

ABHANDLUNGEN UND BERICHTE
DES NATURKUNDEMUSEUMS GÖRLITZ

Band 47

Leipzig 1972

Nr. 3

Untersuchungen zur Langzeitwirkung von Industrie-
Emissionen auf Böden, Vegetation und Bodenfauna
des Neißetales bei Ostritz/Oberlausitz

Von WOLFRAM D U N G E R, INGRID D U N G E R, HANS-DIETER
E N G E L M A N N und ROLF S C H N E I D E R

Mit 1 Karte, 6 Abbildungen und 13 Tabellen

Inhalt	Seite
1. Einleitung	2
2. Geographie und Geologie des Untersuchungsgebietes	3
3. Das Klima des Neißetales	7
4. Die Böden und ihre Veränderung durch Flugasche	8
4.1. Die ursprünglichen Merkmale der Böden	8
4.2. Der Einfluß der Flugasche auf den Standortszustand	10
5. Natürliche Vegetation und forstliche Bestockung	12
5.1. Vegetationsverhältnisse des Neißetales	12
5.2. Die derzeitige forstliche Bestockung	21
5.3. Der Zustand der Vegetationsdecke in Abhängigkeit von der Aschenimmission	22
6. Die Bodenfauna	23
6.1. Methodik und Übersicht über die Probenentnahmen	24
6.1.1. Bodenfallen	24
6.1.2. Flächenbezogene Erfassung der Makrofauna	25
6.1.3. Enchytraeiden	25
6.1.4. Kleinarthropoden	25

	Seite
6.2. Ergebnisse der bodenzoologischen Untersuchungen	27
6.2.1. Ergebnisse des Bodenfallenfanges	27
6.2.2. Besiedlungsdichte der Makrofauna	29
6.2.3. Besiedlungsdichte der Enchytraeiden und Dipterenlarven	33
6.2.4. Besiedlungsdichte der Kleinarthropoden	33
7. Diskussionen der Ergebnisse zur Wirkung von Industrie-Emissionen auf die Bodenfauna	34
8. Zusammenfassung	38
9. Literatur	39

1. Einleitung

Die zunehmende Veränderung großer Landschaftsteile durch bislang schwer planbare Nebenwirkungen industrieller Produktionsformen hat in neuerer Zeit zu einer Vielzahl von Untersuchungen Anlaß gegeben. Als problematisch hat sich hierbei weniger die Erfassung solcher umweltwirksamer Faktoren erwiesen, die sich in kurzfristigen Veränderungen manifestieren, als vielmehr solcher, deren Einfluß sich erst nach Jahrzehnten zeigt. Mit einer solchen Langzeitwirkung muß man unter anderem bei der Reaktion der Bodenfauna auf eine Flugaschen-Immission geringen Toxizitätsgrades rechnen. Hierüber liegen bislang keine verwertbaren Nachrichten vor. Da bodenzoologische Untersuchungen in nennenswertem Umfang erst in den 50er Jahren begonnen wurden, dürfte es kaum eine Stelle auf der Erde geben, an welcher wenigstens ein halbes Jahrhundert zurückliegende Zustandsanalysen der unbeeinflussten Bodenfauna heute mit dem Zustand nach jahrzehntelanger Flugaschen-Immission verglichen werden könnten. Der naheliegende Ausweg einer Untersuchung von „unbeeinflussten Parallelen“ krankt stets daran, daß die bodenzoologische Identität der Ausgangssituationen nie gesichert werden kann.

Günstige Voraussetzungen zu einem stichhaltigen Beitrag zu diesem Problem bieten solche Landschaftsteile, die eine theoretisch \pm rekonstruierbare, von der umgebenden Landschaft gut abgegrenzte Artengarnitur enthalten. Hierzu konnte nach den Vorkenntnissen ohne Zweifel das Neißetal zwischen Hirschfelde und Ostritz gerechnet werden (JORDAN 1959; GLOTZ 1961; DUNGER 1961). Infolge des montan getönten Eigenklimas dieses engen Durchbruchtales konnte hier ein eng umschriebenes Auftreten montaner Arten der Westsudeten mitten im collinen Bereich erwartet werden, wie es von floristischer Seite bereits bekannt war (BARBER 1906; BARBER & MILITZER 1898—1955). Soweit die Eigenart der sudetischen Bodenfauna im Vergleich zur Bodenfauna des vor-

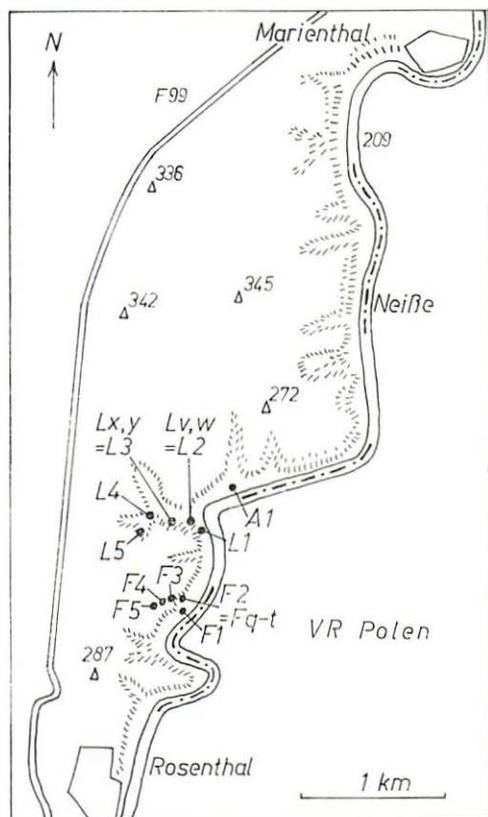
gelagerten Hügellandes bekannt war (DUNGER 1970), konnte daher eine Aussage über charakteristische Elemente dieses Talabschnittes gegeben und hierauf zusätzlich zu einer allgemeinen ökologischen Einschätzung die Beurteilung bodenfaunistischer Veränderungen aufgebaut werden. Der allgemein geringe Erforschungsgrad der Bodenfauna konnte nur ein Grund mehr sein, die geplanten Untersuchungen an diesem ökologisch vorteilhaften Untersuchungsgebiet anzusetzen. Als Voraussetzung erschien es uns unerlässlich, die erlangbaren Daten zur ökologischen Situation des Neißetales zusammenzutragen, um eine Basis zur Wertung und für einen Vergleich der bodenzoologischen Ergebnisse zu gewinnen. Wir widmen daher eingangs der Geographie und Geologie, dem Klima und Boden sowie der Vegetation und forstlichen Bestockung die notwendige Aufmerksamkeit. Aus der Bearbeitung der Bodenfauna können in dieser Mitteilung nur die allgemeinen Ergebnisse und die Methodik Berücksichtigung finden. Um das Erscheinen dieses Berichtes nicht über Gebühr zu verzögern und den Umfang nicht zu sehr anschwellen zu lassen, erwies es sich als nötig, die Spezialbearbeitungen der einzelnen Gruppen gesondert erscheinen zu lassen. Hiervon sind gegenwärtig abgeschlossen bzw. in Vorbereitung: Apterygota (DUNGER, 1972), Oribatei (ENGELMANN, 1972), Arachnida (HIEBSCH, 1972), Myriapoda (DUNGER, in Vorbereitung), Carabidae (TOBISCH & DUNGER, in Vorbereitung).

2. Geographie und Geologie des Untersuchungsgebietes

Zwischen Hirschfelde (Ortsteil Rosenthal) und Ostritz (Kloster St. Marienthal) durchbricht die Lausitzer Neiße den westlichen Teil des Rumburger Granitmassivs. Sie bildet hierbei auf einer Länge von etwa 7 km ein V-förmiges Durchbruchstal, dessen Verlauf mit Ausnahme einer Abweichung im mittleren Teil von Süd nach Nord gerichtet ist. Die Talsohle liegt im Mittel 211 m über Normalniveau, das mittlere Gefälle beträgt 0,5 m/km. Die nördlichsten 1,5 km des Tales liegen im Staubereich des Klosterwehres. Die Talwände zeigen einen Steilabfall von etwa 60–65 m Höhendifferenz bei durchschnittlich 25° Hangneigung. Sie sind durch Bachtäler („Graben“) gegliedert. Die Höchstpunkte liegen links der Neiße 345 m über NN, rechts der Neiße 362 m über NN.

Geographisch liegt das Untersuchungsgebiet nördlich der Zittauer Wanne in der Ostlausitzer Gefildezone (NEEF, 1960) und damit in der collinen Stufe. Die Neiße entwässert einen Teil des Isergebirges (Jizerské hory) und — vor allem durch ihren Nebenfluß Mandau — das Lausitzer Mittelgebirge. Nach ihrem Austritt aus dem Mittelgebirge bei Hrádek durchfließt sie auf einer Strecke von etwa 20 km das Zittauer Becken, bis sie hinter Hirschfelde das Felsmassiv des Rumburger Granits durchbricht.

Die Lausitzer Neiße bildet im Gebiet die Grenze zwischen der Deutschen Demokratischen Republik und der Volksrepublik Polen. Die Untersuchungen beschränken sich auf den linksseitigen (deutschen) Talabschnitt, und zwar insbesondere dessen südlichen Teil, der zum Kreis Zittau gehört und vom Staatlichen Forstwirtschaftsgebiet Löbau bewirtschaftet wird. Der nördliche Talabschnitt ist Besitz des Klosters St. Marienthal. Für die bodenzoologischen Untersuchungen mußten eng umschriebene Probenstellen festgelegt werden (s. Karte 1, Tab. 1), die im folgenden jeweils besondere Berücksichtigung finden.



Karte 1. Topographie des Neißetales zwischen Hirschfelde, Ortsteil Rosenthal, und Ostritz (Kloster St. Marienthal). — Erläuterungen der Standortsbezeichnungen s. Tab. 1.

Felswände und Klippen des Rumburger Granits, der besonders an den Oberhängen stark angewittert zutage tritt, verleihen dem untersuchten Neißetal einen besonderen landschaftlichen Reiz. Der grobkörnige Rumburger Granit ist nach PIETZSCH (1962) vorkaledonischen Ursprungs. Er neigt zu porphyrtiger Struktur und zeigt nach Osten hin zunehmende Vergneisung.

Von den in der Lausitz vorkommenden Graniten ist er mit einem SiO_2 -Gehalt von 75,7 Prozent der mineralisch ärmste. Der Quarz zeigt oft bläuliche Farbe. Die Mineralgehalte an Biotit und Plagioklas treten zurück. Sein Alkalifeldspat ist ein albitreicher Mikroklin (PIETZSCH, 1962). Quarzgänge und Fragmente von Gangquarz treten vor allem im nördlichen Teil des Tales auf und sind hier, etwa 800—1000 m oberhalb des Klosters St. Marienthal, verhältnismäßig gut aufgeschlossen. Am Oberhang der Abteilung 333 des Reviers Kloster St. Marien-

Tab. 1. Erläuterung zur Bezeichnung der Fundstellen (vgl. Tab. 5 und Karte 1)
Fichtenforst (etwa 60jähriges Fichten-Stangenholz) im Bereich der „Teufelsnase“

- Proben 1960/62 (DUNGER)
- Fq = Talsohle, etwa 4 m über Flußspiegel: fast vegetationslose Rohhumusdecke
- Fr = desgl., 20 m flußabwärts, stärkerer Bewuchs von *Impatiens parviflora* und *Mnium affine*
- Fs = desgl., 40 m flußabwärts, 50 m von angrenzendem Kahischlag, Vegetationsdecke stärker als Fr und mit *Oxalis acetosella*
- Ft = 30 m von Fr und Fs hangwärts, quellfeucht, 5 m über dem Flußspiegel; *Impatiens parviflora* und *Mnium affine* in dichtem Bestand (4 bzw. 5)
 ergänzende Proben 1966/67 (ENGELMANN s. Karte 1)
- F2 = entspricht Fr
- F3 = Hangmitte, etwa 25 m über Flußspiegel
- F4 = Oberhang, unmittelbar unter dem Plateau, etwa 50 m über Flußspiegel

Laubwald (Humus-Schluchtwald [Arunco-Aceretum] in naturnahe Ausprägung) im Bereich des „Saupantsche-Grabens“ am Wolfsweg

- Proben 1960/62 (DUNGER)
- Lv = Sickerfeuchter Hangfuß mit *Carpinus betulus*, *Aegopodium podagraria*, *Brachypodium silvaticum*, *Athyrium filix-femina* und *Carex brizoides* (4)
- Lw = 10 m von Lv, ebenfalls auf Talsohle, direkt am Saupantsche-Graben, mit *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Mercurialis perennis*, *Mnium undulatum* und *Carex brizoides*
- Lx = Hang am Wolfsweg, 20 m über Talsohle, trockenere Ausbildung des Arunco-Aceretum mit *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus scabra*, *Carpinus betulus*; *Mercurialis perennis*, *Galium silvaticum*, *Aegopodium podagraria*, *Mnium undulatum*, *Mnium hornum*
- Ly = desgl. mit geringerer Deckung der Strauchschicht, aber höherer Deckung der Krautschicht (80), Vegetation ähnlich, aber mit *Senecio nemorensis*, *fuchsii*, *Mycelis muralis*, *Lathyrus vernus*, *Actaea spicata*, *Lunaria rediviva* u. a.
 ergänzende Proben 1966/67 (ENGELMANN)
- L1 = Flußbaue der Neißer mit Pappelaufforstung
- L2 = entspricht Lv und Lw
- L3 = entspricht Lx und Ly
- L4 = Hangmitte, ähnlich Ly, aber etwa 30 m über Talsohle
- L5 = obere Hangkante des Arunco-Aceretum, im Bereich eines schwach ausgebildeten Quellmoores
- F1 = schmaler Auenstreifen zwischen Neißer und Uferweg an der Teufelsnase
- F5 = Birkenwäldchen an der Feldgrenze auf dem Plateau unmittelbar oberhalb des Fichtenforstes im Bereich der Teufelsnase
- A1 = Auenwiese auf der Talsohle nördlich der Einmündung des Saupantschegrabens.

thal befindet sich ein etwa 10 Ar großer Deckenrest von Feldspat-Nephelinbasalt in Form einer blockreichen Hangkuppe. Ein gleiches Vorkommen jedoch mit größerer Flächenausdehnung liegt am Gegenhang auf dem Gebiet der Volksrepublik Polen.

Im Grundgebirge des Rumburger Granits bildete die Neißer im Mindel-Riß-Interglazial entlang einer Schwachzone ein typisches Engtal. Die weitere Eintiefung während des Riß-Würm-(Eem-)Interglazials beziffert GRAHAM (1957) auf rund 30 m. Die beiderseitigen Talhänge sind durch kurze und tiefe, oft mit Blöcken ausgefüllte Seitentäler zerschnitten. Die größeren Bachläufe in den Seitentälern sind ständig wasserführend. Ihr Einmündungsniveau liegt meist über dem mittleren Pegelstand der Neißer. Von den pleistozänen Lockersedimenten treten im Talbereich Schotterande, Lößlehm und bändertonartige Tallemme

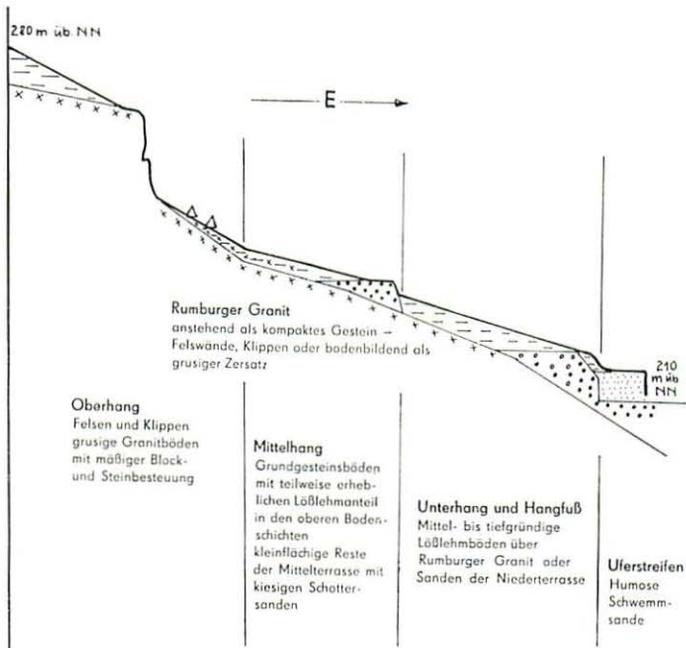


Abb. 1. Schematisierter Geländequerschnitt des westlichen Talhanges im Bereich der Neißefurche.

auf (s. Abb. 1). Die Schotter- und Sande der Mittelterrasse, die während der Riftvereisung zur Aufschüttung gelangten, sind nur noch in Resten mit unbedeutendem Flächenanteil anzutreffen. Es sind locker gelagerte Kiesböden mit einer anlehmigen bis lehmigen, 20–35 cm mächtigen Deckzone. Ihre Hauptgemengteile sind Granitquarze des Isergebirges mit einzelnen Basaltbröckchen. Der Anteil an stark kantengerundeten Steinen und Blöcken ist unbedeutend.

Der Lößlehm bedeckt mit stark wechselnder Deckenmächtigkeit die teilweise sanftgeneigten Unterhänge. An flachen Hangpartien mit konkavem Mesorelief sowie in breiteren Hangrinnen sind Lößlehmdecken von 80 cm und darüber anzutreffen. Der erhebliche Grusanteil am Unterhang typischer Steilhänge in dem dort anstehenden zuweilen tiefgründigen Lößlehm und die Struktur der Bodenprofile deuten auf periglaziales Bodenfließen hin. Die an einigen Stellen des Tales als deutliche Reliefschwelle ausgebildete Niederterrasse (Würmterrasse) trägt eine 30–60 cm mächtige lößlehmreiche Decke, die in ihrer stofflichen Zusammensetzung der der benachbarten Unterhänge gleicht. Das Liegende bilden zum überwiegenden Teil Schotter- und Sande neben bändertonartigen Lehmen ohne organische Gemengteile.

Die holozänen Ablagerungen bilden den schmalen Uferstreifen entlang des Flußlaufes. Die Uferterrasse liegt etwa 1,50 m über dem Normalpegel, sie wird alljährlich mehrmals überflutet. Oberhalb des Staubereiches des Klosterwehres

bilden die Uferterrasse lockere, humose, anlehmige bis schwachlehmige Sande. Im oberen Talabschnitt sind die Ufersande stark mit Braunkohlenbröckchen durchsetzt.

Die Alluvionen der Seitentäler bestehen aus Bodenartengemischen, bei denen der Lößlehm den Hauptanteil stellt; ihr Skelettanteil an Grus und Feinkies wechselt nester- und schichtweise.

3. Das Klima des Neifetales

Regional ist das Untersuchungsgebiet der Makroklimaform Uf — Klima der unteren Gebirgslagen, feucht (nach SCHWANECKE) — zuzuordnen. Erwartungsgemäß weist es aber starke reliefbedingte Mesoklimaeigenschaften auf, die zu einem feucht-kühlen Eigenklima führen. Der durchschnittliche Niederschlag beträgt etwa 670 mm/Jahr, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6,6 bis 7,4 °C. Charakteristisch für das Neifetal sind die hohe Luftfeuchtigkeit und die Luftruhe infolge der geschützten Lage. Die Einleitung des Kühlwassers aus dem Kraftwerk „Friedensgrenze“ bedingt eine Erhöhung der Wassertemperatur der Neiße, die sich besonders im Winter durch das Fehlen jeglicher Eisbildung deutlich abzeichnet. Die hiermit verbundene häufige Nebelbildung verstärkt durch ihre Wirkung als Feuchtluftglocke die „montane“ Tönung des Mesoklimas. Strahlungswärme wie -fröste werden hierdurch insbesondere gemildert, so daß es zu einer relativ starken Nivellierung auf einem feucht-kühlen Niveau kommt. Die anthropogene Veränderung des Mesoklimas dürfte damit lediglich einen bereits reliefbedingt vorhandenen Trend verstärkt haben.

Über die Erfassung des typischen Mesoklimas hinaus interessiert für die Auswertung der bodenzoologischen Untersuchungen, die unterschiedliche Ausprägung des Standortklimas der Probenstellen, d. h. im naturnahen Humus-Schluchtwald und im Fichtenforst, zu prüfen. Zu Beginn unserer Arbeit wurden deshalb 1961/1962 Messungen der Durchschnittstemperaturen in verschiedenen Bodentiefen nach der Zucker-Inversions-Methode (BERTHET, 1960) und Messungen der Boden- und Lufttemperaturen sowie der Luftfeuchtigkeit an zwei aufeinanderfolgenden Strahlungstagen vorgenommen. Diese Messungen ergaben, daß die Monats-Durchschnittstemperaturen während der warmen Jahreszeit im Laubwald 1,5 ° unter denen im Fichtenforst lagen, beides bezogen auf —2 cm Bodentiefe in Höhe der Talsohle. Für die Monate November bis April wurden dagegen im Fichtenforst durchschnittlich um 0,4 ° kältere Temperaturen erhalten. Entsprechend der für enge Talwannen theoretisch zu erwartenden Temperaturinversion (= höchste Durchschnittstemperaturen in mittleren Hanglagen) wurden im Bereich des Laubwaldes oberhalb der Niederterrasse (Standort Y) in der kalten Jahreszeit um 0,3—0,7 ° höhere Monatsmittel in —2 cm Bodentiefe gemessen. Im Spätsommer lagen die Werte des Standortes Y dagegen zwischen denen des Laub- und Nadelwaldes in Höhe der Talsohle. Hiernach ist festzustellen, daß das Mesoklima im Bereich des Fichtenforstes meßbar weniger nivelliert wird als in naturnahem Laubwald des Neifetales. Hierauf weisen schließlich auch die Beobachtungen der Boden- und Luftfeuchtigkeit hin. Beide zeigten im unteren Bereich des Humus-Schluchtwaldes (Standorte V und W), die konstant höchsten Werte, während unter Fichtenbeständen auf der Talsohle (Standort T) stärkere Schwankungen auftraten, die jedoch deutlich geringer waren als die an der Hangoberkante gemessenen Werte.

4. Die Böden und ihre Veränderung durch Flugasche

4.1. Die ursprünglichen Merkmale der Böden

Die wichtigsten geologischen Substrate, die als Ausgangsmaterial für die Bodenbildung vor allem hinsichtlich ihrer flächigen Ausdehnung Bedeutung haben, sind der Rumburger Granit, der Lößlehm, der Schotter sand der Mittel- und Niederterrasse und der humose Schwemmsand des Uferstreifens. Alle Substrate wurden im Verlauf ihrer Entwicklung mehrfach verlagert und umgelagert. Dabei fanden mit Ausnahme des humosen Schwemmsandes sowohl hangabwärts gerichtete Verlagerungen als auch vertikale Umlagerungen in situ statt. Die dadurch verursachten Strukturveränderungen sind heute noch im Bodenprofil erkennbar, und zwar deutlich vor allem dort, wo schichtweise wechselnde Bodensubstrate anstehen. Nach ihrer Entstehung und nach dem Erscheinungsbild werden heute periglaziale und biogen-warmklimatische Umlagerungszonen unterschieden. Diese benutzt heute die forstliche Standortserkundung als Definitionsmerkmale ihrer Waldbodenformen.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der im Bereich der Neißefurche vorkommenden Waldbodenformen sind 3 Umlagerungszonen deutlich erkennbar. Die oberste und jüngste Umlagerungszone (δ -Zone) ist meist 25—40 cm mächtig. Sie besteht je nach dem Ausgangsmaterial aus skelettreichem bis skelettarmem Material bzw. Lößlehm. An ihrer Basis sind häufig mehr oder minder deutlich ausgebildete Steinsohlen oder Grusbänder zu beobachten. In dieser Umlagerungszone ist bei den Braunerden der Bv-Horizont ausgebildet. Es schließt sich nach unten hin eine heller gefärbte Übergangszone (ζ -Zone) an. Sie enthält sowohl Bodenmaterial des Hangenden als auch des Liegenden. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 30 cm. Das Material der untersten Zone (ξ -Zone) zeichnet sich vor allem durch seine Dichtlagerung aus. Die ξ -Zone tritt häufig zweischichtig auf. In den Bodenprofilen auf Rumburger Granit ist die ξ -Zone sehr skelettreich und fließend in den Grundgesteinszersatz über. Bei den Schotter sands zeigt diese Zone noch deutliche Schichtungsstrukturen. Im tiefgründigen Lößlehm zeichnet sie sich durch hohe Textur und stark fortgeschrittene Verdichtung aus.

Die humosen Schwemmsande sind eine alluviale Ablagerung und als biogen-warmklimatische Umbildungen aufzufassen. An den Oberhängen, steilen Mittelhängen, Hangkuppen und Hangrippen tritt das Grundgestein bodenbildend an die Oberfläche, sowohl als kompaktes Gestein in Form von Felsklippen oder Felswänden, als auch als grusiger Zersatz mit fortgeschrittener Bodenentwicklung. Diese Böden weisen 3 Umlagerungszonen auf. Die Umlagerungszone δ (oberste Zone) ist 20—30 cm mächtig. 50 % ihres Gesamtbodens sind Grus. Die restlichen 50 % Feinboden setzen sich zusammen aus 35—40 % Silt (Staub und Schluff) und 10—15 % Ton. Eine Übergangszone ε ist meist nur als schmales Band angedeutet. In der älteren bzw. untersten Umlagerungszone ζ vermindert sich der Feinbodenanteil auf 30—40 % mit einem Tongehalt von 5—8 % des Feinbodenanteils. Die Sättigung in der δ -Zone liegt bei $V = 20$ —30 % bei einem pH (KCl) von 4,1—4,3. Der Kaligehalt beläuft sich auf 2,3—2,6 % (HF-Aufschluß). Der Bodentyp ist eine podsolige Braunerde. An der Oberfläche ist häufig mächtige Block- und Steinbestreuung anzutreffen.

Im Bereich geneigter Ober- und Mittelhänge sowie an Unterhängen, Hangzwischenstücken, teilweise auch an geneigten Hangfüßen tritt das Grundgestein nicht in der Form grusigen Zersatzes an die Oberfläche. Kleinflächige Durchragungen kompakten Gesteins sind jedoch noch vereinzelt anzutreffen. In der oberen Bodenschicht ist bereits ein hoher Lößlehmanteil feststellbar. Die Umlagerungszonen sind sehr deutlich ausgeprägt, wobei die unterste (ζ -Zone) zwei- bis mehrschichtig sein kann. Die δ -Zone ist 20–35 cm mächtig mit einem Grusanteil von 30–40 % des Gesamtbodens. Die 60–70 % Feinbodenanteile enthalten 15–18 % Ton, 50–60 % Silt, den Rest stellen Fein- und Mittelsande. Die Sättigungswerte liegen in der δ -Zone zwischen $V = 15$ –25 % bei einem pH (KCl) von 4,0–4,2. Der Kaligehalt beläuft sich auf 1,8–2,2 % (HF-Aufschluß). Die Übergangszone ε und die unterste Umlagerungszone ζ sind bereits stärker verdichtet, wobei die letztere bereits als Staukörper ausgebildet sein kann.

Der grusige Grundgesteinszersatz steht zwischen 60 und 80 cm tief an. Entsprechend der Reliefform und der Lage an Hang zeigt der Boden unterschiedliche Entwicklungstypen. Es treten sowohl podsolige Braunerden und Braunpseudogleye als auch typische Pseudogleye mit deutlicher Differenzierung von Stauzone und texturreichem Staukörper auf, wobei besonders der obere Teil der ζ -Zone sichtbare Merkmale einer sekundären Tonanreicherung aufweist. Die Profile der bodenzoologischen Untersuchungsstellen liegen vorwiegend innerhalb dieser Bodenform.

Bodenformen mit detritusfreier oder fast detritusfreier Lößlehmdecke bis zu einer Mächtigkeit von 80 cm kommen im Talbereich nur an sanftgeneigten Hangfüßen und Hangrinnen vor. Das Bodenmaterial der Lößlehmdecke besteht aus > 90 % Feinboden. Der Feinboden selbst besteht aus 70–75 % Silt, 10–15 % Feinsand und etwa 15 % Ton. Die Sättigung liegt bei $V = 15$ –20 % bei einem pH von 4–5. Der Kalkgehalt aus HF-Aufschluß beläuft sich auf 1,6 bis 1,8 %. Die ζ -Zone steht in einer Tiefe von 50–70 cm als schwachgrusiger bis grusiger Lehm an. Als häufigste Böden werden Braunpseudogleye und typische Pseudogleye mit meist stark marmoriertem Staukörper angetroffen. Böden ohne Staunässemerkmal in den oberen Schichten zeigen deutliche Texturverlagerungserscheinungen (Parabraunerden, Lessivés). Die Vollößböden (reine Lößlehmdecke > 80 cm) sind hinsichtlich ihres Profilaufbaues in den oberen Schichten und ihrer Genese ähnlich den vorgenannten. Der Lößlehm erreicht hier jedoch Mächtigkeit bis zu 3 m (Lehmhübel im Saupantschetal, Revier Wittgendorf Abt. 48). Grundgesteinsbeimengungen in Form von Grus oder Sand sind oberhalb einer Tiefe von 80 cm nicht vorhanden.

Die stark kiesigen Sande der Mittel- und Niederterrasse sind nur noch an wenigen Stellen kleinflächig im Mittel- und Unterhangbereich oberflächebildend. Geländemorphologisch sind diese Böden als Flachkuppen oder flachrückige Reliefschwelle mit relativ steilem, aber kurzem Abfall zur Neife hin erkennbar. Das gröbere Skelettmaterial des Bodens sind kantenrunde Granitquarze und Basalte. Der Silt-Tongehalt in der oberen Umlagerungszone liegt zwischen 10 und 20 %, zuweilen auch über 20 % des Feinbodenanteils. Unterhalb 40–60 cm ist eine deutliche Schichtstruktur erkennbar. Im Inneren des Tales am Rand der Talsohle sind diese Schotter sands von Bodenartengemischen aus Substraten der benachbarten Hänge überlagert. Innerhalb der

Niederterrasse sind in die liegenden Schotterande kleinflächige Schollen eines bändertonartigen Feinlehmes sehr hoher Textur eingelagert.

Der Uferstreifen wird gebildet von humosen, anlehmigen Mischsanden mit schichtenweise wechselnder Textur und Korngrößen-sortierung. Er ist locker gelagert. Seine Mächtigkeit beträgt etwa 1,6 m. Dieser Uferbereich wird jährlich unter Umständen mehrmals überflutet, wobei am Gleithang Auftragung und am Prallhang Abtragung erfolgen. Dadurch unterliegt dieses Bodenmaterial heute noch einer fortwährenden Umlagerung. Die Alluvionen im Inneren der Seitentäler, soweit solche überhaupt vorhanden sind, stellen Bodenartengemische dar aus Grundgesteinsmaterial, Kiesen und Lößlehm, wobei der Lößlehm deutlich überwiegt. Im Mündungsbereich der beiden Seitentäler kommen holozäne, meist geringmächtige Schwemmdecken vor, die sich aus schwach humosem Lößlehm zusammensetzen.

4.2. Der Einfluß der Flugasche auf den Standortszustand

Das Hauptmerkmal der Humusformen unter Wald im Bereich der Neißefurche und ihrer Nachbargebiete ist der teilweise sehr hohe Flugaschenanteil. Die Emissionsquellen sind das Kraftwerk „Friedensgrenze“ in Hirschfelde, das Kraftwerk Turow in der Volksrepublik Polen und in geringem Maße das Kraftwerk „Völkerfreundschaft“ in Hagenwerder. Bis zum Jahre 1970 wurde ferner in Hirschfelde Kalziumcarbid hergestellt. Die Immission von Kalkstaub wurde aber nur am südlichen Taleingang spürbar. Eine ökologische Wirkung im Waldgebiet selbst ist fraglich. Die Flugasche hingegen ist im A_0 -Horizont in fast allen Waldteilen deutlich festzustellen, ihr ist die ungewöhnliche Mächtigkeit (im Extremfall 20—25 cm) der tiefschwarzen Humusschicht zuzuschreiben. A_0 -Horizonte von 10—15 cm sind selbst an sehr trockenen Südhängen anzutreffen, wo unter normalen Bedingungen keine oder nur geringe Akkumulation von Humusstoffen möglich ist. Nach offiziellen Angaben des Kraftwerkes „Friedensgrenze“ in Hirschfelde (Presseveröffentlichung) beläuft sich gegenwärtig die Emission von Flugasche bei voller Funktionstüchtigkeit der Filteranlagen auf 8 t Stunde. Bei Havarien der Entstaubungsanlagen oder der dazugehörigen Transportanlagen liegt dieser Wert entsprechend höher. Durch HORN und Mitarbeiter (1968) wurden im Untersuchungsgebiet sehr hohe Staubsedimentationen nachgewiesen (s. Tab. 2).

Tab. 2. Staubsedimentation im Bereich bzw. in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebietes; nach HORN und Mitarbeitern (1968)

Meßpkt. Nr.	Lage des Meßpkts. und ungefähre Entfernung vom Hauptemittenten	arithmet. Mittelwert \bar{x} (g m ⁻² 30d)	Streubereich von \bar{x} (für P = 0.90)	%
1	0,4 km SW	725	489—961	± 33
2	0,7 km N	276	211—341	± 24
3	1,1 km N	143	109—177	± 21
4	1,9 km NNE	116	62—170	± 47
5	2,2 km NNW	39	25—53	± 36
8	4,0 km NNW	128	73—178	± 39

Das Kraftwerk Hirschfelde ist seit 1910 im Betrieb, das Kraftwerk Turow seit 1963/64. Die Direktimmission erfolgt an etwa 70 bis 90 Tagen im Jahr. Die ungewöhnliche Mächtigkeit der A_0 -Horizonte in den nördlich vorgelagerten Waldgebieten, die fast ausschließlich aus Akkumulation von Flugasche entstanden sind, ist daraus zu erklären. Eine Analyse der Asche, die vom Labor des Kraftwerkes Hirschfelde zum Zwecke einer technischen Weiterverwendung ausgeführt wurde, ist in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tab. 3. Analyse von Elektrofilterasche

Sammelprobe vom 25. bis 30. Mai 1955

Allgemeine Zusammensetzung:

Brennbares	9,5 %
Wasser	0,0 %
Asche	90,5 %

Zusammensetzung der Asche:

SiO_2	44,38 %
Fe_2O_3	7,99 %
Al_2O_3	40,00 %
CaO	3,55 %
MgO	2,23 %
SO_3	1,85 %

(T-62: LISAKOWSKY)

Durch die Aschebeimengungen im A_0 -Horizont werden im Bereich der Neißefurche alle Zustandsunterschiede weitestgehend nivelliert. Der Einfluß des Aschegehaltes auf die Wuchsleistung, besonders der Baumhölzer, war bis zur Erreichung eines gewissen Schwellenwertes durchweg positiv. Die überwiegende Mehrzahl der jüngeren Baumhölzer sind I. bis II. Ertragsklasse, zum Teil darüber. Die akute Schädigung der Fichte und Kiefer begann erst in den Jahren 1962 bis 1965. Es liegt daher die Vermutung nahe, daß die Schädigungen der Assimilationsorgane erst mit der Inbetriebnahme der neuen Hochdruckanlagen in Hirschfelde und Turow mit ihren modernen Heizungsverfahren akut und sichtbar wurden. Die Hirschfelder Anlage ist gegen Ende der 50er Jahre angefahren, die von Turow zu Beginn der 60er Jahre. Der Mengenanteil an Flugasche im A_0 -Horizont nimmt mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle ab, ebenso mit zunehmender Exposition der betreffenden Geländeteile. Hohlformen, leeseitige Unterhänge, Hangrinnen und Hangfurchen sind stärker aschebeeinflusst als normallagige Hangteile mit in sich ebenem Mikrorelief (vgl. Punkt 5 und 8 in Tab. 2!). Die verhältnismäßig geringste Auflage tragen Kuppen, Rücken und Hangkanten.

Als typisches analytisches Kennzeichen des Ascheeinflusses auf die Humusform muß das Mißverhältnis zwischen der Sättigung (V-Wert) und dem pH-Wert einerseits und der Proportionswert zwischen Kohlenstoff und Stickstoff (C/N-Verhältnis) angesehen werden. Bei natürlichen Humusformen gilt die Regel: Je enger das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis, desto höher die Sättigung (V-Wert). In unserem Gebiet ist fast eine Umkehrung dieser Regel zu beachten. Je weiter wir uns jedoch von der Emissionsquelle entfernen, desto geringer wird das oben dargelegte Mißverhältnis (s. Tab. 4).

Tab. 4. Einfluß der Flugasche auf Sättigungswert, Säuregrad und Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis der Böden im Neißetal

Bodenprofil Revier-Abteilung	mittlere grad- linige Entfer- nung von der Emissions- quelle km	V-Wert $\frac{0^*}{0}$	pH	C N
251 Wittgendorf 4692	3,0	72,2	5,0	31,8
Mittel aus 4 Profilen Marienthal Abt. 32, 33, 34	4,5	36,4	4,7	21,5
Mittel aus 2 Profilen Marienthal Abt. 21, 29	6,0	23,0	4,3	22,0
Mittel aus 2 Profilen Marienthal Abt. 6, 7	7,5	20,8	3,9	24,0

Die Proben für Tab. 4 wurden aus dem A₀-Horizont, F- und H-Schicht entnommen. Alle in der Tabelle angeführten Bodenprofile liegen in Fichtenreinbeständen der IV. Altersklasse in ebener bis geneigter Lage. Die ermittelten und ausgewiesenen Werte liegen zum Teil weit über denen, die in Fichtenreinbeständen auf saurem Grundgestein unter normalen Bedingungen angetroffen werden. Dies unterstreicht die Tatsache, daß der gesamte Talbereich und seine angrenzenden Plateaulagen keine natürlichen, dem Bauwert der Hauptholzarten entsprechenden Humusformen aufweisen und daß die Humusqualität nach der positiven Seite hin erheblich verschoben ist. Die aktuelle Produktionskraft der Standorte, ausgedrückt durch den derzeitigen Standortszustand, ist über das potentielle Leistungsvermögen des Bodens hinausgewachsen, das heißt, die Standorte wurden eutrophiert. Die gegenwärtige Baumartenkombination ist jedoch auf Grund anderer Faktoren, von denen besonders die Immission von Assimilationsgiften zu nennen wäre, nicht in der Lage, die relativ hohe aktuelle Produktionskraft zu nutzen.

5. Natürliche Vegetation und forstliche Bestockung

5.1. Vegetationsverhältnisse des Neißetales

Die Vegetation des Neißetales zeichnet sich durch ihren Reichtum an montanen Elementen aus, deren Auftreten durch die bereits geschilderten Standortbedingungen ermöglicht wird. Besonders zu nennen sind *Thlaspi alpestre*, *Petasites albus*, *Lysimachia nemorum*, *Calamagrostis villosa*, *Hypericum hirsutum*, *Galium scabrum*, *Asplenium viride*, *Blechnum spicant*, *Prenanthes purpurea*, *Cirsium heterophyllum* und *Carduus personata*.

Eine eingehende Untersuchung der Waldgesellschaften des Neißetales war im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht beabsichtigt. Lediglich die bodenzoologisch untersuchten Standorte wurden vegetationskundlich genauer analysiert. Zur besseren Kennzeichnung der Gesellschaften wurden jedoch Vegetationsaufnahmen von GLOTZ (1961) von den gleichen bzw. angrenzenden Standorten mit herangezogen (s. Tab. 5).

Der Taleinschnitt der Neiße trug ursprünglich wohl hauptsächlich einen mit Tannen durchsetzten Laubmischwald aus dem Verband des Fagion, und zwar

vermutlich Gesellschaften des artenreichen Hainbuchen-Buchenwaldes (*Aegopodio-Fagetalia silvaticae*). Die seitlich einmündenden „Graben“ stellen sicherlich bereits ursprünglich stärker differenzierte Sonderstandorte dar.

Der größte Teil der Talhänge ist in Fichtenforsten unterschiedlichen Alters umgewandelt worden. Diese wurden im Bereich der „Teufelsnase“ näher untersucht (Fq-t; F 2—4, s. Tab. 5). Der starke Jungwuchs von *Acer pseudo-platanus*, *Carpinus betulus* und besonders *Fraxinus excelsior* bei fehlender Fichtenverjüngung zeigt deutlich, daß hier ursprünglich ein Laubwald-Standort vorliegt. Das Massenaufreten von *Impatiens parviflora* deutet ebenfalls auf einen gestörten Standort mit unnatürlichen Konkurrenzbedingungen hin. Hier wachsende Arten wie *Oxalis acetosella* und *Senecio nemorensis* ssp. *fuchsii* sind typische Vertreter fichtenreicher Fagiongesellschaften auf mineralreichen Böden, die bei mäßig sauren pH-Verhältnissen eine mittlere Humuszersetzung anzeigen. Sie fehlen auf strengem Humus. Das Massenaufreten von *Mnium affine* läßt sich dagegen nur durch das feuchte Mesoklima des Neifetales in Verbindung mit der Flugaschen-Anreicherung erklären.

An der oberen Hangkante, angrenzend an das landwirtschaftlich genutzte Plateau, ist oberhalb des Fichtenforstes (Standort F 5) noch ein schmaler Streifen des naturnahen Laubmischwaldes erhalten. Er zeichnet sich durch das Auftreten von *Daphne mezereum*, *Lilium martagon*, *Adoxa moschatellina*, *Convallaria majalis* und *Melampyrum nemorosum* aus und ist in die Gruppe der Stieleichen-Hainbuchenwälder (Übergang zu Stieleichen-Birkenwäldern) zu stellen. Die erwähnten Arten und das starke Auftreten von *Melica nutans* kennzeichnen einen mild humosen, nährstoffreichen, mäßig frischen Laubwaldstandort. Einige hier vorkommende Arten wie *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium myrtillus* und *Calamagrostis arundinacea* weisen jedoch gleichzeitig auf eine Neigung zur lokalen Versauerung hin, die durch die Fichtenmonokultur am angrenzenden Hang gefördert wird.

Im Bereich des Saupantsche-Grabens (Standorte Lv-y; L 2—5) stockt ein noch recht ursprünglicher Bestand eines Humus-Schluchtwaldes (Arunco-Aceretum) mit *Aruncus vulgaris*, *Lunaria rediviva*, *Circaea alpina*, *Petasites albus*, *Festuca altissima* und *Prenanthes purpurea*. Entlang des Hangprofils des bachdurchzogenen Grabensystems ist die Gesellschaft je nach Feuchtigkeitsbedingungen unterschiedlich ausgebildet. Die bachferneren bzw. oberen Hangstandorte (Lx; y; L 3,4) tendieren in ihrer Artenzusammensetzung zum Eichen-Hainbuchen-Wald, was besonders durch das starke Auftreten von *Melica nutans*, *Actaea spicata*, *Fragaria vesca* und *Lathyrus vernus* erkennbar ist. An den feuchteren Standorten des Mittel- und Unterhanges (Lv; w; L 2,5) dominieren Feuchtigkeitsanzeiger wie *Impatiens noli-tangere*, *Equisetum silvaticum* und *Athyrium filix-femina*. Der Bachrandstandort L 2a ist durch *Chrysosplenium alternifolium*, *Carex remota*, *Myosotis palustris* und *Glyceria plicata* charakterisiert.

In unmittelbarer Nachbarschaft der Neife wurden drei Auenstandorte untersucht (s. Tab. 6). Der Standort A 1 ist etwas nördlich der Einmündung des Saupantsche-Baches auf einer relativ breit ausgebildeten Auenwiese gelegen. Er stellt ein typisches und gut ausgebildetes Arrhenatheretum dar (Arrhenatheretum typicum). Der Standort L 1 umschließt dagegen unmittelbar die Einmün-

Tab. 5. Vegetationsaufnahmen der Waldstandorte im Neißetal

Standortbezeichnung	Fq	Fr	Fs	F2	Ft	F3	F4	F5	G2	G3
Deckung in %										
Baumschicht	70	70	20	45	60	50	50	25		
Strauchschicht	—	—	—	—	—	—	—	5		
Krautschicht	5	10	45	15	70	—	—	95		
Moosschicht	5	75	90	20	80	—	—	5		
Baumschicht										
<i>Picea abies</i>	4	4	2	3	3	4	4	+	.	.
<i>Quercus robur</i>	+	2	2	2
<i>Carpinus betulus</i>	+	.
<i>Acer pseudo-platanus</i>	2	.
<i>Ulmus glabra</i>
<i>Tilia cordata</i>	.	.	.	+
<i>Fagus sylvatica</i>
<i>Pinus strobus</i>
<i>Betula pendula</i>	1	2
<i>Populus tremula</i>	1
<i>Acer platanoides</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>
Strauchschicht										
<i>Tilia cordata</i>
<i>Picea abies</i>	+
<i>Fagus sylvatica</i>	+	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	+	.
<i>Ulmus glabra</i>
<i>Acer pseudo-platanus</i>	+	.
<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Carpinus betulus</i>	+	.
<i>Acer platanoides</i>	+	.
<i>Quercus robur</i>
<i>Sambucus racemosa</i>	.	.	r	1	.	.	.	.	.	+
<i>Betula pendula</i>	1	.	.
<i>Corylus avellana</i>	3	2
<i>Ramnus frangula</i>	+	.	1
<i>Populus tremula</i>	1	.	.
<i>Viburnum opulus</i>	r	.	+
<i>Crataegus oxyacantha</i>	+
Krautschicht										
Arten des Fichtenforstes										
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	2	.	+	.	.	.	.	.
<i>Impatiens parviflora</i>	1	2	3	2	4	.	.	.	.	.
<i>Senecio nemorensis ssp. fuchsii</i>	.	+	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Mnium affine</i>	.	4	5	2	5	.	.	.	.	.
<i>Luzula albida</i>	.	.	.	+	1
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	r	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	r	.	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	.	+
<i>Picea abies</i>
<i>Quercus robur</i>	1	.	.

G13 G9 L4 Lx L3 Ly L2 Lw L2b Lv L5 G7 G8 G10 G11 G12 L2a

	75	65	50	80	50	50	5	50	50								50
	5	40	5	20	20	30	5	5	10								—
	30	35	30	30	90	85	85	95	90								95
	10	50	5	5	10	40	20	5	—								5

.
.	1	2	1	.	1	+	2	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.
.	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1	2	3	2	4	2	2	.	2	2	1	.	.	2	.	2	.
.	1	2	2	1	2	+	3	r	.	.	1	2	.	1	.	+	.
.	.	4	2	.	.	.	1	.	2	.	1	2	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	3	1	r	.	+	.	+	1	.	3	.
1	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+
.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.

+	.	r	.	+	.	+	r	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.
1	+	.	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.
+	+	r	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.	.
.	.	r	2	.	.	.	1	.	.	2	.	1	.	.	+	.	.
+	.	.	3	.	.	.	2	.	+	1	.	+	.	+	+	.	.
.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	+	1	.	.	.
+	1	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	+	+	+	.	.	.
+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	.	.	.	.
+	+	+	+	+
+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	+	.	.
.	+	+
.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.

+	.	1	1	1	.	1	2	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	1	.	r	r	.	.	+	.	.	+	1	1	.	+	.	.
.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+
.
.
.	.	.	.	.	r	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.

Tab. 5. Fortsetzung
Standortbezeichnung

	Fq	Fr	Fs	F2	Ft	F3	F4	F5	G2	G3
Arten der trockenen Laubwaldstandorte										
<i>Daphne mezereum</i>	+	+	+
<i>Lilium martagon</i>	2	1
<i>Melampyrum nemorosum</i>	1	.	.
<i>Asarum europaeum</i>	+	.
<i>Convallaria majalis</i>	3	.	1
<i>Adoxa moschatellina</i>	2	.
<i>Fragaria moschata</i>	+	+
<i>Melica nutans</i>	2	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	2	+	.
<i>Galium schultesii</i>	2	+	+
<i>Actaea spicata</i>	+	+
<i>Fragaria vesca</i>
<i>Hypericum hirsutum</i>
<i>Lathyrus vernus</i>
<i>Cystopteris fragilis</i>
<i>Majanthemum bifolium</i>
Charakterarten des Arunco-Aceretum										
<i>Acer pseudo-platanus</i>	+	+	.	+	+
<i>Ulmus glabra</i>
<i>Aruncus vulgaris</i>
<i>Lunaria rediviva</i>
<i>Circaea alpina</i>
<i>Festuca altissima</i>
<i>Prenanthes purpurea</i>
<i>Petasites albus</i>
<i>Euphorbia dulcis</i>	+	.
Charakterarten der Fagetalia										
<i>Carpinus betulus</i>	.	1	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Mercurialis perennis</i>	1	.
<i>Milium effusum</i>
<i>Mycelis muralis</i>	.	.	.	+	+
<i>Dryopteris austriaca</i>
<i>Polygonatum multiflorum</i>
<i>Phyteuma spicatum</i>	+	+
<i>Melica uniflora</i>
<i>Galium odoratum</i>
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+	.
<i>Epipactis helleborine</i>	r	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>
<i>Lathraea squamaria</i>
Charakterarten der Querco-Fagetea										
<i>Fragaria excelsior</i>	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.
<i>Acer platanoides</i>	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Mnium undulatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	+	.
<i>Lamium galeobdolon</i>	+	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>
<i>Viola reichenbachiana</i>	+	.	.
<i>Scrophularia nodosa</i>	+	.
<i>Anemone nemorosa</i>	1	2

Tab. 5. Fortsetzung
Standortbezeichnung

	Fq	Fr	Fs	F2	Ft	F3	F4	F5	G2	G3
<i>Ranunculus lanuginosus</i>
<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Geum urbanum</i>
<i>Pulmonaria obscura</i>	1	.
<i>Circaea lutetiana</i>
<i>Carex sylvatica</i>
<i>Primula elatior</i>
<i>Corydalis cava</i>
Feuchtigkeitszeiger										
<i>Impatiens noli-tangere</i>
<i>Athyrium filix-femina</i>	r	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	r	.	.	+	r
<i>Carex brizoides</i>
<i>Equisetum sylvaticum</i>	+
<i>Festuca gigantea</i>
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>
<i>Angelica sylvestris</i>
<i>Malachium aquaticum</i>	+	.
<i>Stellaria nemorum</i>
<i>Typhoides arundinacea</i>
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	+
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	.	.	.	+
<i>Myosotis palustris</i>
<i>Carex remota</i>
<i>Glyceria plicata</i>
<i>Ranunculus repens</i>
<i>Poa trivialis</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Veronica beccabunga</i>
Begleiter										
<i>Rubus spec.</i>	z	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Ajuga reptans</i>
<i>Stellaria holostea</i>
<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Moehringia trinervia</i>
<i>Melandrium rubrum</i>
<i>Hieracium sylvaticum</i>
<i>Deschampsia flexuosa</i>
<i>Lamium maculatum</i>
<i>Ficaria verna</i>	2	.
<i>Mnium hornum</i>
<i>Eurhynchium stokesii</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atrichum undulatum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.

Aufnahmestandorte s. Tab. 1.

Zusatzaufnahmen von GLOTZ (1961):

G2 und G3 entsprechen F5
G9 und G13 entsprechen Lx, Ly
G7, G8 und G12 entsprechen L5
G10 und G11 entsprechen Lv, Lw

G13	G9	L4	Lx	L3	Ly	L2	Lw	L2b	Lv	L5	G7	G8	G10	G11	G12	L2a
.	+	r	+	+	1	r	.	r	.	.	.	.	.	1	+	+
.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	r
.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
+	+	2	+	.	.	1	1	2	.	.
.	2	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
.	.	v	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
+	.	1	.	.	.	.	.	1	r	1	+	2	+	+	+	+
1	1	.	+	r	.	1	1	1	2	+	+	1	1	1	1	.
+	.	1	.	.	.	+	r	2	.	2	1	1	2	+	+	1
.	1	.	.	.	.	3	3	1	4	.	.	.	.	.	1	.
.	2	.	.	1	2	1	.	1	+	1	.
+	.	+	.	+	.	r	.	2	.	1	.	.	.	.	.	1
.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+	r	+	.	r	.	.	.	+	.	1	r
.	+	+
.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	1	.	.	.	+	.	2
.	3	.	.	.	.	.	+
+	+	.	.	r	.	+	.	1	.	.	.	.	1	+	1	2
.	+	.	+	.	1
+	+	.	+	3
.	2
.	1
.	r	.	r	.	.	.	.	+	.	+	2
.	1
.	1
.	r
.	+
+	.	.	r	.	.	r	.	.	.	1	.	1	.	.	1	.
2	+	2	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.	1	+	.
.	+	.	+	+	.	+	.	.	+
.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	r	.	.	1	.	.	+	.	.
.	+	1
.	.	+	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	+
.	+
.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
.
.
+	+	.

Tab. 6. Vegetationsaufnahmen der Auenstandorte im Neißetal

Standortbezeichnung	A1	L1	F1	Ufer
Deckung in %	100	100	100	100
Baumschicht				
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	3	.
<i>Acer pseudo-platanus</i>	.	.	2	.
Strauchschicht				
<i>Acer pseudo-platanus</i>	.	.	(r)	.
<i>Tilia cordata</i>	.	.	(r)	.
<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	(r)	.
Krautschicht				
Charakterarten des Arrhenatherion				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2	.	r	.
<i>Galium mollugo</i>	2	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i>	1	.	.	.
<i>Geranium pratense</i>	+	.	.	.
<i>Bromus mollis</i>	r	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	1	+	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	r	.	.	.
Charakterarten der Arrhenatheretalia				
<i>Dactylis glomerata</i>	2	2	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	r	.	.	.
<i>Pimpinella major</i>	1	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	+	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	1	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	+	.	.
Charakterarten der Molinio-Arrhenatheretea				
<i>Holcus lanatus</i>	1	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	2	2	.	.
<i>Poa trivialis</i>	1	2	2	.
<i>Festuca pratensis</i>	1	+	.	.
<i>Ranunculus acer</i>	+	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	+	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	1	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	r	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	1	1	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	2	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	2	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	1	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	+	+	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	2	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i>	+	.	.	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	r	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i>	r	.	.	.
<i>Campanula rotundifolia</i>	r	.	.	.
<i>Stellaria graminea</i>	1	r	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	.	.	.
<i>Alchemilla vulgaris</i>	+	.	.	.
<i>Agropyron repens</i>	+	2	.	.

Standortbezeichnung	A1	Li	F1	Ufer
Arten des Chaerophylletum bulbosi				
<i>Impatiens glandulifera</i>	+	1	2	3
<i>Agropyron caninum</i>	.	.	2	1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	1	1
<i>Malachium aquaticum</i>	.	.	2	2
<i>Lamium maculatum</i>	.	.	3	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	2	2	2	2
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	.	r	+	+
<i>Glechoma hederacea</i>	1	+	1	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	r	r	.	r
<i>Galium aparine</i>	.	r	.	+
<i>Symphytum officinale</i>	.	r	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	r	.	.
<i>Typhoides arundinacea</i>	.	.	+	+
<i>Bidens tripartita</i>	.	.	.	2
<i>Epilobium parviflorum</i>	.	.	.	+
Arten der Auwälder				
<i>Festuca gigantea</i>	.	.	1	.
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	r	.
<i>Melandrium rubrum</i>	.	.	r	.
<i>Impatiens parviflora</i>	.	.	2	.
<i>Galeopsis speciosa</i>	.	.	1	.
<i>Chelidonium majus</i>	.	.	+	.
<i>Polygonum convolvulus</i>	.	.	r	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	+	.
<i>Geum urbanum</i>	.	.	+	.
<i>Adoxa moschatellina</i>	.	.	1	.
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	1	.
<i>Anemone ranunculoides</i>	.	.	+	.
<i>Acer pseudo-platanus</i>	.	.	r	.

Erläuterung der Standortbezeichnungen s. Tab. 1 und Text

dung des Saupantschebaches in die Neife. Hier wurde um 1961 auf einem schmalen Uferwiesen-Streifen eine Pappel-Aufforstung vorgenommen. Zur Zeit der Aufnahme 1966 stellte sich dieser Standort als ein stark verarmtes, feuchtes Arrhenatheretum (*Arrhenatheretum alopecuretosum*) dar, das jedoch infolge der forstlichen Beeinflussung nur noch sehr fragmentarisch ausgebildet ist. Weiterhin wurde der schmale Auenstreifen zwischen Weg und Ufer der Neife im Bereich der Teufelsnase untersucht (F 1). Er trägt eine Mischgesellschaft, die sich aus zwei Hauptkomponenten zusammensetzt: Vertreter der Auenwälder und Vertreter der Ufer-Unkrautgesellschaft des *Chaerophylletum bulbosi*, die vom unmittelbar angrenzenden Ufer einwandern. Um dies zu verdeutlichen, wurde eine Uferaufnahme mit in die Vegetationstabelle (Tab. 6) aufgenommen. Die eigentlichen Wiesenelemente sind hier gänzlich unterdrückt. Der Standort trägt einen deutlichen Auenwald-Charakter, obwohl sich ein eigentlicher Auenwald auf diesem engen Raum nicht ausbilden kann.

5.2. Die derzeitige forstliche Bestockung

Die derzeitige Bestockung der westlichen Talhänge setzt sich aus rund 70 % Fichte, etwa 15 % Kiefer und Lärche und annähernd 15 % Buche, Eiche und sonstigen Laubbaumarten zusammen. Die Nadelbaumarten stocken ausnahms-

los im Bereich der Talhänge. In die Fichtenbestockung sind meist an schwer zugänglichen Hangteilen Bergahorn, Spitzahorn, Rotbuche, Stieleiche und Hainbuche horst-, gruppen- und truppweise eingesprengt. Altholzreste von Birke als lückiger Schirm über Fichtenrein- oder Fichten-Lärchen-Kiefermischbestockung oder auch nur als einzelne Überhälter sind stellenweise noch in der Abteilung 33 des Marienthaler Reviers anzutreffen. Die Birke war nach der Nonnenkalamität (1911—1912) auf den durch Kahlschlag der Schadhölzer entstandenen Großblößen in den Abteilungen 29, 30 und 31, teilweise auch 32, 33 und 34 des Marienthaler Reviers bestandsbildend. Unter ihrem Schirm erfolgte dann später die Wiederaufforstung in Form von Einzelmischungen aus Lärche, Kiefer und Fichte oder auch Fichte im Reinanbau.

Die Laubbaumarten mit Ausnahme der Birke konzentrieren sich im wesentlichen in der Talsohle entlang des Flußlaufes bzw. als Wegsäumung. Sie bilden hier einen wirksamen Schutz gegen Seitenerosion und dienen der natürlichen Befestigung des Uferstreifens und der Wegböschungen zur Neiße hin.

Die Fichtenbestockung umfaßt nur die Altersklasse I bis IV (bis 80jährig). Die Altersklassen V (80—100jährig) und VI (100—120jährig) sind, abgesehen von einigen Resten, wie z. B. entlang des „Görlitzer Weges“ in der Abteilung 26 des Marienthaler Reviers, nicht mehr vorhanden. Dieser Altholzwert legt aber ein sichtbares Zeugnis davon ab, welche beachtliche Massenleistung unter normalen Bedingungen auf den entsprechenden Standorten erreicht werden könnte. Die Ursache für das Fehlen der Althölzer ist in der bereits erwähnten Nonnenkalamität zu suchen, der fast die gesamten damaligen Fichtenbestände der ersten Generation zum Opfer fielen.

Die geringen Baumhölzer im gesamten Talbereich sind durchweg 60 bis 80 Jahre alt (IV. Altersklasse). Ein geringer Teil der starken Stangenhölzer, vor allem auf den trockenen Hangteilen, gehört gleichfalls in diese Altersklasse. Das Gros der starken Stangenhölzer sowie einige Bestände schwachen Stangenhölzes, die einen völlig ungenügenden Pflegezustand aufweisen, sind Altersklasse III (40—60jährig).

Die schwachen Stangenhölzer mit normalem Pflegezustand und einzelne Dickungen im oberen Hangbereich haben ein Alter von 20—40 Jahren (II. Altersklasse). Aufwüchse und Dickungen sind kaum älter als 20 Jahre.

5.3. Der Zustand der Vegetationsdecke in Abhängigkeit von der Aschen-Immission

Die hohe Produktionskraft der Standorte mit Flugascheneinfluß wird vor allem deutlich in der besprochenen Artenkombination der Bodenpflanzen. Auffallend im gesamten Talbereich ist die Üppigkeit der Krautschicht und z. T. auch der Strauchschicht selbst in geschlossenen Beständen. In den Stangenhölzern und Dickungen ist vor allem in feuchtigkeitsbegünstigter Lage eine artenarme, aber vitale Moosflora anzutreffen.

Als Weiserarten für den veränderten Oberbodenzustand, die mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle und demzufolge mit abnehmendem Aschenanteil im A_0 -Horizont in ihrer Häufigkeit stark zurücktreten oder fehlen,

können angesehen werden: *Tussilago farfara*, *Eupatorium cannabinum*, *Fragaria vesca*, *Cirsium vulgare*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Inula conyza* und wohl auch *Moneses uniflora*, *Pyrola minor*, *Pyrola rotundiflora* und *Epipactis helleborine*.

Der derzeitige Zustand der Nadelholzbestockung ist vor allem durch die akute Rauchschädigung gekennzeichnet. Besonders stark geschädigt sind die Baum- und Stangenhölzer auf den reliefrockeneren Hangteilen. In einem 65jährigen geringen Baumholz-Bestand in der Abteilung 4692 des Reviers Wittgendorf (entspricht Standort Fq-t) in einer mittleren Entfernung von der Emissionsquelle von etwa 3 km, sind 50 % der Bäume geschädigt, 35 % stark geschädigt und 15 % tot (1971). Dieser Bestand stockt auf einem überdurchschnittlich wasserversorgten Hangfuß.

In der Abteilung 30 des Marienthaler Reviers weist ein 72jähriger Fichtenreinbestand im Bereich des Überganges vom Oberhang zum Plateau, bei einer mittleren Entfernung von 4,5 km von der Emissionsquelle nachstehende Schädigungsquoten auf:

50 % der Bestandsmitglieder sind geschädigt,

50 % der Bestandsmitglieder sind stark geschädigt.

Bei den stark geschädigten Bäumen ist nur noch ein Nadeljahrgang vorhanden, bei den geschädigten zwei und die Reste des dritten.

Die Schädigungsquote an der Fichte nimmt mit zunehmender Entfernung von der Rauchquelle allmählich ab. Dennoch muß gesagt werden, daß im gesamten Talbereich keine gesunde, ungeschädigte Fichte in den Altersklassen III und IV mehr vorkommt. Ein alarmierendes Zeichen nicht nur für den örtlichen Bewirtschafter, sondern auch für die Organe des Umwelt- und Naturschutzes.

6. Die Bodenfauna

Die Untersuchungen an der Bodenfauna des Neifetales wurden mit dem Ziel begonnen, das vorhandene Inventar auf möglichst breiter Basis qualitativ und quantitativ zu erfassen. Dies schien zu Beginn der Arbeit (1960) nötig, weil weder die eine oder andere Tiergruppe, noch die eine oder andere Auswertungsmethode als besonders aussichtsreich zum Erfassen möglicher Veränderungen durch den Flugascheneinfluß herausgestellt werden konnte. Der hiermit verbundene hohe Arbeitsaufwand erschien um so mehr berechtigt, als die Bodenfauna regional zu dieser Zeit noch völlig unbearbeitet war und die besondere Vorgebirgslage außerordentlich günstige Bedingungen zur Klärung von Langzeitwirkungen von Emissionen bot (s. Einleitung). Da diese Arbeiten jedoch nur neben anderen, umfangreichen Verpflichtungen durchgeführt werden konnten, mußte von vornherein mit einer beträchtlichen zeitlichen Ausdehnung gerechnet werden. Aus dem Grundproblem ergeben sich für die bodenzoologischen Untersuchungen die folgenden drei Hauptaufgaben:

1. Analyse der ökologischen und tiergeographischen Situation, Erfassung und Auswertung des Inventars.

2. Vergleich der Ergebnisse mit der aus der Kenntnis der Lokalsituation und der ökogeographischen Grundgesetzmäßigkeit zu erwartenden Norm, Rückschlüsse zur Reaktion der Bodenfauna auf langfristige Einwirkung von Flugasche und Kleinklimatische Veränderungen.
3. Vergleich der bodenfaunistischen Verhältnisse in naturnahen Waldbeständen und Fichtenforsten innerhalb des Neißetales und Rückschlüsse auf die Wirkung der Fichtenmonokultur einerseits, auf die spezifische Störungs-Disposition der Bodenfauna unter naturnahen Mischwaldbeständen und unter Fichtenkulturen andererseits.

Die folgende Darstellung berücksichtigt im wesentlichen die quantitativen, insbesondere die produktionsbiologischen Ergebnisse der Untersuchungen. Die speziellen faunistisch-ökologischen Befunde an den einzelnen Bodentiergruppen folgen je nach Fertigstellung in loser Reihe in diesen Abhandlungen (vgl. S. 3).

Auf die allgemeinen faunistischen Verhältnisse im Neißetal hat bereits JORDAN (1959) aufmerksam gemacht. Er gibt an, daß in diesem Gebiet 21 Säugetierarten und etwa 60 Vogelarten anzutreffen sind. Die früher hier lebenden Arten Wasseramsel und Flußuferläufer sind bereits seit 1915 nicht mehr anzutreffen. Sie verschwanden also kurz nach Inbetriebnahme des Kraftwerkes Hirschfelde. Früher von hier gemeldete Fischarten wie Lachs und Ukelei sowie das Bachneunauge sind wohl schon um die Jahrhundertwende vertrieben worden. Noch heute häufig ist der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*). Weiter nennt JORDAN die Bergzikade (*Cicadetta montana*), die Laubheuschrecke *Tettigonia cantans*, den Ohrwurm *Sphingolabis albipennis* sowie die nördliche Wanze *Ligyrocoris sylvestris*, von der aus der Oberlausitz nur dieser Fundort bekannt ist.

6.1. Methodik und Übersicht über die Probenentnahmen

Die angewandte Methodik zur Erfassung der Bodenfauna ist grundsätzlich die gleiche wie bei DUNGER (1968) ausführlich beschrieben. Zur Benennung und Lage der Probenstellen s. Tab. 1.

6.1.1. Bodenfallen

Der Boden-Fallenfang wurde nach dem Prinzip der Einsatzfallen (DUNGER, 1963) angewendet. An den Standorten Fq, Fr, Fs, Ft sowie Lv, Lw, Lx, Ly wurden je zwei Fallen eingesetzt, so daß je Leerungstermin $8 \times 2 = 16$ Falleninhalte gewonnen wurden. Diese Fallen wurden am 5. Mai 1961 fängisch gestellt und, mit dem 12. Mai beginnend, wöchentlich bis zum 15. Dezember 1961 (Einsetzen der dauernden Schneedecke) geleert, sodann am 30. März 1962, 6. April und 16. April 1962. Von den beiden letzten Terminen sind Fallenfänge der L-Serie wegen Forstarbeiten nicht verwertbar.

Insgesamt liegen aus den Jahren 1961/62 544 Falleninhalte vor, aus denen 16 352 Individuen isoliert, nach systematischen Gruppen aufgeschlüsselt, gewogen (Makrofauna) und für die weitere Untersuchung in Alkohol fixiert wurden.

6.1.2. Flächenbezogene Erfassung der Makrofauna

Zur Erfassung der Besiedlungsdichte und flächenbezogenen Kalkulation der Biomasse der Makrofauna wurden im Laufe des Jahres 1961 sowie am 16. April 1962 zu insgesamt 10 Terminen (4-Wochen-Abstand) Bodenproben mit einem Stechzylinder von 1,5 Liter Volumen entnommen. Die Proben wurden so verteilt, daß zu jedem Termin im Bereich des Fichtenforstes wie auch im Bereich des Laubwaldes jeweils vier Proben aus dem Bereich 0—5 cm Bodentiefe und je 1 Probe von 5—10 cm Bodentiefe anfielen. Hieraus ergaben sich 100 Bodenproben zu je 1500 cm³, die im Labor mit der Hand ausgelesen wurden. Ergänzend hierzu wurden im September 1961 an den Standorten Lv sowie Fr jeweils 1 m³ Boden (100x100x100 cm) ausgegraben und am Standort von Hand aussortiert sowie am 11. Juni 1969 Bodenflächen von jeweils 1 m² nach der Formalin-Gießmethode (RAW, 1959) untersucht, wobei an dem Standort Lv drei Flächen, an den Standorten Fr und L 4 jeweils zwei Flächen ausgewählt wurden.

Aus diesen Untersuchungen fielen 1516 Individuen an, die gewogen, in systematische Gruppen sortiert und zur weiteren Bearbeitung in Alkohol fixiert wurden.

6.1.3. Enchytraeiden

Zur Erfassung der Enchytraeiden und kleinen Dipterenlarven konnte nur ein beschränkter Probenzeitraum ausgewählt werden. Vom 25. August bis 17. November 1961 wurden an den Standorten Fq, Fr, Fs, Ft sowie Lv, Lw, Lx, Ly jeweils 10 Proben zu je 50 cm³ in 0—5 bzw. 5—10 cm Bodentiefe entnommen. Die Proben wurden nach der Methode von O'CONNOR (1955) behandelt und hieraus die Individuen ausgezählt und fixiert.

6.1.4. Kleinarthropoden

Die Kleinarthropoden wurden mit Thermoeklektoren (Berlese-Tullgren-Trichter) von 10 cm Trichterdurchmesser ausgelesen. Die Bodenproben wurden mit einem Stechzylinder von 15 cm³ Rauminhalt bei 5 cm Eintauchtiefe (Öffnung 3 cm³) in 0—5 bzw. 5—10 cm Bodentiefe entnommen. Die erste Untersuchungsperiode (DUNGER) lief vom 5. Mai 1961 bis 15. Dezember 1961 bzw. 16. April 1962 mit Entnahmen an den Standorten Fq, Fr, Fs, Ft sowie Lv, Lw, Lx, Ly im 4-Wochen-Rhythmus. Von jedem Termin wurden je Standort 16 Einstiche von 5 cm Tiefe zu 4 Mischproben von 60 cm³ und 4 Einstiche von 10 cm Tiefe zu 2 Mischproben von 60 cm³ vereinigt. Aus dieser Untersuchungsperiode ergaben sich 444 Mischproben mit insgesamt 21 145 Einzelindividuen, die nach gruppenmäßiger Registrierung auf Kerblockkarten für die weitere Bearbeitung in Alkohol fixiert aufbewahrt wurden.

Die zweite Untersuchungsperiode (ENGELMANN) lief in der Zeit vom April 1965 bis Juni 1966 und erfaßte vornehmlich die Oribatiden an den Standorten L 1 — L 5, F 1 — F 5 sowie eine Probenstelle der Auenwiese (A 1). Mit einem frostbedingten Ausfall im Februar 1966 wurden monatlich je Probenstelle eine Serie von 3 Einstichen entnommen, die im Unterschied zur ersten Untersuchungsperiode nicht zu Mischproben vereinigt, sondern getrennt in die Tiefenbereiche 0—5 und 5—10 cm jeweils einzeln (d. h. 15 cm³) in die Trichter zur Auslese gebracht wurden. Hieraus ergaben sich 1150 Einzelproben.

Tab. 7. Durchschnittliche Aktivität der Bodenfauna im Jahresgang.

Obere Zeile: Individuen je Falle je Monat

Untere Zeile: Gewichte (in Alkohol; mg) je Falle je Monat

Monat	Carabidae	Staphylinidae	Colleoptera	Insecta div.	Arachno-morpha	Chilopoda	Diplopoda	Iso-poda	Collembola	Acari
Neißeatal, Fichtenforst (Fallen Q, R, S, T) 1961/1962										
V	1,8 102	18,1 12	3,3 7	12,0 29	7,6 53	2,8 51	1,2 46	0,3 10	52,8	16,0
VI	7,5 788	15,0 9	2,6 17	9,6 38	9,0 91	4,5 96	1,4 37	—	102,3	31,2
VII	10,2 2568	7,5 5	2,5 16	15,3 28	9,7 55	1,7 30	1,0 29	—	132,4	54,0
VIII	10,1 1016	3,9 6	1,0 9	20,2 114	6,5 102	2,2 84	0,6 28	—	184,2	44,5
IX	6,2 3051	7,5 7	3,4 12	30,8 114	24,3 651	2,9 84	1,5 105	0,5 12	299,0	64,0
X	2,3 625	8,1 9	3,1 9	13,5 118	24,4 183	1,6 46	3,1 171	0,2 10	193,4	27,6
XI	0,2 2	1,9 2	2,0 8	21,8 620	23,2 107	0,5 22	2,4 105	—	33,2	13,1
XII	0,5 22	1,0 2	2,3 4	17,1 604	17,0 50	0,6 12	1,6 33	—	27,5	6,0
III	3,5 38	7,5 10	2,5 34	60,5 2024	14,5 42	3,5 55	4,5 53	—	105,0	65,5
Neißeatal, Laubwald (Fallen V, W, X, Y) 1961/1962										
V	5,0 813	10,0 50	7,1 36	8,6 19	15,1 57	3,3 47	2,1 101	7,5 70	32,1	28,6
VI	10,2 1810	2,8 16	8,4 75	10,2 132	25,5 127	8,8 101	2,1 41	14,1 89	77,8	53,0
VII	8,9 2032	4,8 7	4,2 28	7,5 16	18,6 236	4,5 64	1,5 92	16,5 88	63,6	61,7
VIII	9,1 2494	1,7 6	2,9 32	8,9 36	25,4 447	2,7 32	1,4 34	6,7 63	80,5	43,2
IX	6,1 1400	2,9 6	2,6 11	10,0 56	30,7 640	2,3 32	0,7 28	7,0 51	108,7	22,6
X	2,8 582	5,0 6	8,2 16	24,5 83	20,4 346	1,8 35	1,1 57	4,4 43	44,0	15,5
XI	0,4 25	3,0 6	9,3 15	19,3 137	11,2 147	0,1 2	0,1 6	0,8 4	12,7	19,1
XII	0,3 11	1,0 5	6,5 9	10,0 85	5,8 64	0,6 10	0,6 11	1,0 8	5,5	5,3
III	0,0 0	4,0 11	6,5 6	10,5 77	25,5 126	12,5 126	4,0 18	1,0 6	40,5	70,0

Tab. 8. Jahresdurchschnitt (1961/62) der Aktivität der Bodenfauna im Neißetal (Fangzahlen/Fälle/Woche; Wochenaktivitätszahlen)

Gruppe	Fichtenforst		Laubwald	
	Individuen	Gewicht (mg)	Individuen	Gewicht (mg)
Carabidae	1,3	275,9	1,4	295,8
Staphylinidae	2,0	1,6	0,9	2,9
übrige Coleoptera	0,6	2,8	1,5	7,0
restl. Insecta	4,6	62,9	3,1	18,7
Arachnomorpha	3,8	44,3	5,1	73,7
Chilopoda	0,6	14,1	0,9	11,3
Diplopoda	0,4	17,7	0,3	11,8
Isopoda	0,1	0,9	1,8	13,2
Collembola	29,3		14,3	
Acari	8,8		8,4	

6.2. Ergebnisse der bodenzoologischen Untersuchungen

6.2.1. Ergebnisse des Bodenfallenfanges

Die durchschnittliche Aktivität der Bodenfauna ist in Tab. 7 nach Monaten zusammengefaßt. Hierbei interessiert in erster Linie der Jahresgang der Aktivität, während die absolute Höhe der Fangzahlen aus den bekannten methodischen Gründen vergleichend mit den flächenbezogenen Werten der Besiedlungsdichte diskutiert werden soll (Tab. 8).

Allgemein fällt auf, daß die Aktivität der Bodenfauna im Neißetal \pm eingipflig, d. h. ohne Trennung in ein Frühjahrs- und ein Herbstmaximum verläuft. Dies zeigen die Abb. 2 und 3 für Carabiden und Collembolen für Laubwald und Fichtenforst einheitlich. Die höchste Aktivität der Carabiden ergab sich jedoch im Fichtenforst im Juni-Juli, im Laubwald aber erst im August-September (wobei das Maximum der Aktivitätsgewichte jeweils etwas später als das Maximum der Aktivitätsdichte liegt). Die Collembolen zeigen einheitlich für beide Standortgruppen ein Maximum im September. Die Spinnen und Diplopoden (Abb. 4 und 5) weisen im Juni wenigstens die Andeutung eines

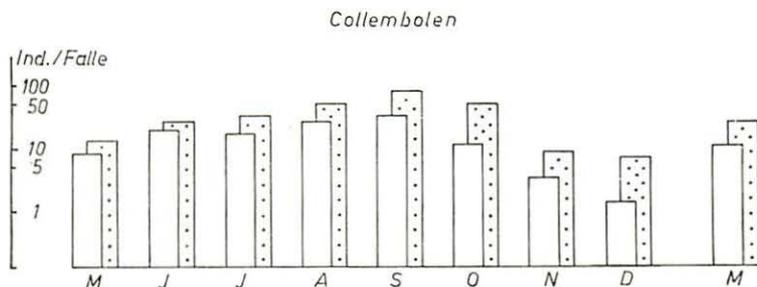


Abb. 2. Durchschnittliche Monatswerte des Fallenfanges von Collembolen in einem Fichtenforst (punktierte Säulen) und einem Laubwald (glatte Säulen) im Neißetal Mai 1961 bis März 1962.

Frühjahrgipfels auf. Dieser ist im Fichtenforst jeweils deutlicher ausgeprägt als im Laubwald.

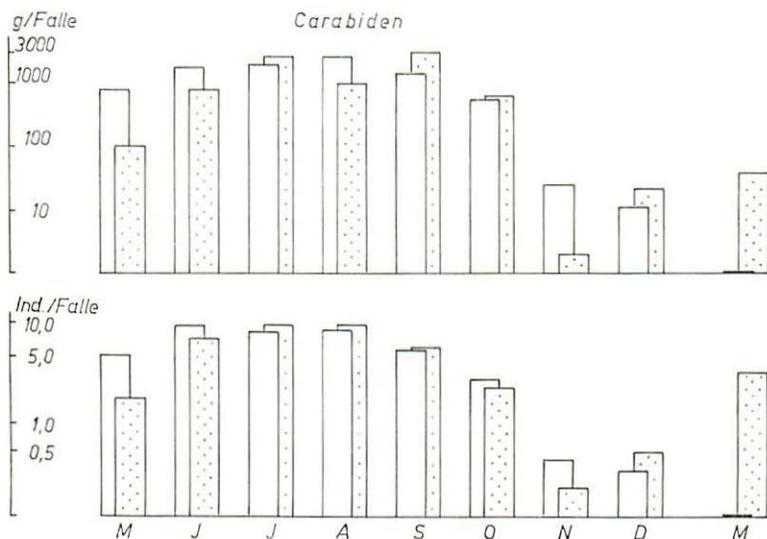


Abb. 3. Durchschnittliche Monatswerte des Fallenfanges von Carabiden in einem Fichtenforst (punktierte Säulen) und einem Laubwald (glatte Säulen) im Neißetal Mai 1961 bis März 1962.

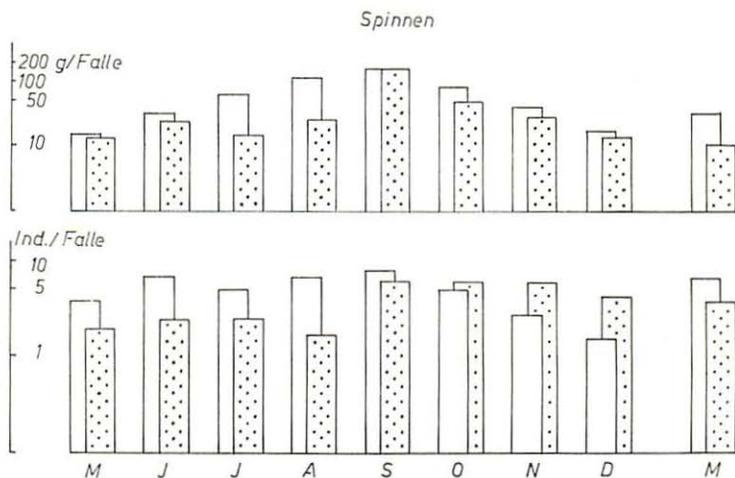


Abb. 4. Durchschnittliche Monatswerte des Fallenfanges von Spinnen in einem Fichtenforst (punktierte Säulen) und einem Laubwald (glatte Säulen) im Neißetal Mai 1961 bis März 1962.

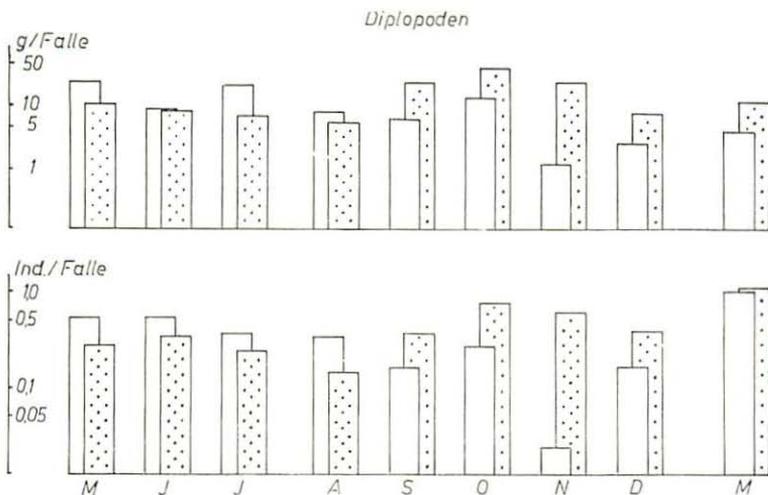


Abb. 5. Durchschnittliche Monatswerte des Fallenfanges von Diplopoden in einem Fichtenforst (punktierte Säulen) und einem Laubwald (glatte Säulen) im Neißetal Mai 1961 bis März 1962.

Diese Beobachtungen, wenn auch aus lediglich einem einzigen Jahrgang stammend und daher nicht hinreichend gesichert, legen den Schluß nahe, daß die spezifischen mesoklimatischen Bedingungen im Neißetal eine Ganzjahresaktivität ohne Sommerdepression gestatten. Diese Verhältnisse scheinen sich besonders im Laubwald auszuwirken, während die standortklimatischen Eigenschaften des Fichtenforstes für einige Gruppen eine Aktivitätsverminderung in den Sommermonaten verursachen. Vielleicht ist dieser Grund auch dafür verantwortlich zu machen, daß das Aktivitätsmaximum im Fichtenforst meist zeitiger erreicht wird als im Laubwald. Zur weiteren Klärung dieser Verhältnisse muß auf die Bearbeitung der einschlägigen Gruppen (besonders HIEBSCH, 1972) verwiesen werden.

6.2.2. Besiedlungsdichte der Makrofauna

In Tab. 9 sind die Jahresdurchschnittswerte der monatlichen flächenbezogenen Untersuchungen der Makrofauna zusammengestellt. Zur Beurteilung dieser Werte ist zu beachten, daß lediglich die Untersuchungen in der oberen Bodenschicht von 0–5 cm in die Berechnung einbezogen wurden. Hiernach ist insbesondere für die Lumbriciden keine Einschätzung der totalen Siedlungsdichte möglich, so daß besondere Untersuchungen nötig wurden (s. u.). Ihre Ergebnisse sind in Tab. 11 zusammengestellt. Eine Synthese dieser allerdings nicht kontemporären Untersuchungen wird in Abb. 6 dargestellt. Hiernach erscheint der Laubwald des Neißetales als ein mäßig stark besiedelter Regenwurmboden mit etwa 20 g/m² Biomasse und 85 % Lumbricidenanteil der Makrofauna. Der Fichtenforst dagegen weist kaum mehr als 1 g/m² Biomasse auf und muß daher als (makro-)biologisch verarmter Boden bezeichnet werden.

Tab. 9. Bodenmakrofauna im Jahresdurchschnitt (1961/1962) in der oberen Bodenschicht (0-5 cm)

Gruppe	Fichtenforst		Laubwald	
	Individuen/m ²	mg/m ²	Individuen/m ²	mg/m ²
Carabidae	6	28	10	102
Staphylinidae	20	20	26	46
übrige Coleoptera	34	80	63	273
restl. Insecta	21	23	23	102
Diptera (Larven)	192	349	109	455
Arachnomorpha	21	12	33	41
Chilopoda	90	188	83	273
Diplopoda	2	19	9	154
Lumbricidae	16	428	124	4064
Gastropoda	1	5	30	1313
Isopoda	—	—	21	7
Summe		1157		6835

Die wichtigste Differenz in der Besiedlung beider Standorte zeigt sich in der Biomasse der Lumbriciden (s. u.). Wesentlich stärker als im Laubwald vertreten sind weiter die Gastropoden und die Isopoden, wogegen besonders auf die Dipterenlarven und Chilopoden im Fichtenforst prozentual (aber nicht absolut) höhere Werte entfallen. Diese Unterschiede spiegeln \pm charakteristisch die Standortabhängigkeit der Bodenbesiedlung durch die Makrofauna wider. Sie geben keinen besonderen Hinweis auf eine Einwirkung von Flugasche oder andere außergewöhnliche Standortfaktoren. Das bedeutet nicht, daß bei der folgenden speziellen Bearbeitung der einzelnen Tiergruppen nicht Hinweise auf besondere Einwirkungen gewonnen werden könnten.

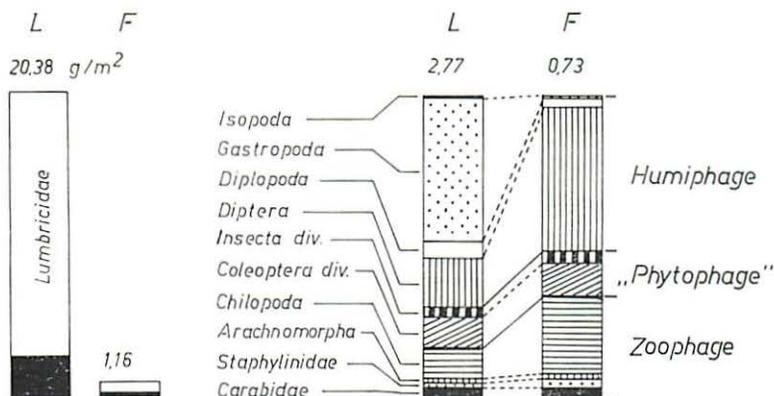


Abb. 6. Durchschnittliche Zusammensetzung der Boden-Makrofauna in einem Fichtenforst (F) und einem Laubwald (L) des Neißetales. Links: Gesamtbiomasse, getrennt in Lumbricidae (weiß) und übrige Makrofauna (schwarz); rechts: prozentuale Zusammensetzung der „übrigen Makrofauna“.

Von methodischem Interesse ist die Frage, inwieweit die mittels Bodenfallen gewonnen Aktivitätswerte zur Standort Beurteilung in Frage kommen. Ein Vergleich der Jahresdurchschnitte der Gewichtsanteile (s. Tab. 10), berechnet für die an der Bodenoberfläche aktiven Tiergruppen, gestattet eine Antwort hierauf.

Tab. 10. Gewichtsanteile (%) der an der Bodenoberfläche aktiven Tiergruppen der Makrofauna an den Ergebnissen des Fallenfanges und der Zylinderproben, berechnet nach den Jahresdurchschnitten

Gruppe	Fichtenforst		Laubwald	
	Fallen	Zyl.-Proben	Fallen	Zyl.-Proben
Carabidae	65.7	7.5	68.0	10.2
Staphylinidae	0.4	5.3	0.7	4.5
übrige Coleoptera	0.6	21.2	1.6	27.2
restl. Insecta	15.0	7.5	4.4	10.2
Arachnomorpha	10.6	3.2	17.0	4.1
Chilopoda	3.3	49.8	2.6	27.7
Diplopoda	4.2	5.5	2.7	15.4
Isopoda	0.2	0.0	3.0	0.7

Der Vergleich der Werte in Tab. 10 zeigt, daß an beiden Standorten nach den Fallen-Aktivitätswerten die Carabiden und Spinnen überbewertet, die Staphyliniden, übrigen Käfer und auch die Chilopoden unterbewertet werden. In keinem dieser Fälle ist es möglich, aus den Aktivitätswerten direkt auf die Besiedlungsdichte zu schließen. Dagegen erscheint der Vergleich der Aktivitätswerte untereinander in bestimmten Grenzen aussagekräftig. Verglichen mit den Wochen-Aktivitätsgewichten aus anderen Untersuchungen (DUNGER, 1968: 110—111) läßt sich sagen, daß die Werte für Carabiden als normal, für Staphyliniden und Spinnen geringer als normal für entsprechende Waldböden anzusehen sind.

Tab. 11. Ergebnisse der Formalin-Proben Juni 1969 (Durchschnittswerte pro m²)

Gruppe	Fichtenforst		Laubwald	
	Indiv./m ²	Gew. (mg) m ²	Indiv. m ²	Gew. (mg) m ²
Z o o p h a g e				
Coleoptera	1.0	3	3.2	207
Arachnomorpha	3.0	12	4.0	32
Chilopoda	4.0	17	6.4	32
P h y t o p h a g e				
Insecta	3.0	36	4.4	159
H u m i p h a g e				
Diptera (Larven)	0.5	16	0.4	7
Isopoda	0.0	0	6.2	65
Diplopoda	0.5	11	1.8	48
Gastropoda	0.0	0	15.4	1202
Lumbricidae	1.5	18	58.6	18433
Summe		113		20236
Gliederung der Lumbricidae				
<i>Lumbricus rubellus</i>	—	—	9.6	6781
<i>Dendrobaena octaedra</i>	1.5	18	2.0	190
<i>Dendrobaena rubida</i>	—	—	0.4	20
<i>Allotobophora caliginosa</i>	—	—	25.4	8739
<i>Allotobophora rosea</i>	—	—	13.6	1104
<i>Octolasion lacteum</i>	—	—	7.6	1649

Die Artengliederung der Lumbriciden (s. Tab. 11) lohnt eine nähere Betrachtung. *Dendrobaena octaedra* ist die einzige Lumbricidenart des Fichtenforstes im Untersuchungsgebiet, eine eindeutige Folgeerscheinung der dominierenden Rolle der Fichtennadel-Streu im Zersetzungsprozeß des Bodens. Eine Ein- oder auch Mitwirkung der Flugasche auf den Vorgang dieser Artenverarmung ist wenig wahrscheinlich.

Im Bereich des Laubwaldes lassen sich (in den Untersuchungsquadraten) 6 Lumbricidenarten feststellen. Es dominieren *Allolobophora caliginosa* und *Lumbricus rubellus*. Produktionsbiologisch noch zu beachten sind *Allolobophora rosea* und *Octolasion lacteum*. Es fällt auf, daß in der relativ armen Artengarnitur insbesondere die Tiefgräber unter den Lumbriciden fehlen (*Lumbricus terrestris*, *Allolobophora longae*). Da es sich bis auf den Bereich der eigentlichen Tal-Alluvionen um vorwiegend flachgründige Böden auf anstehendem Gestein handelt, kann hieraus kein Flugaschen-Einfluß abgeleitet werden.

Zu anderen Schlußfolgerungen führt die Betrachtung der Biomasse der Lumbriciden. Für derartige frische Laubmischwälder, wie sie hier in Form des Arunco-Aceretum vorliegen, die eine relativ hohe Produktion N-reicher Streu aufzuweisen haben, darf eine relativ hohe Biomasse an Streuzersettern, insbesondere an Lumbriciden erwartet werden (DUNGER, 1964). Hierfür sind im Durchschnitt 40 g/m^2 , aber auch bis 100 g/m^2 zu veranschlagen. Der Vergleich mit der ohne Störung für einen entsprechenden Standort zu erwartenden Siedlungsdichte spricht also stark für die Annahme einer Depression der Lumbriciden-Besiedlung im Laubwaldteil des Neißetales, wofür der Einfluß der Flugasche als einzige plausible Erklärung gefunden werden kann. Ein physiologischer Wirkmechanismus könnte in einer Reizung der weichen, drüsigen Körperoberfläche der Lumbriciden durch die Flugasche gesucht werden. Ein solcher Erklärungsversuch ist jedoch einstweilen rein spekulativ.

Tab. 12. Besiedlungsdichte der Enchytraeiden und Dipterenlarven im Neißetal (Durchschnittswerte aus jeweils 4x10 Proben); Angaben in Individuen m²

Boden- tiefe (cm)	25. 8.	22. 9.	20. 10.	17. 11. 1961	Durchschnitt Individuen m ²
Enchytraeiden Fichtenforst (Fq-Ft)					
0-5	7792	8520	11480	18520	12577
5-10	336	1440	1380	810	
Enchytraeiden Laubwald (Lv-Ly)					
0-5	7403	17153	11670	12640	13352
5-10	240	1630	660	1930	
Dipterenlarven Fichtenforst (Fq-Ft)					
0-5	624	1160	1800	1030	1293
5-10	48	60	—	60	
Dipterenlarven Laubwald (Lv-Ly)					
0-5	640	632	720	430	759
5-10	24	300	60	180	

6.2.3. Besiedlungsdichte der Enchytraeiden und Dipterenlarven

Die Siedlungsdichte der Enchytraeiden und der Dipterenlarven im Größenbereich der Mesofauna konnte nur über einen kurzen Zeitraum von August bis November 1961 geprüft werden. Da aber kaum mit einer Sommerpause zu rechnen ist (s. o.), sind die Werte wohl hinreichend repräsentativ (Tab. 12). Im durchschnittlichen Besatz ergibt sich eine fast uniforme Besiedlung des Laubwaldes und des Fichtenforstes auf einem bei etwa 13 000 Ind./m² sehr niedrigen Niveau. Eine plausible, aber experimentell wiederum nicht erwiesene Erklärung kann darin gesucht werden, daß die weichhäutigen Enchytraeiden empfindlich auf die starke Veränderung des Oberbodens durch die Flugasche mit einer Verringerung der Besiedlungsdichte reagieren. Im Gang der jahreszeitlichen Dynamik scheinen sich Unterschiede zwischen dem Laubwald und dem Fichtenforst abzuzeichnen. Das zeitigere Eintreten des relativen Dichtemaximums im Laubwald (September) gegenüber dem Fichtenforst (November) ist wohl als Auswirkung des ausgeglicheneren Feuchtehaushaltes im Laubwald zu deuten.

Der Besatz mit Dipterenlarven ist im Gegensatz zur Entwicklung der Oligochaeten im Neißetal beachtlich hoch, und zwar im Fichtenforst (etwa 12 000 Ind./m²) charakteristisch stärker als im Laubwald (etwa 750 Ind./m²). Dies erweckt den Eindruck, daß die in ihrer Körperoberfläche durch Chitinisierung stärker geschützten Larven der Dipteren wenigstens im Bereich des Laubwaldes sich zum Teil auf Kosten der flugaschegeschädigten Oligochaeten stärker entwickelt haben. Der höhere Dipteren-Besatz im Fichten-Rohhumus ist, wie bereits für den Bereich der Makrofauna erwähnt, als normal und den Lebensgewohnheiten dieser Gruppe entsprechend anzusehen.

6.2.4. Besiedlungsdichte der Kleinarthropoden

Die Kleinarthropoden des Neißetales erfahren fast durchweg eine eingehende Detailuntersuchung (Apterygoten: DUNGER, 1972 a; Oribatiden: ENGELMANN, 1972, Myriapoden: DUNGER, in Vorbereitung). Es mag daher hier genügen, an Hand einer synthetischen Liste (Tab. 13) die quantitativen Verhältnisse kurz zu überblicken. Die Kleinarthropoden zeigen im Neißetal nicht nur allgemein eine hohe Besatzdichte, sondern sie verhalten sich mit etwa 100 000 Ind./m² im Laubwald gegenüber etwa 63 000 Ind./m² im Fichtenforst nicht so, wie es unter normalen Bedingungen zu erwarten gewesen wäre: Der Besatz im Fichtenforst erscheint etwas unterdurchschnittlich, im Laubwald deutlich überdurchschnittlich. Auffallend ist weiter der geringe (wenn auch nicht absolut niedrige) Mengenanteil der Apterygoten und das gleichartige Anteilverhältnis für beide Standortgruppen: Im Fichtenforst wie auch im Laubwald haben die Collembolen einen Individuenanteil von 18 %, die Proturen und die Kleinmyriapoden (Symphylen und Pauropoden) jeweils 1 %. Der Rest entfällt auf Milben, wovon die Oribatiden mit 70 % im Fichtenforst und 64 % im Laubwald absolut dominieren. Es kann somit festgestellt werden, daß allgemein eine Verschiebung der normalen Besiedlungsrelationen vorzuliegen scheint, die sich besonders in einer Begünstigung der Oribatiden und einer Kleinarthropodenvermehrung im Laubwald äußert.

Tab. 13. Besiedlungsdichte der Kleinarthropoden im Neißetal 1961/62. Angaben in Individuen/1000 cm³ bzw. Individuen/m² in 0–10 cm Bodentiefe (Durchschnittswerte aus jeweils 4x20 Proben)

Datum	Collembola	Protura	Oribatei	restl. Acari	Symphyla Pauropoda	Summe Ind./m ²
Fichtenforst (Fq-t)						
5. 5.	349	20	776	97	17	84 353
2. 6.	268	5	513	104	15	60 635
30. 6.	314	5	997	110	11	96 279
27. 7.	101	4	689	74	4	58 424
25. 8.	118	4	472	96	9	46 833
22. 9.	74	3	505	81	9	45 359
20. 10.	44	6	524	69	2	43 215
17. 11.	205	4	1130	124	7	98 490
16. 4.	63	2	351	57	6	32 093
Durchschnitt	170,7	6,4	661,9	90,2	9,0	62 853
Laubwald (Lv-Ly)						
5. 5.	400	34	1051	222	18	155 750
2. 6.	371	41	1020	187	17	109 612
30. 6.	309	14	998	182	8	101 237
27. 7.	248	3	996	307	8	104 989
25. 8.	301	25	1072	253	6	111 019
22. 9.	152	23	673	247	2	73 499
20. 10.	113	11	621	172	5	61 774
17. 11.	260	18	1217	299	5	120 533
15. 12.	417	27	1120	231	2	120 399
16. 4.	144	0	536	102	6	52 796
Durchschnitt	255,3	19,3	909,3	219,0	8,3	99 023

7. Diskussion der Ergebnisse zur Wirkung von Industrie-Emissionen auf die Bodenfauna

Die hier vorgelegten Arbeitsergebnisse ermöglichen im Verein mit den bereits abgeschlossenen Spezialbearbeitungen der Apterygota (DUNGER, 1972a), der Oribatei (ENGELMANN, 1972) und der Arachnida (HIEBSCH, 1972) eine erste Aussage zur eingangs gestellten Frage nach dem Einfluß der Flugasche im Bereich des Neißetales.

Als Ergebnis der allgemeinen ökologischen und biogeographischen Untersuchungen kann zunächst festgestellt werden, daß sich das Neißetal bei Ostritz auch zur Untersuchungszeit noch durchaus für den angestrebten Zweck eignete. Floristisch ist die eigenständige montan getönte Artenzusammensetzung auch gegenwärtig noch erhalten. Bodenkundlich lassen sich eindeutig Veränderungen durch den Flugascheneinfluß an Hand des Sättigungswertes, der Azidität und des C/N-Verhältnisses nachweisen. Das Mesoklima hat sich infolge der anthropogenen Einflüsse offensichtlich in seiner Tendenz zum ausgeglichen feuchten Klimacharakter nicht geändert. Auch sind keine einschneidenden forstlichen Maßnahmen in der fraglichen Zeit vorgenommen worden.

Eine Veränderung haben allerdings während der Versuchszeit die Stärke und die Art der Industrieexhalate erfahren. Während zu Beginn der Untersuchungen (1960) nach 50jähriger Immissionsperiode forstlich ein Anheben der Standort-Bonität als Auswirkung der bislang immittierten Stäube (Flugasche) zu konstatieren war, zeigte sich nach Inbetriebnahme neuer Hochdruckanlagen am Baumbestand von 1962—1965 an eine Rauchschädigung als Folge des erhöhten Anfalls SO_2 haltiger Gase. Zu dieser Zeit waren aber die bodenzoologischen Untersuchungen schon größtenteils abgeschlossen. Mit Zunehmen der Schadentwicklung dürfte es sich lohnen, entsprechende Untersuchungen am gleichen Ort zu wiederholen.

Im Gegensatz zur inzwischen sehr umfangreichen Literatur zu den verschiedensten Rauchschadenproblemen ist bislang über die Reaktion der Bodenfauna auf Industrieexhalate wenig bekannt. Zu nennen sind außer den hier diskutierten Untersuchungen im Neißetal die Arbeiten von VANĚK (1967, 1968), KHOLOVÁ (1968), BASSUS (1968), FEILER und HIEBSCH (1968), DUNGER und ENGELMANN (1969) und FEILER (1971) sowie die Bemerkungen bei WITTICH (1959) und NEUMANN (1971). Die hier mitgeteilten Ergebnisse erscheinen zunächst zu widersprüchlich und zum Teil auch zu unbestimmt, um hieraus allgemeine Schlußfolgerungen für das Verhalten der Bodenfauna in Immissionsgebieten zu ziehen. Bei näherer Prüfung erweist es sich jedoch in Zusammenhang mit den im Neißetal gewonnenen Erfahrungen als möglich, die bisher vorliegenden Kenntnisse in der folgenden Hypothese zusammenzufassen:

a. Primär entscheidend ist der Gehalt der Industrieexhalate an gasförmigen Stoffen, die auf die Bodenfauna direkt schädigend einwirken. Hierzu sind nach den Ergebnissen von VANĚK (1967) und anderen Untersuchern (unpubl.) Chlor- und Stickstoffoxid-Gase zu rechnen. Dagegen wurden Schwefeloxide bislang nicht für die Bodenfauna direkt schädlich gefunden. Ohne Zweifel muß aber in dieser Hinsicht die Dauer und die Konzentration der Einwirkung exakter geprüft werden.

b. Soweit direkt schädigende Gase nicht vorliegen, entscheidet im Rahmen der Konzentrationsabhängigkeit die chemische Zusammensetzung der Asche über die Exhalat-Wirkung. Sie kann die Bodenfauna auf 3 Wegen erreichen, nämlich (c) über die geänderten physikalisch-chemischen Eigenschaften des oberen (Flugasche-) Bodenhorizontes, (d) über Änderungen der Vegetationsverhältnisse und (e) über Änderungen der mikrobiologischen Aktivität des Bodens. Schließlich können alle diese Änderungen neue biotische, insbesondere neue Konkurrenz-Verhältnisse bedingen (f).

c. Die Veränderung des Humuszustandes in Immissionsgebieten ist bereits komplexer Natur und zum Teil zoogen bedingt. Ein primärer Einfluß der Struktur und Textur des mit Flugasche vermischten Mineralbodens auf Bodentiere ist bisher nicht bekannt. Von unmittelbarer Bedeutung ist dagegen die Veränderung des Säurezustandes, die sich in pH-Verschiebungen von 3,5 auf 7,0 äußern kann (ENDERLEIN und STEIN, 1964). In solchen Fällen, in denen wie in der Dübener Heide bis zu 20 % CaO in der Asche enthalten sind, bewirken die emittierten Stäube praktisch eine intensive Kalkdüngung (KRAUSS, 1966). Hierdurch werden insbesondere die säureintoleranten Lumbriciden direkt gefördert. In anderen Fällen, in denen, wie im Bereich des Neißetales, bei nur

3,5 % CaO auch 1,8 % SO₃ in der Asche nachzuweisen sind (Tab. 3), scheinen dagegen trotz einer gewissen pH-Steigerung im Rohhumusbereich besonders Oligochaeten mit empfindlicher, drüsenreicher Körperoberfläche in ihrer Vitalität beeinträchtigt zu werden.

d. Änderungen der Vegetationsverhältnisse, insbesondere in der Krautschicht von Kiefern- und Fichtenforsten, lassen sich gewöhnlich primär auf die Ca-Zufuhr durch Industrie-Stäube (LUX, 1964) wie auch auf Änderungen des Humuszustandes als biogene Wechselwirkung zurückführen. Hieraus ergibt sich auch für anspruchsvolle humiphage Bodentiergruppen wie Lumbriciden ein gut aufnehmbares Nahrungsangebot. So fanden DUNGER und ENGELMANN (1969) in stark rauchgeschädigten Kiefernbeständen der Dübener Heide Lumbriciden-Biomassen, die denen des Laubwaldes im Neißetal voll entsprechen. Hierbei dominierten *Allolobophora caliginosa* und *Lumbricus rubellus*. Daneben waren sogar einzelne Exemplare von *Lumbricus terrestris* (nach 50jähriger Immission) eingewandert. Der Anfall leicht zersetzlicher, N-reicher Bodenstreu als Folge von flugascheinduzierten Vegetationsverschiebungen ist ein weiterer wesentlicher Faktor für die Reaktion der Bodenfauna auf Industrie-Exhalate.

e. Sowohl durch die Kalkzufuhr als auch durch den verstärkten Anfall von Pflanzenabfällen mit engem C/N-Verhältnis werden in Böden mit eumyzetischer Humusbildung (wie sie in Nadelforsten gewöhnlich vorliegt) die bakteriellen Zersetzungsprozesse entscheidend gefördert. Dieser bekannte Effekt der Wald-Kalkung (RONDE, 1968) ist auch dort zu erwarten, wo sich Industrie-Stäube in dieser Richtung auswirken. Aus dieser Sicht erscheint die Erklärung der Befunde einiger Untersuchungen, die einen Rückgang vorwiegend pilzfressender Kleinarthropoden (Oribatiden, Collembolen) in durch Flugasche stark aufgekalkten Böden feststellen, aussichtsreicher als durch die unbewiesene Annahme einer „Azidophilie“ dieser Tiergruppen (oder richtiger der entsprechenden dominierenden Arten). Für die gleiche Auffassung spricht der Befund von BAS-SUS (1968), der in rauchgeschädigten Kiefernwäldern der Dübener Heide eine relative Zunahme von saprophagen Arten der Nematoden auf Kosten solcher Arten, die bevorzugt von Bodenpilzen leben, feststellte. Wenn auch die Prüfung dieser Fragen im einzelnen noch aussteht, so erscheint doch die Vorstellung gerechtfertigt, daß durch Industrieexhalate Änderungen in der Aktivität und Zusammensetzung der Mikroflora des Bodens auf direktem Weg sowie über die Wechselwirkung mit Bodenvegetation, Bodenfauna und Humuszustand erfolgen. Diese Änderungen drücken sich in der Aktivität und Zusammensetzung der Bodenfauna aus, wobei es aussichtsreich ist, die Bodenfauna als Indikator für komplexe mikrobiologische Veränderungen zu benutzen.

f. Aus dem bisher Gesagten ergibt sich zwangsläufig weiterhin eine Verschiebung der Konkurrenzbedingungen der Bodentiere untereinander. Bei Beobachtungen an Sukzessionsabläufen der Bodenfauna in jungen Haldenböden fand DUNGER (1968) ein Konkurrenzverhalten zwischen Makrohumiphagen (Lumbriciden) und Mikrohumiphagen (Collembolen u. a) im Zuge von Veränderungen des Standortes, besonders des Humuszustandes. Mit ähnlichen Erscheinungen muß bei entsprechenden Veränderungen unter Flugascheneinfluß gerechnet werden. Hieraus wäre zu erklären, daß bei einer Depression der Vitalität der Oligochaeten im Laubwald des Neißetales eine überdurchschnittliche

Entfaltung der Kleinarthropoden eintritt, und daß andererseits bei intensiver Förderung der Lumbriciden in den flugaschegekalkten Kiefernwäldern der Dübener Heide eine Hemmung der Kleinarthropoden festgestellt wird (DUNGER und ENGELMANN, 1969). Selbstverständlich stellt das Verhältnis Mikrohumiphagen — Makrohumiphagen nicht das einzige, sicher aber ein wesentliches Konkurrenzgeschehen im Zuge von flugascheinduzierten Veränderungen in Waldböden dar. Erwähnenswert erscheint z. B. weiter die starke Entwicklung des von Kleinarthropoden lebenden Teiles des Zoophagen-Komplexes (Staphyliniden, Chilopoden) im Laubwald des Neißetales, wo durch die erhöhte Individuendichte der Kleinarthropoden vorteilhafte Lebensbedingungen für diese Gruppen geboten werden.

g. Alle im vorstehenden besprochenen Reaktionen der Bodenfauna zeigen eine deutliche Abhängigkeit vom jeweiligen Standort. Sie sind dort am intensivsten, wo die Tendenz der flugaschebedingten Veränderungen am meisten im Gegensatz zu den bisherigen Standortverhältnissen (Humuszustand, pH, Bodenbedeckung, Nahrungsangebot) steht. Hiermit steht im Einklang, daß sich im Neißetal eine gewisse Nivellierung in der Entwicklung einiger Tiergruppen (z. B. Enchytraeiden) abzeichnet. Allgemein erscheint im Neißetal mit stark zurücktretendem Kalkeinfluß der Flugasche die Veränderung im Laubwald tiefergreifend als im Fichtenforst, während bei hohem Kalkgehalt der immittierten Stäube im Nadelforst die stärkeren Veränderungen zu beobachten sind (DUNGER und ENGELMANN, 1969).

h. Die Untersuchungen im Neißetal legen weiterhin nahe, daß auch langzeitiger Einfluß von Industrieexhalaten nicht zu einer Artenverarmung bzw. Uniformierung der Artengarnitur führen muß, wie dies als Folge z. B. landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen bekannt ist. Soweit keine Einwirkung direkt toxischer Abgase vorliegt, wurde bisher keine allgemeine Verminderung der Artenmannigfaltigkeit oder anderer ökologischer Struktur-Charakteristika durch Exhalatwirkung nachgewiesen, womit auch keine Erhöhung der Schädlings-Disposition zu erwarten ist.

i. Sieht man wiederum vom Einfluß direkt toxischer Abgase ab, so scheinen Industrie-Exhalate meist keine einschneidende Verminderung der produktionsbiologischen Leistung der Bodenfauna zu verursachen. Immerhin haben aber die vorliegenden Untersuchungen an der Bodenfauna des Neißetales gezeigt, daß man unter dem Einfluß von relativ kalkarmen und schwefelreichen Staubimmissionen auch in der Umgebung von Kohlekraftwerken mit produktionsbiologischen Werten zu rechnen hat, die unter dem standörtlich zu erwartenden Niveau liegen. Auf die hohe Produktionssteigerung in der Bodenfauna von Kiefernforsten, die im Immissionsbereich kalkreicher Flugasche stehen, wurde bereits hingewiesen.

Die hier entwickelte Arbeitshypothese zur Wirkung von Industrie-Exhalaten auf die Bodenfauna ist durch die bisherige Kenntnis nur ungenügend gesichert. Sie wurde nicht mit der Absicht aufgestellt, ein Dogma zu begründen, sondern mit dem Ziel, die Diskussion hierüber auf einer möglichst produktiven Basis anzuregen. Sie soll ferner die Bedeutung begründen und betonen, die der bodenzoologischen Analyse im Rahmen der Rauchschaden-Diagnose (LUX, 1962)

objektiv zukommt. Wie am Beispiel der Untersuchungen im Neißetal bereits dargestellt wurde (DUNGER, 1972 b), eignet sich die pedozoologische Felddiagnose (DUNGER, 1968) für die Zwecke einer praktischen Handhabung durch ökologisch arbeitende Land- und Forstwirte besonders gut.

8. Zusammenfassung

Die Lausitzer Neiße bildet zwischen Hirschfelde und Ostritz ein N-S-gerichtetes Durchbruchstal durch Rumburger Granit, das durch seine montan getönte Flora und Fauna scharf von dem umgebenden Oberlausitzer Hügelland unterschieden ist. Hier wurde die (1970) 60jährige Einwirkung kalkarmer Braunkohlen-Flugasche auf Böden, natürliche Vegetation, forstliche Laub- und Nadelholzbestände und vor allem die Bodenfauna untersucht. Erst im Verlauf der Untersuchungszeit (1960—1970) traten zunehmend Rauchsäden an Nadelholzbeständen infolge intensiver Emission auf. Der A₀-Horizont zeigt Flugaschemächtigkeiten bis zu 20—25 cm und Abweichungen in Sättigungswert, Säuregrad und Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis. Hiermit geht eine zunehmende Veränderung der Bodenvegetation einher.

Die Langzeit-Reaktion der Bodenfauna auf die beschriebene Immission wurde vergleichend in einem naturnahen Laubwald (Arunco-Aceretum) und einem Fichtenforst des Neißetales getestet, und zwar an a) der Veränderung der standortstypischen (tiergeographisch charakteristischen) Artengarnitur und b) an den quantitativen, qualitativen und strukturellen Charakteristika der Bodenfauna. Für einzelne Gruppen folgen spezielle Bearbeitungen.

Nach dem hier gegebenen allgemeinen Überblick zeigt die Bodenfauna unter Fichtenforst keine eindeutigen Veränderungen, unter Laubwald dagegen eine verringerte Produktion, die auf eine vermutete Hemmung der Lumbriciden (und Enchytraeiden) zurückgeführt wird. Andere Tiergruppen, besonders der Kleinarthropoden, zeigen z. T. überdurchschnittliche Besiedlungsdichten bei voller Entfaltung der als ursprünglich zu wertenden Artenmannigfaltigkeit.

Im Vergleich mit der Literatur wird eine allgemeine Arbeitshypothese zur Wirkung von Industrie-Exhalaten auf die Bodenfauna entwickelt. Gasförmige Gifte wirken sich hiernach primär aus; sie spielen im Untersuchungsgebiet offenbar keine Rolle für die Bodenfauna. Die Flugasche wirkt über die geänderten physikalisch-chemischen Eigenschaften des Oberbodens, über Änderungen der Vegetation und der mikrobiologischen Aktivität auf die Bodenfauna ein, wobei neue Konkurrenzverhältnisse entstehen. Die Reaktion hierauf ist von den Ansprüchen der untersuchten Tiergruppe und den spezifischen Standortverhältnissen (Laubwald, Fichtenforst) abhängig.

3. Literatur

- BARBER, E. (1906): Floristische Skizze der Oberlausitz. — Abh. Naturforsch. Ges. Görlitz 25, 1: 21–22
- und M. MILITZER (1893–1955): Flora der Oberlausitz einschließlich der nördlichen Tschechoslowakei. Abh. Naturforsch. Ges. Görlitz und Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 22, 23, 27, 28, 30, 33, 34.
- BASSUS, W. (1963): Über Wirkungen von Industrieexhalaten auf den Nematodenbesatz im Boden von Kiefernwäldern. — *Pedobiologia* 8: 289–295.
- BERTHET, P. (1960): La mesure écologique de la température par détermination de la vitesse d'inversion du saccharose. — *Vegetatio* 9: 197–207.
- DUNGER, W. (1961): Eine interessante Springschwanz-Art (Apterygota: Collembola) in der Oberlausitz. — *Entomolog. Nachr. Dresden* 5, 11: 34–37.
- (1963): Praktische Erfahrungen mit Bodenfallen. — *Entomolog. Nachr. Dresden* 1963, 4: 41–46.
- (1964): Die Bedeutung der Bodenfauna für die Streuzersetzung. — DAL Berlin Tagungsbericht Nr. 60 (1963): 99–114.
- (1968): Die Entwicklung der Bodenfauna auf rekultivierten Kippen und Halden des Braunkohlentagebaues. — Ein Beitrag zur pedozoologischen Standortdiagnose. — Abh. u. Ber. Naturkundemuseum Görlitz 43, 2: 1–256.
- und H.-D. ENGELMANN (1969): Zur Bedeutung bodenzoologischer Untersuchungen im Rauchschaadgebiet Dübener Heide. — Unveröffentlichtes Manuskript.
- (1970): Zum Erforschungsstand und tiergeographischen Charakter der Apterygotenfauna der Sudeten. — *Polskie Pismo Entomol.* XL, 3: 491–506.
- (1972a): Systematische und ökologische Studien an der Apterygotenfauna des Neißetales bei Ostritz Oberlausitz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 47, 4: 1–42.
- (1972 b): Zur Auswertung bodenfaunistischer Analysen unter landeskultureller Sicht, dargestellt am Beispiel der Bodenfauna des Neißetales bei Ostritz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 47, 2: 23–26.
- ENDERLEIN, H., und G. STEIN (1964): Der Säurezustand der Humusaufgabe in den rauchgeschädigten Kiefernbeständen des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide. — *Archiv f. Forstwesen* 13: 1181–1191.
- ENGELMANN, H.-D. (1972): Die Oribatidenfauna des Neißetales bei Ostritz (Oberlausitz). — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 47, 5.
- FEILER, A. (1971): Untersuchungen über die Bodenfauna rauchgeschädigter Fichten- und Kiefernbestände am Beispiel des Elbsandsteingebietes und der Dübener Heide. — Dissertation Dresden — Tharandt.
- und H. HIEBSCH (1963): Quantitative und qualitative Untersuchungen der Spinnen- und Käferfauna in rauchgeschädigten Fichten- und Kiefernbeständen. — Immissionen und Waldzönosen, Praha 1963: 107–122.
- GLOTZ, E. (1961): Vegetationskundliche Untersuchungen im Neißetal. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 37, 1: 57–77.
- GRAHMANN, R. (1957): Ausdehnung und Bewegungsrichtung des Inlandeises in Sachsen. — *Ber. Ges. DDR* II/4.
- HIEBSCH, H. (1972): Beiträge zur Spinnen- und Weberknechtfauna des Neißetales bei Ostritz. — Abh. Ber. Naturkundemus. Görlitz 47, 6: 1–32.
- HORN, K., A. KNAUER, P. LIEBSCHER und K. THORANDT (1963): Zur Frage der Luftverunreinigung durch Großkraftwerke auf Braunkohlen-Basis — Ergebnisse einjähriger Staubsedimentations-Messungen im Raum Hirschfelde. — *Zeitschr. ges. Hygiene u. Grenzgebiete* 14, 5: 360–362.
- JORDAN, K. H. C. (1959): Zoologisches aus dem Neißetal. — *Naturschutzarbeit u. naturkund. Heimatforsch. Sachsen* 1, 3–4: 53–55.
- KHOLOVÁ, H. (1963): Einfluß von Exhalaten auf die Bodenfauna. — Immissionen und Waldzönosen, Praha 1963: 63–67.
- KRAUSS, H. (1966): Düngeversuche in rauchgeschädigten Kiefernbeständen der Dübener Heide. — *Archiv f. Forstwesen* 15, 11–12: 1145–1185.
- LUX, H. (1962): Problematik und Methodik der Rauchschaad-Großraumdiagnose. — *Wiss. Zeitschr. Techn. Univ. Dresden* II, 3: 617–622.
- (1964): Beitrag zur Kenntnis des Einflusses der Industrieexhalationen auf die Bodenvegetation in Kiefernforsten (Dübener Heide). — *Archiv f. Forstwesen* 13, 11: 1215–1223.

- NEEF, E. (1960): Die naturräumliche Gliederung Sachsens. — Sächs. Heimatblätter VI: 4–9.
- NEUMANN, U. (1971): Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae [Coleoptera], Diplopoda und Isopoda) in den forstlich rekultivierten Gebieten des Rheinischen Braunkohlenreviers. — *Pedobiologie* II: 193–226.
- O'CONNOR, F. B. (1955): Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. — *Nature* 175: 815–816.
- PIETZSCH, K. (1962): Geologie von Sachsen. — VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1962, 870 S.
- RAW, F. (1959): Estimating earthworm population by using formalin. — *Nature* 184: 1661–1662.
- RONDE, G. (1963): Bodenzoologische Untersuchungen von Stickstoff-Meliorationsflächen im Bayrischen Staatsforstamt Schwabach (Mittelfranken). — IN: WITTICH/ RONDE/HAUSSER, Auswertung von Düngungs- und Meliorationsversuchen in der Forstwirtschaft. — Ruhr-Stickstoff AG Bochum 1963: 49–127
- VANĚK, J. (1967): Industrieexhalate und Moosmilbengemeinschaften in Nordböhmen. — In GRAFF/SATCHELL, Progress in Soil Biology. Vieweg & Sohn Braunschweig, North-Holland Publ. Comp. Amsterdam, 1967: 331–339.
- (1963): Die Exhalate und die Moosmilbengemeinschaften in dem nordböhmisches Rauchschaengebiet. — Immissionen und Waldzönosen, Praha 1963: 81–94.
- (1971): Durch Industrieimmissionen verursachte Veränderungen der Moosmilbengesellschaften. — Bioindicators of landscape deterioration, Praha 1971: 72–77.
- WITTICH, W. (1959): Gutachten über die Eignung der verschiedenen im Zentralgebäude Frechen anfallenden Arten von Abraum als Waldstandorte und der Möglichkeit für ihre Verbesserung. — Hann. Münden, 59 S., zitiert nach NEUMANN (1971).

Anschriften der Autoren:

Dr. habil. Wolfram Dunger,

Dipl.-Biol. Ingrid Dunger,

Dr. Hans-Dieter Engelmann,

Staatliches Museum für Naturkunde

— Forschungsstelle — Görlitz

89 Görlitz,

Am Museum 1

Dipl.-Forsting. Rolf Schneider

8804 Hirschfelde, Ortsteil Rosenthal

Neißtalweg 13

Verlag: Akademische Verlagsanstalt Geest & Portig KG, Leipzig

Printed in the German Democratic Republic · Druckgenehmigung Nr. 105-23-71 D 96-71

Alle Rechte vorbehalten

Printed in the German Democratic Republic · Druckgenehmigung Nr. 105-23-71 D 181-72