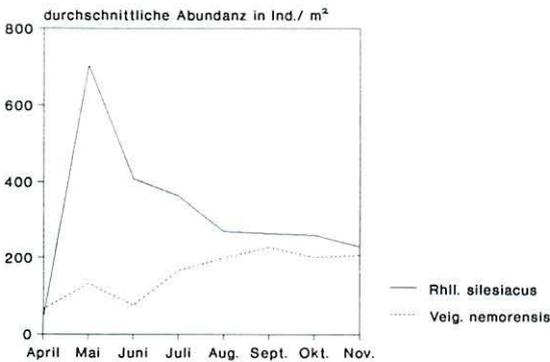


Abb. 7 Durchschnittliche monatliche Siedlungsdichte von *Veigaia nemorensis* und *Rhodacarellus silesiacus* bezogen auf alle Untersuchungsflächen und Jahre

4. Die Raubmilbenarten der Berzdorfer Halden

4.1. Grundlagen der Determination

Wie bei anderen zur Bodenmesofauna zählenden Tiergruppen gibt es auch bei Raubmilben keine gesicherte und einheitliche Auffassung zur Systematik. In dieser Arbeit wird das System von KARG (1971) zugrundegelegt, das die Gamasina als Cohors auffaßt und zusammen mit den Uropodina und weiteren, meist nicht im Boden anzutreffenden Milbengruppen, zu den Anactinochaeta (Parasitiformes) stellt.

Die Determination der Raubmilben der Berzdorfer Halden erfolgte bis auf wenige Ausnahmen auf der Grundlage von KARG (1971), STAMMER (1963), GHILAROV & BREGETOVA (1977) sowie EVANS & TILL (1966), KARG (1981), KORN (1979), SAGDIEVA & BREGVADZE (1990). Zur Einarbeitung in die Taxonomie der Gattung *Lasioseius* und zur Beschreibung der Art *Lasioseius kargi* CHRISTIAN, 1990 wurden darüberhinaus CHANT (1958, 1963), FOX (1946), GU et al. (1990), KARG (1962, 1965, 1979, 1980), NAEEM et al. (1985), NASR & ABOU - AWAD (1987), WALTER & LINDQUIST (1989) herangezogen.

Die mit der Bearbeitung der Berzdorfer Halden 1985 begonnene Literaturzusammenstellung über mesostigmaten Milben, einschließlich der für die Bearbeitung der vorliegenden Arbeit verwendeten Literatur, ist aus der Datenbank des Autors jederzeit abrufbar. Aufgrund des Umfangs (ca. 6000 Titel), davon ungefähr 75% über Raubmilben, muß auf eine vollständige Auflistung verzichtet werden. Neuere Arbeiten über Gamasina (ab 1988) sind in der jährlich erscheinenden »Bibliographia Mesostigmatologica« (CHRISTIAN 1990 b, 1991) enthalten.

4.2. Gesamtartenliste

Auf den Untersuchungsflächen der Halden des Berzdorfer Braunkohlentagebaues konnten insgesamt 72 Arten nachgewiesen werden. Davon kommen 39 Arten nur in den Bodenproben vor und 18 Arten ausschließlich in den Fallen. Die verbleibenden 15 Arten wurden mit beiden Sammelmethoden nachgewiesen. Damit bestätigt sich erneut die allgemein bekannte Tatsache, daß bei abschließlicher Untersuchung von Bodenproben herkömmlicher Größe ein Teil des Artenspektrums nicht erfaßt wird. Die Ergebnisse der Fallenproben, die ja Aktivitätswerte darstellen, schließen diese Lücke aber nur teilweise, da sich davon keine flächenbezogenen Ergebnisse ermitteln lassen.

In der Gesamtartenliste sind zu jeder Art stichpunktartig Habitate, Nahrungstiere und andere für die Auswertung der Ergebnisse wichtig erscheinende Informationen genannt. Die ökologischen Angaben basieren im wesentlichen auf der Memorierung der Literatur, wobei die meisten Angaben aus den Publikationen von BINNS (1974), HABERSAAT (1989), KARG (1968, 1971, 1983, 1989), KORN (1979), LUNDQUIST (1991), SARDAR & MURPHY (1987), STAMMER (1963) zusammengestellt sind. Soweit in zitierten Arbeiten Synonyme verwendet wurden, sind diese in der Gesamtartenliste verzeichnet.

Gesamtartenliste

Eviphididae

Eviphis ostrinus (Koch, 1836)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, spärlich in Ackerböden
Substrat : Streu, Humusschicht
Nahrung : Nematoden

Iphidosoma fimetarium (J. Müller, 1859)

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich im Laub- und Nadelwald
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden
Anmerkung : phoretisch an *Carabus*

Alliphis siculus (Oudemans, 1905)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Ackerböden, spärlich Wiesen
Substrat : Streu, Humusschicht
Nahrung : nur Nematoden
Anmerkung : Phoresie häufig nachgewiesen an *Geotrupes*

Macrochelidae

Geholaspis longispinosus (Kramer, 1876)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, Sumpfgebiete
Substrat : Nester von Nagetieren, Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Enchyträen, Dipterenlarven
Anmerkung : Phoresie häufig nachgewiesen an Nagetieren, Insektivoren, Coleopteren

Geholaspis mandibularis (Berlese, 1904)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, Wiese, Ackerboden
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Enchyträen, Dipterenlarven
Anmerkung : Phoresie häufig an Nagetieren, Insektivoren, Coleopteren

Macrocheles montanus (Willmann, 1951)

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich im Laub- und Mischwald
Substrat : Nester von Nagetieren, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven
Anmerkung : Phoresie häufig nachgewiesen an Nagetieren, Insektivoren, Coleopteren

Macrocheles rotundiscutis Bregetova & Koroleva, 1960

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : »Kulturböden«
Substrat : Streu
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven

Pachyseius humeralis Berlese, 1910

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, spärlich in Wiese, Ackerboden

Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven, Diptereier

Pachylaelaps ineptus Hirschmann & Krauss, 1965

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Mischwald und Ackerboden
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven

Pachylaelaps laeuchlii Schweizer, 1922

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, Ackerboden, Sumpfbereiche
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven

Pachylaelaps scutatus Berlese, 1910

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : ? (obere Bodenschicht bei Rom, Ionische Inseln)
Substrat : ?
Nahrung : ? Nematoden, Dipterenlarven ?

Pachylaelaps suecicus Sellnick, 1915

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden ?

Dermanyssidae

Pseudolaelaps doderoi Berlese, 1910

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiese, Acker
Substrat : ?
Nahrung : ?

Pseudoparasitus placentulus (Berlese, 1887)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich in Laub- und Mischwäldern
Substrat : Nester von Nagetieren, Moos, Streu, Humus
Nahrung : ?

Hypoaspis aculeifer (Canestrini, 1883)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, spärlich in Laub- und Nadelwäldern
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen, Milben, Insektenlarven

Hypoaspis vacua (Michael, 1891)

Anmerkung : syn. *Cosmolaelaps vacua* (Mich., 1891)
Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen, Milben ?
Anmerkung : auch in Ameisennestern anzutreffen

Laelaps hilaris Koch, 1836
Nachweis in: Fallenprobe
Anmerkung : Kleinsäugerparasit

Eulaelaps stabularis (Koch, 1840)
Nachweis in: Fallenprobe
Anmerkung : fakultativer Kleinsäugerparasit

Phytoseiidae

Amblyseius agrestis Karg, 1960
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese und Ackerboden
Substrat : Moos, humoser Sandboden
Nahrung : Milben ?

Amblyseius foramensis Karg, 1970
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : selten im Ackerboden (Maisfeld)
Substrat : ?
Nahrung : ?

Amblyseius meridionalis Berlese, 1914
Anmerkung : syn. *Amblyseius calicis* KARG, 1960
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Ackerböden, Wiese, Laubwald
Substrat : Humus
Nahrung : Milben ?

Amblyseius obtusus (C.L. Koch, 1839)
Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Wiesen, spärlich Laubwald
Substrat : auf Gräsern, Moos, Streu, Humus
Nahrung : Milben

Amblyseius zwölferti Dosse, 1954
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese und Ackerboden, Obstbäume
Substrat : Humus, Streu
Nahrung : Tetranychidae, andere Milben

Typhlodromus bakeri (Garman, 1948)
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : Obstbäume, Stauden
Nahrung : Milben

Ameroseiidae

Epicriopsis horridus Kramer, 1876
Anmerkung : syn. *Epicriopsis berleseii* Oudemans, 1939
Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich im Mischwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ?

Epicriopsis rivus Karg, 1971

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Mischwald und Wiese
Substrat : Streu
Nahrung : ?

Ameroseius corbiculus (Sowerby, 1806)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, spärlich im Laubwald
Substrat : Moos, Streu
Nahrung : ? Schimmelpilze ?
Anmerkung : verbreitet Phoresie

Podocinidae

Neojordensia levis (Oudemans & Voigts, 1904)

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Sumpf-, Ufervegetation
Substrat : ? Streu ?
Nahrung : ? Collembolen ?

Lasioseius berleseii (Oudemans, 1938)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Milben, ? Nematoden ?

Lasioseius youcefi Athias - Henriot, 1959

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Milben

Lasioseius kargi Christian, 1990

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : Halde mit Laubwaldrekultivierung
Substrat : Streu
Nahrung : ?

Lasioseius mirabilis Christian & Karg 1992

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : Laubwald
Substrat : Streu
Nahrung : ?

Ascidae

Cheiroseius borealis (Berlese, 1904)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiesen, Ackerboden, Mischwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen, Milben

Cheiroseius serratus (Halbert, 1919)

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich im Fichtenwald, Wiese
Substrat : Moos, Streu
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen, Milben ?

Cheiroseius unguiculatus Berlese, 1887

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald
Substrat : Streu, ? Humus ?
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen, Milben ?

Arctoseius cetratus (Sellnick, 1940)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiesen, Ackerboden, spärlich Mischwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Dipterenlarven, Diptereier, Nematoden
Anmerkung : phoretisch an Sciaridae

Arctoseius eremitus (Berlese, 1918)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich Ackerboden, Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen, Milben ?

Arctoseius venustus (Berlese, 1917)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiesen, Ackerboden, spärlich Laubwald
Substrat : ? Humus ?
Nahrung : ? Collembolen, Milben ?

Asca bicornis (Canestrini & Fanzago, 1877)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiesen, Ackerboden, spärlich Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Milben

Leioseius bicolor (Berlese, 1918)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, spärlich Wiesen, Ackerboden
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen, Milben

Zerconidae

Zercon gurensis Mihelcic, 1962

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : ? Laub- und Nadelwald ?
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ?

Zercon vagabundus Karg, 1971

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ?

Rhodacaridae

Rhodacarus ancorae Karg, 1971

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden

Rhodacarus roseus Oudemans, 1902

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald und Ackerboden
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden

Rhodacarus reconditus Athias-Henriot, 1961

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Ackerboden
Substrat : Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen

Rhodacarellus apophyseus Karg, 1971

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiese
Substrat : Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen

Rhodacarellus silesiacus Willmann, 1935

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, spärlich im Laub- und Nadelwald
Substrat : Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen

Rhodacarellus kreuzi Karg, 1965

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Mischwald
Substrat : Humus
Nahrung : Nematoden, ? Collembolen ?

Protogamasellus primitivus Karg, 1962

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Wald
Substrat : Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen ?

Eugamasidae

Pergamasus barbarus Berlese, 1904

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laub- und Nadelwald
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Dipterenlarven, Collembolen

Pergamasus crassipes (Linne, 1758)

Anmerkung : syn. *Pergamasus longicornis* Berlese, 1906
Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, Laub- und Nadelwald
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Collembolen

Pergamasus diversus (Halbert, 1915)

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Milben

Pergamasus leruthi Cooreman, 1951

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laubwald
Substrat : Streu
Nahrung : ?

Pergamasus misellus Berlese, 1904

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, spärlich im Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen, Milben ?

Pergamasus oxygynelloides Karg, 1968

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen ?

Pergamasus pannonicus Willmann, 1951

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Auenwald
Substrat : Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen ?
Anmerkung : Verbreitung - bei Görlitz, Österreich, Ungarn

Pergamasus quisquiliarum (G. & R. Canestrini, 1882)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen ?

Pergamasus norvegicus Berlese, 1905

Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Dipterenlarven

Pergamasus suecicus (Trägårdh, 1936)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Wiese, Ackerboden, Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen, Nematoden

Pergamasus truncellus Athias - Henriot, 1969

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : ? Nematoden, Collembolen ?

Pergamasus vagabundus Karg, 1968

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, spärlich in Wiese, Ackerboden
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden, Collembolen

Gamasodes spiniger (Trägårdh, 1910)

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Acker-, Wiesen-, Waldböden
Substrat : Moos, Streu, kalkhaltige Böden
Nahrung : ?

Poecilochirus carabi G. & R. Canestrini, 1882

Anmerkung : In der Benennung dieser Art folge ich der Auffassung von KORN (1979).
(syn. *Poecilochirus necrophori* Vitzthum, 1930) – Phoresie an Silphiden
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laubwald
Substrat : Streu
Nahrung : die Art ist in erster Linie necrophag, nimmt aber auch Fliegenlarven auf

Parasitus coleopratorum Linné, 1758

Anmerkung : syn. *Eugamasus celer* (C.L. Koch, 1836)
Phoresie häufig an Carabidae, Silphidae
Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich Wiese, Mischwald
Substrat : Humus, Exkremente
Nahrung : ? Nematoden ?

Parasitus beta Oudemans & Voigts, 1904

Nachweis in: Fallenprobe
Habitat : spärlich in Ackerboden, Wiese
Substrat : ? Streu ?, Exkremente
Nahrung : ? Nematoden ?

Parasitus lunulatus (J. Müller, 1959)

Anmerkung : syn. *Eugamasus lunulatus* (J. Müller, 1959)
Nachweis in: Bodenprobe, Fallenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Nematoden

Parasitus magnus (Kramer, 1876)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich im Laubwald
Substrat : ? Streu, Humus ?
Nahrung : ? Nematoden ?

Parasitus hyalinus (Willmann, 1949)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : spärlich in Wiese, Ackerboden, Laubwald
Substrat : ? Streu, Humus ?
Nahrung : ? Nematoden ?

Veigaia cerva (Kramer, 1876)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, spärlich in Wiese, Ackerboden
Substrat : Streu, Humus
Nahrung : Collembolen

Veigaia exigua (Berlese, 1917)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, Wiese, Ackerboden
Substrat : Streu, Humus, in Nageiernestern
Nahrung : Collembolen

Veigaia nemorensis (C. L. Koch, 1839)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Laub- und Nadelwald, Wiese, Ackerboden
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Collembolen

Veigaia planicola (Berlese, 1892)

Nachweis in: Bodenprobe
Habitat : Ackerboden, spärlich Laub- und Nadelwald
Substrat : Moos, Streu, Humus
Nahrung : Collembolen

4.3. Anmerkungen zur Gattung *Lasioseius*

Die Arten der Gattung *Lasioseius* sind weltweit verbreitet mit Ausnahme der Antarktis (KARG 1980). Sie ernähren sich carnivor von Collembolen und anderen Milben, insbesondere Tyroglyphiden. Das Verbreitungsgebiet dieser Raubmilbenarten entspricht dem Vorkommen ihrer Beutetiere. Sie sind in der Streu und der Humusschicht des Bodens ebenso anzutreffen wie in Nestern von Nagetieren und Lebensmittelvorräten.

Aus der Gattung *Lasioseius* wurden bis jetzt reichlich 80 Arten beschrieben (KARG 1980, NAEEM et al. 1985, NASR et al. 1987, WALTER & LINDQUIST 1989, CHRISTIAN 1990 a, GU et al. 1990). Davon sind mindestens 15 Arten in Europa anzutreffen. Auf den Berzdorfer Halden konnten 4 Arten nachgewiesen werden. Davon sind *L. berlessei*, *L. youcefi*, *L. mirabilis* und *L. kargi* in der Gesamtartenliste verzeichnet. Die Arten *L. mirabilis* und *L. kargi* sind neu für die Wissenschaft. Im Folgenden soll zu dem von den Berzdorfer Halden neu beschriebenen *L. kargi* eine kurze Erläuterung einschließlich Artdiagnose gegeben werden.

Lasioseius kargi Christian, 1990

F u n d o r t. Die Art wurde in der Probenserie von 1985 auf der Untersuchungsfläche A/33 in einer Fallenprobe gefunden. Diese Halde ist im 33. Jahr nach der Rekultivierung im Waldstadium. Vorherrschend sind die gepflanzten Baumarten *Robinia pseudoacacia*, *Populus spec.* und *Alnus glutinosa*. Auf diesem Standort sind in der Strauchschicht *Fraxinus excelsior*, *Padus avium* und *Sam-*

bucus nigra anzutreffen. Die Krautschicht zeigt eine typische Waldflora mit *Rubus spec.*, *Poa nemoralis*, *Geum urbanum*, *Urtica dioica*, *Galium aparine* und *Lysimachia nemorum*. Der Boden hat einen gut ausgebildeten A_h - Horizont, der von Laubstreu überlagert wird.

D i a g n o s e. Aufgrund der ungeteilt ausgebildeten Inguinalschilde ist diese Art in die Unterart *Lasioseius* Berlese, 1916 s. str. zu stellen.

Folgende Differentialmerkmale charakterisieren die Art:

- Inguinalia ungeteilt, ohne Linienmuster und ungefähr so groß wie der Anus
- Ventrianale nicht auffallend verbreitert (Breite : Länge = 9 : 7),
mit 7 Haarpaaren + Postanalhaar
- Tectum mit Haupt- und Nebenspitzen
- Dorsalhaare verbreitert und mit Dreizackenden

5. Ergebnisse der flächenbezogenen Untersuchungen (Bodenproben)

5.1. Siedlungsdichte der Raubmilben

Ergebnisse von Untersuchungen zur Siedlungsdichte von Gamasina liegen in vielen Veröffentlichungen vor. Eine repräsentative Zusammenstellung gibt KOEHLER (1984). Die meisten Arbeiten behandeln naturnahe Ökosysteme. Die Abundanzen variieren von 400 - 700 Individuen pro Quadratmeter auf rekultivierten Abraumhalden (HUTSON 1974 zit. nach KOEHLER 1984) bis 160000 Individuen pro Quadratmeter in humosen Sandböden im Buchenwald (KARG 1983). Für Komposterden gibt KARG (1983) sogar Dichten von 370000 Ind./m² an. Zu erwähnen sind außerdem die Untersuchungsergebnisse von KOEHLER (1984) auf einer Bauschuttdeponie bei Bremen, wo 6500 Ind./m² festgestellt wurden, und die Bearbeitung von Halden des Steinkohlenbergbaues in Oberschlesien durch MADEJ (1990 b), welche in Abhängigkeit vom Standort Siedlungsdichten von 1668 bis 7531 Individuen pro Quadratmeter nennt.

Es erhebt sich nun die Frage, ob Siedlungsdichte und Artenzahl charakteristischen Änderungen im Verlauf der Raubmilbensukzession auf den Halden unterworfen und damit zur Indikation des Entwicklungszustandes der Rekultivierungsflächen nutzbar sind.

Die Berechnung der Abundanzwerte der Raubmilben auf den Berzdorfer Halden ergab Dichten von 699 Ind./m² (A/10) bis 3036 Ind./m² (A/33). In Abb. 8 sind die ermittelten Siedlungsdichten und Artenzahlen aller untersuchter Rekultivierungsflächen und des Vergleichsstandortes (W) zusammengestellt. Die Ergebnisse liegen im unteren Bereich der von Halden, Deponien und anderen rekultivierten Flächen bekannten Abundanzen. Auffällig ist die vergleichsweise geringe Siedlungsdichte der Gamasina im Auenwald (Untersuchungsfläche »W«). Bemerkenswert sind weiterhin die Raubmilbendichten der Rekultivierungsflächen im Waldstadium (Laubholz A/33 und Kiefer L/33) sowie der Untersuchungsfläche (T/4). Hier werden sichtbar höhere Abundanzen erreicht als im Fraxino-Ulmetum.

Im Vergleich fällt auf, daß bei DUNGER (1968) größere Absoluthöhen der Siedlungsdichten der Raubmilben (bis 7000 Ind./m²) angegeben werden, wobei die Tendenz im wesentlichen gleich ist. Die Differenzen sind vorwiegend aus der Zurechnung von fehlbestimmten Entwicklungsstadien der Gamasina und der Siedlungsdichte der Uropodina zu erklären.

Insgesamt wird deutlich, daß in den gleichartigen Böden der Halden des Untersuchungsgebietes auch bei ähnlichem Pflanzenbewuchs unterschiedliche Abundanzen anzutreffen sind. Hohe Siedlungsdichten kommen auf dem jüngsten Standort (T/4) vor. Sie sinken im Verlauf der Sukzession ab und erreichen im 10. Rekultivierungsjahr ein Minimum. Anschließend erfolgt ein Wiederanstieg der Abundanzen im Waldstadium der Halden. Die Entwicklungstendenz der Siedlungsdichten stimmt bis zum 10. Jahr mit den Ergebnissen von DUNGER (1968) überein.

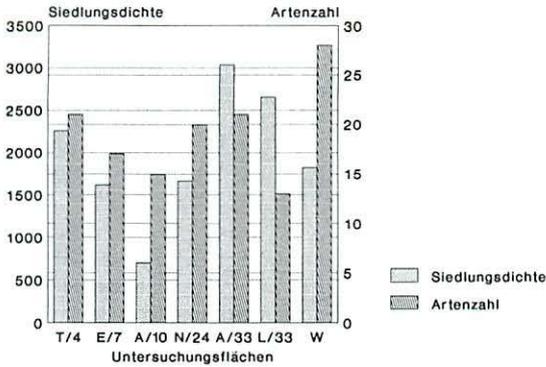


Abb. 8 Jahresmittelwerte der Siedlungsdichte und Artenzahl der Raubmilben auf den Untersuchungsflächen

Die ermittelten Artenzahlen auf den Halden sinken ebenfalls im 10. Jahr nach der Rekultivierung ab und steigen im Waldstadium wieder an. Der Vergleich mit dem Auenwald zeigt für dieses naturnahe Gebiet eine höhere Artenzahl, was den Erwartungen entspricht.

Diese Untersuchungsergebnisse weisen darauf hin, daß sich Siedlungsdichte und Artenzahl der Raubmilben nur zur groben Beschreibung des Entwicklungsstandes einer Rekultivierungsfläche eignen. Deutliche Entwicklungstendenzen von Gamasina-Gemeinschaften sind erst bei der Betrachtung auf dem Artniveau zu erwarten.

5.2. Beschreibung der euedaphischen Gamasina-Gemeinschaften der Untersuchungsflächen

Grundlagen

Es ist bekannt, daß die ökologische Potenz einer Art, also die Fähigkeit, bestimmte Umweltbedingungen für ihre Lebenstätigkeit nutzen zu können, entscheidet, ob diese Art an einem Standort leben und sich vermehren kann. Umgekehrt läßt ihr Vorkommen Rückschlüsse auf die ökologische Valenz des Standortes zu. Zur Kennzeichnung konkreter Standortbedingungen würde es im optimalen Fall bereits ausreichen, das Vorkommen einer oder weniger Arten nachzuweisen, deren ökologische Potenz genügend eng und ausreichend erforscht ist. Da beides selten zutrifft, ist es besser, die Kenntnis der ökologischen Potenz von Arten mit gleichem Besiedlungsverhalten zu summieren, d.h. Artenbestände zu untersuchen. In der folgenden Beschreibung sollen die festgestellten Gamasina-Gemeinschaften (unter Hervorhebung charakteristischer Arten) den ökologischen Standortverhältnissen der Untersuchungsflächen (siehe Abschnitt 2) zugeordnet und Besiedlungsunterschiede besprochen werden.

Für die Indikation pedozoologischer Veränderungen kommt den Raubmilben große Bedeutung zu (KOEHLER 1987). Die Grundlagen für eine bodenzoologische Beurteilung eines Standortes mit Hilfe der Gamasina legte KARG (1968). Die Raubmilben erwiesen sich auch als gute Indikatoren sukzessionsbedingter Veränderungen (HUHTA et al. 1979). Es ist deshalb in den vorliegenden Untersuchungen zu erwarten, daß Sukzessionsstadien durch typische Artengarnituren gekennzeichnet sind oder aus Abundanzunterschieden bzw. den daraus errechneten Dominanzen der Arten ersichtlich werden. Dabei gibt die Dominanz den prozentualen Anteil der Individuen an, mit dem eine Art vertreten ist. In Anlehnung an HEYDEMANN (1960) und ENGELMANN (1978) sollen in dieser Arbeit folgende Dominanzklassen unterschieden werden.

eudominant	= über 30%
dominant	= 10% – 29,9%
subdominant	= 5% – 9,9%
rezedent	= 1% – 4,9%
subrezedent	= unter 1%

5.2.1. Übersicht zum Auftreten der euedaphischen Raubmilbenarten an den verschiedenen Standorten

Der Beschreibung der einzelnen Gamasina-Gemeinschaften soll eine Übersicht über das Auftreten der euedaphischen Raubmilbenarten vorangestellt werden, um die Orientierung zu erleichtern. Gleichzeitig werden in der folgenden Tabelle 11 die Besiedlungsunterschiede der Standorte deutlich zum Ausdruck gebracht.

Tab. 11 Vorkommen der euedaphischen Gamasina-Arten auf den Untersuchungsflächen

Art	Untersuchungsfläche						
	T/4	E/7	A/10	N/24	A/33	L/33	W
<i>Alli. siculus</i>	██████████						
<i>Ambl. obtusus</i>	██████████						
<i>Para. hyalinus</i>	██████████						
<i>Pala. suecicus</i>	██████████						██████████
<i>Lasi. youcefi</i>	██████████						██████████
<i>Arct. venustus</i>	██████████						██████████
<i>Perg. truncellus</i>	██████████						██████████
<i>Epic. rivus</i>		██████████					
<i>Rhod. reconditus</i>	██████████	██████████					
<i>Amer. corbiculus</i>	██████████	██████████	██████████				
<i>Lasi. berleseii</i>	██████████	██████████	██████████				
<i>Chei. borealis</i>	██████████	██████████	██████████				
<i>Arct. cetratus</i>	██████████		██████████				
<i>Prot. primitivus</i>		██████████					
<i>Epic. horridus</i>		██████████	██████████				
<i>Asca. bicornis</i>		██████████	██████████				
<i>Chei. unguiculatus</i>			██████████				
<i>Arct. eremitus</i>		██████████					██████████
<i>Para. lunulatus</i>			██████████		██████████	██████████	
<i>Rhll. silesiacus</i>	██████████	██████████	██████████	██████████		██████████	██████████
<i>Hypo. aculeifer</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Veig. exigua</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Perg. suecicus</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Veig. nemorensis</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Perg. vagabundus</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Veig. planicola</i>	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Rhod. roseus</i>		██████████				██████████	
<i>Veig. cerva</i>			██████████	██████████	██████████		██████████
<i>Psla. doderoi</i>				██████████			
<i>Hypo. vacua</i>				██████████			
<i>Rhll. apophyseus</i>				██████████			
<i>Rhod. ancorae</i>				██████████	██████████		
<i>Perg. crassipes</i>				██████████	██████████		
<i>Perg. quisquiliarium</i>				██████████	██████████		
<i>Geho. longispinosus</i>				██████████		██████████	
<i>Perg. norvegicus</i>				██████████			██████████
<i>Evip. ostrimus</i>				██████████	██████████		██████████
<i>Geho. mandibularis</i>				██████████	██████████		██████████
<i>Leio. bicolor</i>				██████████	██████████	██████████	██████████
<i>Perg. misellus</i>				██████████		██████████	██████████
<i>Pspa. placentulus</i>					██████████		
<i>Para. magnus</i>					██████████		
<i>Perg. diversus</i>					██████████	██████████	
<i>Pala. ineptus</i>					██████████		██████████
<i>Rhll. kreuzi</i>					██████████		
<i>Zerc. gurensis</i>	██████████						██████████
<i>Pase. humeralis</i>							██████████
<i>Pala. laeuchlii</i>							██████████
<i>Pala. scutatus</i>							██████████
<i>Zerc. vagabundus</i>							██████████
<i>Perg. barbarus</i>							██████████
<i>Perg. leruthi</i>							██████████
<i>Perg. oxygnelloid.</i>							██████████
<i>Perg. pannonicus</i>							██████████

5.2.2. Zweites Rekultivierungsjahr (N/2)

Im Jahr nach der Bepflanzung der Außenhalde Nord bei Deutsch - Ossig mit Pappel und Schwarzerle konnten mit der Probenreihe insgesamt nur drei kleinere, nicht bis zur Art determinierbare Deutonymphen der Gattung *Pergamasus* nachgewiesen werden. Es ist also davon auszugehen, daß im 2. Rekultivierungsjahr die Besiedlung des Bodens mit Collembolen, Nematoden und anderen wichtigen Nahrungstieren der Gamasina auf dieser Untersuchungsfläche zur Ansiedlung einer Raubmilbenpopulation noch nicht weit genug fortgeschritten war. Dabei ist anzumerken, daß aufgrund der Randlage der Probenfläche die Entwicklung dieses Standortes im Vergleich zu anderen Haldenteilen verzögert abgelaufen ist. Da zu diesem Zeitpunkt nahezu ausgeschlossen werden kann, daß sich Raubmilben auf der Halde bereits fortgepflanzt haben, scheinen diese Funde erste Besiedlungsversuche darzustellen. Neben der Möglichkeit der Luftverfrachtung ist für Gamasina aber auch die Phoresie in Betracht zu ziehen. Daraus läßt sich ableiten, daß der Besiedlungsdruck durch Raubmilben ständig vorhanden ist.

5.2.3. Viertes Rekultivierungsjahr (T/4)

Auf der sich aus pflanzensoziologischer Sicht schneller als die Außenhalde Nord entwickelnden Teichhalde ist im 4. Jahr nach der Pflanzung von Schwarzerlen und Pappeln bereits eine gut ausgebildete Gamasina-Gemeinschaft vorzufinden. Es konnten 21 Arten nachgewiesen werden (Tabelle 12), von denen die überwiegende Mehrzahl Wiesen- und Ackerbewohner sind. Nur wenige, meist subzedent angetroffene Arten leben bevorzugt in Waldbiotopen. Eine Ausnahme bildet die euryöke *Veigaia nemorensis*, die Wiesen- und Waldstandorte gleichermaßen besiedelt (KARG 1971). Auf der Untersuchungsfläche T/4 konnten 3 Raubmilbenarten nachgewiesen werden, die ausschließlich auf diesem Standort vorkommen. Es handelt sich um die rezedenten Arten *Alliphis siculus* und *Amblyseius obtusus* sowie um den subrezedenten *Parasitus hyalinus*.

Der ständig vorhandene Ansiedlungsdruck spiegelt sich offenbar in der Präsenz der subrezedent anzutreffenden Waldarten wider. Sie können zwar einige Zeit am Standort überleben, sind aber noch nicht in der Lage eine ausdauernde Population aufzubauen.

Gekennzeichnet wird das Rekultivierungsstadium auf der Fläche T/4 durch die Massenentwicklung von *Rhodacarellus silesiacus*, einer euedaphischen Wiesenart (KARG 1971), die sich vorwiegend von Nematoden und kleinen Collembolen ernährt (KARG 1983). Sie erreicht in den vorliegenden Untersuchungen in diesem Rekultivierungsstadium ihre höchste Dominanz. Bedingt durch ihre Größe (260 - 300 µm) kann *Rhodacarellus silesiacus* bis in die kleinen Hohlräume der tieferen Bodenschichten vordringen. Das scheint zu bestätigen, daß sich bereits genügend Nahrungstiere in diesen Bodenschichten befinden. Da die oben genannte, größere *Veigaia nemorensis* (650 - 900 µm), die sich vorwiegend von Collembolen (KARG 1971) ernährt, ein typischer Bewohner der oberen Bodenschichten ist, wird Konkurrenz vermieden. Diese euryöke Art ist auf fast allen Untersuchungsflächen mit hohen Dominanzen vertreten.

Charakteristisch für die Raubmilbengemeinschaft der Untersuchungsfläche T/4 ist noch die subdominante Art *Ameroseius corbiculus*, wie auch aus den Fallenproben ersichtlich ist (Abschnitt 6).

Tab. 12 Artenspektrum der Untersuchungsfläche T/4
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 14.05.62 bis 26.11.62

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
1. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	eudominant 34,3	775
2. <i>Veigaia nemorensis</i>	dominant 12,6	286
3. <i>Ameroseius corbiculus</i>	subdominant 8,3	187
4. <i>Pergamasus succicus</i>	7,1	161
5. <i>Veigaia planicola</i>	6,2	140
6. <i>Rhodacarus reconditus</i>	5,0	114
7. <i>Cheiroseius borealis</i>	rezedent 4,8	109
8. <i>Alliphis sículus</i>	4,6	104
9. <i>Amblyseius obtusus</i>	4,6	104
10. <i>Lastioseius berleseí</i>	3,9	88
11. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	1,6	36
12. <i>Lastioseius youcefi</i>	1,6	36
13. <i>Veigaia exigua</i>	1,6	36
14. <i>Pachylaelaps suecicus</i>	subrezedent 0,9	21
15. <i>Arctoseius cetratus</i>	0,9	21
16. <i>Zercon gurensis</i>	0,6	15
17. <i>Epicriopsis rivus</i>	0,2	5
18. <i>Arctoseius venustulus</i>	0,2	5
19. <i>Pergamasus truncellus</i>	0,2	5
20. <i>Pergamasus vagabundus</i>	0,2	5
21. <i>Pergamasus hyalinus</i>	0,2	5

5.2.4. Siebentes Rekultivierungsjahr (E/7)

Der mit Laubgehölzen rekultivierte Standort E auf der Langteichhalde ist im 7. Jahr ebenfalls durch eine Massenentwicklung von *Rhodacarellus silesiacus* gekennzeichnet. Diese typische Wiesenart (KARG 1971) ist aufgrund ihrer hohen Siedlungsdichte auch auf dieser Untersuchungsfläche eudominant. Als Nahrungstiere nutzt sie vorrangig Nematoden und kleine Collembolen (KARG 1983).

Ein dominantes Vorkommen haben hier *Veigaia nemorensis* und *Pergamasus succicus*. Beide Arten besiedeln Wiesen- und Waldbiotope gleichermaßen (KARG 1971), und ihre bevorzugten Nahrungstiere (Collembolen) sind ebenfalls identisch. Auch die Abundanzen und daraus errechnete Dominanzwerte ähneln sich sehr. Aufgrund ihrer breiten ökologischen Potenz, die sich unter anderem in der allgemeinen Verbreitung in verschiedensten Substraten und Pflanzengesellschaften (KARG 1971) widerspiegelt, sollte *Pergamasus succicus* als euryöke Art eingestuft werden.

Beim Vergleich der 3 bisher genannten Arten fällt die unterschiedliche Größe auf.

<i>Rhodacarellus silesiacus</i>	260 – 300 µm
<i>Pergamasus succicus</i>	380 – 490 µm
<i>Veigaia nemorensis</i>	650 – 900 µm

Das legt die Vermutung nahe, daß diese unterschiedlich großen Raubmilbenarten verschiedene Mikrohabitate im Boden besiedeln.

Insgesamt konnten 17 Arten festgestellt werden (Tabelle 13), von denen die Mehrzahl auf Wiesen lebt oder Wiesen- und Waldstandorte gleichermaßen besiedelt. Nur eine Art (*Protogamasellus*

primitivus) war ausschließlich auf dieser Untersuchungsfläche anzutreffen. Bemerkenswert ist auch die Zunahme der Abundanzen und Dominanzwerte der beiden subdominanten Arten *Hypoaspis aculeifer* und *Veigaia exigua*.

Tab. 13 Artenspektrum der Untersuchungsfläche E/7
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 30.03.62 bis 17.09.62

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
1. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	eudominant 33,8	548
2. <i>Veigaia nemorensis</i> 3. <i>Pergamasus suecicus</i>	dominant 12,4 11,1	201 180
4. <i>Veigaia exigua</i> 5. <i>Hypoaspis aculeifer</i> 6. <i>Pergamasus vagabundus</i> 7. <i>Veigaia planicola</i>	subdominant 8,5 7,3 6,0 5,1	138 118 97 83
8. <i>Rhodacarus roseus</i> 9. <i>Epicriopsis horridus</i> 10. <i>Asca bicornis</i> 11. <i>Lasioseius berlesei</i> 12. <i>Cheiroseius borealis</i>	rezedent 3,8 2,9 2,5 2,1 1,2	62 48 41 34 20
13. <i>Ameroseius corbiculus</i> 14. <i>Rhodacarus reconditus</i> 15. <i>Epicriopsis rivus</i> 16. <i>Arctoseius eremitus</i> 17. <i>Protogamasellus primitivus</i>	subrezedent 0,8 0,8 0,4 0,4 0,4	14 14 7 7 7

5.2.5. Zehntes Rekultivierungsjahr (A/10)

Auf der Untersuchungsfläche A der Langteichhalde wurden im 10. Jahr nach der Rekultivierung mit Robinie, Pappel und Schwarzerle 15 Raubmilbenarten festgestellt (Tabelle 14). Davon war der rezedente *Cheiroseius unguiculatus* ausschließlich hier nachzuweisen. Ein dominantes Vorkommen entwickelten *Veigaia exigua*, *Veigaia nemorensis* und *Hypoaspis aculeifer*. Typisch für Wiesenbiotope ist *Hypoaspis aculeifer*, der sich von Nematoden und Collembolen ernährt. Die euryöke *Veigaia nemorensis* besiedelt Wiesen- und Waldbiotope gleichermaßen. Beide Arten der Gattung *Veigaia* bevorzugen Collembolen als Nahrungstiere (KARG 1971). Als Vorzugshabitat für *Veigaia exigua* werden in der Literatur ebenfalls Wiesen- und Waldstandorte genannt. In den vorliegenden Untersuchungen erreicht die Art in diesem Rekultivierungsstadium ihre höchste Dominanz.

Der Anteil der für Wiesen und Äcker typischen Arten hat im Vergleich zu den Untersuchungsflächen T/4 und E/7 abgenommen und beträgt nur noch ungefähr 50%. Ein Fünftel nehmen Raubmilbenarten ein, die sowohl Wiesen- als auch Waldstandorte besiedeln, und die restlichen 30% sind bereits Waldarten. Insgesamt ist eine deutliche Veränderung des Artenspektrums der Gamasina im Vergleich mit den beiden jüngeren Rekultivierungsflächen zu beobachten. Der auffälligste standörtliche Unterschied besteht in der wesentlich größeren Deckung der gepflanzten Laubbäume und einer damit verbundenen zunehmenden Beschattung der Bodenoberfläche, die unter diesen Bedingungen geringere Temperatur- und Feuchteschwankungen aufweist.

Es ist festzustellen, daß 10 Jahre nach der Rekultivierung mit Laubbölgern die ersten Gamasina, die typisch für eine Waldfauna sind, in höheren Abundanzen auftreten. Gleichzeitig sind die Siedlungsdichten der auf T/4 und E/7 häufigen Arten rückläufig.

Tab. 14 Artenspektrum der Untersuchungsfläche A/10
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 30.03.62 bis 17.09.62

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
	eudominant -----	-----
1. <i>Veigaia exigua</i>	dominant 25,7	180
2. <i>Veigaia nemorensis</i>	18,8	132
3. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	13,8	97
4. <i>Epicriopsis horridus</i>	subdominant 9,8	69
5. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	9,8	69
6. <i>Veigaia planicola</i>	8,8	62
7. <i>Pergamasus vagabundus</i>	rezedent 2,8	20
8. <i>Ameroseius corbiculus</i>	2,0	14
9. <i>Cheiroseius borealis</i>	2,0	14
10. <i>Lasioseius berleseii</i>	1,0	7
11. <i>Cheiroseius unguiculatus</i>	1,0	7
12. <i>Arctoseius cetratus</i>	1,0	7
13. <i>Asca bicornis</i>	1,0	7
14. <i>Parasitus lunulatus</i>	1,0	7
15. <i>Veigaia cerva</i>	1,0	7
	subrezedent -----	-----

5.2.6. Vierundzwanzigstes Rekultivierungsjahr (N/24)

Obwohl sich der Randstreifen der Außenhalde Nord in Deutsch - Ossig, wie bereits erwähnt, phänologisch etwas langsamer entwickelte als andere Halden des Braunkohlentagebaues Berzdorf/OL, sind im 24. Rekultivierungsjahr vorwiegend Arten vertreten, die Wiesen- und Waldbiotope gleichermaßen besiedeln. Überwiegend rezedent oder subrezedent kommen typische Waldbewohner vor.

Von den 20 ermittelten Arten (Tab. 15) sind *Rhodacarellus silesiacus*, *Pergamasus misellus*, *Veigaia exigua* und *Geholaspis mandibularis* dominant. Eine eudominante Art war nicht festzustellen. Die hohe Abundanz von *Geholaspis mandibularis* weist auf gut ausgebildete Populationen »wurm-förmiger Nahrungstiere« hin, die für die Existenz dieser Art erforderlich sind. Sie ernährt sich vorwiegend von Nematoden und Enchytraeiden (KARG 1971). Von den dominanten Arten erreichen in diesem Rekultivierungsstadium *Pergamasus misellus* und *Geholaspis mandibularis* ihre höchsten Dominanzen.

Rezедent sind jetzt auch bereits größere Raubmilben wie *Pergamasus crassipes*, *Pergamasus quisquiliarum* und *Veigaia cerva* anzutreffen, die in der Streu und der obersten Bodenschicht leben. Sie deuten auf einen gut ausgebildeten Oberboden mit reichlich groben Humusanteilen und eine flächendeckende Streuschicht hin, wie es für Waldbiotope typisch ist. Ausschließlich auf dieser Untersuchungsfläche wurden die Arten *Pseudolaelaps doderoi* (subdominant), *Rhodacarellus apophyseus* (rezedent) und *Hypoaspis vacua* (subrezedent) nachgewiesen.

Die Raubmilbengemeinschaft dieses Rekultivierungsstadiums zeigt bereits die Ausbildung erster Ansätze einer sich entwickelnden Waldfauna.

Tab. 15 Artenspektrum der Untersuchungsfläche N/24
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 03.04.85 bis 06.12.85

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
	eudominant	-----
	-----	-----
	dominant	
1. <i>Pergamasus misellus</i>	14,6	243
2. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	14,6	243
3. <i>Veigaia exigua</i>	12,0	200
4. <i>Geholaspis mandibularis</i>	10,2	171
	subdominant	
5. <i>Pergamasus suecicus</i>	7,7	128
6. <i>Pergamasus vagabundus</i>	7,7	128
7. <i>Pseudolaelaps doderoi</i>	6,8	114
8. <i>Veigaia nemorensis</i>	6,0	100
	rezedent	
9. <i>Veigaia planicola</i>	4,3	71
10. <i>Rhodacarellus apophyseus</i>	4,2	70
11. <i>Pergamasus quisquiliarum</i>	2,6	43
12. <i>Pergamasus crassipes</i>	1,7	28
13. <i>Veigaia cervae</i>	1,7	28
	subrezedent	
14. <i>Eviphis ostrinus</i>	0,8	14
15. <i>Geholaspis longispinosus</i>	0,8	14
16. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	0,8	14
17. <i>Hypoaspis vacua</i>	0,8	14
18. <i>Leiioseius bicolor</i>	0,8	14
19. <i>Rhodacarus ancorae</i>	0,8	14
20. <i>Pergamasus norvegicus</i>	0,8	14

5.2.7. Dreiunddreißigstes Rekultivierungsjahr (A/33)

Von allen untersuchten Rekultivierungen ist diese Fläche am weitesten entwickelt und zeigt pflanzensoziologisch ein typisches Waldstadium. Mehr als 75% der ermittelten 21 Arten (Tabelle 16) besiedeln Waldbiotope oder sind sowohl in Wald- als auch Wiesenbiotopen anzutreffen. Die Standortbedingungen bieten auch hier keine Möglichkeit für die Massenentwicklung einer Art.

Bemerkenswert ist das dominante Auftreten von *Pergamasus diversus* und *Rhodacarellus kreuzi*, die im allgemeinen nur »spärlich« anzutreffen sind (KARG 1971). Außerdem ist noch das Vorkommen von *Pergamasus suecicus* dominant einzustufen. Alle drei Arten ernähren sich überwiegend von Collembolen und Nematoden, *Rhodacarellus kreuzi* eventuell vorwiegend von Nematoden (KARG 1983). Die drei auf dieser Untersuchungsfläche dominanten Arten erreichen im Rekultivierungsstadium A/33 ihre höchsten Dominanzen.

Die beiden Arten *Pseudoparasitus placentulus* (rezedent) und *Parasitus magnus* (subrezedent) hatten hier ihr ausschließliches Vorkommen. Auffällig ist auch die hohe Anzahl subrezedenter Arten, ein Hinweis auf den erreichten Grad der Differenzierung des Bodenökosystems, das es vielen Arten erlaubt, kleine Populationen auszubilden. Die dabei erreichte Artenvielfalt hat aber noch nicht die Ausprägung, wie sie auf der Vergleichsfläche im Auenwald (Fraxino - Ulmetum) vorzufinden war.

Tab. 16 Artenspektrum der Untersuchungsfläche A/33
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 03.04.85 bis 06.12.85

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
	eudominant -----	-----
	dominant	
1. <i>Rhodacarellus kreuzi</i>	29,6	900
2. <i>Pergamasus suecicus</i>	19,2	585
3. <i>Pergamasus diversus</i>	14,1	428
	subdominant	
4. <i>Veigaia exigua</i>	8,7	246
5. <i>Pergamasus vagabundus</i>	6,1	186
6. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	5,8	178
	rezedent	
7. <i>Rhodacarus ancorae</i>	4,2	128
8. <i>Leioseius bicolor</i>	2,3	71
9. <i>Parasitus lunulatus</i>	2,1	64
10. <i>Pseudoparasitus placentulus</i>	1,8	57
	subrezedent	
11. <i>Geholaspis longispinosus</i>	0,9	28
12. <i>Pachylaelaps ineptus</i>	0,9	28
13. <i>Veigaia cerva</i>	0,9	28
14. <i>Geholaspis mandibularis</i>	0,7	21
15. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	0,4	14
16. <i>Pergamasus quisquiliarum</i>	0,4	14
17. <i>Parasitus magnus</i>	0,4	14
18. <i>Eviplis ostrinus</i>	0,2	7
19. <i>Pergamasus crassipes</i>	0,2	7
20. <i>Veigaia nemorensis</i>	0,2	7
21. <i>Veigaia planicola</i>	0,2	7

5.2.8. Dreiunddreißigstes Rekultivierungsjahr der Kiefernauflorstung (L/33)

Die Raubmilbenzönose in der relativ monotonen Kiefernauflorstung ist sehr artenarm (Tabelle 17) und bietet auch noch im Waldstadium die Möglichkeit zur Massenentwicklung einer Art. *Pergamasus vagabundus*, eine häufige Art in Waldbiotopen (KARG 1971), hat hier ein eudominantes Vorkommen und erreicht auf dieser Fläche ihre höchste Dominanz. Sie ist in der Lage, verschiedene Nahrungstiere, insbesondere Collembolen und Nematoden (KARG 1983), zu nutzen.

Bevorzugte Nahrung der einzigen dominanten Art, *Veigaia nemorensis*, sind Collembolen (KARG 1971). Zieht man in Betracht, daß 87,15% aller Individuen dieser Untersuchungsfläche in der 4 - 6 cm mächtigen Nadelstreuschicht gefunden wurden, ist zu erwarten, daß die etwa gleichgroßen Arten verschiedene ökologische Nischen einnehmen. Eine Erklärung dafür bieten die bevorzugten Lebensräume. Während *Veigaia nemorensis* Wiesen- und Waldbiotope gleichermaßen besiedeln kann, lebt *Pergamasus vagabundus* überwiegend in Waldstandorten (KARG 1971). Die ermittelten Dominanzverhältnisse beider Arten (*Pergamasus vagabundus* 41% und *Veigaia nemorensis* 15%) entsprechen gut dem auf der Untersuchungsfläche vorgefundenen Verhältnis von vergasteten Stellen im Kiefernforst und reiner Nadelstreu. Diese Fakten drängen zu der Annahme, daß die eudominante Art *Pergamasus vagabundus* den Flächenanteil mit reiner Nadelstreu bevorzugt, die dominante Art *Veigaia nemorensis* aber die durch Bestandslücken und bessere Belichtung vergasteten Stellen der Kiefernrekultivierung besiedelt.

Insgesamt wurden nur 13 Arten nachgewiesen, von denen mehr als 75% für Waldbiotope typisch sind oder in Wiesen und Waldstandorten gleichermaßen leben können. Es gibt keine Art, die ausschließlich auf dieser Fläche vorkommt. Damit wird auch auf den ohnehin mit Raubmilben gering besiedelten Halden die bekannte Tatsache deutlich, daß Monokulturen wie der Kiefernforst nur die

Entwicklung einer artenarmen Gamasina-Gemeinschaft ermöglichen. Da die Entwicklungstendenz dieser Rekultivierungsfläche, wie unter Abschnitt 2.1.3. beschrieben, die beginnende Umwandlung in einen Mischwald zeigt, ist auf diesem Standort mit einer künftigen deutlichen Veränderung der Raubmilbengesellschaft zu rechnen.

Tab. 17 Artenspektrum der Untersuchungsfläche L/33
Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 03.04.85 bis 06.12.85

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
1. <i>Pergamasus vagabundus</i>	eudominant 41,0	1092
2. <i>Veigaia nemorensis</i>	dominant 15,0	400
3. <i>Pergamasus succicus</i>	subdominant 9,1	243
4. <i>Rhodacarus roseus</i>	7,8	209
5. <i>Pergamasus misellus</i>	6,9	185
6. <i>Veigaia cerva</i>	5,6	150
7. <i>Geholaspis longispinosus</i>	rezedent 4,4	116
8. <i>Veigaia planicola</i>	3,0	81
9. <i>Parasitus lunulatus</i>	2,2	58
10. <i>Veigaia exigua</i>	2,2	58
11. <i>Leioseius bicolor</i>	1,5	40
12. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	subrezedent 0,6	17
13. <i>Pergamasus diversus</i>	0,4	11

5.2.9. Vergleichsfläche »Kiesdorfer Wald« (W)

Die typische Ausbildung des Fraxino - Ulmetums im »Kiesdorfer Wald« bei Berzdorf/OL zeigt mit 28 festgestellten Raubmilbenarten (Tabelle 18) die größte Artenvielfalt von allen Untersuchungsflächen. Ein dominantes Vorkommen erreichte in diesem artnahen Wald in unmittelbarer Nähe der Halden als einzige Art die euryöke *Veigaia nemorensis*. Sie besiedelt, wie bereits erwähnt, Wiesen- und Waldstandorte gleichermaßen und ernährt sich vorwiegend von Collembolen (KARG 1971).

Von dem ermittelten Artenspektrum bevorzugen 35% Waldhabitats, ebenfalls 35% sind in Wald- und Wiesenhabitats gleichermaßen anzutreffen, 14% sind als Wiesenarten zu kennzeichnen und von 14% waren in der Literatur keine eindeutigen Angaben zu ermitteln. Daraus wird deutlich, wie weit das Artenspektrum der Rekultivierungsflächen noch von einer natürlichen Zusammensetzung entfernt ist. Das unterstreicht die bereits genannte Vorstellung, daß nach 33 Jahren auf den Berzdorfer Halden die Entwicklung einer ausgereiften Raubmilbengemeinschaft noch nicht zum Abschluß gelangt ist. Die Ursache scheint im größeren Nischenangebot des Fraxino - Ulmetums zu liegen.

Die Raubmilbengemeinschaft der Vergleichsfläche wird auch durch den hohen Anteil der nur auf dieser Fläche ermittelten Arten gekennzeichnet. Er liegt mit 8 Arten im Auenwald wesentlich höher als auf den Rekultivierungsflächen, wo jeweils nur zwischen 0 und 3 Arten ausschließlich auf einer Untersuchungsfläche gefunden wurden. Es handelt sich um folgende Arten:

<i>Pachyseius humeralis</i>	<i>Pergamasus barbarus</i>
<i>Pachylaelaps laeuchlii</i>	<i>Pergamasus leruthi</i>
<i>Pachylaelaps scutatus</i>	<i>Pergamasus oxygynelloides</i>
<i>Zercon vagabundus</i>	<i>Pergamasus pannonicus</i>

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Gamasina-Gemeinschaft des Fraxino - Ulmetums eine hohe Eigenständigkeit besitzt.

Tab. 18 Artenspektrum der Vergleichsfläche »Kiesdorfer Wald« W
 Durchschnittliche Siedlungsdichten aus den Bodenproben vom 21.05.62 bis 05.11.62

Art	Dominanz in %	Abundanz in Ind./m ²
	eudominant	-----
1. <i>Veigaia nemorensis</i>	dominant 13,7	250
2. <i>Zercon gurensis</i>	subdominant 9,4	172
3. <i>Pachyseius humeralis</i>	8,8	160
4. <i>Zercon vagabundus</i>	8,8	161
5. <i>Pergamasus misellus</i>	8,1	148
6. <i>Pachylaelaps suecicus</i>	7,1	130
7. <i>Pergamasus pannonicus</i>	6,5	119
8. <i>Pergamasus vagabundus</i>	6,1	112
9. <i>Rhodacarellus silesiacus</i>	5,5	101
10. <i>Pergamasus suecicus</i>	rezedent 4,9	89
11. <i>Eviplis ostrinus</i>	3,6	65
12. <i>Hypospis aculeifer</i>	3,6	65
13. <i>Pergamasus truncellus</i>	3,2	59
14. <i>Geholaspis mandibularis</i>	1,3	24
15. <i>Pachylaelaps laeuchlii</i>	1,3	24
16. <i>Rhodacarellus kreuzi</i>	1,3	23
17. <i>Pachylaelaps ineptus</i>	subrezedent 0,9	18
18. <i>Lasioseius youcefi</i>	0,9	18
19. <i>Arctoseius eremitus</i>	0,9	18
20. <i>Leioseius bicolor</i>	0,6	12
21. <i>Veigaia exigua</i>	0,6	12
22. <i>Pachylaelaps scutatus</i>	0,3	6
23. <i>Arctoseius venustulus</i>	0,3	6
24. <i>Pergamasus barbarus</i>	0,3	6
25. <i>Pergamasus leruthi</i>	0,3	6
26. <i>Pergamasus oxygynelloides</i>	0,3	6
27. <i>Pergamasus norvegicus</i>	0,3	6
28. <i>Veigaia cerva</i>	0,3	6

5.3. Die Sukzession euedaphischer Raubmilbensynusien auf den Berzdorfer Halden

Zur Charakterisierung der Sukzession der Raubmilben werden im folgenden Synusien gebildet. Sie sind nach DUNGER & DUNGER (1984) als Tiergesellschaften zu definieren, die abstrahierend aus konkreten Tiergemeinschaften, im vorliegenden Fall den beschriebenen Raubmilbengemeinschaften, ermittelt wurden. In Anlehnung an DUNGER (1975) erfolgte die Aufstellung der Synusien in folgenden Schritten:

1. Zusammenstellung der Dominanzwerte aller subdominanten, dominanten und eudominanten Arten je Untersuchungsfläche
2. Überprüfung der Arten auf Besiedlungsunterschiede
3. Auswahl von Differentialarten

Unter Differentialarten sind im vorliegenden Fall Raubmilbenarten zu verstehen, die in der Besiedlung der Untersuchungsflächen eine negative Korrelation zeigen, weil sie sich absolut bzw. relativ ökologisch ersetzen (DUNGER 1975). Für die Aufstellung der Synusien wurden ein bis zwei Differentialarten ausgewählt (Tab. 19).

Für bodenbiologische Vergleiche unter Bezugnahme auf Raubmilben ist eine besonders sorgfältige Bewertung der Arten und ihrer Autökologie (KARG 1989) erforderlich. Das trifft besonders auf parasitische Formen zu, da sie der Populationsdynamik der Kleinsäuger unterliegen. In der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um die Arten *Laelaps hilaris* und *Eulaelaps stabularis*. Auch myrmecophile Raubmilbenarten können nur bedingt in pedobiologische Vergleiche einbezogen werden, da das Vorkommen von Ameisenkolonien die Präsenz anderer Arthropoden entscheidend beeinflussen kann (KARG 1989, SEIFERT 1982). Diese Möglichkeit ist auf den Berzdorfer Halden z.B. für *Hypoaspis vacua* zu berücksichtigen.

Euryöke bzw. eurytope Arten wie *Veigaia nemorensis* (Abb. 9), *Pergamasus suecicus* (Abb. 10) oder *Rhodacarellus silesiacus* (Abb. 11) sind für die Charakterisierung von Gamasina-Synusien ebenfalls nicht geeignet und scheiden als Differentialarten aus. Der *Rhodacarellus silesiacus* ist in besonders hohen Abundanzen auf den Untersuchungsflächen T/4 und E/7 anzutreffen. *Veigaia nemorensis* kommt in sehr vielen Biotopen in hohen Siedlungsdichten vor, und *Pergamasus suecicus* besiedelt Wiesen- und Waldstandorte gleichermaßen sowie in variierenden Abundanzen (KARG 1971).

Erläuterung zu den Abbildungen 9 bis 32

Diese Diagramme zeigen die Jahresdurchschnittswerte der Abundanzen (in Individuen pro m²) und die daraus errechneten Dominanzen (in %). Sie sind jeweils auf eine Raubmilbenart bezogen und für alle Untersuchungsflächen von den Halden (T/4 bis L/33) sowie dem naturnahen Auenwald aufgetragen.

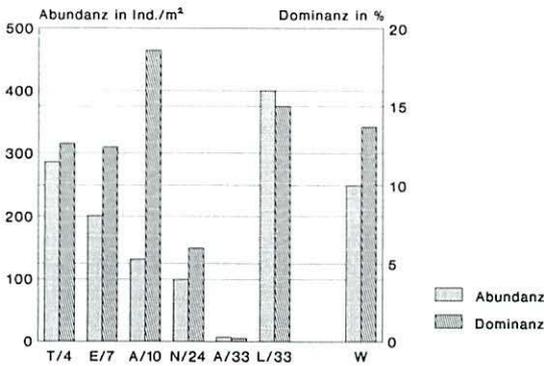


Abb. 9: *Veigaia nemorensis*

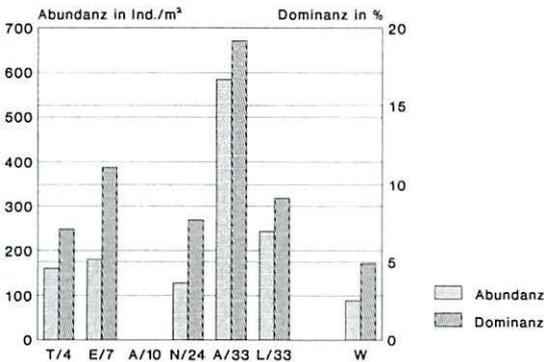


Abb. 10: *Pergamasus suecicus*

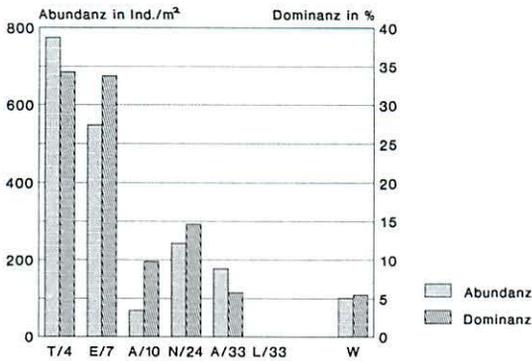


Abb. 11: *Rhodacarellus silosiacus*

Die Auswertung der Abundanzen und Dominanzverhältnisse der Arten läßt 3 aufeinanderfolgende Sukzessionsstadien erkennen, die die Entwicklung der Raubmilbenfauna auf den Berzdorfer Halden kennzeichnen (Tabelle 19).

Die »Pioniersynusie« erreicht ihre optimale Ausprägung an einem offenen, durch die gepflanzten Holzarten mikroklimatisch wenig beeinflussten, unbedeutend beschatteten Standort mit starken Temperatur- und Feuchteschwankungen. Die Bodenbildung steht mit einer gering ausgebildeten Arthropoden-Moderschicht erst am Beginn der Entwicklung. Dieses Stadium war im Untersuchungsgebiet auf der Teichhalde im 4. Jahr nach der Renaturierung ausgebildet (T/4).

- Pionierstadium -

Die »Übergangssynusie« findet die besten Lebensbedingungen auf einem »Vorwald«- Standort, der mit niedrigen Bäumen bestanden und teilweise bereits beschattet ist. Der Lebensraum der Raubmilben wird durch einen milden Regenwurmull mit zurücktretendem Arthropoden- und Pilzeinfluß gebildet und hat nur noch geringe Temperatur- und Feuchteschwankungen. Dieses Entwicklungsstadium zeigt die Langteichhalde im 10. Rekultivierungsjahr (A/10).

- Übergangsstadium -

Die »Gleichgewichtssynusien« kennzeichnen einen voll entwickelten und intensiv beschatteten Waldstandort mit gut ausgebildetem humosen Oberboden sowie ausgeglichenem Temperatur- und Feuchteregime, wie ihn die Untersuchungsfläche A/33 auf der Langteichhalde repräsentiert. Die Kiefernrekultivierungsfläche (L/33) nimmt eine Sonderstellung ein, die durch Artenarmut und ein etwas verändertes Artenspektrum gekennzeichnet ist. Trotzdem ist sie aber von einer im Vergleich zum Übergangsstadium entwickelteren Synusie besiedelt.

- Gleichgewichtsstadium -

Keine der Raubmilbensynusien der Halden erreicht die Artenvielfalt und -zusammensetzung der Vergleichsfläche im Auenwald. Diese bildet eine eigene »Auenwaldsynusie«.

Tab. 19 Zusammenstellung aller Gamasina-Arten mit einer Dominanz ab 5%
(Abundanz kursiv, Differentialarten hervorgehoben)

Art	Untersuchungsfläche						
	T/4	E/7	A/10	N/24	A/33	L/33	W
Pionierstadium							
<i>Rhod. reconditus</i>	5,0 <i>114</i>	0,8 <i>14</i>					
<i>Amer. corbiculus</i>	8,3 <i>187</i>	0,8 <i>14</i>	2,0 <i>14</i>				
<i>Rhll. silesiacus</i>	34,3 <i>775</i>	33,8 <i>548</i>	9,8 <i>69</i>	14,6 <i>243</i>	5,8 <i>178</i>		5,5 <i>101</i>
Übergangsstadium							
<i>Epic. horridus</i>		2,9 <i>48</i>	9,8 <i>69</i>				
<i>Hypo. aculeifer</i>	1,6 <i>36</i>	7,3 <i>118</i>	13,8 <i>97</i>	0,8 <i>14</i>	0,4 <i>14</i>	0,6 <i>17</i>	3,6 <i>65</i>
<i>Veig. exigua</i> 1,6	8,5 <i>36</i>	25,8 <i>138</i>	12,0 <i>180</i>	8,7 <i>200</i>	2,2 <i>264</i>	0,6 <i>58</i>	
Gleichgewichts- stadium							
<i>Perg. vagabundus</i>	0,2 <i>5</i>	6,0 <i>97</i>	2,8 <i>20</i>	7,7 <i>128</i>	6,1 <i>186</i>	41,0 <i>1092</i>	6,1 <i>112</i>
<i>Veig. planicola</i>	6,2 <i>140</i>	5,1 <i>83</i>	8,8 <i>62</i>	4,3 <i>71</i>	0,2 <i>7</i>	3,0 <i>81</i>	
<i>Rhod. roseus</i>		3,8 <i>62</i>				7,8 <i>209</i>	
<i>Veig. cerva</i>		1,0	1,7 <i>7</i>	0,9 <i>28</i>	5,6 <i>28</i>	0,3 <i>150</i>	6
<i>Pseu. doderoi</i>				6,8 <i>114</i>			
<i>Geho. mandibularis</i>				10,2 <i>171</i>	0,7 <i>21</i>		1,3 <i>24</i>
<i>Perg. misellus</i>				14,6 <i>243</i>		6,9 <i>185</i>	8,1 <i>148</i>
<i>Perg. diversus</i>					14,1 <i>428</i>	0,4 <i>11</i>	
<i>Rhll. kreuzi</i>				29,6	900	1,3	23
(Auenwaldsynusie)	---	---	---	---	---	---	---
<i>Zerc. gurensis</i>	0,6 <i>15</i>						9,4 <i>172</i>
<i>Pase. humeralis</i>							8,8 <i>160</i>
<i>Zerc. vagabundus</i>							8,8 <i>161</i>
<i>Pala. pannonicus</i>							6,5 <i>119</i>
(euryöke Arten)							
<i>Perg. suecicus</i>	7,1 <i>161</i>	11,1 <i>180</i>		7,7 <i>128</i>	19,2 <i>585</i>	9,1 <i>243</i>	4,9 <i>89</i>
<i>Veig. nemorensis</i>	12,6 <i>286</i>	12,4 <i>201</i>	18,8 <i>132</i>	6,0 <i>100</i>	0,2 <i>7</i>	15,0 <i>400</i>	13,7 <i>250</i>

5.3.1. Pionierstadium

Ameroseius corbiculus - *Rhodacarus reconditus* - Synusie

Da die Entwicklung der Raubmilben erst nach einer Besiedlung der Flächen mit Nahrungstieren, insbesondere Collembolen und Nematoden, einsetzen kann, muß man davon ausgehen, daß die Gamasina später in nachweisbaren Dichten zu finden sind als die genannten Beutetiere. So ist es auch zu erklären, daß auf der Untersuchungsfläche N/2 nur einzelne Raubmilben angetroffen wurden, obwohl bereits eine Collembolen - Synusie mit sehr geringer Dichte ausgebildet war (DUNGER, 1968). Auch HERMOSILLA (1980) stellte in seinen Untersuchungen zur Mesofauna verschieden alter Rekultivierungsflächen im Braunkohlentagebauegebiet der Ville fest, daß Raubmilben erst nach einer Besiedlung der Flächen mit Collembolen in nachweisbaren Dichten auftreten.

Im 4. Rekultivierungsjahr war auf der Teichhalde bereits eine sehr gut ausgeprägte Gamasina-Gemeinschaft vorzufinden, die das Pionierstadium kennzeichnet. Neben dem eudominanten *Rhodacarellus silesiacus* ist das subdominante Vorkommen von *Ameroseius corbiculus* und *Rhodacarus reconditus* charakteristisch (Abb. 11, 12, 13, Tab. 12), was sich für *Ameroseius corbiculus* auch in den Untersuchungen mit Bodenfallen bestätigen läßt (Abschnitt 6). Die beiden erstgenannten Arten besiedeln bevorzugt Wiesen. *Rhodacarus reconditus* ist eine häufig in bewirtschafteten Ackerflächen gefundene Art (KARG 1971).

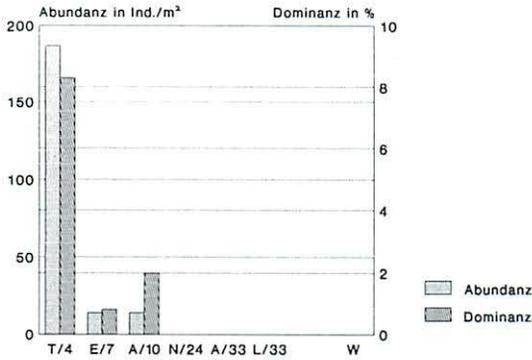


Abb. 12: *Ameroseius corbiculus*

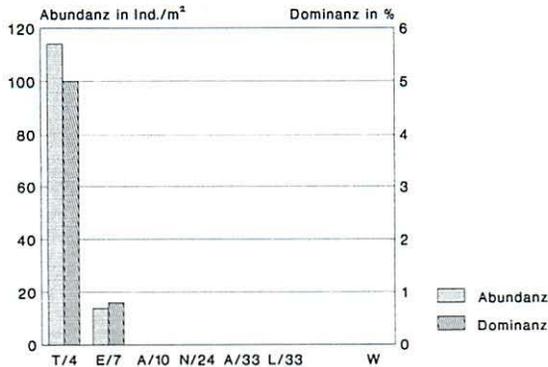


Abb. 13: *Rhodacarus reconditus*

Der Nachweis weiterer, rezident vorkommender Wiesenarten unterstützt die Kennzeichnung dieser Raubmilbengesellschaft als Stadium der »offenen Landschaft« (Abb. 14, 15). Nur die ebenfalls rezident vorkommende Art *Asca bicornis* erreichte ihre größte Dominanz auf der älteren Untersuchungsfläche E/7 (Abb. 16).

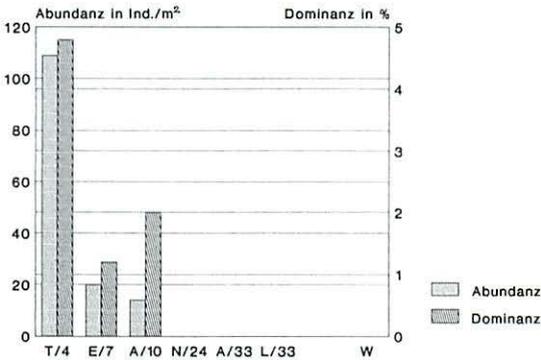


Abb. 14: *Cheiroseius borealis*

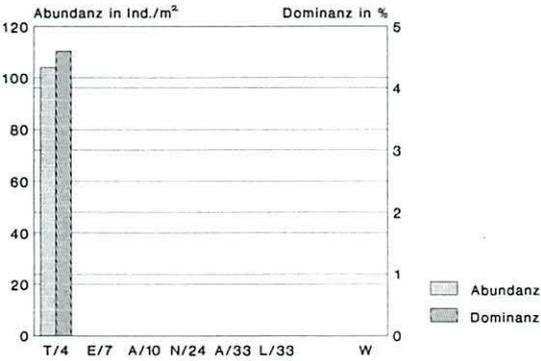


Abb. 15: *Alliphis siculus*

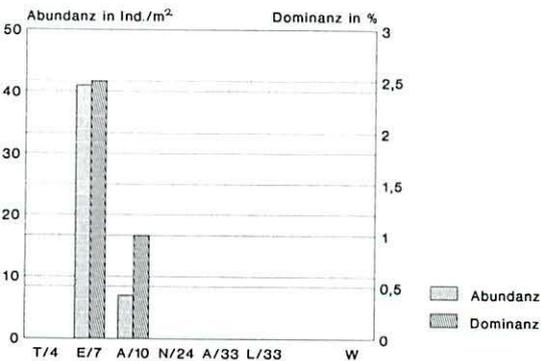


Abb. 16: *Asca bicornis*

Zusammenfassend ist festzustellen, daß für die Entwicklungsstadien der Untersuchungsflächen T/4 und E/7, die unterschiedliche Collembolen-Synusien aufweisen (DUNGER 1968), nur eine Gamasina - Synusie auszuscheiden ist. Eine Erklärung dieser Tatsache ist vermutlich in der Ernährungsweise der untersuchten Tiergruppe zu finden, denn Raubmilben sind offensichtlich nicht auf eine bestimmte Art angewiesen, sondern eher auf die Größe der Beutetiere. Sie können den Standort besiedeln, bis sich die für sie wichtigen ökologischen Bedingungen verändern.

5.3.2. Übergangsstadium
Epicriopsis horridus - Synusie

Eine weitere Gamasina-Synusie ist auf einem vorwiegend beschatteten Standort mit »Vorwaldcharakter« nachzuweisen, an dem durch zunehmende Aktivität der Bodenmakrofauna der vermehrte Bestandsabfall schnell in den Boden eingearbeitet wird. Der Vorwaldcharakter zeigt sich in einer stärkeren Beeinflussung der Rekultivierungsfläche durch die heranwachsenden Bäume, das ausgeglichene Temperatur- und Feuchteregime sowie die Ausbildung eines milden Regenwurmmulls. Die damit verbundene deutliche Veränderung der Lebensbedingungen der Mesofauna (auch der Nahrungstierpopulationen für Raubmilben) bewirkte offensichtlich die Veränderung der Raubmilbengemeinschaft.

Alle Populationen der für das Pionierstadium typischen Raubmilbenarten sind stark zurückgegangen und zum Teil bereits erloschen (Abb. 11 - 16). Eine Ausnahme bildet die euryöke *Veigaia nemorensis* (Abb. 9), die viele Standorte dominant besiedelt und auf der Untersuchungsfläche A/10 ihre größte Dominanz erreicht.

Das Übergangsstadium wird charakterisiert durch *Epicriopsis horridus* (Abb. 19, Tab. 14) einer nach KARG (1971) »spärlich im Wald« anzutreffenden Art. Die höchsten Dominanzen erreichen in der 10jährigen Robinie - Pappel - Schwarzerle - Rekultivierung *Hypoaspis aculeifer* und *Veigaia exigua* (Abb. 17, 18). Beide Arten sind auf allen Untersuchungsflächen anzutreffen. *Hypoaspis aculeifer* wird als typische Wiesenart angesehen (KARG 1971), die sich von Nematoden, Collembolen, Milben, Dipterenlarven und anderem ernährt, und *Veigaia exigua* besiedelt Wald- und Wiesenbiotope gleichermaßen.

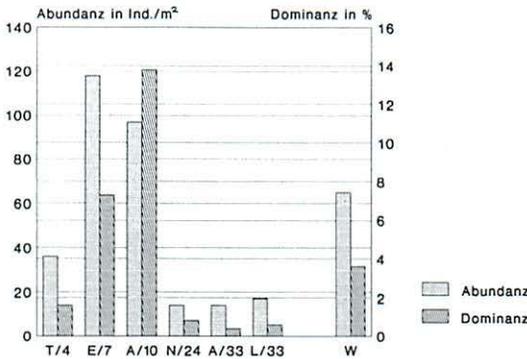


Abb. 17: *Hypoaspis aculeifer*

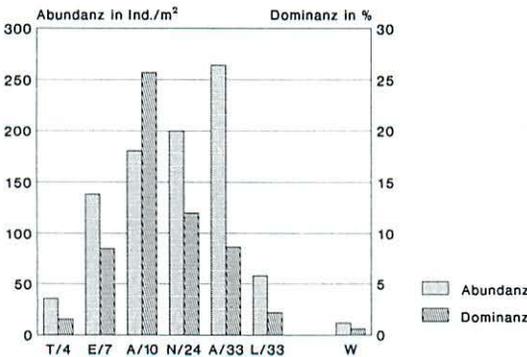


Abb. 18: *Veigaia exigua*

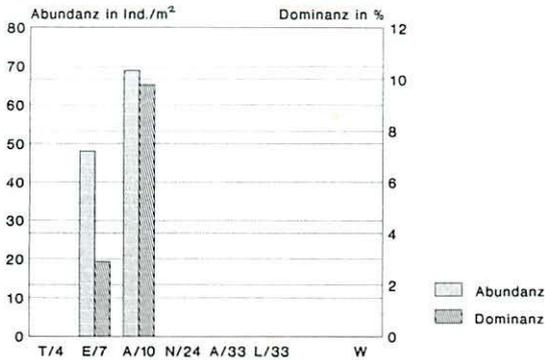


Abb. 19: *Epicriopsis horridus*

Insgesamt ist in diesem Stadium ein Rückgang der Wiesenarten auf ungefähr 50% festzustellen und ein Anstieg der Waldarten auf ca. 30%. Zu erwähnen ist noch *Veigaia planicola*, deren allgemeine Verbreitung von KARG (1971) »häufig auf dem Acker, spärlich im Wald« beschrieben wird. Sie erreicht auf dieser Untersuchungsfläche ihre größten Dominanzen (Abb. 20).

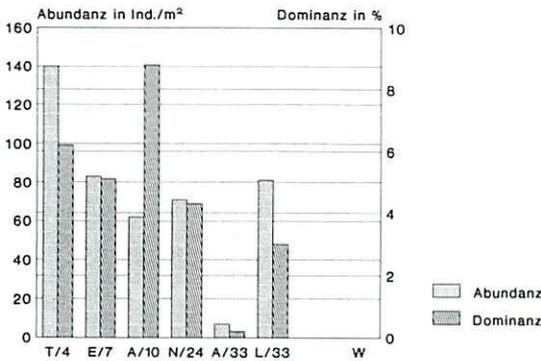


Abb. 20: *Veigaia planicola*

Die Untersuchungen ergaben, daß auf der Langteichhalde, Fläche A/10, eine schwach gekennzeichnete Gamasina-Synusie den hier ausgebildeten »Vorwald« charakterisiert. Die gleiche Untersuchungsfläche wird von DUNGER (1968) bei der Bearbeitung der Collembolen, ebenfalls mit unscharf ausgebildeter Synusie, im Übergang der Vegetations Sukzession Wiese zu Vorwald eingeordnet.

5.3.3. Gleichgewichtsstadium

Mit der Ausbildung eines Waldcharakters auf den Rekultivierungsflächen N/24, A/33 und L/33 kommt es erneut zu deutlichen Veränderungen der Raubmilbenfauna. Alle Indikatorarten des Pionierstadiums sind jetzt nicht mehr nachweisbar (Abb. 12 - 16). Auch die Dominanzen der charakteristischen Raubmilbenarten des Übergangsstadiums sind zurückgegangen (Abb. 17 - 20), und die Differentialart *Epicriopsis horridus* ist sogar bereits erloschen.

Die Entwicklung der Rekultivierungsflächen ist jetzt soweit fortgeschritten, daß sich viele aus Waldbiotopen bekannte Raubmilbenarten ansiedeln konnten und zum Teil bereits hohe Dominanzen erreichen (Abb. 21 - 31). Die meisten dieser Arten treten überhaupt erst ab dem Stadium N/24 auf. Die Bodenökosysteme haben sich weiter in verschiedener Richtung differenziert. Das ermöglicht die Herausbildung verschiedener Gamasina-Synusien.

Geholaspis mandibularis-Synusie

Die Untersuchungsfläche N auf dem Randstreifen der Außenhalde Nord in Deutsch Ossig zeigt im 24. Jahr der Schwarzzerle - Pappel - Rekultivierung eine *Geholaspis mandibularis*-Synusie (Abb. 22, Tab. 15). Weitere charakteristische Arten sind *Pergamasus misellus* und *Pergamasus quisquillarum* (Abb. 21, 23). Bedingt durch die Lage der Untersuchungsfläche am Osthang der Halde ist auch im Waldstadium noch mit höheren Temperatur- und Feuchteschwankungen aufgrund der windexponierten Lage zu rechnen. Das scheint sich auch darin zu bestätigen, daß *Rhodacarellus silesiacus* (Abb. 11) auf dieser Rekultivierungsfläche noch eine höhere Dominanz aufweist.

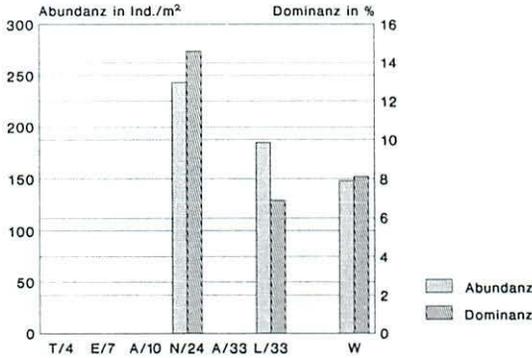


Abb. 21: *Pergamasus misellus*

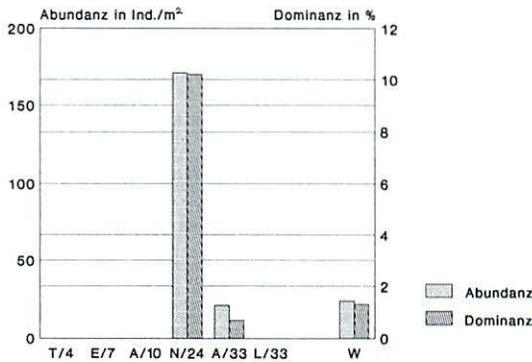


Abb. 22: *Geholaspis mandibularis*

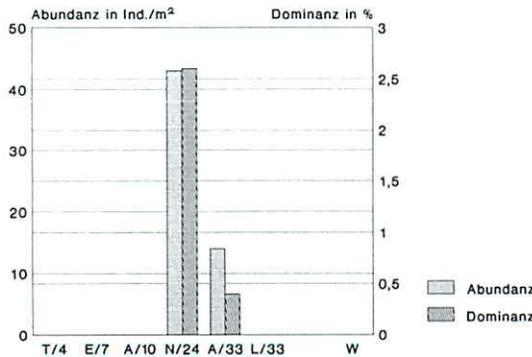


Abb. 23: *Pergamasus quisquillarum*

Rhodacarellus kreuzi - *Pergamasus diversus* - Synusie

Auf der Untersuchungsfläche A der Langteichhalde konnte sich im 33. Jahr der Robinie - Pappel - Schwarzerle - Rekultivierung eine *Rhodacarellus kreuzi* - *Pergamasus diversus* - Synusie ausbilden (Abb. 24, 25, Tab. 16). Die Eigenständigkeit dieser Gamasina-Gesellschaft wird durch die Arten *Rhodacarus ancorae* und *Leioseius bicolor* ebenfalls deutlich zum Ausdruck gebracht (Abb. 26, 27).

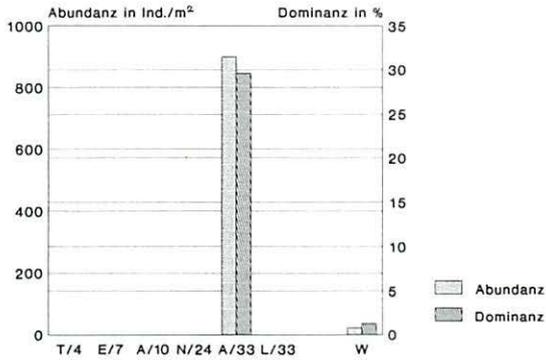


Abb. 24: *Rhodacarellus kreuzi*

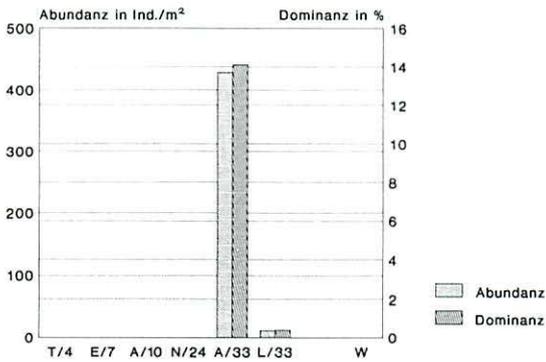


Abb. 25: *Pergamasus diversus*

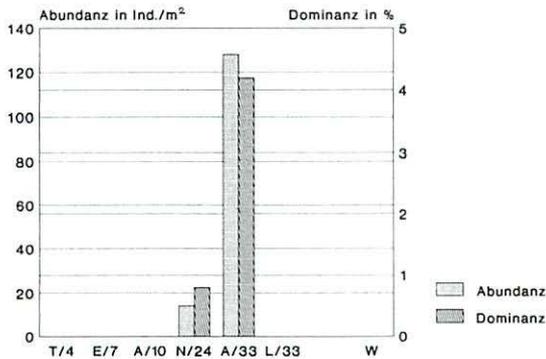


Abb. 26: *Rhodacarus ancorae*

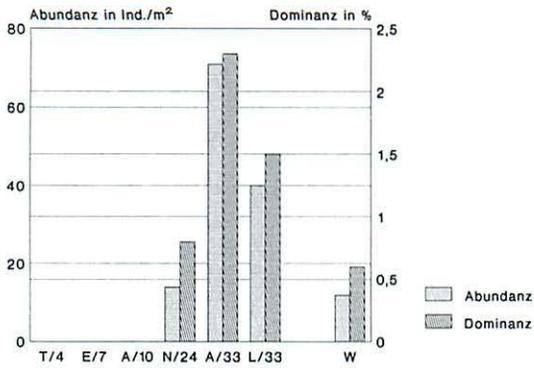


Abb. 27: *Leloseius bicolor*

Pergamasus vagabundus - Synusie

In der Kiefernauflistung auf der Untersuchungsfläche L/33 der Langteichhalde hat sich nur eine artenarme Raubmilbengemeinschaft entwickelt, die durch eine *Pergamasus vagabundus* - Synusie charakterisiert werden kann (Abb. 28, Tab. 17). Die Arten *Veigaia cerva* und *Geholaspis longispinosus* verdeutlichen weiterhin, daß sich auch die Gamasina-Synusie dieses Standortes klar von den anderen unterscheidet (Abb. 29, 30).

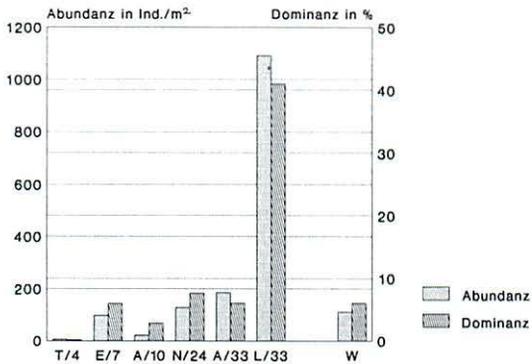


Abb. 28: *Pergamasus vagabundus*

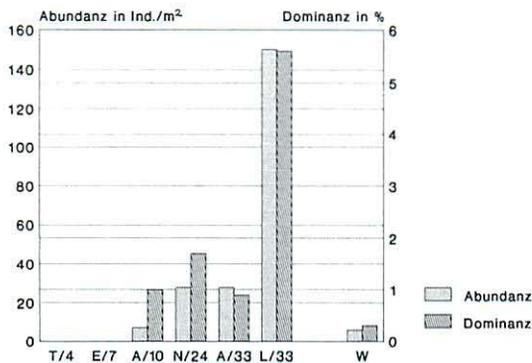


Abb. 29: *Veigaia cerva*

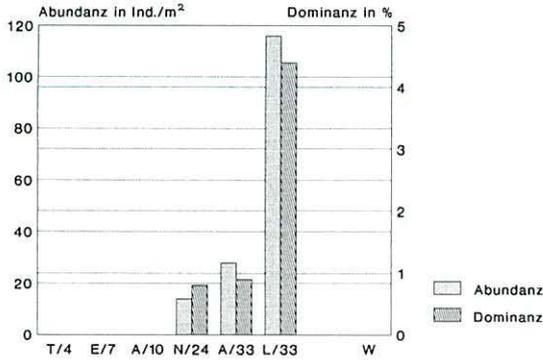


Abb. 30: *Geholaspis longispinosus*

Zercon gurensis - *Pachyseius humeralis* - Synusie

Die Raubmilbensynusie des Fraxino - Ulmetums im »Kiesdorfer Wald« ist durch die Arten *Zercon gurensis* und *Pachyseius humeralis* (Abb. 31, 32, Tab. 18) charakterisiert. Eine scharfe Abgrenzung der »Auenwald - Synusie« kommt außerdem durch die acht nur auf dieser Fläche nachgewiesenen Arten zum Ausdruck.

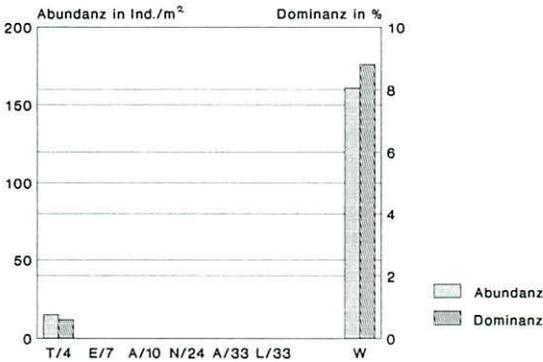


Abb. 31: *Zercon gurensis*

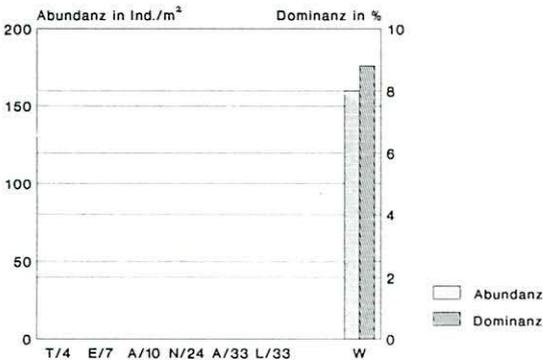


Abb. 32: *Pachyseius humeralis*

Wie eben dargestellt, ist die Ausbildung der Gamasina-Synusien auf verschieden bestockten Standorten auch unterschiedlich, was im wesentlichen von den vorhandenen Nahrungstierpopulationen und dem Stand der Entwicklung des Oberbodens bzw. der Humusaufgabe abhängig sein dürfte. Im Vergleich zum Auenwald von Kiesdorf fällt sofort die geringere Artenzahl auf den Rekultivierungsflächen auf.

Laubwaldrekultivierung		Kiefernrekultivierung	Fraxino - Ulmetum
N/24	A/33	L/33	W
20 Arten	21 Arten	13 Arten	28 Arten

6. Ergebnisse der Untersuchungen von Fallenproben Entwicklung der epedaphischen Raubmilbenfauna auf den Halden

Aus der Vielzahl der im Jahre 1962 entnommenen Fallenproben mit einer Standzeit von 7 Tagen sollen sechs Serien in die Darstellung der Ergebnisse einfließen, um den Vergleich zu den drei Barberfallenserien von 1985 mit einer Standzeit von 14 Tagen zu ermöglichen. Die Verschiedenheit der Probenahme beider Jahre begrenzt zwar die Aussagefähigkeit der Ergebnisse, läßt aber den Trend der Entwicklung dennoch erkennen.

Im Verlauf der Entwicklung der Halden ist eine Änderung der Artenzusammensetzung in den Fallenfängen zu beobachten (Tab. 20). Die Anzahl der je Rekultivierungsfläche festgestellten Raubmilbenarten zeigt aber nur geringfügige Schwankungen. Lediglich die Vergleichsfläche im Fraxino - Ulmetum liegt mit 4 Arten etwas darunter (Abb. 33). Daraus wird ersichtlich, daß die quantitative Artenanzahl bei der epedaphischen Raubmilbenfauna keine Aussage zum Sukzessionsablauf zuläßt. Für die Untersuchung der Bodenfallen ist die Frage aufzuwerfen, ob die epedaphische Raubmilbengarnitur eine ähnliche Sukzession zeigt, wie sie für den euedaphischen Lebensbereich ermittelt werden konnte.

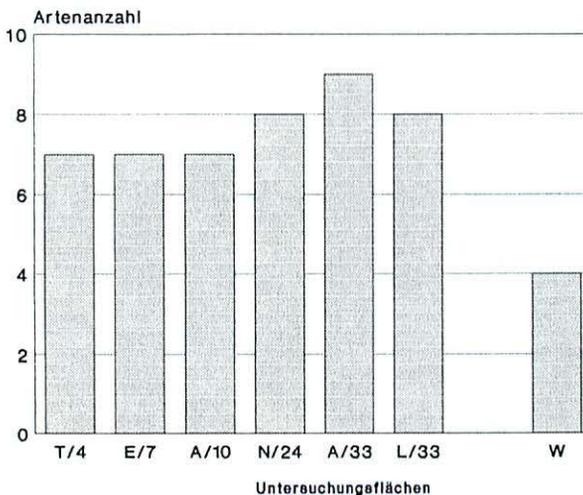


Abb. 33 Artenzahl auf den Untersuchungsflächen

Tab. 20 Artenspektrum der Fallenfänge
mit »*« gekennzeichnete Arten traten ausschließlich in den Fallenfängen auf

Art	Anzahl der Individuen je Probestfläche						
	T/4	E/7	A/10	N/24	A/33	L/33	W
Pionierstadium							
1. <i>Eulaelaps stabularis</i> *	1	—	—	—	1	—	—
2. <i>Laelaps hilaris</i> *	2	—	—	—	—	—	—
3. <i>Lasioseius youcefi</i>	1	—	—	—	—	—	—
4. <i>Ameroseius corbiculus</i>	20	3	6	—	—	—	—
5. <i>Amblyseius obtusus</i>	18	—	1	—	—	—	—
6. <i>Lasioseius berlesei</i>	2	1	3	—	—	—	—
7. <i>Epicriopsis horridus</i>	—	1	—	—	—	—	—
8. <i>Macrocheles rotundiscutis</i> *	—	1	—	—	—	—	—
Gleichgewichtsstadium							
9. <i>Iphidosoma fimetarium</i> *	—	1	1	6	18	93	72
10. <i>Parasitus lunulatus</i>	—	1	—	11	18	26	7
11. <i>Neojordensia levis</i> *	—	—	2	—	—	—	—
12. <i>Hypoaspis aculeifer</i>	—	—	1	—	—	—	—
13. <i>Pergamasus crassipes</i>	—	—	6	21	13	1	—
14. <i>Hypoaspis vacua</i>	—	—	—	2	—	—	—
15. <i>Geholaspis longispinosus</i>	—	—	—	1	—	—	—
16. <i>Macrocheles montanus</i> *	—	—	—	10	1	—	—
17. <i>Pergamasus norvegicus</i>	—	—	—	3	—	1	—
18. <i>Lasioseius kargi</i> *	—	—	—	—	1	—	—
19. <i>Pseudoparasitus placentulus</i>	—	—	—	—	7	1	—
20. <i>Pergamasus diversus</i>	—	—	—	—	1	2	—
21. <i>Leiioseius bicolor</i>	—	—	—	—	—	1	—
22. <i>Eviphis ostrinus</i>	—	—	—	—	—	—	2
23. <i>Poecilochirus carabi</i> *	55	30	—	46	10	15	2

Werden bei der Auswertung alle Arten, die nur in Einzelexemplaren oder sehr geringer Anzahl (bis 5 Individuen) in den Fallen enthalten sind, nicht berücksichtigt, ist die Ausbildung von deutlich zu unterscheidenden Raubmilbensynusien erkennbar. Sie sind dem Pionierstadium und dem Gleichgewichtsstadium (siehe Abschnitt 5.3.) zuzuordnen. Das Übergangsstadium kann in den Fallenfängen nicht mit einer charakteristischen Species nachgewiesen werden (Abb. 34a, b, c).

Aus den nicht in Tab. 20 eingeflossenen Ergebnissen der Fallen von 1962 bis 1985 kamen außer den bereits genannten Arten *Amblyseius agrestis*, *Amblyseius foranensis*, *Amblyseius meridionalis*, *Amblyseius zwölferti* und *Lasioseius mirabilis* Christian & Karg 1992 vor. In den Fallenproben von 1961 konnte KARG (publiziert bei DUNGER 1968) noch weitere Arten von den Untersuchungsflächen E/3 und A/9 nachweisen. Davon waren *Typhlodromus bakeri*, *Cheiroseius serratus*, *Parasitus coleopratorum*, *Parasitus beta* und *Gamasodes spiniger* in sämtlichen Proben ab 1962 (Boden- und Fallenproben) nicht enthalten.

Auffallend häufig ist in den Barberfallen *Poecilochirus carabi* (nach KORN 1979 syn. zu *Poecilochirus necrophori*) vertreten. Seine Aktivitätsdichte sinkt mit zunehmender Ausbildung des Waldcharakters auf den Rekultivierungsflächen. In der Ernährung ist Nekrophagie dominierend (KORN 1979). Diese Art zeigt auch eine ausgeprägte Phoresie, wobei als Tragwirte insbesondere Aaskäfer und Laufkäfer dienen. Aufgrund seiner Lebensweise ist *Poecilochirus carabi* als Indikator für die Entwicklung der Raubmilbenfauna auf den Halden wenig geeignet.

Pionierstadium

In den Fallenfängen wird dieses Stadium durch das Vorkommen der beiden Wiesenarten *Amblyseius obtusus* und *Ameroseius corbiculus* gekennzeichnet (KARG 1971). Letztere Species tritt sowohl in den Berleseproben als auch in den Fallen häufig auf, woraus auf eine hemiedaphische Lebensweise geschlossen werden kann. Da *Amblyseius obtusus* in den Bodenproben ausschließlich auf der Untersuchungsfläche T/4 und dort nur rezedent auftritt, kann man davon ausgehen, daß diese Art überwiegend epedaphisch vorkommt.

Die Abbildung 34 zeigt deutlich, daß das Maximum der Aktivitätsdichten beider Arten auf der Untersuchungsfläche T/4 liegt. Auf dem zeitlich folgenden Standort (E/7) konnte keine Art ihr Aktivitätsmaximum erreichen. Das bestätigt die auf der Grundlage der Ergebnisse der Bodenproben getroffene Zuordnung der Fläche E/7 zum Pionierstadium.

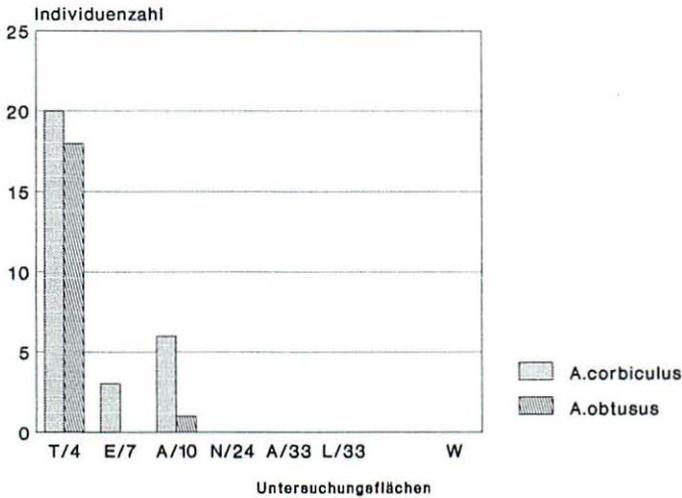


Abb. 34 Aktivitätsdichten von *Ameroseius corbiculus* und *Amblyseius obtusus* auf den Untersuchungsflächen

Gleichgewichtsstadium

Für die Waldstandorte ist eine hohe Aktivitätsdichte von *Iphidosoma fimetarium* und *Parasitus lunulatus* charakteristisch (Abb. 35). Die erste Art lebt anscheinend ausschließlich epedaphisch, denn sie war in den Berleseproben nie nachzuweisen. *Parasitus lunulatus* kommt in der Streuaufgabe häufig und in den Bodenproben nur rezedent vor. Insgesamt ist sie wohl als überwiegend epedaphisch lebende Raubmilbe einzuschätzen.

Die Arten *Pergamasus crassipes* und *Macrocheles montanus* erreichen ihre größten Aktivitätsdichten im jüngsten Waldstadium auf der Untersuchungsfläche N/24 in Deutsch Ossig (Abb. 36). Da sie im Fraxino - Ulmetum der Vergleichsfläche nicht vorkommen, ist davon auszugehen, daß sie Teil der noch nicht abgeschlossenen Entwicklung der Raubmilbengemeinschaft auf den Rekultivierungsflächen sind (siehe Abschnitt 5.3.).

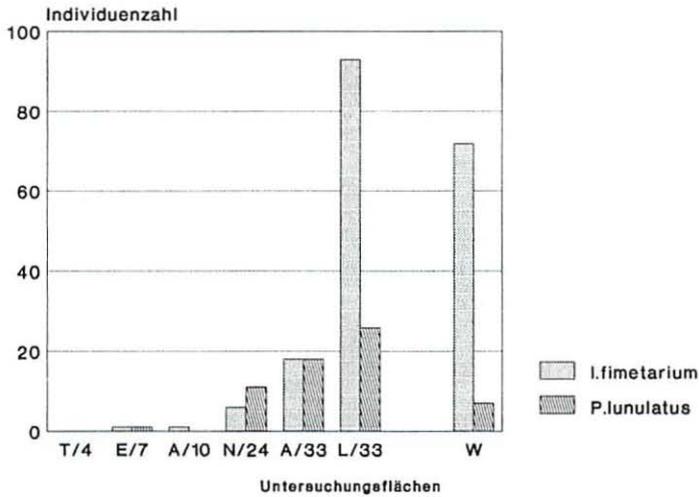


Abb. 35 Aktivitätsdichten von *Iphidosoma fimetarium* und *Parasitus lunulatus* auf den Untersuchungsflächen

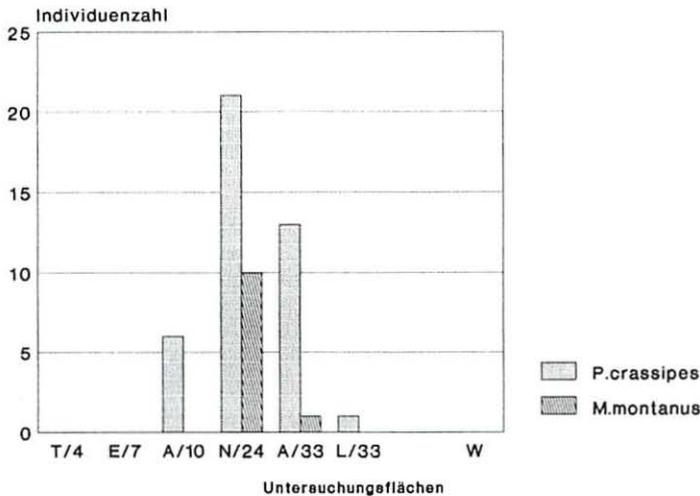


Abb. 36 Aktivitätsdichten von *Pergamasus crassipes* und *Macrocheles montanus* auf den Untersuchungsflächen

Insgesamt ist festzustellen, daß die Ergebnisse der Fallenfänge die Einteilung der Raubmilbenentwicklung auf den Berzdorfer Halden in Pionier- und Gleichgewichtsstadium grundsätzlich bestätigen. Für beide Stadien konnten charakteristische Arten benannt werden. Im Übergangsstadium fand offenbar keine epedaphische Art optimale Lebensbedingungen zur Herausbildung einer individuenstarken Population.

7. Diskussion der Ergebnisse

Die in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse tragen zum besseren Verständnis der die Primärsukzession bedingenden Prozesse bei. Einerseits hängt die Entwicklung von Populationen der Gamasina von den Möglichkeiten der Immigration und den Bedingungen der Biotop - Selektion ab, andererseits stellen die Raubmilben selbst einen Faktor der biozönotischen Regulation für humiphage Tiergruppen dar (WHELAN 1989, DUNGER 1991).

Zur Bewertung der Ergebnisse ist es erforderlich, diese mit der vorliegenden Literatur zu vergleichen. Dies soll vor allem zu folgenden Fragen geschehen:

- der Erfahrungen über die quantitative Entwicklung von Gamasina-Beständen,
- der Entwicklung von Zoophagengesellschaften im Sukzessionsverlauf,
- des Verhaltens einzelner Arten im Sukzessionsgeschehen,
- der Abhängigkeit der Sukzession der Gamasina von der Entwicklung der Vegetation,
- der Übereinstimmung von Synusien der Raubmilben mit Beutetiergesellschaften (Collembolen).

7.1. Sukzession der Gamasina

Die Kenntnisse über Immigrationsmechanismen von Raubmilben, insbesondere auf frisch verstürzten, primär sterilen Lockermassen der Halden des Braunkohlenbergbaues, sind unzureichend. Es wird davon ausgegangen, daß Microarthropoden als »Luftplankton« verfrachtet werden und so ein ständiger Ansiedlungsdruck besteht (DUNGER, 1989a, 1992 u.a.). Wie austrocknungsgefährdete Arten (z.B. euedaphische Gamasina, wie *Rhodacarellus silesiacus*) diesen Vorgang überleben, ist nicht bekannt. Eine weitere Immigrationsmöglichkeit für Raubmilben ist die Verschleppung durch Pflanzgut. Wie DUNGER (1968) bereits mitteilte, werden frisch verstürzte Halden von vielen pterygoten Insekten (sogenannten »Gästen«) besucht. Dabei besteht die Möglichkeit des Verbleibens der Raubmilben bzw. ihrer Entwicklungsstadien auf den Halden. Unterstützt wird diese Vorstellung durch das häufige Vorkommen des necrophagen *Poecilochirus carabi* in den Fallenfängen der Untersuchungsfläche T/4 (Pionierstadium). Diese Art erreichte ihre größte Aktivitätsdichte auf einer am Anfang der Rekultivierung stehenden Halde. Die Deutonymphen dieser Art sind häufig an den flugfähigen Silphiden anzutreffen und verlassen bei guten Ernährungsbedingungen den Tragwirt. Da sehr viele Raubmilbenarten in unterschiedlicher Häufigkeit phoretisch an anderen Tieren, insbesondere Insekten, anzutreffen sind (KARG 1971, BINNS 1974, HUNTER & ROSARIO 1988, LUNDQVIST 1991), ist für Gamasina die Phoresie als typische Migrationsform bei der Besiedlung von Böden zu berücksichtigen.

Erste grobe Anhaltspunkte zur Entwicklung von Gamasina-Beständen in Rohböden geben quantitative Gruppenanalysen. ZERLING (1990) untersuchte die Sukzession von Kleinarthropoden im Bodenbildungsprozeß auf einer landwirtschaftlich genutzten Kippe des Braunkohlenbergbaues. Er stellte im Verlauf der ersten 4 Jahre unter Luzerne einen auffallenden Anstieg der Siedlungsdichten der Raubmilben fest, die in den älteren Standorten wieder stark vermindert waren. Dieser Sukzessionsverlauf stimmt mit den Ergebnissen auf den forstlich rekultivierten Berzdorfer Halden gut überein. Hier traten ebenfalls im 4. Rekultivierungsjahr hohe Siedlungsdichten der Gamasina auf, die im weiteren Verlauf der Sukzession absinken, im 10. Jahr nach der Rekultivierung ein Minimum erreichen und später wieder ansteigen. Auch andere Bodenarthropoden, wie die Collembola (DUNGER 1968, 1989, 1992) und Myriapoda (DUNGER & VOIGTLÄNDER 1990) zeigen eine hohe Siedlungsdichte nach den ersten Entwicklungsjahren (Pioniermaximum) mit anschließendem Rückgang der Abundanzen und einer erneuten Zunahme am Beginn des Waldstadiums. Dieser Sukzessionsverlauf scheint charakteristisch für die Besiedlung von sterilem Lockergestein mit Bodenarthropoden zu sein.

Deutlicher kommt die Besiedlung des Bodens mit Microarthropoden zum Ausdruck bei der Betrachtung sukzessiver Änderungen der spezifischen Artenzusammensetzung. Auf der Grundlage der Untersuchungen von Braunkohlenhalden in Berzdorf/OL und Böhlen bei Leipzig (DUNGER

1968) sowie an Kippböden der Niederlausitz (DUNGER 1978) unterscheidet DUNGER (1992) nach ihrem Ansiedlungsverhalten

Initialarten,	die »auf die konkurrenzarme Startphase begrenzt bleiben«,
Pionierarten,	die »für die ersten Entwicklungsjahre prägenden Einfluß gewinnen« und
Gleichgewichtsarten,	die »anfangs bedeutungslos sind und später verschiedene Ausbildungsstufen erkennen lassen«.

Während des Pionierstadiums setzt sich die Raubmilbensynusie der Berzdorfer Halden im wesentlichen aus dem eudominanten *Rhodacarellus silesiacus* (euedaphisch lebend), der dominanten, euryöken *Veigaia nemorensis*, dem subdominanten *Ameroseius corbiculus* (hemiedaphisch lebend) und dem euedaphischen *Rhodacarus reconditus* zusammen. HUHTA et al. (1979) fanden die Art *Rhodacarellus silesiacus* ebenfalls als frühen Besiedler auf Böden aus Abwasserschlämmschlamm und zerkleinerter Rinde. Auch KOEHLER (1984) stellte bei seinen Untersuchungen einer Bau-schuttdeponie in der Nähe von Bremen im Anfangsstadium der Besiedlung hohe Dominanzen von *Rhodacarellus silesiacus* und *Arctoseius cetratus* fest. Weitere rezedent oder subrezedent auf der Deponie nachgewiesene Arten besiedeln ebenfalls die Berzdorfer Halden im Pionierstadium. Auch die Bearbeitung von Abraumhalden des Steinkohlenbergbaues in Schlesien von MADEJ (1990 d) ergab hohe Abundanzen von *Rhodacarellus silesiacus* auf den Gipfeln der Halden. MADEJ & TOMOCZOK (1990) untersuchten ebenfalls die Sukzession von Raubmilben auf Halden des Steinkohlenbergbaues und beschreiben die Arten *Paragamasus vagabundus*, *Hypoaspis aculeifer* und *Rhodacarus mandibularis* als charakteristisch für die Pionierbesiedlung.

Trotz der geringen Anzahl der Untersuchungen zur Primärsukzession der Gamasina scheint es gerechtfertigt, die euedaphische Art *Rhodacarellus silesiacus* (Abb. 11) als einen Erstbesiedler und nach DUNGER (1991, 1992) als Pionierart einzustufen. Je nach den speziellen Bedingungen an der Bodenoberfläche der untersuchten Standorte treten dann aber verschiedene Arten neben *Rhodacarellus silesiacus* dominant auf.

KOEHLER (1984) fand bei der Primärsukzession der Gamasina auf der Bremer Deponie mit *Arctoseius cetratus* eine Art, die dort nur in der Startphase mit hohen Dominanzen vertreten war. Er vermutet, daß sie mit *Rhodacarellus silesiacus* in Konkurrenz steht und von dieser verdrängt wird. In den Untersuchungen von MADEJ (1990 a,b), MADEJ & TOMOCZOK (1990) und CYRAN & MADEJ (1990) auf Halden des schlesischen Steinkohlenbergbaues konnte *Arctoseius cetratus* ebenfalls nachgewiesen werden. Die gleiche Raubmilbenart besiedelte subrezedent auch die Berzdorfer Halden im 4. Jahr nach der Rekultivierung. Es ist zu vermuten, daß zwischen der im wesentlichen raubmilbenfreien Fläche im 2. Rekultivierungsjahr (N/2) und der mit 21 Arten besiedelten Untersuchungsfläche T/4 die »Startphase« liegen muß. Ob *Arctoseius cetratus* eine »Initialart« ist, kann an Hand der dargelegten Ergebnisse nicht entschieden werden.

Es wäre interessant zu vergleichen, in welchen Sukzessionsschritten die Entwicklung der Gamasina-Gemeinschaften im Anschluß an die Primärbesiedlung in anderen Untersuchungen abgelaufen ist, um daraus Verallgemeinerungen ableiten zu können. In der Literaturobwertung war leider keine Arbeit zu finden, die eine Langzeitbeobachtung einer Raubmilbensukzession nach forstlicher Rekultivierung beschreibt.

Interessant sind aber die Ergebnisse von NEUMANN (1971) zur Sukzession von Carabiden in forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlenreviers. Er unterscheidet zwei Pioniergesellschaften, eine Übergangsgesellschaft und zwei Waldgesellschaften. In der Carabiden-Sukzession erreicht die 1. Pioniergesellschaft (bei forstlicher Rekultivierung) ihre optimale Ausprägung in einer zweijährigen Buchenkultur mit »überstülptem Pappelverband«. Die 2. Pioniergesellschaft wird von völlig anderen Arten in einer dreijährigen Buchenkultur mit »überstülptem Pappelverband« gebildet. Die Übergangsgesellschaft fand ihre besten Lebensbedingungen in einer elfjährigen Pappel - Erlen - Mischkultur. Die 1. Waldgesellschaft wurde in einem 25jährigen Pappel - Erlen - Mischbestand angetroffen im Gegensatz zur 2. Waldgesellschaft, die ausschließlich auf »Naturwälder« beschränkt bleibt.

Mit dieser Entwicklung sind die Gamasina-Gesellschaften der Berzdorfer Halden gut vergleichbar. Im Verlauf der Raubmilbensukzession kam es nach dem Pionierstadium (T/4) im 10. Jahr nach der Rekultivierung mit Laubgehölzen zu einer Änderung der spezifischen Artenzusammensetzung. Die Halde ist soweit entwickelt, daß man von einem »Vorwaldcharakter« sprechen kann. Es gibt keine »offene Landschaft« mehr, und die Baumschicht ist noch nicht weit genug ausgebildet, daß sich ein walddtypisches Bodenmikroklima einstellen konnte. Der Boden zeigt die Ausbildung eines milden Regenwurmhumus. Die charakteristischen Arten dieses Übergangsstadiums waren auf allen Untersuchungsflächen anzutreffen, fanden aber unter den geschilderten Bedingungen des »Vorwaldstadiums« optimale Lebensmöglichkeiten und konnten individuenstarke Populationen aufbauen.

Mit fortschreitender Sukzession und der Ausbildung eines walddtypischen Bodenmikroklimas verringern sich diese Populationen wieder und andere Raubmilbenarten erreichen hohe Abundanzen. Diese Entwicklungsphase der Gamasina wurde in der vorliegenden Arbeit als ein erstes Gleichgewichtsstadium bezeichnet und konnte im 24. Jahr nach der Rekultivierung festgestellt werden. Die anfangs bedeutungslosen, zum Teil gar nicht vorhandenen Arten können sich erst im Waldstadium optimal entwickeln und individuenreiche Populationen aufbauen.

Der Vergleich der Sukzessionsschritte von Raubmilben und Laufkäfern auf forstlich rekultivierten Halden des Braunkohlenbergbaues zeigt eine zeitlich sehr gute Übereinstimmung. Es scheint, daß beide Prädatorengruppen in Abhängigkeit von ihren Beutetieren und der allgemeinen Entwicklung der Halden in ähnlichen Zeitabständen die gleichen Sukzessionsschritte durchlaufen. Sie können in das Initial-, Pionier-, Übergangs- und Gleichgewichtsstadium eingeteilt werden.

Die charakteristischen Arten dieser Stadien haben offensichtlich etwa gleiche Optimal- und Toleranzbereiche in Bezug auf die zu bewertenden Faktoren. Deshalb scheint es gerechtfertigt, diese Gamasina-Arten auch als »isovalente Artengruppen« nach WEIGMANN (1987) aufzufassen.

7.2. Vegetation und Raubmilbenbesiedlung

Nach VERHOEF (1977) ist die Feuchtigkeit der wichtigste klimatische Faktor für die Mikroarthropoden des Bodens. KOEHLER (1984) und KOEHLER & BORN (1989) stellten fest, daß die Sukzession der Gamasina-Synusien in hohem Maße in Abhängigkeit von der Entwicklung der phytozönotischen Struktur erfolgt. In den vorliegenden Untersuchungen zur Rekultivierung der Halden des Braunkohlentagebaues Berzdorf/OL wurde der Zusammenhang von Vegetationsentwicklung und Feuchtigkeit - Temperatur in der Gamasina-Sukzession erneut deutlich sichtbar.

In den ersten Jahren nach der Aufforstung entwickelte sich die Vegetation unter dem Einfluß von Temperatur- und Feuchteschwankungen sowie ungehinderter Besonnung zu einer Pioniergesellschaft. In diesem Stadium existiert nur eine gering ausgebildete Streuschicht, die als Lebensraum und Nahrungsgrundlage der Beutetiere dient. Unter diesen Bedingungen bildete sich auf den Berzdorfer Halden im 4. Jahr nach der Rekultivierung eine *Ameroseius corbiculus* - *Rhodacarus reconditus* - Synusie aus, die das Pionierstadium der Raubmilbensukzession kennzeichnet.

Im weiteren Verlauf der Vegetationsentwicklung wurden durch den beginnenden Kronenschuß und die damit verbundene partielle Beschattung der Bodenoberfläche die Temperatur- und Feuchteschwankungen geringer. Es siedeln sich erste Waldpflanzen an. In diesem Vorwaldstadium ändert sich auch die Zusammensetzung der Streu und die Menge des Bestandsabfalles, was wiederum Auswirkungen auf den Lebensraum der Bodenarthropoden, also auch der Nahrungstierpopulationen der Gamasina, hat. Die Raubmilben reagieren darauf mit der Herausbildung eines Übergangsstadiums, was auf den Berzdorfer Halden im 10. Rekultivierungsjahr in der *Epicriopsis horridus* - Synusie zum Ausdruck kommt.

In der Entwicklung der Vegetation schließt sich jetzt das Waldstadium an. Es ist gekennzeichnet durch eine Veränderung der Artenzusammensetzung in der Krautschicht und dem Kronenschluß in der Baumschicht. Die daraus resultierende vollständige Beschattung des Standortes läßt ein wald-

typisches Bodenmikroklima mit ausgeglichenem Temperatur- und Feuchteregime entstehen. Mit der Herausbildung eines humosen Oberbodens und der Veränderung der Zusammensetzung der Streu entsteht ein Lebensraum, der den Gamasina und ihren Nahrungstieren andere Lebensbedingungen bietet. Unter diesen Bedingungen bildete sich in der Raubmilben-Sukzession ab dem 24. Jahr nach der Rekultivierung das Gleichgewichtsstadium heraus, was in unterschiedlichen Synusien zum Ausdruck kommt.

Eine zusätzliche Beeinflussung der Raubmilben-Sukzession ist von Schadstoffen zu erwarten, die mit der Luft oder dem Niederschlagswasser auf die Halden gelangen. In den Sukzessionsuntersuchungen unter Aldicarb - Belastung konnte KOEHLER (1987) deutliche Abundanzunterschiede einzelner Arten feststellen.

7.3. Interrelationen zwischen Collembola und Gamasina

Zur Beantwortung der eingangs vorgelegten Frage, ob sich der Verlauf der Primärsukzession der Collembolen aus der genauen Kenntnis von Raubmilben ermitteln läßt, könnte der Vergleich charakteristischer Arten beider taxonomischer Gruppen im Verlauf der Erstbesiedlung der Berzdorfer Halden dienen. Für eine Feinindikation wäre vorauszusetzen, daß es Spezialisten unter den Gamasina gibt, die auf eine ganz bestimmte Beutetierart angewiesen sind. Der Vergleich der Entwicklung von Raubmilben und Springschwänzen müßte in diesem Fall eine sehr gute Korrelation zeigen. Es ist jedoch bekannt, daß Raubmilben zwar verschiedene Nahrungstiere bevorzugen, bei Nahrungsmangel aber auf eine Sekundärbeute ausweichen können (KARG 1971, 1972, 1983, SADAR & MURPHY 1987). Tatsächlich läßt sich keine der hier gewonnenen Beobachtungen im Sinn einer engen Bindung von Gamasina-Populationen an bestimmte Collembola-Populationen deuten.

Weiterhin wurde die Frage geprüft, ob sich Korrelationen zwischen den Synusien dieser Tiergruppen erkennen lassen. In der Abbildung 35 sind die euedaphischen Synusien der Collembola (nach DUNGER 1991) und Gamasina der Berzdorfer Halden in Abhängigkeit vom Rekultivierungsalter zusammengestellt.

Es ist sichtbar, daß nicht jeder Collembolen-Synusie auch eine Raubmilben-Synusie zugeordnet werden kann. Das scheint anzuzeigen, daß die hier geprüften Arten in der Auswahl der Nahrung offensichtlich nicht auf bestimmte Beutetierarten angewiesen sind, sondern je nach der Verfügbarkeit unterschiedliche Nahrungstiere annehmen. Dieses Verhalten versetzt sie in die Lage, einen Standort, der die erforderlichen abiotischen, insbesondere mikroklimatischen Bedingungen bietet, auch dann besiedeln zu können, wenn nicht gleichzeitig eine bestimmte Beutetierart vorhanden ist. Ähnliche Ergebnisse wurden auch bei anderen Prädatoren festgestellt, insbesondere bei der Untersuchung der Räuber - Beute - Beziehungen an Chilopoden (POSER 1988) und Spinnen (NYFFELER & BENZ 1981, 1982).

Auf der Grundlage des Vergleichs des Auftretens charakteristischer Arten bzw. Synusien der Gamasina und Collembola im Verlauf der Primärsukzession auf den Berzdorfer Halden ergaben sich keine Ansatzpunkte, die als sichere Interrelation zwischen Raubmilben und Springschwänzen gewertet werden können. Das Studium der Gamasina kann demnach eine detaillierte Untersuchung der Collembola nicht ersetzen.

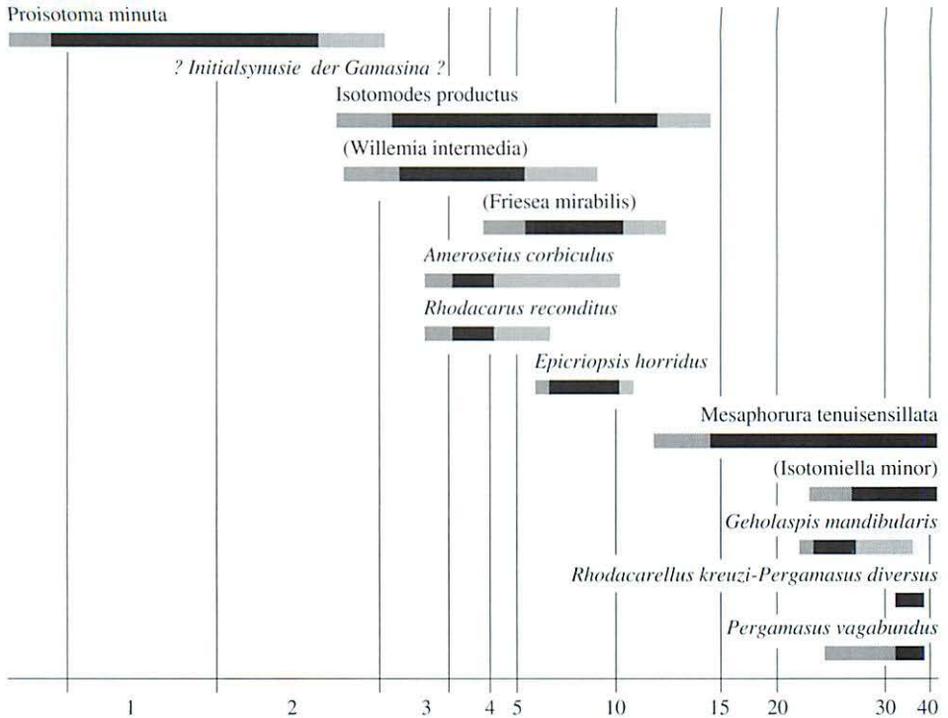


Abb. 37 Vergleich der euedaphischen Collembola- und Gamasina-Synusien der Berzdorfer Halden in Abhängigkeit vom Rekultivierungsalter (Raubmilbensynusien kursiv). In () angegebene Collembolen - Synusien sind Varianten der darüber stehenden Synusie.

8. Zusammenfassung

Ziel jeder Renaturierung von devastierten Flächen ist die Herausbildung nachhaltig nutzbarer Böden. Einen wesentlichen Anteil an der Neubildung und Entwicklung dieser Böden hat die Mesofauna. Durch die Lebensweise ihrer saprophagen Organismengruppen wird die Humusbildung gefördert. Die damit im Blickpunkt stehenden Collembolen oder Oribatiden wurden vielfach untersucht. Räuberisch lebende Tiergruppen der Mesofauna, wie die Gamasina, fanden jedoch bis jetzt nur wenig Berücksichtigung. Oft werden sie nur als Ergänzung der Bearbeitung einer an der Humusbildung beteiligten Tiergruppe summarisch erwähnt.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Entwicklung der Raubmilbenfauna auf Halden des Braunkohlentagebaues Berzdorf/OL. Es wurde die Sukzession der Gamasina verfolgt, die Bindung von Raubmilbengesellschaften an Entwicklungsstadien der Halden geprüft, Besiedlungsunterschiede zwischen Laubholz- und Kiefernrekultivierung ermittelt und durch Vergleich von Collembola- und Gamasina-Synusien der Untersuchungsflächen nach Möglichkeiten der Feinindikation der saprophagen Fauna gesucht.

Die Befunde basieren auf einem Material, welches die Entwicklung der Halden des Braunkohlentagebaues über 33 Jahre widerspiegelt. Die Probenreihen wurden jeweils im 2., 4., 7., 10., 24. und 33. Jahr nach einer forstlichen Rekultivierung auf verschiedenen Standorten entnommen. Die Bepflanzung erfolgte im wesentlichen mit Schwarzerle und Pappel, teilweise auch mit Robinie und auf einer weiteren Fläche mit Kiefer. Zum Vergleich wurde ein in der Nähe befindli-

cher naturnaher Auenwald (Fraxino - Ulmetum) in die Untersuchungen einbezogen. Sämtliche Probenserien bestehen aus 6 - 8 über das gesamte Jahr verteilten Entnahmetermine. Damit konnten Fehler, die durch Betrachtung von Ausschnitten aus der Jahresperiodik der Raubmilbenarten entstehen, minimiert werden. Der Probenumfang erfaßt mindestens das Minimalareal der Gamasina und gibt damit einen Überblick über das Artenspektrum der Untersuchungsflächen.

Insgesamt wurden 72 Raubmilbenarten festgestellt, davon 39 Arten nur in den Bodenproben und 18 Arten ausschließlich in den Fallen. Die verbleibenden 15 Arten wurden mit beiden Sammelmethode nachgewiesen. Die Untersuchungen ergaben, daß die Sukzession der Raubmilbenfauna in guter Übereinstimmung mit der Carabiden-Sukzession in 4 Stadien eingeteilt werden kann (Initialstadium, Pionierstadium, Übergangsstadium, Gleichgewichtsstadium).

Das Initialstadium der Gamasina-Sukzession konnte auf den Berzdorfer Halden nicht nachgewiesen werden. Es liegt vermutlich im 3. Rekultivierungsjahr, da in den Aufsammlungen aus dem 2. Jahr noch keine Raubmilbengesellschaft festzustellen war und im 4. Rekultivierungsjahr bereits das Pionierstadium vorlag.

Das Pionierstadium kennzeichnet im Untersuchungsgebiet eine *Ameroseius corbiculus* - *Rhodacarus reconditus* - Synusie. Die Vegetationsentwicklung zeigt in dieser Zeit einen »offenen Standort« mit erheblichen Temperatur- und Feuchteschwankungen an der Bodenoberfläche. Der Boden hat eine geringe Arthropoden-Moderauflage.

Das Übergangsstadium findet seine optimale Ausprägung im 10. Rekultivierungsjahr auf der Langteichhalde. Es wird gekennzeichnet durch die *Epicriopsis horridus* - Synusie. Die Entwicklung der Vegetation ist jetzt soweit fortgeschritten, daß von einem »Vorwaldcharakter« gesprochen werden kann. Durch den beginnenden Kronenschluß der Bäume sind die Temperatur- und Feuchteschwankungen bereits gedämpft, aber noch nicht so ausgeglichen wie bei einem walddtypischen Bodenmikroklima. Der Oberboden zeigt einen Regenwurmmüll.

Ein erster Gleichgewichtszustand konnte ab dem 24. Rekultivierungsjahr nachgewiesen werden. Bei ausgeglichenem Temperatur - Feuchteregime in einem walddtypischen Bodenmikroklima wurden in Abhängigkeit von der vorherrschenden Waldvegetation und der Ausbildung des humosen Oberbodens auf allen drei geprüften Untersuchungsflächen unterschiedliche Gamasina-Synusien vorgefunden:

Eine *Geholaspis mandibularis* - Synusie in der Schwarzerle - Pappel - Rekultivierung, eine *Rhodacarellus kreuzi* - *Pergamasus diversus* - Synusie in der Robinie - Pappel - Schwarzerle - Rekultivierung und eine *Pergamasus vagabundus* - Synusie in der Kiefernrekultivierung.

Im Fraxino - Ulmetum der Vergleichsfläche konnte eine *Zercon gurensis* - *Pachyseius humeralis* - Synusie nachgewiesen werden.

Der Vergleich der Synusien von Springschwänzen und Raubmilben im Sukzessionsablauf der Berzdorfer Halden ergab, daß die Entwicklung der Gamasina kein zuverlässiges Abbild der jeweiligen Collembola - Gemeinschaft darstellt.

Weiterhin wurde die Besiedlung der Schüttungsstrukturen (Rippe - Senke - Relief) mit Gamasina im Waldstadium untersucht. Dabei zeigte sich eine Bevorzugung des einen oder anderen Mikrohabitats durch einige Arten. Es scheint gesichert, daß ein Relief von ca. 50 cm Höhenunterschied die Ansiedlung von Kleinarthropoden am Beginn der Sukzession fördert und auch im Waldstadium noch Besiedlungsunterschiede vorliegen.

Der Vergleich Laubgehölz- und Kiefernrekultivierung machte deutlich, daß sich in der Kiefernauaufforstung nur eine erheblich artenärmere Raubmilbengesellschaft ausbilden konnte.

9. Literatur

- BALOGH, J. (1958): Lebensgemeinschaften der Landtiere. - Berlin, 560 S.
- BERENDT, R. & D. BOLTE (1984): Untersuchungen über den Einfluß einer ausgewählten Pflanzengesellschaft (*Melilotetum albi - officinalis* Siss. 1950) auf die Zusammensetzung der Boden-Mesofauna. - *Drosera* **84**, 1: 19-26
- BERLESE, A. (1905): Apparatio per raccogliere presto ed in gran numero piccoli Artropodi. - *Redia* **2**: 85-89
- BINNS, E.S. (1974): Notes on the biology of *Arctoseius cetratus* (Sellnick) (Mesostigmata, Ascidae). - *Acarologia* **16**, 4: 577-582
- CAVALLI-SFORZA, L. (1969): Biometrie. Grundzüge biologisch - medizinischer Statistik. - Gustav Fischer Verlag Jena, 211 S.
- CHANT, D.A. (1958): Descriptions of six new species of *Garmania* Nesbitt and *Lasioseius* Berlese (Acarina, Aceosejidae). - *Can. J. Zool.* **36**: 383-390
- (1963): The subfamily *Blattisocinae* Garman (=Aceosejinae Evans) (Acarina, Blattisocidae Garman) (=Aceosejidae Baker and Wharton) in North America, with descriptions of new species. - *Can. J. Zool.* **41**: 243-305
- CHRISTIAN, A. (1990 a): Zur Kenntnis der Raubmilbengattung *Lasioseius* Berlese, 1916. Beschreibung einer neuen Art (Acarina, Mesostigmata). - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **63**, 11: 31-34
- (1990 b): *Bibliographia Mesostigmatologica* Nr. 1. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **63**, Suppl.: 1-20
- (1991): *Bibliographia Mesostigmatologica* Nr. 2. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **65**, Suppl.: 1-40
- & W. KARG (1992): *Lasioseius mirabilis* n. sp. (Acarina, Mesostigmata), eine neue Raubmilbenart von den Berzdorfer Halden. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **66**, 7: 3-8
- CYRAN, E. & G. MADEJ (1990 a): Die Besiedlung der Schutthalden des Stahlwerkes durch Milben der Ordnung Mesostigmata (Arachnida, Acari). I. Charakteristik eines Artengefüges [Orig. poln.]. - *Acta Biologica Silesiana* **16**, 33: 139-160
- (1990 b): Die Besiedlung der Schutthalden des Stahlwerkes durch Milben der Ordnung Mesostigmata (Arachnida, Acari). II. Abundanzdynamik und Alterstruktur der Mesostigmata. [Orig. poln.] - *Acta Biologica Silesiana* **16**, 33: 161-172
- DUNGER, W. (1963): Praktische Erfahrungen mit Bodenfallen. - *Ent. Nachr.* **4**: 41-46
- (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohletagebaues. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **43**, 2: 1-256
- (1975): On the delimitation of soil microarthropod coenoses in time and space. - In VANEK, J.: *Progress in Soil Zoology*. - Academia Publishing House Prague: 43-49
- (1978): Bodenzoologische Untersuchungen an rekultivierten Kippböden der Niederlausitz. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **52**, 11: 1-19
- (1989 a): The return of soil fauna to coal mined areas in the German Democratic Republic. - In MAJER, J.D.: *Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands*. - Cambridge University Press 1-547
- (1991): Wiederbesiedlung der Bergbaufolgelandschaft durch Bodentiere. - In HAENSEL, CHR.: *Umgestaltung in der Bergbaulandschaft*. - *Abh. Sächs. Akad. Wiss. Leipzig, Math.-Nat.*, **57**, 3: 51-61
- (1991): Zur Primärsukzession humiphager Tiergruppen auf Bergbauflächen. - *Zool. Jb. Syst.* **118**: 423-447
- (1992): Tiere in Haldenböden - Folgen eines ungewollten Großexperimentes. - *Ann. Univ. Sarav. Med.* -Suppl. 11/1992: 28-33
- & I. DUNGER (1984): Zur Kongruenz von Phytozönosen und Collembolen - Synusien. - *Verh. SIEEC X. Budapest*: 32-34
- & H.-J. FIEDLER (Hrsg.)(1989): *Methoden der Bodenbiologie*. - Gustav Fischer Verlag Jena, 432 S.
- & K. VOIGTLÄNDER (1990): Succession of myriapoda in primary colonization of reclaimed land. - In: MINELLI, A.: *Proceedings of the 7th International Congress of Myriapodology* 219-227
- ENGELMANN, H.-D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. - *Pedobiologia* **18**: 368-380
- EVANS, G.O. & W. M. TILL (1966): The british *Dermanyssidae* (Acari). - *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.* **14**, 5: 265-268
- FOX, T. (1946): A new genus, *Borinquelaclaps*, and new species of mites from rats in Puerto Rico. - *J. Parasitol.* **32**, 5: 445-452
- FRANKE, U., B. FRIEBE & L. BECK (1988): Methodisches zur Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen. - *Pedobiologia* **32**: 253-264
- GHILAROV, M. S. & N. G. BREGETOVA (Hrsg.)(1977): *Bestimmungsbuch der Bodenmilben, Mesostigmata*. - Verlag Nauka Leningrad, 718 S.
- GUTTMANN, R. (1979): Untersuchungen zur Entwicklung der Bodenfauna rekultivierter Schutthalden eines Stahlwerkes. - *Diss. Braunschweig*, 140 S.
- GU, Y., J. WANG & C. HUANG (1990): Six new species of the genus *Lasioseius* (Acari, Aceosejidae). [Orig. Chin.] - *Acta Zootaxonomica Sin.* **15**, 2: 174-184
- HABERSAAT, U. (1989): Die Bedeutung der Bodenraubmilben als Prädatoren von landwirtschaftlichen Schädlingen am Beispiel von *Hypoaspis angusta* Karg, 1965 (Acari, Gamasina). - *Diss. ETH Zürich* Nr. 8943: 1-87
- HERMOSILLA, W. (1980): Die Mesofauna verschieden alter Rekultivierungsflächen im Braunkohletagebauegebiet der Ville. - *Decheniana* **133**: 79-83
- HEYDEMANN, B. (1960): Die biozönotische Entwicklung von Vorland zum Koog. I. Teil Spinnen (Araneae). - *Akad. Wiss. Lit. Mainz, Abh. math. nat. Kl.* **11**: 745- 913
- HUHTA, V., E. IKONEN & P. VILKAMAA (1979): Succession of invertebrate population in artificial soil made of sewage sludge and crushed bark. - *Ann. Zool. Fennici* **16**: 223-270
- HUNTER, P. E. & R. M. T. ROSARIO (1988): Associations of Mesostigmata with other arthropods. - *Ann. Rev. Entomol.* **33**: 393-417

- KARG, W. (1962): Zur Systematik und postembryonalen Entwicklung der Gamasiden (Acarina, Parasitiformes) landwirtschaftlich genutzter Böden. - Mitt. Zool. Mus. Berlin **38**: 23-119
- (1965): Larvalsystematische und phylogenetische Untersuchung sowie Revision des Systems der Gamasina Leach, 1915 (Acarina, Parasitiformes). - Mitt. Zool. Mus. Berlin **41**, 2: 194-340
- (1967): Synökologische Untersuchungen von Bodennilben aus forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich genutzten Böden. - Pedobiologia **7**: 198-214
- (1968): Bodenbiologische Untersuchungen über die Eignung von Milben, insbesondere von parasitiformen Raubmilben, als Indikatoren. - Pedobiologia **8**: 30-39
- (1971): Acari (Acarina), Milben, Unterordnung Anactinochaeta (Parasitiformes). Die freilebenden Gamasina (Gamasides), Raubmilben. In DAHL, F.: Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. - Gustav Fischer Verlag Jena **59**: 1-475
- (1972): Untersuchungen über die Korrelation zwischen dominierenden Raubmilbenarten und ihrer möglichen Beute in Apfelanlagen. - Arch. Pflanzenschutz **8**, 1: 29-52
- (1979): Zur Kenntnis der Milbengattungen Lasioseius Berlese, 1916, Proprioseiopsis Muma, 1961, Podocinum Berlese, 1882 und Proctolaelaps Berlese, 1923 (Acarina, Parasitiformes). - Dtsch. Ent. Z., N. F. **26**, 1-3: 1-8
- (1980): Die Raubmilbengattung Lasioseius Berlese, 1916. - Zool. Jb. Syst. **107**: 344-367
- (1981): Zur Kenntnis der Raubmilbengattung Pseudoparasitus Oudemans, 1902. - Dtsch. ent. Z., N. F. **28**, 4-5: 209-220
- (1983): Verbreitung und Bedeutung von Raubmilben der Cohors Gamasina als Antagonisten von Nematoden. - Pedobiologia **25**: 419-432
- (1989): Die Bedeutung der Beute- und Wirtsbeziehung parasitiformer Milben für bodenbiologische Standortanalysen. - Pedobiologia **33**: 1-15
- KOEHLER, H. (1984): Methodische, ökologische und experimentelle Untersuchungen zur Sukzession der Mesofauna der Abdeckschicht einer Bauschuttdeponie unter besonderer Berücksichtigung der Gamasina. - Dissertation, Univ. Bremen, 309 S.
- (1987): Die Sukzession der Acarina - Synusie eines Ruderalökosystems unter Aldicarb - Belastung. - Verh. Ges. Ökol. **16**: 399-406
- & H. BORN (1989): The influence of vegetation structure on the development of soil mesofauna. - Agric., Ecosyst. Environment **27**: 253-269
- KORN, W. (1979): Beiträge zur Eidonomie und Biologie der drei Poecilochirusarten. - Diss. Erlangen, 172 S.
- KUBIENA, W. (1948): Entwicklungslehre des Bodens. - Wien, 215 S.
- LUNDQVIST, L. (1991): Rearing deutonymphs of Iphidosoma fimetarium (Müller), a mesostigmatic mite associated with carabid beetles. In SCHUSTER, R. & P.W. MURPHY (eds.) The Acari: Reproduction, development, life-history strategies. - Chapman & Hall, London: 447-452
- MADEJ, G. (1988): Analysis of communities of Mesostigmata mites (Arachnida, Acari) of three different biotopes in the upper Silesian Region. [Orig. poln.] - Acta Biologica Silesiana **10**, 27: 28-45
- (1990 a): Mesostigmata mites (Arachnida, Acari) in dumps formed during coal exploitation. - Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych **373**: 115-135
- (1990 b): Die Besiedlung von Kohlenhalden durch die Milben der Ordnung Mesostigmata (Arachnida, Acari). I. Charakteristik eines Artengefüges. [Orig. poln.] - Acta Biologica Silesiana **16**, 33: 37-68
- (1990 c): Die Besiedlung von Kohlenhalden durch Milben der Ordnung Mesostigmata (Arachnida, Acari). III. Abundanzdynamik und Alterstruktur der Mesostigmata. [Orig. poln.] - Acta Biologica Silesiana **16**: 86-104
- (1990 d): Die Besiedlung von Kohlenhalden durch Milben der Ordnung Mesostigmata (Arachnida, Acari). II. Wechsel in der Artenstruktur der Mesostigmata je nach dem Alter und der Höhe des Steinkohlenbergwerkes. - [Orig. poln.] - Acta Biologica Silesiana **16**: 69-85
- & J. TOMCZOK (1990): Die Beurteilung einer Veränderung in den Gemeinschaften der Mesostigmata (Arachnida, Acari) in verschiedenen Sukzessionsstadien der Steinkohlenhalden. [Orig. poln.] - Acta Biologica Silesiana **16**, 33: 173-190
- MAJER, J.D. (Hrsg.) (1989): Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed lands. - Cambridge University Press: 1-547
- NAEEM, S., D. S. DOBKIN & M. B. OCONNOR (1985): Lasioseius mites (Acari, Gamasida, Ascidae) associated with hummingbird-pollinated flowers in Trinidad, West Indies. - Internat. J. Ent. **27**, 4: 338-353
- NASR, A.K. & B. A. ABOU-AWAD (1987): Description of some ascid mites from Egypt (Acari, Ascidae). - Acarologia **28**, 1: 27-35
- NEUMANN, U. (1971): Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae [Coleoptera], Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlenreviers. - Pedobiologia **11**: 193-226
- NYFFELER, M. & G. BENZ (1981): Ökologische Bedeutung der Spinnen als Insektenprädatoren in Wiesen und Getreidefeldern. - Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent. **3**: 33-35
- (1982): Eine Notiz zum Beutefangverhalten der Radnetzspinne Agriope bruennichi (Scopoli) (Araneae, Araneidae). - Rev. suisse Zool. **89**, 1: 23-25
- OEHME, W.-D. (1964): Bodengeologisches Gutachten über die Kulturwürdigkeit der verkippten Massen auf den Hochhalden Deutsch Ossig Nord und Süd des VEB Braunkohlenwerk Berzdorf.
- POSER, T. (1988): Chilopoden als Prädatoren in einem Laubwald. - Pedobiologia **31**: 261- 281
- SAGDIEVA, P. D. & K. V. BREGVADZE (1990): Studies on the variability of mite Eulaelaps stabilis (Parasitiformes, Laelaptidae). - Bull. Acad. Sci. Georgian SSR **139**, 2: 421-424

- SARDAR, M. A. & P. W. MURPHY (1987): Feeding tests of grassland soil-inhabiting gamasine predators. - *Acarologia* **28**, 2: 117-121
- SCHUSTER, R. & P. W. MURPHY (Hrsg.)(1991): The acari. Reproduktion, development and live-history strategies. - Chapman & Hall London, 554 S.
- SEIFERT, B. (1982): Die Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) einer Rasen-Wald-Catena im Leutratl bei Jena. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **56**, 6: 1-18
- STAMMER, H.J. (1963): Beiträge zur Systematik und Ökologie mitteleuropäischer Acarina. Bd. II : Mesostigmata I. - Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig, 804 S.
- TULLGREN, A. (1918): Ein sehr einfacher Ausleseapparat für terricole Tierformen. - *Zeitschr. f. angew. Ent.* **4**: 149-150
- USHER, M.B. (1971): Seasonal and vertical distribution of a population of soil arthropods: Mesostigmata. - *Pedobiologia* **11**: 27-39
- VERHOEF, H.A. (1977): Soil moisture and the population dynamics of coexisting Collembola. - *Ecol. Bull. Stockholm* **25**: 480-482
- VOGEL, J. & W. DUNGER, (1991): Carabiden und Staphyliniden als Besiedler rekultivierter Tagebau-Halden in Ostdeutschland. - *Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz* **65**, 3: 1-31
- WALTER, D. E. & E. E. LINDQUIST (1989): Life history and behavior of mites in the genus *Lasioseius* (Acari, Mesostigmata, Ascidae) from grassland soils in Colorado, with taxonomic notes and description of a new species. - *Can. J. Zool.* **67**: 2797-2813
- WEIDEMANN, G. (1985): Rekultivierung als ökologisches Problem: I. Konzept und Probestellen. - *Verh. Ges. Ökol.* **13**: 751-758
- & H. KÖHLER (1987): Untersuchungen zur Initialentwicklung der Mesofauna in Auftragsböden. - *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* **55**, 2: 541-546
- WEIGMANN, G. (1987): Fragen der Auswertung und Bewertung faunistischer Artenlisten. - *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- u. Forstwirtsch.* **234**: 23-33
- WHELAN, J.(1989): Seasonal fluctuations and vertical distribution of the acarine fauna of three grassland sites. - *Pedobiologia* **28**: 191-201
- ZERLING, L. (1990): Zur Sukzession von Kleinarthropoden, insbesondere Collembolen, im Bodenbildungsprozeß auf einer landwirtschaftlich genutzten Braunkohlenkippe bei Leipzig. - *Pedobiologia* **34**: 315-135

Anschrift des Verfassers:

Dr. Axel Christian

Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz

PF 425

D - 02806 Görlitz