

# VERGLEICH DER BODENFAUNA IN MISCH- WÄLDERN UND FICHTENMONOKULTUREN DER NORDOSTALPEN.

Von Hubert Pschorn-Walcher.

## Inhaltsübersicht.

1. Einleitung	45
2. Auswahl und Charakteristik der Untersuchungsobjekte	49
3. Bodenbiologische Standortsbeurteilungen	53
a) Die Böden der Flyschzone im Attergau	53
b) Die Böden der Dolomit-Kalkzone im Attergau	55
c) Die Böden der Flyschzone im Wienerwald.	57
d) Die Böden des steirischen Ennstales	58
e) Die Böden des Hochlantschgebietes	60
4. Der Artenbestand der untersuchten Böden (Tabellen)	61
5. Die Unterschiede in der Terricolfauna und ihre Ursachen	88
a) <i>Nematodes</i> (Fadenwürmer) .....	88
b) <i>Oligochaeta</i> (Regenwürmer i. w. S.)..	88
c) <i>Isopoda</i> (Asseln) .....	89
d) <i>Gastropoda</i> (Schnecken) .	89
e) <i>Myriopoda</i> (Tausendfüßler)	90
f) <i>Acarı</i> (Milben)...	90
g) <i>Aranea</i> (Spinnen) .....	91
h) <i>Pseudoscorpiones, Opiliones</i> und <i>Protura</i>	92
i) <i>Collembola</i> (Springschwänze)...	92
j) <i>Forficulidae, Blattaria</i> und <i>Hemiptera</i> .....	93
k) <i>Coleoptera</i> (Käfer) ..	93
l) <i>Diptera</i> (Fliegen, Larven) .....	93
m) <i>Hymenoptera</i> (Ameisen i. w. S.)	94
6. Das Bodenleben in seiner Abhängigkeit von den Umweltfaktoren	94
a) Der Einfluß klimatischer Faktoren	94
b) Der Einfluß edaphischer Faktoren	99
c) Der Einfluß historischer Faktoren.....	101
7. Waldbauliche Schlußfolgerungen	103
8. Zusammenfassung	108
9. Literaturverzeichnis	109

## 1. EINLEITUNG.

Im forstwirtschaftlichen Denken hat sich in den letzten Jahren ein gewaltiger Umschwung in biologischer Richtung vollzogen. War man früher geneigt, die Bestandesbegründung nach Art einer Baumschule zu vollziehen, indem man in Pflanzgärten gezogene Jungpflanzen auf der wiederaufzuforstenden Kahlschlagfläche in Reihen ausgerichtet kultivierte, so hat man nun, nachdem die Mängel dieser schematischen und naturwidrigen Bestandeserneuerung in oft erschreckendem Umfange offenbar geworden sind, wieder fast allenthalben zu einer naturgemäßen Bestandesbegründung zurückgefunden. Vielfach sind allerdings durch derart verfehlte Aufforstungsmaßnahmen Bodendegradationen in einem Ausmaße eingetreten, daß nunmehr eine Naturverjüngung auf sichtliche Schwierigkeiten stößt. Eine Schädigung des Waldbodens vollzieht sich überall dort, wo es durch Stockungen im Abbau der jährlich anfallenden Pflanzensubstanz zur Bildung von Auflagetorf oder Rohhumus kommt. Die Ansammlungen unzersetzter Waldstreu unterbinden die Wasserzirkulation und den Gasaustausch des Bodens, die Rohhumusanhäufung führt zur Bildung von sauren Humussolen, welche die leichtlöslichen Mineralstoffe des Oberbodens in Bewegung bringen und so eine fortgesetzte Versauerung der Krume in die Wege leiten. Hand in Hand damit verliert das Erdreich allmählich sein lockeres Gefüge und seine Verdichtung und schlechte Durchlüftung beeinträchtigen auch das Bodenleben. In unserem ostalpinen Raum sind es vor allem die meist noch in ihrer ersten Generation stehenden Fichtenmonokulturen im natürlichen Buchen-Mischwaldgebiet, die in vielen Fällen diese Mängel aufweisen.

Will man eine nachhaltige Bestandeswirtschaft führen, so darf man nicht nur einen optimalen Holzertrag anstreben, sondern hat auch darauf zu achten, daß ein solcher einmaliger Maximalertrag nicht um den teuren Preis einer Raubwirtschaft am Boden erkaufte wird. Eine Verminderung der Bodenfruchtbarkeit ist, wie später ausführlich begründet wird, auf die Dauer nur hintanzuhalten, wenn die dem Waldboden entnommene organische Substanz ihm durch den Bestandesabfall soweit als möglich wieder zurückgegeben wird, wobei dessen Zersetzung mit dem jährlichen Anfall Schritt halten muß. Da diese Humifizierung im wesentlichen eine Leistung der Boden-

organismen ist, kommt der Erforschung der Lebensprozesse in Waldböden für die waldbauliche Praxis entscheidende Bedeutung zu.

Es ist durch eine Reihe von Arbeiten auf dem Gebiete der Humusforschung und der Bodenbiologie mit aller Klarheit gezeigt worden, daß zwischen der Intensität des Bodenlebens und der Bodenfruchtbarkeit ein unlösbarer kausaler Zusammenhang besteht. Schon die klassischen Arbeiten von H. v. Post (1861) und P. E. Müller (1887) über Humusbildung haben diese als ein Ergebnis von Lebensvorgängen erkannt. Die moderne Bodenkunde unter Führung der Österreicher W. Kubiena (1943, 1948) und F. Hartmann (1944) hat sodann die Abhängigkeit der Entstehung bestimmter Humusformen von ganz bestimmten Standortverhältnissen und Lebensgemeinschaften nachgewiesen. Die Bodenbiologie ergänzte diese Untersuchungen durch Erforschung der Organismengemeinschaften verschiedener Böden und der spezifischen Leistungen einzelner terricoler Organismen.

Auf bodenzoologischem Gebiete sind in den letzten Jahren zahlreiche Untersuchungen über Waldböden veröffentlicht worden. Von den älteren Arbeiten seien Bornebusch (1930), Ulrich (1933), Volz (1934), Wittich (1933, 1939), Fourman (1936, 1938), Leitinger-Micoletzky (1936) und Schimitschek (1937) genannt. Von den Arbeiten des letzten Jahrzehnts auf diesen Gebieten verdienen diejenigen von Forsslund (1943), Lutz und Chandler (1946), Stöckli (1946), Fenton (1947), Kühnelt (1948), Jahn (1950) und vor allem die Zusammenfassungen von Kühnelt (1950) und Franz (1950) hervorgehoben zu werden.

Durch die Arbeiten von H. Franz und seiner Mitarbeiter ist gezeigt worden, daß ein fruchtbarer Boden nicht nur durch hohe Individuenzahlen der ihn bevölkernden Kleintiere gekennzeichnet ist, sondern daß auch seine Organismengemeinschaft als Ganzes ausgeglichen und artenreich erscheint. Wie hohe Besatzdichten bei gleichzeitig hoher Artenzahl als Indikatoren gesunden Bodens zu gelten haben, so weist in einem minder fruchtbaren Erdreich das Bodenleben alle Kennzeichen von Störungen auf. Die Folge der Bodenschädigung durch Raubwirtschaft ist eine Artenverarmung bei gleichzeitiger Verminderung des Individuenbesatzes der verschiedenen Arten.

Der kausale Zusammenhang zwischen Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit ist durch die Leistungen gegeben, die die Kleintiere im Boden vollbringen. Dieselben bestehen einerseits in der Durchmischung und mechanischen Lockerung und damit auch Durchlüftung des Bodens, andererseits in einem wesentlichen Beitrag zu der Zersetzung und Humifizierung des pflanzlichen Bestandesabfalls. Aufbauend auf die grundlegenden Arbeiten schwedischer Bodenkundler haben W. Laatsch (1948, 1950), F. Scheffer (1949) und U. Springer (1950) die Bildungsvorgänge der Humusstoffe unserem Verständnis nähergebracht. Es gilt heute als gesichert, daß die Humusbildung im Waldboden sowohl vom Lignin als auch von Kohlehydraten ihren Ausgang nehmen kann. Das gegen mikrobiellen Angriff sehr widerstandsfähige Lignin wird erst allmählich aus dem Zelluloseverband herausgelöst und dabei aktiviert, reißt dann unter gleichzeitiger Sauerstoffaufnahme möglichst viel Ammoniak seiner näheren Umgebung an sich und wandelt sich schließlich in Braunhuminsäuren um. Aktiviertes Lignin und erhebliche Ammoniakbildung bei geregelter Luftzufuhr sind also, neben basischer Reaktion, wichtige Voraussetzungen für die Humusbildung. Diese Bedingungen sind im Boden nun nirgends günstiger als in den Kotklümpchen der Kleintiere. Denn dort wird bei der Auflösung der mit dem Exkrement abgestoßenen Darmhautzellen und Darmbakterien reichlich Ammoniak in Freiheit gesetzt, das auf engem Raum im Kotklümpchen basische Reaktion bewirkt und so die autoxydative Ammonisierung des in der Tierlosung aktivierten Lignins garantiert. Wenn das Tier nun gleichzeitig kleine Mineralsplitter durch den Darm geschickt hat, was bei vielen Bodentieren zutreffend ist, dann werden die im Kot gebildeten Huminsäuren sogleich zu Ton-Humuskomplexen gekoppelt und im Boden festgelegt.

Ein zweiter Weg der Humusbildung führt von den in der Kleintierlosung noch enthaltenen Kohlehydraten über chinoide Stoffwechselprodukte zellulose- und zuckerzersetzender Pilze zu den wertvolleren, stickstoffhaltigeren Grauhuminsäuren. Auch dieser Prozeß, an dessen Ablauf vorwiegend chromogene Strahlenpilze, aber vielleicht auch die *Ascomyceten* und *Basidiomyceten* der Waldstreu Anteil haben, findet seine optimalen Verlaufsbedingungen im Tierkot oder in der Nähe ver-

wesender Kleintierleichen, weil dort die für das Gedeihen der Pilze notwendige hohe Eiweißkonzentration, wie nirgends sonst, gegeben ist. Zudem kommt noch, daß die in der Kleintierlösung enthaltenen Sexualhormone das Mycelwachstum und die Chinonbildung und damit die Humusproduktion der *Actinomyceten* zu begünstigen scheinen. Außerhalb des Tierdarmes und der Kotpartikelchen geht die Humusbildung ungleich schwieriger vonstatten, denn es fehlen die durch die Bodenbakterien sofort mineralisierten Stickstoffverbindungen, deren Ammoniak von den Nitratbildnern schon abgefangen wird, bevor noch das erst später aktivierte Lignin oder die sich langsam durchsetzenden Strahlenpilze zum Zuge gekommen sind.

Diese innigen Zusammenhänge zwischen Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit legen die Vermutung nahe, daß jede Störung des Bodens einer Verminderung der Bodenfruchtbarkeit gleichkommt. Eine solche Störung stellt auf waldbaulichem Gebiet die nach Kahlschlag meist erfolgte standortswidrige Aufforstung mit nur einer Holzart dar. Es war daher anzunehmen, daß derartige Maßnahmen schwere Bodenschädigungen nach sich ziehen, und es war der Zweck meiner Untersuchungen, festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen dies tatsächlich der Fall ist.

Die Anregung zu meiner Arbeit hat mir mein verehrter Lehrer Herr Prof. Dr. Ing. H. Franz gegeben. Für seine stete und aufopfernde Förderung bin ich ihm zu wärmstem Dank verpflichtet. Mein Dank gebührt auch Herrn Prof. Dr. W. Kühnelt und Herrn Prof. Dr. K. Umrath für das rege Interesse an der Arbeit. Herrn Dr. W. Einsele danke ich für die zeitweilige Überlassung eines Arbeitsplatzes im fischereibiologischen Institut in Weißenbach am Attersee, dem zuständigen Forstpersonal, insbesondere meinem Freunde Forstadjunkt H. Hufnagl, für die stete Bereitschaft bei der Begehung der Standorte.

Für die Bestimmung des Materials bin ich folgenden Spezialisten dankbar: Hofrat Dr. Carl Attems, Wien (*Myriopoda*), Prof. Dr. Ing. H. Franz, Admont (*Coleoptera*), Dr. P. Gunhold, Admont (*Nematodes*, *Opiliones*, *Formicidae*), F. Mahler, Salzburg (*Gastropoda*), Prof. Dr. O. Scheerpeltz, Wien (div. *Staphilinidae*), Dr. H. Wiehle, Dessau (*Aranea*).

Bei der Bestimmung der Milben unterstützten mich durch wertvolle Ratschläge: C. Willmann, Bremen, und Dr. M. Sellnik, Stockholm. Bei der Bearbeitung der Collembolen waren mir Dr. H. Gisin, Genf, und Dr. E. Butschek, Lienz, in einzelnen Fällen behilflich.

Die Bestimmung der *Lumbricidae*, *Acari*, *Collembola*, *Protura*, *Isopoda*, *Pseudoscorpiones* und der meisten Larvenformen besorgte ich selbst. Die Protozoen, Rotatorien und Tardigraden wurden nicht berück-

sichtigt, die Enchytraeiden nur quantitativ erfaßt. Zu den Bestimmungen wurde die jeweils neueste Spezialliteratur, zum Teile auch noch nicht gedruckte systematische Manuskripte herangezogen.

Die Arbeiten wurden im Sommer 1949 und 1950 und im Herbst und Spätherbst 1949 zum großen Teile im Referat für Bodenbiologie und Standortforschung der Bundesanstalt für alpine Landwirtschaft in Admont durchgeführt. Die dort gebräuchlichen bodenzologischen Untersuchungsmethoden wurden von H. F r a n z (1950) ausführlich beschrieben. Bei der Gewinnung der 4 Stechrahmen enthaltenden Bodenproben wurde gleichzeitig Bodenprofil und Bodenvegetation aufgenommen, der Säuregrad, das Porenvolumen, der Wassergehalt und in Einzelfällen der Nährstoffgehalt der Böden bestimmt. Die forstlich-historischen Verhältnisse wurden meist aus den Operaten der Betriebseinrichtung gewonnen oder selbst kalkuliert. Alle diese Daten werden in dieser Arbeit nur insofern angeführt, als sie für das Verständnis der gewonnenen Ergebnisse unbedingt vonnöten sind.

Aus drucktechnischen Schwierigkeiten mußte die vorliegende Arbeit stark gekürzt werden. Es wurde wohl möglich, die forstliche Seite mehr zu betonen, hingegen entfielen zahlreiche Tabellen und rein zoologisch-biozönotische Erörterungen. Soweit die Tabellen nicht ohnehin im Text verarbeitet wurden, können sie mit dem übrigen Material beim Verfasser oder am zoologischen Institut der Universität Graz eingesehen werden. Aus Raumangel war es auch unmöglich, über die physikalisch-chemischen Verhältnisse der untersuchten Waldböden und über die Ergebnisse der angefertigten Bodendünnschliffe zu berichten, es ist aber geplant, dies in einer späteren Veröffentlichung nachzuholen.

Herrn Dir. Dr. R. S c h e u b l e und Herrn Dr. W. W e t t s t e i n von der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Maria-brunn danke ich für ihre Bemühungen um die Drucklegung dieser Arbeit.

## **2. AUSWAHL UND CHARAKTERISTIK DER UNTERSUCHUNGSOBJEKTE.**

Bei der Untersuchung von Gegebenheiten, die in ihrer ökologischen Bedingtheit letztlich von einer Vielzahl von Standortsfaktoren beeinflusst sind, läuft man Gefahr, die Ergebnisse frühzeitig zu verallgemeinern und dadurch zu falschen Schlußfolgerungen zu gelangen. Deshalb wurden die zu untersuchenden Standorte möglichst verschieden hinsichtlich ihrer geographischen, geologischen und klimatischen Lage und ebenso

verschieden hinsichtlich Exposition, Hanglage und des Bestandesalters ausgewählt.

Um nun das Ausmaß der Bodenschädigung in Fichtenforsten und ihre Ursachen klar erfassen zu können, wurden die Bodenproben solcher Standorte jeweils zu Proben aus den nächstliegenden frohwüchsigen Mischwäldern in Vergleich gestellt. Daß diese beiden parallel und zur gleichen Zeit zu untersuchenden Bestände in ihrer standortlichen Eigenart soweit als möglich übereinzustimmen hatten, um brauchbare Vergleiche zu liefern, ist klar. Die historisch-waldbaulichen Verhältnisse bedingten es, daß oft für 120—150jährige Mischwälder keine gleichaltrigen Fichtenreinbestände in vergleichbarer Lage zur Verfügung standen. In diesem Falle wurde auf die ältesten zunächstliegenden Fichtenforste zurückgegriffen. Die in manchen Gegenden erfolgte totale Umstellung auf Monokulturwirtschaft erschwerte umgekehrt das Auffinden im Alter passender Mischbestände. Dem wurde durch die Wahl nicht auf Buche durchforsteter, gleichaltriger Fichtenwälder abgeholfen, mit anderen Worten, es wurden reinen Fichtenforsten gleichaltrige Fichten-Buchen-Mischbestände gegenübergestellt. Mit dem Belassen der bodenpfleglichen Buche ist damit in solchen Beständen wenigstens zum Teile der standortsgemäßen Aufforstung Rechnung getragen worden. Bei der Ausdehnung der Untersuchungen auf eine Reihe möglichst verschiedener Standorte stieg natürlich die Zahl der zu testenden Bodenproben derart an, daß die aus methodischen Gründen wünschenswerte mehrmalige Untersuchung ein und desselben Standortes nur in Einzelfällen möglich war. In praxi genügt aber nach unseren Erfahrungen doch schon meist die Analyse einer einzigen, den Zufall weitgehend ausschaltenden Mischprobe von verschiedenen Bodenstellen, um vertretbare Schlüsse auf Bodenfauna und Bodenverfassung ziehen zu können.

Die gefundenen Individuenzahlen sind bei jeder der einzelnen Tiergruppen oft außerordentlich verschieden. So sind besonders die Besatzdichten der Proben Nr. 7, 8 und 10 enorm niedrig, im Gegensatz zu den Besatzdichten der Proben Nr. 2, 4, 5, 6 und 12. Diese großen Unterschiede der Individuenzahlen sind jahreszeitlich bedingt. Im allgemeinen verhält es sich dabei so, daß das Bodenleben in Waldböden im späten Frühjahr und im Herbst sich maximal entfaltet, während die Sommerzeit, vor allem wenn sie durch längere Trockenperioden charakterisiert

ist, eine besonders in Mischwaldböden erhebliche Depression des Organismenbesatzes bedingt. Im Winter gehen die Individuenzahlen ebenfalls stark zurück; das Bodenleben erlischt aber keineswegs völlig, sondern die Kleintiere suchen in tieferen Bodenschichten Schutz vor dem Winterfrost. Ich habe z. B. Mitte Jänner aus dem total gefrorenen Moosrasenbewuchs von Waldbäumen zahlreiche Collembolen und Moosmilbenarten isolieren können.

Die eben geschilderten jahreszeitlichen Rhythmen im Ablauf des Organismenlebens in Böden können stark durch die Bodenart modifiziert werden. So finden beispielsweise die niedrigen Besatzdichten der Probe Nr. 10 ihre Erklärung darin, daß die Entwicklung des Bodenlebens im Frühjahr durch den kalten, anmoorigen Boden stark gehemmt war. Am Standort Nr. 12 hingegen war zur gleichen Zeit schon eine optimale Entfaltung des Organismenbesatzes gegeben, weil der physikalisch trockene und warme Kalkboden die frühjährliche Vermehrungsperiode der Kleintiere begünstigt hatte.

Wie oben dargelegt, wurden die einzelnen untersuchten Bestände so gewählt, daß sie in ihren standörtlichen Bedingungen möglichst verschieden voneinander waren. Diese Verschiedenheiten bezogen sich vor allem auf die geographische Lage und das Großraumklima, auf die Gesteinsformation und den Bodentyp sowie auf das Bestandesalter und die Exposition.

In geographisch-klimatischer Hinsicht verteilten sich die untersuchten Bestände wie folgt:

I. Auf das Gebiet der Forstverwaltung Attergau, Försterbezirke Alexenau und Weißenbach am Attersee.

An der Luvseite des Hölleengebirges im atlantischen Klimabereich der Nordostalpen gelegen.

Mittlere Jahrestemperatur 8'2° C. Mittlerer Jahresniederschlag 1600—2000 mm.

Nach dem geologischen Untergrund und der Bodenart wurden aus-  
geschieden:

1. Flysch — brauner Waldboden (Proben Nr. 1, 2, 3).
2. Dolomit und Dolomitsandstein sowie Wettersteinkalk (Proben Nr. 4, 5, 6).

Nach dem Bestandesalter verschieden waren:

auf Flysch:

- a) Mischwald 130jährig — Monokultur 80jährig, Nordexposition — Nr. 2.

b) Mischwald 60jährig — Monokultur 60jährig, Ostexposition — Nr. 1.

c) Mischwald 35jährig — Monokultur 35jährig, Südexposition — Nr. 3.

auf Dolomit und Kalk:

a) Mischwald 85jährig — Monokultur 65jährig, Tallage — Nr. 6.

b) Mischwald 140jährig — Monokultur 55jährig, Südexposition — Nr. 5.

c) Mischwald 110jährig — Monokultur 75jährig, Nordexposition — Nr. 4.

II. Auf das Gebiet der Forstverwaltungen Tullnerbach und Neuwaldegg im Wienerwald, Försterbezirke Wolfsgraben und Vorder-Hainbach.

Stark pannonisch beeinflusstes Klima des Alpenostrandes.

Mittlere Jahrestemperatur 8'2° C. Mittlere Jahresniederschlagsmenge 876 mm.

Gesteinsunterlage: Flysch; Bodenart: brauner Waldboden.

Das Bestandesalter betrug:

a) Mischwald 65jährig — Monokultur 55jährig, Südexposition — Nr. 7.

b) Mischwald 55jährig — Monokultur 55jährig, SW. Exposition — Nr. 8.

III. Auf das Gebiet des steirischen Ennstales:

Inneralpines Talklima, Grenzgebiet der Buchenverbreitung gegen das kontinentale Alpeninnere.

Mittlere Jahrestemperatur 6'2° C. Mittlerer Niederschlag 1130 mm.

Nach dem geologischen Untergrund und der Bodenart wurden aus-  
geschieden:

1. Werfener Schiefer — brauner Waldboden (Proben Nr. 9, 10).

2. Phyllit der Grauwackenzone — brauner Waldboden (Probe Nr. 11).

3. Triaskalk — Kalksteinbraunlehm (Probe Nr. 12).

Nach dem Bestandesalter verschieden waren:

a) Mischwald 80jährig — Monokultur 70jährig, Südexposition — Nr. 12.

b) Mischwald 60jährig — Monokultur 60jährig, Ostexposition — Nr. 11.

c) Mischwald 55jährig — Monokultur 45jährig, Ostexposition — Nr. 9.

d) Mischwald 50jährig — Monokultur 65jährig, Westexposition — Nr. 10.

IV. Auf das Gebiet des Hochlantsch am östlichen Alpenrand.

Mittlere Jahrestemperatur in 1000 m Seehöhe 4'5° C,

Jahresniederschlag 1000 mm.

Grundgestein: Devonkalk, Bodentyp: Rendsina.

Bestandesalter:

Subalpiner Fichten-Lärchen-Mischwald 100jährig,

Subalpiner Fichtenforst 80jährig, beide Ostexposition, Nr. 13.

### 3. BODENBIOLOGISCHE STANDORTSBEURTEILUNGEN.

Die nach Auszählung der in den Trichter- und Gesiebeautomaten ausgelaufenen Kleintiere ermittelten Werte wurden auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche umgerechnet (I/m<sup>2</sup>) und geben somit die Besatzdichte eines m<sup>2</sup>/Boden bis zu der durch die Untersuchung erfaßten Schichttiefe an. Bei der systematischen Verarbeitung des angefallenen Tiermaterials wurden noch die Artenzahlen, in denen die einzelnen Tiergruppen auftraten, notiert. Da diese das Ergebnis relativ kleiner Bodenproben sind, können sie nicht als der Ausdruck der effektiven Artendichte gelten. Sie stellen aber sicherlich gute Relativzahlen dar, die vor allem für die Beurteilung der Vergleichsstandorte Geltung haben, während der Vergleich einzelner Standortspaare untereinander nur mit Vorbehalt möglich ist. Die beiden erwähnten Werte sind den folgenden Beurteilungen zugrunde gelegt.

#### a) Die Böden der Flyschzone im Attergau.

##### Standort 1.

Probeentnahme am 4. August 1949 nach 2tägiger Regenperiode. Untersucht wurde: Streuschicht 0—2 cm, Humusschicht 2—3·5 cm und die tiefere Humusschicht 3·5—7·5 cm.

Die beiden vergleichsweise untersuchten Bestände grenzen direkt aneinander. Während man den Mischwald in seinen jungen Jahren nur gering auf Buche geläutert hat, wurden im Fichtenforst schon frühzeitig sämtliche Buchenstauden ausgehackt. Beide Bestände sind vom Hochwild total geschält. Der Mischwald zeigt in der Ausbildung von Mull günstigere Humusformen als der Fichtenforst, in dem Grob- und Feinmoder lagern.

Die untersuchte Fichtenmonokultur zeigte sowohl hinsichtlich Besatzdichte als auch Artendichte eine starke Verminderung des Bodenlebens gegenüber dem Mischbestand. Besonders kraß sind die Unterschiede bei den Nematoden (1,406.000 gegen 499.000 I/m<sup>2</sup>) und dies läßt ähnliche Verhältnisse für die Bakterien erwarten, da diese als Hauptnahrung vieler Nematodenarten dienen. Bei den Collembolen und Milben sind die Besatzdichtenunterschiede geringer, die Artenzahl ist aber bei den Milben von 37 auf 23 zurückgegangen. Katastrophale Besatzdichtenunterschiede bestehen bei den Myriopoden (530 gegen 24 I/m<sup>2</sup>), weiters bei den Spinnen und Schnecken. Bei den genannten Gruppen und auch bei den Käfern, Asseln und Regenwürmern hat sich die Artendichte um 50—90 % ver-

mindert! Der Gesamtartenverlust beträgt in der Monokultur rund 44 % der Mischwaldfauna.

### Standort 2.

An den durch Naturverjüngung begründeten, mullreichen Mischbestand schließt sich unmittelbar der Fichtenforst an, der uns schon durch seine Humusform (Feinmoder) und durch seine Moosvegetation (*Polypodium attenuatum* und *commune*) einen Hinweis auf wesentlich schlechtere Bodenverhältnisse gibt. Die am 8. und 20. September und am 10. Dezember 1949 durchgeführten, sich wieder auf 3 Schichten erstreckenden bodenzoologischen Analysen ergaben jedesmal folgenden Befund:

Der Mischwald beherbergt zahlenmäßig etwa ebenso viele Nematoden wie der Reinbestand, aber in etwa 3mal höherer Artendichte. Die Collembolen, deren Artenverlust in Fichtenforsten generell 10 % kaum überschreitet, zählen im Mischwald durchschnittlich doppelt so viele Individuen als in der Monokultur. Der Milbenbesatz ist ausgeglichen, ihr Artenverlust hingegen sehr hoch. Regenwürmer finden sich im Mischwald in größerer Zahl, 5 Arten stehen gegen 3 im Fichtenwald. Zahlen- und artenmäßig enorme Einbußen treffen wieder die Myriopoden, Käfer, Spinnen, Asseln und Schnecken. Alles in allem resultiert ein Gesamtartenverlust von 49 %, was besagt, daß die Monokulturfauna schon in der 1. Generation dieses Wirtschaftssystems um die Hälfte artenärmer geworden ist.

### Standort 3.

Auf einer steilen Südlehne am Talerberg stockt mitten in einem Buchen-Fichtenstangenholz ein ausgedehntes Fichtendickicht, das in letzter Zeit sehr unter Schneedruck und Rotwildschälung zu leiden hatte. In beiden Beständen wurden am 24. April 1950, sorgfältig nach den Zersetzungshorizonten getrennt, Bodenproben entnommen.

Es ergab sich, daß das Bodenleben des Fichtenforstes dem der Mischkultur weit unterlegen ist. Während der Nematodenbesatz nur geringe Unterschiede aufweist, erreichen die Collembolen mit 7.130 I/m<sup>2</sup> nicht die Hälfte des Mischwaldbesatzes von 16.830 I/m<sup>2</sup>. Die weiteren I/m<sup>2</sup>-Werte lauten: Myriopoden 380—110, Enchyträen 490—0, Käfer 38—12, Larvenstadien 50—4, Spinnen 30—30, Asseln 9—3, Schnecken 14—12. Der Artenverlust beträgt bei den Milben beinahe 50 %, übersteigt diesmal auch bei den Collembolen die genannte Maximalgrenze und erreicht sein Maximum bei den Tausendfüßlern, die <sup>9</sup>/<sub>10</sub> ihrer Formenfülle eingebüßt haben. Die Regenwürmer zählen

nur mehr 2 Arten, gegen 6 im Mischwald; die Asseln, Spinnen und vor allem die Schnecken haben sich noch ziemlich unvermindert gehalten. Dennoch ist der 53 % betragende Artenverlust der Monokultur geradezu katastrophal.

Faßt man die Ergebnisse der bodenzoologischen Analysen der im Flynchgebiet zur Untersuchung gelangten Bestände zusammen, so ist zu sagen, daß sich bei allen durch die Kulturumwandlung erhebliche Schäden im Bodenleben eingestellt haben, wobei besonders arg jene Gruppen von Bodentieren betroffen wurden, die als Humusbildner in Waldböden von außerordentlicher produktionsbiologischer Bedeutung sind.

## b) Die Böden der Dolomit-Kalkzone im Attergau.

### Standort 4.

Am Nordfuß des Leonsberges liegen, durch den wilden Graben voneinander getrennt, in etwa 800 m Höhe die beiden am 4. November 1949 untersuchten Vergleichsbestände. Die bodenzoologischen Analysen ergaben folgendes Bild:

Die Nematodenpopulation des Mischwaldes mit 4,630.000 I/m<sup>2</sup> ist ungleich individuenreicher als die der Monokultur (1,200.000 I/m<sup>2</sup>). Von den größeren Formen weisen die Käfer, Spinnen, Asseln und die hier ganz fehlenden Schnecken starke Rückgänge auf. Der Artenverlust, der vor allem die feuchtigkeitsliebenden Tiergruppen betrifft, ist mit 41 % als beträchtlich zu bezeichnen. Lediglich die Fliegenlarven sind in der Monokultur häufiger und es soll hier bemerkt werden, daß dies die einzige Gruppe der Bodentiere ist, der die Kulturumwandlung meist nur geringen Schaden zuzufügen vermochte.

### Standort 5.

Der Südadhang des Höllengebirges war, neben einigen Reliktföhrenwäldern, früher auf den gereifteren Böden vorwiegend von ozeanischen Mischwäldern bestockt. Dieses Bild hat sich heute weitgehend geändert. Der untersuchte Fichtenjungwuchs stellt das Folgestadium des zum Vergleich gewählten Mischwaldaltheolzes, in dem üppige Carex-Horste den Boden decken, dar und läßt darum beurteilen, welche bodenbiologischen Veränderungen sich während seines 45jährigen Bestehens vollzogen haben. Die schichtweise erfolgte Probenahme geschah am 25. November 1949.

Einmal ist, mit Ausnahme der Fliegenlarven und Milben, ein starker Rückgang des Kleintierbesatzes zu konstatieren, so

bei den Fadenwürmern von 3,348.000 auf 1,701.000 I/m<sup>2</sup>, bei den Collembolen von fast 41.000 auf kaum 27.000 I/m<sup>2</sup> und bei den Käfern, Spinnen und Asseln um mehr als die Hälfte. Regenwürmer und Schnecken wurden noch stärker dezimiert. Zum anderen sind zahlreiche Arten der Bestandesumwandlung zum Opfer gefallen und somit sind — Collembolen und Fliegenlarven ausgenommen — durchwegs die Artenzahlen um rund 42 % zurückgegangen.

### Standort 6.

Das in den historischen Verhältnissen dem vorigen Bestand gleichende Fichtenstangenholz zeigt schon rein äußerlich ein trauriges Bild. Am Boden haben sich *Polytrichum*- und *Leucobryum*-Moose als Anzeiger stockender Zersetzungstätigkeit eingestellt und in den bodenzoologischen Analysen vom 21. April 1950 spiegelt sich dieses Degradationsgeschehen wieder.

Wohl haben die Nematoden mit je rund 5,000.000 I/m<sup>2</sup>, die Milben, Asseln und Schnecken ihre alten Besatzdichten noch ziemlich beibehalten, die Springschwänze, Tausendfüßler und ganz besonders die Regenwürmer wurden aber schon stark dezimiert. Auch die einstmals sicher vorhandene Artenmannigfaltigkeit ist einer viel eintönigeren Terricolfauna gewichen. Die Milben sind von 30 auf 21 Arten, die Regenwürmer von 6 auf 1 und die Käfer von 13 auf 5 Arten zusammengeschmolzen. Wenn die letzten grünen Vegetationsinseln in den Schneedruckklöchern einmal verschwunden sein werden, dann sollten auch bei den Asseln und Schnecken Ausfälle zu erwarten sein.

Zusammenfassend muß man aber doch die Böden der auf Dolomit oder Wettersteinkalk stockenden Fichtenforste günstiger beurteilen als die schweren braunen Waldböden der Flyschzone. Dies scheint in der Hauptsache eine Folge der günstigeren Eigenschaften der durch Verwitterung von Dolomit und ganz besonders von Kalk entstandenen Böden zu sein. Dieselben enthalten größere Mengen leicht löslicher mineralischer Nährstoffe, vor allem von Ca, als die durch Sandsteinverwitterung entstandenen Vergleichsböden bei Weyregg. Sie weisen überdies günstigere physikalische Eigenschaften, besonders eine lockere, weniger zur Verdichtung neigende Struktur, sowie ein günstigeres thermisches und hygrisches Verhalten auf. Dies ist offenbar die Ursache für den größeren Artenreichtum, den

hier schon der relativ ursprüngliche Mischwald im Vergleich zu den Mischwaldbeständen der Flyschzone zeigt.

Die günstigeren chemischen und physikalischen Eigenschaften scheinen von Natur aus auf Kalkunterlage einer größeren Anzahl von Tierarten Lebensmöglichkeiten zu bieten als auf Flysch. Daß im Artenbestand zwischen Mischwald und Monokultur auf Kalk ein geringerer Unterschied besteht als auf Flysch, ist eine Folge der nicht so rasch fortschreitenden Bodenverschlechterung.

### **c) Die Böden der Flyschzone im Wienerwald.**

#### **Standort 7.**

Die untersuchte Fichtenmonokultur stockt auf ehemaligem Weideland und stellt die erste Fichtengeneration dar. In ihr und im benachbarten Vergleichsmischwald wurden am 29. März 1950, anlässlich einer Begehung durch die leitenden Persönlichkeiten der Generaldirektion der Österreichischen Bundesforste und Fachexperten, Proben in einer Tiefe von 0—4 und 6—10 cm entnommen, deren laboratoriummäßige Verarbeitung folgendes erkennen läßt:

Die Verschlechterung des Bodenzustandes der Monokultur kommt sowohl in der Besatzdichte als auch in der Artenzahl zum Ausdruck. Geringen Nematodenverlusten stehen erhebliche Rückgänge bei fast allen anderen Tiergruppen gegenüber. Hervorgehoben seien die  $I/m^2$ -Werte für Collembolen (11.648 gegen 3.224), Milben (4.736 gegen 1.092) und Myriopoden (144 gegen 37). Die rund 30 % betragende Artenverarmung ist zum Teil wohl auf das Konto der früheren Weidenutzung zu stellen. Erfahrungsgemäß verschlechtert sich der biologische Bodenzustand umsomehr, je öfter Kulturumwandlungen erfolgen.

#### **Standort 8.**

Am selben Tage wurden in Vorder-Hainbach zwei Fichtenmonokulturen in Gegenüberstellung zu einem relativ günstigen Buchen-Hainbuchenmischbestand bodenbiologisch in gleicher Weise untersucht.

Der Vergleich der Analysenergebnisse zeigt sehr klar, daß die Böden der Reinbestände sowohl hinsichtlich des Individuenbesatzes als auch hinsichtlich der Artenmannigfaltigkeit hinter dem Mischbestand weit zurückbleiben. Groß ist vor allem der Unterschied im Besatz mit Nematoden, deren Zahl, wie er-

wähnt, mit dem Besatz mit Bodenbakterien weitgehend parallel zu gehen pflegt. Die Milbenfauna, die ein feiner Anzeiger der Humusqualität ist, hat in den Monokulturen beträchtliche Einbußen erlitten. Auch die Zahlen der Collembolen liegen tiefer, die Einbuße an Arten ist aber bei ihnen nur unerheblich. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, daß die Springschwänze vornehmlich Pilzfresser sind, die Pilze aber gerade im versauerten Rohhumus sich stark entwickeln. Das volle Ausmaß der Degradierung des Artenbestandes der Monokultur kann übrigens leicht aus der Artenliste ersehen werden.

Auch die Böden der im Wienerwald untersuchten Fichtenforste sind durchwegs stark biologisch degradiert und ferner, wie aus ihrer später ausführlicher zu besprechenden Artengemeinschaft hervorgeht, in den oberen Bodenschichten physiologisch ziemlich trocken.

#### d) Die Böden des steirischen Ennstales.

##### Standort 9.

Am Ostabhang des Kulm bei Admont stockt eine ausgedehnte Fichtenmonokultur, in der der Boden horstweise von *Vaccinium myrtillus* oder *Sphagnum acutifolium* bedeckt wird. Am Rande dieses Forstes sind noch Reste der ursprünglichen Vegetation erhalten und hier treffen wir neben Eiche, Ahorn und Buche auch die eine oder andere Vogelkirsche. In beiden Waldtypen wurden am 10. Mai 1950 Bodenproben aus einer Tiefe von 0—4 cm und 6—10 cm gewonnen. Am 30. Juni 1950 erfolgte die nochmalige Probenahme an mehreren durch die erwähnten Unterschiede in der Bodenvegetation charakterisierten Stellen.

Die erstmalige Untersuchung ergab ein vollkommen anderes Bild als wir es bei den vorangegangenen Standorten gesehen haben. Die Bodenfauna übertraf an Besatzdichte in der Monokultur den Mischbestand bei weitem, was durch Massenaufreten einiger Milbenarten bedingt wurde. Die Artenzusammensetzung war zwar recht unterschiedlich, eine Artenverarmung aber kaum festzustellen. Die nochmalige bodenzoologische Analyse ergab ausgeglichene Besatzverhältnisse in beiden Bestandestypen. Im Mischwald war der Boden unter Eiche ungleich besser besiedelt als unter Buche, im Fichtenforst befriedigte der biologische Bodenzustand am meisten unter bloßer Nadelstreu, am wenigsten unter *Sphagnum*-Rasen. Eine Artenverarmung war auch dieses Mal nicht nachzuweisen.

## Standort 10.

Die Böden der beiden zum Vergleich gelangenden Bestände trugen beide, durch die unmittelbare Nähe eines Erlenmoores bedingt, anmoorigen Charakter. Der Mischwald bestand aus Ahorn, Esche und Roterle und war von der Monokultur durch das besagte Moor getrennt. Die am 11. Mai 1950 erfolgte Probeentnahme traf das Bodenleben noch vor der früh-sommerlichen Entfaltungsperiode an.

Auch am Standort 10 war nur eine geringfügige Artenverarmung bei annähernd gleicher Besatzdichte gegenüber dem Mischbestand zu konstatieren. Die Nematodenzahlen liegen im Nadelwald mit über 2,000.000 I/m<sup>2</sup> doppelt so hoch als im Vergleichswald. Die übrigen Besatzdichtewerte zeigen keine kennzeichnenden Unterschiede. Ähnliches gilt, wie gesagt, auch für die Werte der Artendichte. Artenrückgänge gibt es nur bei den Asseln, der Gesamtartenverlust überschreitet 10 % nicht.

## Standort 11.

In etwa 700 m Seehöhe liegt im Donnersbachgraben, steil geneigt gegen Nord, der am 20. Juni 1950 bodenbiologisch untersuchte Mischbestand mit 0'6 Ahorn, 0'3 Esche, 0'1 Ulme, Erle Hasel und Fichte. Unmittelbar an ihn grenzt der Vergleichsforst, dessen Boden eine verfilzte Moderschicht deckt. Die Untersuchung der in den beiden üblichen Schichttiefen entnommenen Bodenproben ergaben folgenden Befund:

Der unmittelbar an der Grenze zu seinem natürlichen Verbreitungsgebiet stockende Fichtenforst hat nur geringfügige biologische Bodenmängel aufzuweisen. Die Nematoden halten sich in beiden Waldtypen mit 1,138.000 I/m<sup>2</sup> (11, Mischwald) gegenüber 1,140.000 I/m<sup>2</sup> (11, Nadelwald) die Waage; was die Milben zahlenmäßig in der Monokultur eingebüßt haben, machen die Collembolen wieder wett. Myriopoden, Käferlarven und Asseln weisen etwas stärkere Rückgänge auf. An Artenmannigfaltigkeit ist nur die Assel- und Myriopodenfauna verarmt, die Milben sind von 30 auf 25 Arten zusammengeschrumpft. Dennoch übersteigt der Gesamtartenrückgang nur wenig 10 %.

## Standort 12.

Im Ennstal bei Admont treffen wir den Buchenwald und seine charakteristische Begleitflora nur auf den Verwitterungsböden des Triaskalkes in standortsgemäßer Ausbildung an. Es war daher von Interesse, besonders nach den überraschenden Ergebnissen der 3 zuletzt besprochenen

Böden, einmal die Wirkung der Buche auf einem ihrer Optimalstandorte in Vergleich zu einer standortsfremden Fichtenmonokultur zu setzen. Die Untersuchung wurde am 17. Juli 1950 durchgeführt.

Wie erwartet, ergab die Analyse eine erhebliche Depression des Organismenbesatzes im Monokulturboden. Während die Collembolen, der Jahreszeit entsprechend, mit über 130.000 I/m<sup>2</sup> im Mischwald Höchstwerte aufweisen, beträgt ihre Wohndichte in der Monokultur nicht einmal ein Fünftel der des Vergleichsbestandes. Die Nematoden sind von 2,230.000 I/m<sup>2</sup> im Mischwaldboden auf 1,140.000 I/m<sup>2</sup> in der Monokultur zurückgegangen. Ebenso hohe Rückgänge weisen die Myriopoden, die Asseln und die Spinnen auf. Die Werte für Käfer, Milben und Fliegenlarven sind ausgeglichen, bei den Milben zeigt sich aber ein beträchtlicher Artenverlust (etwa 30 %). Der Gesamtartenverlust in fast derselben Höhe erinnert schon an die schweren biologischen Schäden der eingangs besprochenen Standorte Nr. 1—8.

Die bodenzoologischen Untersuchungen im steirischen Ennstal ergaben die wichtige Tatsache, daß der biologische Bodenzustand unter der hier an ihr natürliches zusammenhängendes Verbreitungsgebiet grenzenden Fichte ein ungleich besseres ist als der von Fichtenmonokulturen im Klimaxgebiet des Buchen-Tannenwaldes. Die Buche, die ob ihrer Lebensansprüche hier nur mehr auf Kalk gut fortzukommen vermag (Tschermak 1929), entfaltet auch nur dort ihre bodenpflegliche Wirkung. Wo sie hingegen auf schweren Böden stockt, auf denen ihr durch die, das lufttrockenere Klima besser vertragende Eiche schärfste Konkurrenz erwächst, ist auch das Bodenbild unter Eiche ein günstigeres. Wie sehr der naturgegebene Standort einer Holzart mitbestimmend ist für ihre bodenbiologischen Wirkungen, geht aus den vorgehenden Untersuchungen klar hervor.

### e) Die Böden des Hochlantschgebietes.

#### Standort 13.

Die Aufforstung reiner Fichtenbestände hat nicht nur die tieferen Lagen, also etwa die untere und obere Buchenstufe, sondern auch vielfach die subalpine Nadelwaldregion betroffen,

in der man die dort standortsgemäßen Nadelmischbestände von Lärche und Fichte durch reine Fichte abgelöst hat. Es bedeutet ein solcher Eingriff aber keine so ausgeprägte Zerstörung des natürlichen Bestandesbildes, wie dies bei den Monokulturen der unteren Stufen der Fall ist, weil vor allem im Zusammenhang damit keine so nachhaltige Änderung der mikroklimatischen Verhältnisse und des Bestandesabfalls eintritt.

Anlässlich einer Exkursion am 29. Juni 1950 bot sich Gelegenheit, dieser Frage eine kurze Untersuchung zu widmen, die folgende Ergebnisse zeitigte:

Die ermittelten Besatzdichtenwerte zeigten hinsichtlich der Intensität des Bodenlebens keinerlei Schädigung der Fichtenmonokultur. Der Artenreichtum des subalpinen Nadelwaldes ist aber durch die Kulturumwandlung stark herabgemindert worden. Im ganzen betrachtet, muß man die Fichtenmonokultur der subalpinen Lage doch günstiger beurteilen als etwa die der Voralpenzone. Ich vermute, daß neben einem höheren Grad von Bodenständigkeit auch der Ausfall der Lärche sich weniger prägnant auf das Bodenleben auswirkt als der Ausfall der tiefwurzelnden Buche, doch müßten noch weitere Untersuchungen die Allgemeingültigkeit dieses Einzelbefundes erst erhärten.

#### **4. DER ARTENBESTAND DER UNTERSUCHTEN BÖDEN.**

Der Artbestand der untersuchten Böden ist in den nachfolgenden Tabellen zusammengefaßt. Im einzelnen ist dazu folgendes zu bemerken: Die Nematoden konnten ob der Schwierigkeit ihrer Bestimmung und des hohen Zeiterfordernisses nur an 3 Standorten bearbeitet werden. Das gleiche gilt für die Regenwürmer, die zeitbedingt nur im Attergau aufgesammelt wurden und auch in geringerem Umfang für einige andere Gruppen. Bei den ob ihrer hohen Individuenzahlen bekanntesten Milben und Collembolen wurde der Tabelle eine 3teilige Abundanzskala zugrunde gelegt, in der bedeuten: 3 = dominant (über 20% der Tiergruppe), 2 = zahlreich (über 5% der Tiergruppe), 1 = spärlich (unter 5% der Tiergruppe).

Bei den übrigen Tiergruppen wurde entweder das Pluszeichen oder die absolute Zahl der am Standort erbeuteten Tiere als Ausdruck des Vorhandenseins der betreffenden Art an der entsprechenden Lokalität gewählt.

Tabelle 1.

## Die Nematoden der untersuchten Mischwald- und Fichtenmonokulturböden.

2 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	2 M	2 N	6 M	6 N	13 M	13 N
<i>Alaimus primitivus</i> de Man.....	+	—	+	—	—	—
<i>Tylencholaimus stecki</i> Steiner	—	—	—	—	+	—
<i>Dorylaimus carteri</i> Bast.....	+	+	+	+	+	+
<i>obtusicaudatus</i> Bast.	+	—	—	—	—	—
<i>tritici</i> Bast.	+	—	—	—	—	—
<i>gracilis</i> de Man	—	—	—	+	—	—
„ <i>parvus</i> de Man	—	—	—	—	+	—
<i>Trypila papillata</i> Mic.	—	—	—	+	—	—
<i>Prismatolaimus dolichurus</i> de Man.....	+	—	—	—	—	—
<i>Mononchus papillatus</i> Bast.	+	—	—	+	—	—
<i>zschokkei</i> Menz.	+	+	—	—	—	—
„ <i>parvus</i> de Man	+	—	—	—	—	—
<i>Plectus cirratus</i> Bast.	+	—	—	+	+	+
<i>parvus</i> Bast.	+	+	—	+	+	—
<i>communis</i> Btschl.	—	—	—	+	—	—
„ <i>tenuis</i> Bast.	+	—	—	—	—	—
<i>Jota cobbi</i> Mic. ....	—	—	+	+	—	—
<i>aculeata</i> Schneider	—	—	+	+	—	—
„ <i>menzeli</i> Mic.	+	—	—	—	—	—
<i>Monohystera villosa</i> Btschl. ....	+	—	—	—	—	—
<i>Rhabditis monohystera</i> Btschl. ....	+	—	—	—	—	—
„ <i>spec.</i> .....	+	—	—	—	—	—
<i>Cephalobus nanus</i> de Man	—	—	+	—	—	—
<i>oxyurides</i> de Man	+	—	+	—	—	—
<i>striatus</i> Bast	+	—	+	—	—	—
„ <i>elongatus</i> de Man	+	—	—	—	—	—
<i>Panagrolaimus rigidus</i> de Man.....	—	—	+	+	+	+
<i>Bunonema reticulatum</i> Richt.....	—	—	+	—	—	—
<i>Tylenchus spec.</i>	+	—	—	—	—	—
<i>Aphelenchus parietinus</i> Mic.	+	—	+	—	—	—
<i>Paraphelenchus pseudoparietinus</i> Mic.....	+	—	+	—	—	—

Tabelle 2.

## Die Lumbriciden der untersuchten Mischwald- und Fichtenmonokulturböden.

1 bis 6 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N	4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N
<i>Allolobophora rosea</i> Sav.	7	—	1	4	3	1	7	2	4	8	1	1
<i>smaragdina</i> Rosa	—	2	1	—	—	—	2	2	2	—	—	—
<i>Octolasion croaticum</i> var.	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>lacteum</i> Oerl.....	2	3	2	2	1	1	2	3	1	1	1	—
<i>lissaense</i> Mich.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>transpandanum</i> Rosa	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
<i>Lumbricus</i> cf. <i>pusillus</i> Wessely	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>rubellus</i> Hoffm.	1	2	2	—	—	—	2	4	1	—	—	—
<i>Dendrobaena octaedra</i> Sav.....	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—
<i>platyura depressa</i> Rosa.....	3	—	—	2	—	—	—	2	—	1	1	—
<i>rubida subrubicunda</i> Eisen	—	1	3	—	—	—	1	—	—	—	—	—



Tabelle 4.

## Die Schnecken der untersuchten Mischwald- und Nadelwäldböden.

1 bis 6 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N	4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N
<i>Cochlostoma septemspirale</i> Raz.....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—
<i>Ena montana</i> Drap.	—	1	2	—	—	—	—	1	—	—	—	1
<i>Clausilia ventricosa</i> Drap.....	1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—
„ <i>plicatula</i> Drap.....	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	2
<i>Laciniaria buplicata</i> Mont.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Discus rotundatus</i> Stud.	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	2
„ <i>perspectivus</i> Mag.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
<i>Aegopsis verticillus</i> Fér.	1	2	2	1	—	1	2	1	1	—	—	1
<i>Retinella nitens</i> Mich.	1	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
<i>Arion empiricorum</i> Fér.	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
„ <i>circumscriptus</i> John	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Fruticicola fruticum</i> Muell.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Zenobiella incarnata</i> Muell.	3	2	1	—	1	2	1	1	1	—	—	1
„ <i>f. minor</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ <i>umbrosa</i> C. Pf.....	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trichia</i> spec.	—	1	1	—	—	2	—	—	—	—	—	2
<i>Helicigona arbustorum</i> L.	3	4	2	—	—	—	2	4	1	—	—	—
<i>Jsognomostoma personatum</i> Lam.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Cepaea hortensis</i> Muell.....	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Helix pomatia</i> L.	1	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	—

## Die Tausendfüßler der untersuchten

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Geophilus longicornis</i> Latz.....	+	+	—	—	—	—
„ <i>insculptus</i> Att.	+	+	—	+	—	—
<i>Scolioplanes accuminatus</i> Leach	—	—	+	—	—	—
„ <i>crassipes</i> C. L. Koch .	—	—	—	—	—	—
<i>Clinopodes flavidus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Schendyla nemorensis</i> C. L. Koch	—	—	+	—	—	—
<i>Cryptops parisi</i> Bröll.....	—	+	+	—	—	—
<i>Lithobius forficatus</i> L.	—	—	—	—	—	—
<i>dodayi</i> Tömösv.	+	+	—	—	—	—
<i>piceus</i> C. L. Koch.....	—	—	—	—	—	—
<i>muticus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>nigrifrons</i> Latz.....	—	—	—	—	—	—
<i>aulacopus</i> Latz.	—	—	+	—	—	—
„ <i>aeruginosus</i> C. L. Koch .....	+	+	—	—	+	+
<i>Scutigera immaculata</i> Newp.	+	+	—	—	—	—
<i>Polyxenus lagurus</i> L.....	—	—	—	—	—	—
<i>Glomeridella minima</i> Latz.	—	—	+	—	—	—
<i>Haploglomeris multistriata</i> C. L. Koch	+	+	—	—	—	—
<i>Polydesmus colaris</i>	+	—	—	—	—	—
<i>Ceratosoma caroli</i> AH.....	—	+	—	—	—	—
<i>Leptoiulus simplex</i> Verh.	+	+	+	—	—	—
<i>Ophiulus fallax</i>	—	—	—	—	—	—
„ <i>major</i> Bigl.....	+	+	—	—	—	—
<i>Pachypodoiulus euryopus</i> AH.	—	—	+	—	—	—
<i>Cylindroiulus meinerti</i> Verh.	+	+	+	—	+	—
<i>Leptophyllum nanum</i> Latz.	+	+	—	—	+	—
<i>Ascandalum spec.</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Chromatoiulus projectus dioritanus</i> Verh.	—	—	—	—	—	—
<i>Lithobius latro</i> Latr.....	—	—	—	—	—	—
<i>Ypsiloiulus molybdinus</i> Koch.....	—	—	—	—	—	—
<i>Leptophyllum pelidnum</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Unciger transilvanicus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Polyzonium germanicum</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Chordeuma silvestre</i> .....	+	+	—	—	—	+



## Die Milben der untersuchten

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Parasitus coleopratorum</i> L. ....	—	—	1	—	—	—
<i>Eugamasus kraepelini</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>lunulatus</i> Müll.	1	1	—	—	1	—
<i>magnus</i> Kr.	—	—	—	—	—	—
<i>Pergamasus barbarus</i> Berl.	1	1	—	1	1	1
<i>crassipes</i> L.	—	—	2	—	—	1
<i>noster</i> Berl.	—	—	—	1	—	—
<i>oxygynellus</i> Berl.	—	1	—	—	—	—
<i>runcatellus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
spec.?	—	—	1	—	1	—
„ spec.?	1	—	—	—	—	—
<i>Ologamasus pollicipatus</i> Berl.	—	1	—	—	1	1
<i>Veigaia cervus</i> Kr.	—	—	1	—	—	—
<i>kochi</i> Träg.	—	—	1	—	—	1
<i>nemorensis</i> C. L. Koch .....	—	—	—	—	—	—
„ spec.	1	—	—	1	—	—
<i>Geholaspis longispina</i> Kr.	—	1	—	—	1	—
„ <i>mandibularis</i> Berl.	—	—	1	—	—	—
<i>Nothrolaspis tarda</i> C. L. Koch	—	1	1	—	—	—
<i>Macrocheles veterrimus</i> Selln.	—	—	—	—	—	—
<i>Pachylaelaps pannonicus</i>	—	—	—	—	—	—
<i>angulatipes</i>	—	—	—	—	—	—
spec.?	—	—	—	—	—	—
„ spec.?	1	—	—	—	—	—
<i>Eviplis ostrinus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Pachyseius humeralis</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Epicrius geometricus</i> C. F.	—	1	—	—	—	—
<i>Zercon triangularis</i> C. L. Koch	1	—	—	—	—	—
spec.	—	—	—	—	—	—
„ spec.	—	1	—	—	1	—
<i>Trachytes pi</i> Berl.	1	—	—	1	—	—
<i>Discopoma splendida</i> Kr.	—	—	—	—	—	—
<i>Cilliba cassida</i> Herm.	—	—	1	—	—	—
<i>Cyta latirostris</i> Herm.	—	—	—	—	—	—
<i>Bdella ionica</i> Berl.	—	—	1	—	—	—
<i>longicornis</i>	—	—	—	—	—	—
„ <i>semiscutata</i> .....	—	—	—	—	—	—
<i>Podothrombidium marcocarpum</i> Berl.	—	—	—	—	—	—

(Fortsetzung auf Seite 70)



1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Diplothrombidium longipalpe</i> Berl. ....	1	—	—	—	—	—
<i>Calypstostoma lyncaeam</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Nicoletiella lyra</i> Willm.	1	2	1	—	1	—
Zahl der fraglichen nicht aufgenommenen Arten...	3	2	2	2	—	2
<i>Nanhermannia elegantula</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Hypochthonius rufulus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
„ <i>luteus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Nothrus silvestris</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>borussicus</i> Selln.	—	—	—	—	—	—
„ <i>palustris</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Platynothrus peltifer</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Camisia spinifer</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>segnis</i> Herm.	—	—	—	—	—	—
<i>horrida</i> Herm.	—	—	—	—	—	—
<i>Heminothrus targionii</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Hermannia gibba</i> C. L. Koch	—	1	—	—	—	1
„ <i>convexa</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Neoliodes farinosus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Micreremus brevipes</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Amerus troisii</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Belba pulverulenta</i> C. L. Koch	1	—	1	—	—	—
<i>gracilipes</i> Kulcz.	—	—	—	—	—	—
<i>geniculosa</i> Oudms.	—	—	—	—	—	—
<i>corynopus</i> Germ.	1	—	—	—	—	—
<i>compta</i> Kulcz.	2	—	—	—	—	—
<i>montana</i> Kulcz.	—	—	—	—	—	—
<i>tatica</i> Kulcz.	—	—	—	—	—	—
„ <i>tecticola</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Porobelba spinosa</i> Selln.	—	—	—	—	—	—
<i>Damaeobelba minutissima</i> Selln.	—	1	—	—	—	—
<i>Gymnodamaeus bicostatus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Suctobelba subtrigona</i> Mich.	1	—	—	1	—	—
„ <i>trigona</i> Mich.	1	2	—	—	1	—
<i>Oribella paoli</i> Oudms.	1	—	—	—	—	—
<i>Oppia neerlandica</i> Oudms.	—	1	—	—	—	—
<i>translamellata</i> Willm. ....	—	—	—	—	—	—
<i>bicarinata</i> Paoli .....	2	—	1	—	—	—
<i>fallax obsoleta</i> Paoli	—	—	—	1	—	—
<i>falcata</i> Paoli.	—	1	—	—	—	—
<i>subpectinata</i> Oudms.	2	2	1	1	1	—

(Fortsetzung auf Seite 72)



1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Eremaeus hepaticus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
„ <i>oblongus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Oribata nemoralis</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Ceratoppia bipilis</i> Herm.	—	—	—	—	—	—
„ <i>quadridentata</i> Haller	—	—	—	—	—	—
<i>Phyllotegeus palmicinctum</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Scutovertex minutus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Tritegeus bifidatus</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>Tectocephus velatus</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Odontocephus elongatus</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Cepheus cepheiformis</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>latus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
„ <i>dentatus</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Carabodes femoralis</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>coriaceus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>labyrinthicus</i> Mich.	—	1	—	—	—	—
<i>minusculus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
„ <i>areolatus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Hermaniella granulata</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>Adoristes ovatus</i> C. L. Koch	1	2	2	1	2	2
<i>poppei</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Liacarus coracinus</i> C. L. Koch	1	1	2	1	1	1
<i>medius</i> Willm.	—	—	—	—	—	—
nov. spec. (2)	—	—	—	—	—	—
„ nov. spec. (3)	1	—	1	1	—	1
<i>Zetorchestes micronychus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Gustavia microcephala</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>Oribatula tibialis</i> Nic.	—	—	1	—	—	1
„ <i>amblyptera</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Oribatella calcarata</i> C. L. Koch .....	—	—	—	—	—	—
<i>meridionalis</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>berlesei</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
„ nov. spec.	1	—	—	—	—	—
<i>Joelia connexa</i> var. <i>borussica</i> Selln.	1	1	—	—	—	—
<i>Ceratozetes gracilis</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
„ nov. spec.	1	—	—	—	1	—
<i>Euzetes seminulum</i> Müll.	—	—	—	—	—	—
<i>Edwardzetes edwardsii</i> Nic.	—	—	—	—	—	—
<i>Chamobates cuspidatus</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>voigtsi</i> Oudms.	3	3	3	3	3	—

(Fortsetzung auf Seite 74)

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	9 N	10 M	10 N	11 M	11 N	12 M	12 N	13 M	13 N
3	3	2	2	3	2	3	3	2	1	2	2	1	3	—	—	1	1	2	1
—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1	2	2	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	1
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
—	1	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	—	1	1	2	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	—	2	—	2	1	2	2	3
—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
1	1	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	—	1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	2	1	—	—	1	—
2	2	2	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Chamobates schützi</i> Oudms.	1	1	1	—	1	—
<i>Mycobates parmeliae</i> Mich.	—	—	1	—	—	—
<i>Scheloribates confundatus</i> Selln.	—	1	1	2	—	1
<i>latipes</i> C. L. Koch .....	—	—	—	—	—	—
<i>pallidulus</i> C. L. Koch	—	—	—	1	—	—
„ <i>laevigatus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
<i>Liebstadia similis</i> Mich.	—	—	—	—	—	—
<i>Peloribates vindobonensis</i> Willm.	—	—	—	—	—	—
<i>Protoribates badensis</i> Selln.	2	—	—	—	—	—
„ <i>lagenula</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Xylobates lophotrichus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Notaspis coleoptratus</i> L.	—	1	1	2	1	1
„ <i>regalis</i> Willm.	—	—	—	—	—	—
<i>Fuscozetes setosus</i> C. L. Koch	—	1	—	—	—	—
<i>Pelops planicornis</i> Schrank.....	—	—	—	—	—	—
<i>auritus</i> C. L. Koch .....	—	—	—	—	—	—
<i>torulosus</i> C. L. Koch	—	—	1	—	1	—
<i>plicatus</i> C. L. Koch	—	—	—	—	—	—
„ <i>hirtus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Galumna spec.</i>	—	—	—	—	—	—
<i>spec.</i>	—	—	—	—	—	—
„ <i>lanceatus</i> Oudms.	—	—	—	—	—	—
<i>Pergalumna nervosus</i> Berl.	—	—	—	—	—	—
<i>Allogalumna tenuiclavus</i> Berl.	—	1	—	—	—	1
<i>Zetes dorsalis</i> C. L. Koch.....	—	—	—	—	—	—
<i>Phthiracarus laevigatus</i> C. L. Koch	—	—	1	—	—	—
<i>borealis</i> Träg.	—	—	—	—	—	—
<i>piger</i> Scop.	1	1	1	1	1	1
<i>ligneus</i> Willm.	—	—	—	—	—	—
<i>stramineus</i> C. L. Koch	1	—	1	—	1	—
„ <i>ferrugineus</i> C. L. Koch	1	—	1	1	—	1
<i>Steganacarus striculus</i> C. L. Koch	1	1	—	1	1	—
<i>spinus</i> C. L. Koch	1	1	—	1	1	—
<i>magnus</i> Nic.	1	—	—	1	—	—
<i>applicatus</i> Selln.	—	2	1	—	1	—
„ <i>herculeanus</i> Willm.	1	1	—	1	—	—
<i>Oribotritia decumana</i> C. L. Koch	—	1	—	—	—	—
„ <i>cribraria</i> Berl.	—	—	—	1	—	—
<i>Pseudotritia monodactyla</i> Willm.	—	—	—	—	—	—
Jugendstadien	2	1	1	2	1	1



## Die Spinnen der untersuchten Mischwald-

1 bis 10 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Harpactes lepidus</i> C. L. Koch .....	+	+	+	+	—	+
<i>Robertus truncorum</i> C. L. Koch	+	—	—	—	—	—
<i>Episium angullatus</i> Blackw.	—	—	—	—	—	—
<i>Microneta viaria</i> Blackw.	+	+	—	—	—	—
<i>Centromerus similis</i> Kulcz.	—	—	+	—	—	—
<i>Macrargus rufus</i> Wider	—	+	+	—	+	+
<i>Lepthyphantes tenebricola</i> Wider	—	—	—	+	—	—
<i>Lyniphia pusilla</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Stylophora concolor</i> Wider	+	+	—	—	—	—
<i>Ceratinella brevis</i> Wider	—	—	—	+	—	—
<i>Lophocarenum nemoralis</i> Blackw.	—	—	—	—	—	—
<i>Plaesiocraerus picinus</i> Blackw.	+	—	+	—	—	—
<i>Saloca diceros</i> Camb.	+	+	+	—	—	—
<i>Colobocyba exilis</i> Blackw.....	—	+	—	—	—	—
<i>Blaniargus herbigradus</i> Blackw.	—	—	—	—	+	+
<i>Singa</i> spec.	—	—	+	—	—	—
<i>Meta reticulata</i> L.	—	—	—	—	—	—
<i>Tetragnatha montana</i> Simon	—	—	—	—	—	—
<i>Ero furcata</i> Villers	—	—	—	+	+	—
<i>Coelotes</i> spec.	—	+	—	—	—	—
<i>Tegenaria</i> spec.	+	—	+	—	+	—
<i>Cryphocoeca silvicola</i> C. L. Koch .....	—	—	—	—	—	—
<i>Hahnia pusilla</i> C. L. Koch	—	+	—	+	+	—
<i>Pissaura listeri</i> Scop.	—	—	—	—	—	—
<i>Pardosa lugubris</i> Walck.	—	—	—	—	—	—
„ <i>amentata</i> Clerck	—	+	—	—	—	—
<i>Drassodes</i> spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Clubiona trivialis</i> C. L. Koch	—	—	—	+	—	—
<i>Anyphaena accentuata</i> .....	—	—	—	—	—	—
<i>Phrurolithus</i> spec.	+	+	+	—	—	—
<i>Zora spinimana</i> Sund.	—	—	+	—	—	—
<i>Oxyptila trux</i> Blackw.	—	—	—	—	—	—
„ spec. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Xysticus kochii</i> Chor.	—	+	—	—	—	—
„ spec.	—	—	—	—	+	—
<i>Amaurobius fenestralis</i> Stroem	+	—	+	—	—	+

Tabelle 7.

## und Fichtenmonokulturböden.

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	10 M	9 N	10 N
--	--	+	--	+	+	--	--	--	--	--	+	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	+	+	--	--	+	+	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--
--	+	+	--	--	--	--	+	--	--	--	+	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	+	+	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	+	+	+	--	--	--	--	--	--	--	+
--	--	--	--	+	+	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	+	--	--	--	--
--	+	+	--	+	--	--	--	+	--	--	--	--	+

## Die Collembolen der untersuchten Mischwald-

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Xenylla brevicauda</i> Tullb. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Hypogastrura armata</i> Nic.	1	—	—	—	—	—
<i>Pseudachorutes subcrassus</i> Tullb. ....	1	—	—	1	—	—
<i>Anurida granaria</i> Fols.	—	1	—	—	1	—
<i>Micranurida pigmaea</i> C. B. ....	—	—	—	—	—	—
„ <i>flavescens</i> Ksen.	—	1	—	—	—	—
<i>Neamura muscorum</i> Templ.	1	—	1	—	—	1
„ <i>phlegrea</i> Carl	—	—	—	—	1	—
<i>Kalaphorura burmeisteri</i> Lubb.	1	—	—	1	—	—
<i>Onychiurus armatus</i> Tullb.	2	2	1	1	2	1
<i>austriacus</i> Butsch.	1	1	1	1	1	1
<i>granulosus</i> Stach. ....	2	2	2	1	1	1
<i>quadrituberculatus</i>	—	1	2	—	1	2
„ <i>setiventris</i> Butsch.	—	—	—	—	—	—
<i>Tullbergia krausbaueri</i> C. B. ....	1	2	1	1	2	2
<i>Tetracanthella alpina</i> Carl.	1	1	1	2	2	—
<i>Folsomia alpina</i> Ksen.	—	—	—	1	—	—
<i>penicula</i> Bagn.	—	—	—	—	—	—
<i>diplophthalma</i> Ax. ....	—	—	—	—	—	—
<i>quadrioculata</i> Tullb.	—	2	—	3	—	—
<i>multiseta</i> Stach	—	—	—	—	—	—
„ <i>multiseta dives</i> Stach	—	1	—	—	—	—
<i>Pseudisotoma sensibilis</i> Tullb.	—	1	—	—	—	—
<i>Isotoma notabilis</i> Schaeff. ....	2	1	1	1	2	—
„ <i>violacea</i> Tullb.	1	1	1	1	—	1
<i>Isotomiella minor</i> Schaeff.	2	3	3	2	2	2
„ <i>paraminor</i> Gisin. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Entomobrya</i> spec.	—	—	1	—	—	—
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> Gmel. ....	—	1	1	—	1	1
<i>curvicollis</i> Bourl.	—	—	—	—	—	—
<i>Tomocerus minor</i> Lubb.	—	—	1	1	—	—
„ <i>baudoti</i> Den.	1	1	—	—	—	—
<i>Sminthurides lubbocki</i> Tullb. ....	1	—	—	—	—	—

Tabelle 8.

## und Fichtenmonokulturböden.

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	9 N	10 M	10 N	11 M	11 N	12 M	12 N	13 M	13 N
—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	2	1	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	1	1	1	—	—
1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	1	1	2	2
2	2	—	2	3	—	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3
1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	1	1	1	3	2	1	—
—	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	2	1	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—
1	1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	2	3	2	1	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1	2	2
—	1	—	—	—	—	—	2	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—
1	2	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1	1	—	1	—
1	2	1	2	1	1	2	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	—	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	1	—
3	2	2	2	3	3	1	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	2	2	1	1	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	1	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## Die Käfer der untersuchten Mischwald-

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1	2	3	1	2	3
	M	M	M	N	N	N
<i>Carabus irregularis</i> Fbr.	1	—	—	—	—	—
<i>Notiophilus biguttatus</i> Fbr.	—	—	—	2	1	1
<i>Trechus alpicola</i> Strm.	—	—	—	—	—	—
<i>rotundipennis</i> Duft.....	—	—	—	—	—	—
„ <i>cardioides</i> Putz.	1	2	1	—	—	—
<i>Molops austriacus</i> Gglb.....	—	—	—	—	1	—
<i>Amara convexior</i> Steph.	1	1	—	—	—	—
<i>Abax ater</i> Vill.	—	—	1	—	—	—
<i>ovalis</i> Duft.....	1	1	2	—	—	—
„ <i>parallelopedus</i> Dej.	—	—	—	—	—	—
<i>Pterostichus burmeisteri</i> Heer	1	1	1	1	1	—
<i>unctulatus</i> Duft.	—	—	—	—	—	—
<i>subsiniatus</i> Dej.	—	—	—	—	—	—
<i>fasciatopunctatus</i> Dej.	—	—	1	—	—	—
„ <i>vulgaris</i> L.	1	—	—	—	—	—
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Duft.	—	—	—	—	—	—
<i>Agonum</i> spec.	—	1	—	—	—	—
<i>Platynus assimile</i> Payk	—	—	—	—	—	—
<i>Anthobium limbatum</i> Fr.	—	—	1	—	—	—
<i>Lathrimaeum artrocephalum</i> Heer	2	2	1	—	—	—
<i>Haploderus</i> spec.....	—	—	—	—	—	—
<i>Stenus humilis</i> Er.	—	1	—	—	—	—
<i>Paederus Schoenherr</i> Czwal.....	—	—	—	—	—	—
<i>Domene scabricollis</i> Er.....	1	—	4	—	—	—
<i>Lathrobium testaceum</i> Ol.....	2	1	2	1	1	—
„ <i>letzneri</i>	1	—	1	—	—	—
<i>Medon</i> spec.	1	—	1	—	—	—
„ <i>brunneus</i> Er.	—	—	—	—	—	—
<i>Othius punctulatus</i> Goeze	2	—	4	—	—	—
„ <i>brevipennis</i> Kr.	—	—	—	—	—	—
<i>Philonthus decorus</i> Gravh.	—	1	—	—	—	—
<i>Gabrius femoralis</i> Hochh.	—	—	—	—	—	—
<i>Staphylinus fossor</i> Scop.	—	1	—	—	—	—
„ <i>erythropterus</i> L.	1	—	—	—	—	—
<i>Quedius ochropterus</i> Er.	—	—	—	—	—	—
<i>Mycetoporus niger</i> Fairm.	—	—	—	—	—	—
<i>Bolitobius lunulatus</i> L.....	—	—	—	—	—	—
<i>Tachyporus obtusus</i> L.	—	—	—	—	—	—

(Fortsetzung Seite 82)



1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1	2	3	1	2	3
	M	M	M	N	N	N
<i>Tachyporus nitidulus</i> F.	—	—	—	—	—	—
„ spec. ....	—	—	—	—	1	2
<i>Tachinus rufipes</i> Degeer	—	—	—	1	2	—
<i>Gyrophana gentilis</i> Er.	—	—	—	—	—	—
<i>Atheta gagatina</i>	1	—	—	—	—	—
<i>myrmecobia</i> Mannh. ....	—	—	—	4	—	—
<i>nigritula</i> Gravh.	—	—	—	—	—	—
<i>graniger</i>	—	—	—	—	—	—
<i>wüsthoffi</i> Benick. ....	—	—	—	1	—	—
<i>longiusculus</i> Sharp.	—	—	—	—	—	—
<i>oblongiusculus</i> Sharp.	—	—	—	—	1	—
<i>georgiana</i> Motsch.	—	—	—	—	—	—
<i>laevana</i> Rey.	—	—	—	—	—	—
<i>celata</i> Er.	—	—	—	—	—	—
<i>consanguinea</i> Epp.	—	—	—	—	—	—
<i>nigerrima</i> Aub.	—	—	—	—	—	—
<i>fungi</i> Grav.	2	—	1	—	1	1
„ <i>anylicollis</i> ....	—	—	—	—	—	—
<i>Sipalia circellaris</i> Gravh. ....	2	1	—	7	18	6
„ <i>flava</i> Kr.	—	—	—	—	—	—
<i>Leptusa alpestris</i> Scheerp.	—	—	—	—	—	—
<i>Rhopalotella hungarica</i>	—	—	—	—	—	1
<i>Oxypoda annularis</i> Mannh. ....	2	1	4	—	1	—
<i>umbrata</i> Gyllh.	—	—	—	—	—	—
<i>parvipennis</i> Fauv.	—	—	—	—	—	—
<i>amoena</i> Fairm.	—	—	—	—	—	—
<i>Trimium brevicorne</i> Reichb. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Biblopectus</i> spec. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Bythinus glabricollis</i> Motsch. ....	—	—	14	1	—	—
<i>nodicornis</i> Aub.	—	—	3	—	—	—
„ spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Cephenium carnicum</i> Reitt.	2	—	1	—	—	—
<i>austriacum</i> Reitt.	—	—	4	—	—	—
„ <i>carpathicum</i> Saulcy	—	—	—	—	—	—
<i>Neuraphes elongatulus</i> Müll.	—	—	—	—	—	—
<i>Stenichnus collaris</i> Müll.	—	—	—	—	—	—
<i>Euconnus motschulskyi</i> Strm. ...	—	—	1	—	—	—
<i>oblongus</i> Strm.	—	—	2	—	—	—
<i>styriacus</i> Strm.	—	—	—	—	—	—
„ <i>pubicollis</i> Müll.	—	—	—	—	—	—
<i>Colemis immunda</i> Strm.	—	—	—	—	—	—

(Fortsetzung Seite 84)



1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Agathidium badium</i> Er.	—	—	—	—	—	—
„ spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Cercyon analis</i> Payk.	—	—	—	—	—	—
<i>Megasternum boletophagum</i> Steph.	—	—	—	—	—	—
<i>Leptinus testaceus</i> Müll. ....	—	—	—	1	—	2
<i>Acrotrichis intermedia</i> Gillm.	—	1	—	1	1	—
<i>Dasytes</i> spec.	1	1	—	—	—	—
<i>Pocadius ferrugineus</i> F. ....	1	—	—	—	—	—
<i>Micrurula melanocephala</i> Marsh.	—	—	—	—	—	—
<i>Meligethes</i> spec.	—	1	—	—	—	—
<i>Atomaria pusilla</i> Payk.	—	—	1	—	—	—
<i>Dacne bipustulata</i> Thunb.	—	—	—	—	—	—
<i>Dasycerus sulcatus</i> Brongn.	—	—	1	—	—	—
<i>Corticaria elongata</i> Gyllh.	—	—	—	—	—	—
<i>Diodesma subterranea</i> Dup.	—	—	—	—	—	—
<i>Sphaerosoma globosum</i> Strm. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Endomychus coccineus</i> L.	—	1	—	—	—	—
<i>Simplocaria accuminata</i> Er. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Byrrhus luniger</i>	—	—	—	—	—	—
<i>Dolopius marginatus</i> L.	—	—	—	—	—	—
<i>Minota obesa</i> Waltl.	—	—	—	—	—	—
<i>Mniophila muscorum</i> Koch. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Anthribus nebulosus</i> Kurt.	—	—	—	—	—	—
<i>Otiorrhynchus scaber</i> L.	—	1	2	—	—	—
<i>pauxillus</i> .....	—	—	—	—	—	—
<i>uncinatus</i> Germ.	1	—	2	—	—	—
„ <i>salicis</i> Stierl.	—	—	—	—	—	—
<i>Polydrosus tereticollis</i> Deg.	—	—	—	—	—	—
<i>Sciaphilus asperatus</i> Bonsd.	—	—	—	—	—	—
<i>Barypithes araneiformis</i> Schr.	1	1	1	1	—	2
„ <i>chevrolati</i> Boh.	—	—	—	—	—	—
<i>Strophosomus melanogrammus</i> F. ....	—	—	1	—	—	—
<i>Trachodes hispidus</i> L. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Acalles camelus</i> F. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Rhinomias forticornis</i> Boh. ....	1	1	—	—	—	—
„ <i>austriacus</i> Reitt.	—	—	—	—	—	—
<i>Adexius scrobipennis</i> Gyllh.	—	—	1	—	—	—
<i>Orchestes fagi</i> L. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Apion</i> spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Rhynchites betulae</i> L. ....	—	—	—	—	—	—
<i>Hylastes cunicularis</i> Er.	—	—	—	—	—	—

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	9 N	10 M	10 N	11 M	11 N	12 M	12 N	13 M	13 N
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—	2	—	—	1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	1	1
—	—	—	—	—	—	1	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	5	2	—	—	3	—	—	2	1	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	6	3	—	2	2	1	—	1	—	2
1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	3	—	3	1	5	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—
—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	1
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## Die Fliegen- und Käferlarven der untersuchten

1 bis 12 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
Fliegenlarven:						
<i>Bibionidae</i> gen. spec. ....	—	+	—	—	—	—
<i>Tipulidae</i> gen. spec. ....	+	+	—	—	—	—
<i>Ragionidae</i> gen. spec.	—	+	—	+	—	—
<i>Itonididae</i> gen. spec. ....	+	+	—	—	—	—
<i>Lycoriidae</i> gen. spec.	—	+	—	—	—	—
<i>Scatopsidae</i> gen. spec.	—	+	—	—	—	—
<i>Anthomyiinae</i> gen. spec.	+	+	+	+	—	—
<i>Fungivoridae</i> gen. spec.	—	—	—	+	—	—
Käferlarven:						
<i>Carabidae</i> gen. spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Staphylinidae</i> gen. spec.	—	+	—	—	—	—
<i>Cantharidae</i> gen. spec.	—	—	—	—	—	—
<i>Elateridae</i> gen. spec.	—	—	—	+	+	—

## Die Ameisen der untersuchten Mischwald-

1 bis 13 = Standortsbezeichnung M = Mischwald, N = Nadelwald	1 M	2 M	3 M	1 N	2 N	3 N
<i>Myrmica ruginodis</i> Nyl.	+	+	+	+	+	+
„ <i>scabrinodis</i> Nyl.	—	—	+	—	—	—
<i>Stenamma westwoodi</i> Westw.	—	—	—	—	—	—
<i>Leptothorax nylanderi</i> Förster	—	—	—	—	—	—
<i>Lasius fuliginosus</i> Latr. ....	—	—	—	—	—	—
<i>niger</i> L.	+	+	—	+	+	—
„ <i>alienus</i> Förster. ....	+	—	+	—	—	+
<i>Camponotus herculeanus</i> L.	—	+	—	—	—	—
<i>Formica exsecta</i> Nyl.	—	—	—	—	—	—
<i>rufa rufa</i> L.	—	+	+	—	—	—

Tabelle 10.

## Mischwald- und Fichtenmonokulturböden.

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	9 N	10 M	10 N	11 M	11 N	12 M	12 N
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	+	—	—	+	—	—	—
—	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+
—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—
—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—
+	—	—	—	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	—
—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	—
—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—
—	+	—	—	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	+	+
—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	+	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—	—	+

Tabelle 11.

## und Fichtenmonokulturböden.

4 M	5 M	6 M	4 N	5 N	6 N	7 M	8 M	7 N	8 N	9 M	9 N	10 M	10 N	11 M	11 N	12 M	12 N	13 M	13 N
—	+	+	+	+	—	—	+	—	—	+	—	+	+	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	+

## 5. DIE UNTERSCHIEDE IN DER TERRICOLFAUNA UND IHRE URSACHEN.

### a) *Nematodes.*

Die annähernd vollständige Erfassung der Nematodengemeinschaft eutropher Waldböden gehört wohl zu den zeitraubendsten und schwierigsten Arbeiten der Bodenbiologie. Es war im Rahmen dieser Untersuchung daher nicht möglich, etwaige faunistische Unterschiede herauszuarbeiten. Es darf aber aus der eingesehenen Literatur (Overgaard 1948 u. a.) und auch aus eigenen Faunenlisten geschlossen werden, daß eine differentielle Trennung der in den beiden Waldtypen heimischen, terrestrischen Nematodensynusien nur schwer möglich werden wird. Zweifellos ist die Fadenwurmgemeinschaft standortswidriger Fichtenforste individuen- und artenärmer, und wengleich bislang die Gesetzmäßigkeiten dieser Verarmung noch nicht klar erkennbar sind, so mögen doch neuere Untersuchungen berücksichtigt werden, die das Bestehen einer innigen Wechselwirkung zwischen Bodenbakterien- und Nematodenvermehrung annehmen. Ob nun die älteren Behauptungen über einen verringerten Bakterienbesatz degradierter Fichtenböden zu Recht bestehen, müßte, ebenso wie die vorige Annahme, nachgeprüft werden.

### b) *Oligochaeta.*

Die bodenbewohnenden Oligochaeten zerfallen in die Gruppe der Enchyträiden oder Borstenwürmer und in die Gruppe der Lumbriciden oder Regenwürmer. Die ersteren bieten systematisch ebensolche Schwierigkeiten wie die ihnen als Nahrung dienenden Nematoden und sind bodenbiologisch trotz ihrer oft hohen Besatzzahlen sicher nicht von so erheblicher Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit wie die Regenwürmer. Diesen kommt im Boden neben den immensen Transportleistungen organischer Substanz und der Bildung von Ton-Humuskomplexen auch die Schaffung eines, meist durch rotbraunes Ferrihydroxyd ausgekleideten, einer Eisenbetonanlage ähnlichen Kanalsystems zu, in dem Bodenluft, Sickerwasser und Wurzelspitzen ideale Leitbahnen vorfinden.

In den Reinbeständen ist nun ein arger Rückgang der Lumbricidenbevölkerung zu verzeichnen. Nur 3 Arten, *Allo-*

*bophora rosea*, *Octolasion lacteum* und *Dentrobæna platyura-depressa* treten mit größerer Stetigkeit, aber stets in geringerer Zahl in den Monokulturböden auf. *Lumbricus rubellus*, *Dendrobæna octaedra* und *Dendrobæna rubida-subrubicunda* scheinen gänzlich zu fehlen, ebenso die große, grüne *Allobophora smaragdina* als Charakterart der Streu ozeanisch-feuchter Laubwälder. Dies gibt uns einen Anhalt dafür, daß die Ursachen der Depression des Regenwurmbesatzes degradierter Fichtenböden in erster Linie in den geänderten edaphischen und bodenphysikalischen Verhältnissen zu suchen ist. Die Literatur (L i n d q u i s t 1941) liefert weitere Beispiele.

#### c) *I s o p o d a*.

Ihre Abstammung von wasserlebenden Formen und das ihnen eigene transpirationshemmende Exoskelett weisen die Asseln mit wenigen Ausnahmen in die Gruppe der hygrophilen Bodentiere und es bieten sich ihnen daher in den feuchten Mischbeständen wesentlich günstigere Lebensbedingungen als in den Monokulturen, deren höhere physiologische Trockenheit in einem späteren Kapitel noch bewiesen werden soll. Es darf daher nicht verwundern, wenn die bodenzoologischen Analysen für diese Tiergruppe im Durchschnitt einen etwa fünffach höheren Besatzwert im Mischwald ergaben und eine klare Artenverarmung der Monokultur erkennen ließen. Dies ist umso bedauerlicher, als von einigen Asselarten bekannt ist, daß sie auf Grund ihrer gemischten organisch-mineralischen Kost mit zu den Ton-Humuskomplexbildnern in Waldböden zählen.

#### d) *G a s t r o p o d a*.

Die anatomischen Eigenheiten im Bauplan der Landschnecken deuten in noch höherem Maße als bei den Asseln auf ein gesteigertes Feuchtigkeitsbedürfnis hin. Dementsprechend sind die zahlen- und artenmäßigen Ausfälle in den Schneckenpopulationen fehlgeleiteter ehemaliger Mischwaldböden noch erheblicher als bei ihren ökologischen Verwandten. Der Verlust an Arten beträgt in den von mir untersuchten Reinbeständen 30—100 % und geht konform mit einem ähnlich starken Individuenausfall. Er steigt sprunghaft dann an (G r e t s c h y 1948), wenn in dem sich schließenden Fichtendickicht die

letzten grünen Vegetationsinseln der vordem üppigen Schlagflora schwinden und ist also sicherlich auch edaphisch bedingt. Von Lindquist (1943) angestellte Fütterungsversuche weisen in der gleichen Richtung.

#### e) *Myriopoda*.

Das eingesammelte Myriopodenmaterial beläuft sich auf 34 Arten, von denen allein 31 in den Mischwäldern und nur 13 in den Monokulturen gefunden wurden. Diese Zahlen sprechen im Verein mit den erwähnten, oft 50 % übersteigenden Individuenaussfällen eine deutliche Sprache. Trennt man die erbeuteten Arten systematisch nach den Gruppen der räuberisch lebenden Chilopoden und der phytophagen, humusbiologisch also ungleich wichtigeren Diplopoden, so wird der enorme Artenrückgang letzterer Gruppe noch eklatanter und liefert gleichzeitig einen Hinweis dafür, daß wohl die edaphisch ungünstigeren Verhältnisse der Nadelstreu als populationsvermindernder Faktor wirksam sind. Das Fehlen der als Differentialarten ozeanisch-feuchter Mischwälder bekannten *Glomeridella minima* und *Ophiulus major* mag außerdem im Zusammenhang mit der Änderung des Bestandesklima stehen.

#### f) *Acari*.

Nach den Nematoden und Collembolen stellen die Milben das Hauptkontingent der Terricolfauna der untersuchten Waldböden, übertreffen aber alle bodenbewohnenden Tiergruppen an Artenmannigfaltigkeit. Auch sie zerfallen gleich den Myriopoden in zwei ernährungsbiologisch verschiedene Gruppen, nur überwiegen bei ihnen, individuen- als auch artenmäßig ausgeprägter, die an der direkten Humifizierung beteiligten Oribatiden. Von diesen müssen *Amerus troisii*, *Joelia connexa* var., *borussica* und *Oribotritia decumana* im Untersuchungsgebiet als Differentialarten des Mischwaldes angesehen werden. Eine Reihe weiterer Arten, so die ganze Familie der *Belbidae*, tritt in eutrophen Laubmischwäldern ungleich häufiger auf als in seinen Degradationsstadien. Nur *Hermannia gibba*, *Hermannella granulata* und *Oppia translamellata* scheinen in der Monokultur ihrem ökologischen Optimum näher zu sein, und auf Grund von Fütterungsversuchen vermute ich für *Hermannia gibba*, daß ihr beschriebenes Verhalten mit ihrer gastro-

nomischen Vorliebe für Nadelstreu zusammenhängt. Umgekehrt scheinen *Euzetes seminulum* und *Belba corynopus* spezifisch an Laubstreunahrung gebunden zu sein.

Bei manchen Oribatiden dürfte auch die Gesteinsunterlage das Vorkommen in einem bestimmten Biotop mitentscheiden. So tritt *Eremaeus hepaticus* in allen untersuchten Waldböden der Kalk-Dolomitzone dominierend auf, fehlt hingegen in dem kaum 5 km entfernten Flyschsandsteingebiet fast vollständig.

Die Aufforstung standortwidriger Fichtenbestände hat auch die Artengemeinschaft der Milben stark dezimiert. Mehr als ein Fünftel aller Arten findet in den Monokulturen keine zusagenden Existenzbedingungen mehr und ist deshalb zum Absterben verurteilt. Die Schädigung der Milbenfauna ist in der Mischwaldrandzone der Alpen bedeutend ausgeprägter als in den ihr natürliches Verbreitungsgebiet grenzenden Fichtenforsten des steirischen Ennstales. So haben die Oribatiden dort nur 10 % ihrer Artenfülle eingebüßt, im Klimaxgebiet ozeanischer Mischwälder aber rund 25 % an Arten verloren.

Vergleicht man ergänzend meine eigenen Feststellungen mit den Waldbodenuntersuchungen Kühnelt's in Kärnten, so überrascht die weitgehende Deckung der gewonnenen Ergebnisse. Dies beweist, daß auch im südlichen Laubwaldgürtel der Alpen die Gesetzmäßigkeiten der im Gefolge von Kulturumwandlungen sich einstellenden Artenverarmung der Bodenfauna dieselben sind wie in anderwärts untersuchten Lagen. Die Artendichte betrug bei Kühnelt, wie ich für die Milben ausgerechnet habe, 35 Arten im Mischwald gegen 28 in der Monokultur und zeitigte somit ein nur etwas geringeres Verlustprozent als bei meinen Untersuchungen.

#### g) *A r a n e a.*

Die bodenbiologische und waldhygienische Bedeutung der Spinnen ist noch unzulänglich bekannt. Sie dürften aber als Regler des biotischen Gleichgewichtes eine erhebliche Rolle spielen. Biozönotisch sind sie ob der hohen Treue und Stetigkeit ihres Auftretens wertvoll, aber leider auch in dieser Hinsicht noch wenig erforscht.

Als Charakterarten feuchter Mischwälder im Bereiche des Untersuchungsgebietes haben sich *Microneta viaria*, *Stylophora concolor*, *Plaesiocraerus picinus*, *Pardosa amentata* und *Rober-*

*tus truncorum* erwiesen. Nur in Nadelwäldern, auch in solchen subalpiner Lage, fanden sich *Leptiphantes tenebricola*, *Tetragnatha montana*, *Cryphocoeca silvicola* und *Clubiona trivialis*. Die ökologische Analyse dieser 4 Arten wird vielleicht zeigen können, daß wir es bei den Spinnen mit einer jener wenigen Tiergruppen zu tun haben, die ob ihrer hohen Vagilität in Einzelfällen für eine Einwanderung in umgeforstete Waldkomplexe in Frage kommen. Dennoch ist die zahlen- und artenmäßige Depression des Spinnenbestandes reiner Fichtenforstböden bedeutend, stehen doch 24 im Mischwald gesammelten Arten nur 18 in den Monokulturen gegenüber.

#### h) *Pseudoscorpiones*, *Opiliones*, *Protura*.

Die genannten 3 Tiergruppen gehören zwar zu stetigen Vertretern des Edaphons, sind aber ihrer geringen Abundanz wegen produktionsbiologisch von minderer Bedeutung. Da das nur lückenhaft aufgesammelte Material überdies eine biozönotische Auswertung unmöglich macht, erübrigt sich eine weitere Besprechung.

#### i) *Collembola*.

Die Collembolen sind neben den Milben jene zweite terricole Tiergruppe, bei der der produktionsbiologische Nachteil geringer Körpergröße durch maximale Populationsdichte wieder wettgemacht wird. Sie zählen als vorwiegend fungivore und saprophytophage Organismen zu den Stützen des an der Humusbildung beteiligten Kleintierheeres. Ihre Lebensansprüche sind durch die grundlegenden Arbeiten von Agrell (1941), Gisin (1943), Strenzke (1949) und Schaller (1949) sehr gut erforscht, und es ist vor allem Gisin gelungen, bei mehreren Collembolenarten eine mehr oder minder ausgeprägte Vikarianz festzustellen. Allerdings besteht eine solche zwischen Mischwald und Monokulturen bei keiner der gefundenen Gattungen, denn es können keine Differentialarten aus dem Material eruiert werden. Interessant ist immerhin die Verbreitung des nach Gisin basiphilen *Tomocerus baudoti*, der sich auf Kalk in Mischwäldern und Reinbeständen, in der Flyschzone aber nur mehr in den weniger sauren Bodendecken der Mischbestände findet.

Neben den Fliegenlarven scheint die Collembolengemeinschaft die edaphologisch am besten gepufferte terricole Tiergruppe zu sein, denn ihre Artenverarmung ist die geringste aller untersuchten Organismen. Ihre Besatzdichten erfahren hingegen in den Fichtenforsten alsbald eine starke Verminderung; da nach längeren Trockenperioden dies auch im Mischwald der Fall ist, nehme ich an, daß in beiden Fällen die höhere physiologische Trockenheit der Gegenspieler ihrer Vermehrungspotenz ist.

j) *Forficulidae, Blattaria, Hemiptera.*

Für diese Tiergruppen gilt das bei den Pseudoscorpionen Gesagte.

k) *Coleoptera.*

Die Käferfauna der untersuchten Mischwaldböden ist im Gegensatz zu den Vergleichsböden weitaus individuenreicher und von mannigfaltigerem Gepräge. Sie ist gekennzeichnet durch eine Reihe von Arten, deren Umweltbedingungen nur im ozeanisch-feuchten Mischwaldklima mit dem geringen Spielraum ihrer ökologischen Valenz zusammenfallen. Solche Charakterarten sind: *Trechus rotundipennis*, *Othius punctulatus*, *Euconnus motschulskyi*, *Acrotrichis intermedia*, *Otiorrhynchus scaber*, *Barypites araneiformis* und *Adexius scrobripennis*. Ihnen gegenüber stehen *Otiorrhynchus pauxillus* als typisches Nadelwaldtier und die in Monokulturen häufigeren Arten *Notiophilus biguttatus* und *Sipalia circellaris*.

Eine große Zahl der gefundenen Käferarten lebt auch in ihren Larvenstadien im Boden und so findet man denn in jeder Probe oft eine Reihe von Coleopterenlarven der verschiedensten Gruppen. Mit hoher Stetigkeit treten vor allem die Larven der Staphyliniden auf, aber auch phytophage Schnellkäferlarven sind stets anzutreffen.

l) *Diptera* (Larven).

Wie schon mehrfach erwähnt, haben die Fliegenlarven die forstliche Kulturumwandlung und ihre Rückwirkungen auf den Boden am besten überstanden. Da viele von ihnen als Humusproduzenten tätig sind, muß dieser Umstand als einer der

wenigen Lichtpunkte der Bodenfauna fehlgelenkter Waldböden gewertet werden. Ihre genauere systematische Durcharbeitung, die bislang noch erhebliche Schwierigkeiten macht, wird uns aber noch begründetere Anhaltspunkte für dieses vorschnelle Urteil liefern müssen.

#### m) *Hymenoptera*.

Fast in allen Bodenproben findet man parasitisch lebende kleine Hymenopteren, vor allem Proctotrupiden und Chalcididen, deren unzulängliche systematische Bearbeitung eine Bestimmung aber nicht zuließ. Es werden daher im folgenden nur die Ameisen als waldbewohnende Hymenopteren besprochen. Obwohl die Zahl der in Wäldern mit stärkerem Beschattungsgrad auftretenden Formiciden relativ gering ist, kommt ihnen doch eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Waldbiozöosen zu. Dies ist durch die große Zahl der Individuen, die besonders bei *Formica* und *Lasius* die einzelnen Kolonien bevölkern, bedingt. Als heliophile Tiere meiden die Ameisenarten, vielleicht mit Ausnahme von *Myrmica ruginodis* den tieferen Waldschatten geschlossener Laubwaldbestände. Sie sind daher in diesen manchmal in geringerer Zahl vorhanden als in den weniger stark beschatteten Monokulturen. Bei kühler Witterung verlassen sie ihre Nester nur wenig und werden außerhalb derselben nur selten angetroffen. Aus diesem Grunde sind sie in einer Reihe von Proben nicht oder doch nicht in ihrer vollen Artenzahl enthalten gewesen.

## 6. DAS BODENLEBEN IN SEINER ABHÄNGIGKEIT VON DEN UMWELTSFAKTOREN.

### a) Der Einfluß klimatischer Faktoren.

Die autökologische Analyse terricoler Kleintierarten lehrt uns in vielen Fällen, daß ihre weitere und engere Verbreitung in erster Linie vom Großraum- und Standortklima abhängig ist. Die Ausarbeitung und Klarstellung der Verbreitungstypen der aufgesammelten Arten und deren ursächliche Verknüpfung mit den unterschiedlichen Klimazonen würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, weshalb eine Beschränkung auf rein vergleichsstandörtliche und bestandesklimatische Fragen notwendig

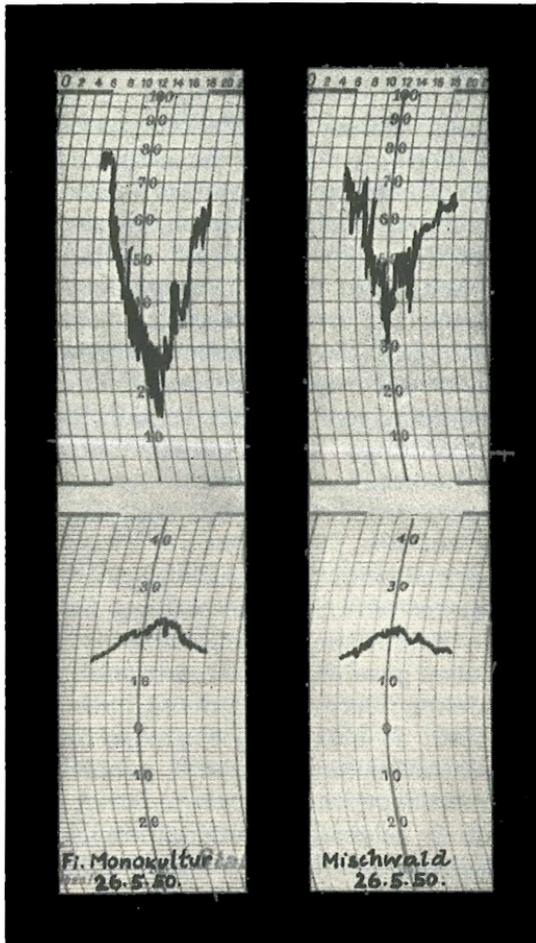


Abb. 1: Thermohygrogramm vom Standort 10 aufgenommen am 26. Mai 1950.

Allgemeiner Witterungsverlauf am 26. Mai 1950 nach Angabe der Station Moorwirtschaft bei Admont.

Luftdruck um 14 Uhr: 685·8 mm.

Temperatur, Tag.Max.: 27<sup>1</sup>° C, Tag.Mitt.: 15<sup>6</sup>° C.

Relative Luftfeuchtigkeit: Tag.Mitt.: 72<sup>0</sup>/10.

Bewölkung um 14 Uhr: <sup>5</sup>/10, Tag.Mitt.: <sup>8</sup>/10.

Windverhältnisse: schwache Winde aus West.

Niederschläge: keine.

Sonnenscheindauer: 4·3 Stunden.

wird. Es bleibt also zu untersuchen, ob sich gewisse Unterschiede der in beiden Waldtypen heimischen Synusien widerspruchslos mit den Unterschieden im Bestandesklima vereinigen lassen.

Die leider noch immer spärlichen forstmeteorologischen Untersuchungen (G e i g e r 1942), die darum durch eigene Temperatur- und Feuchtemessungen ergänzt wurden, haben in allen Fällen ein, gegenüber Reinbeständen, wesentlich ozeanisch-feuchteres Binnenklima der Mischwälder ergeben. Das als Beispiel angeführte Schaubild (Abb. 1) zeigt den Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverlauf zweier Vergleichsbestände am 26. Mai 1950 während der Zeit der Insolation, knapp über dem Erdboden gemessen, und verdeutlicht den viel stärkeren mittäglichen Abfall der relativen Feuchte in der Monokultur. Diese durch erhöhte Strahlungs- und Windwirkung bedingte größere Trockenheit von Fichtenforsten tritt besonders an Strahlungstagen klar hervor, ist aber auch bei bedecktem Himmel noch merkbar.

Beim Vergleich der Tiergemeinschaften beider Waldtypen haben wir das mehr oder weniger völlige Fehlen hygrophiler Tiergruppen, wie Schnecken, Asseln und diverser Myriopoden in den Monokulturen gesehen. Stellen wir auch die Unterschiede der individuenreichen Tiergruppen der Milben und Collembolen einander gegenüber, so erkennen wir auch hier einen mit der Änderung des Bestandesklimas parallel gehenden Wandel ihrer in Mischwäldern ausgeprägt hygrophileren Fazies in eine größere Trockenheit zeigende Artenkombination. Die feuchtigkeitsliebenden Milben *Geholaspis longispina*, *Platynothrus peltifer*, *Tritegeus bifidatus*, *Scheloribates confundatus* und *pallidulus*, *Xylobates lophotrichus* und *Pelops planicornis* sowie die Collembolen *Pseudachorutes subcrassus* und *Neanura phlegraea* weisen ihren höchsten Besatz in Mischbeständen auf und geben in Monokulturen ihren Vorrang zugunsten meist eurytoper Arten auf.

Am unterschiedlichsten ist die Milbenfauna der Wienerwaldstandorte. Dort spielt die Feuchtigkeit oft eine lebensbegrenzende Rolle. Sind in beiden Mischwäldern noch vereinzelt hygrophile Arten, wie *Platynothrus peltifer*, *Amerus troisii*, *Oribatula tibialis* und *Scheloribates confundatus* zu finden, so werden sie in den Monokulturen durch mehr oder weniger xerophile Arten, wie *Heminothrus targionii*, *Micreremus brevipes*,

*Gymnodamaeus bicostatus* usw., ersetzt. Diese Elemente stammen wohl aus trockenen Eichen- und Föhrenwäldern oder aus Steppenrasen und dürften sekundär die Monokulturböden aufgesucht bzw. im Falle des Standortes 7 die Aufforstung der südseitig gelegenen Wiese überdauert haben.

Eine solche sekundäre Besiedlung reiner Fichtenbestände durch minder vagile Tiere scheint demnach nur im pannonisch beeinflussten Klimagebiet unter günstigen Umständen vor sich zu gehen. Dort sind, im Gegensatz zur ozeanisch-feuchten Klimazone, allenthalben an steilen Südhängen Trockenwälder oder Trockenrasen in die durch Verkehr und Besiedelung viel stärker aufgelockerten Waldkomplexe eingesprengt und sie vermögen anscheinend als Ausgangsbasis für das Vorrücken xerophiler Arten in neu begründete, bodentrockene Fichtenforste zu fungieren.

Wie allgemein bekannt, bewirken längere Trockenperioden eine erhebliche Depression des Organismenbesatzes auch von Waldböden. In einer Untersuchung, die das Bodenleben am Standort 2 nach einer längeren sommerlichen Trockenperiode erfaßte, konnte ich die Ergebnisse früherer Autoren bestätigen, allerdings mit der Einschränkung, daß ein ausgeprägter Rückgang des Bodenlebens nur im Mischwald festzustellen war. Im Vergleichsforst hingegen lagen die Besatzwerte gegenüber der ersten Untersuchung sogar etwas höher. Da in Fichtenmonokulturen die selektive Wirkung der Bestandesklimaänderung eine weitgehend indifferente Fauna ausgelesen hat, deren ökologische Pufferung somit eine größere ist als die der zahlreichen stenotope Formen beherbergenden Mischwaldsynusie, ist dieses Ergebnis ohne weiteres verständlich. Der witterungsbedingte Artenausfall ist aber in solchen Fällen sehr gering, denn man findet selbst nach extremen Trockenperioden bald wieder die Jugendstadien aller vordem vorhandenen Arten. Die empfindlichen Formen müssen also horizontale und vertikale Wanderungen zu günstigen Mikroreliktstandorten ausgeführt und dort die Trockenheit überdauert haben.

Vertikale Wanderungen der Bodenfauna unter dem Einfluß extremer Klimaperioden, wie Sommerhitze und Frost, sind schon von mehreren Autoren vermutet und bezeugt worden. Untersucht man getrennt die einzelnen Zersetzungshorizonte des Oberbodens, so findet man nicht nur für jede dieser Schichten ihnen zugeordnete und in ihren biologischen und

morphologischen Eigenheiten an sie angepaßte Kleintierarten (G i s i n 1943, V o l z 1948), sondern erkennt auch zugleich die äußerst labile Natur dieser Vertikalstrukturierung des Edaphons.

Im Gegensatz zu E. J a h n (1950), die in pannonischen Flugsandböden ein Tieferwandern der Fauna während sommerlicher Trockenperioden festgestellt hat, haben meine Untersuchungen im ozeanischen Attergau teilweise anders geartete Verschiebungen ergeben. Während die Milben im Mischwald mit der Masse ihrer Individuen stets in der Streu und Moderungsschicht auftreten, im Nadelwald noch mehr sich in der Streuauflage zusammenballen und diese Vertikalgliederung zumindest im Sommer durchgehend beibehalten, sind die Collembolen bald in tieferen, bald in höheren Bodenschichten versammelt. Dabei bestehen insofern gesetzmäßige Beziehungen mit dem Witterungsablauf, als sie bei größerer Trockenheit oder bei stauender Nässe im Mischwald die Humusschicht in etwa 2—4 cm Tiefe bevorzugen, in der Monokultur aber sich im ersteren Falle mit ihrem Gros in der allerobersten Streuauflage, bei Regen oder leichter Schneebedeckung in den tieferen Humuslagen in 6—10 cm Tiefe befinden.

Die einzelnen Arten verhalten sich dabei sehr unterschiedlich. Die mesohemiedaphischen Arten und die zum Euedaphon zählenden Onychiuriden und Tullbergien lassen keine Vertikalwanderungen erkennen, sondern nur die beiden partiell euedaphischen Isotomiden *Isotoma notabilis* und *Isotomiella minor* sind, soweit bislang geklärt, die alleinigen Träger dieser Erscheinung. Sie sind offenbar gegen Staunässe in Form eines Wasserfilmes zwischen zerkleinerten Blättern und Nadelresten hochempfindlich und reagieren darauf mit dem Verlassen der ihnen nicht mehr zusagenden nassen Streuauflage. Verständlich scheint mir auch noch ihr Verhalten während Trockenzeiten im Mischwald. Was sie aber veranlaßt, in den physiologisch ohnehin trockeneren Monokulturböden gerade in solchen Zeiten mit oft 80—100 % ihrer Individuen der extrem trockenen Streuschicht nachzugehen, ist noch unklar. Ob die Annahme (A g r e l l 1941) des Vorhandenseins zweier Ökotypen mit verschiedenem Hygropräferendum, wie es für einige Collembolenarten nachgewiesen ist, hier zutreffend ist und zur Erklärung des unterschiedlichen Verhaltens der Isotomidenpopulationen ausreicht, müßte durch Präferendarversuche geklärt werden.

## b) Der Einfluß edaphischer Faktoren.

Nach den klimatischen Faktoren sind es vor allem edaphische Ursachen, wie Bestandesabfall und Bodenvegetation, die auf die Zusammensetzung der Bodentiergemeinschaft bestimmend einwirken.

Die jährlich dem Boden durch den Bestandesabfall wieder zurückgegebene Nährstoffmenge beträgt nach amerikanischen Autoren (Lutz und Chandler 1948) in Pfund pro acre gemessen:

	Ca	Mg	K	P	N
Laubholz	65·6	9·2	13·5	3·3	16·6
Koniferen	26·5	4·5	6·5	1·8	23·0

Daraus geht, auch wenn man berücksichtigt, daß der Düngerwert der verschiedenen Laub- und Nadelhölzer untereinander nicht gleichwertig und überdies an den verschiedenen Standorten großen Schwankungen unterworfen ist, die höhere Düngerwirkung des Bestandesabfalls von Laubmischwäldern klar hervor. Zu diesem höheren Wirkungswert des Bestandesabfalls eutropher Laubwälder gesellt sich noch der Vorteil seiner leichteren Zersetzlichkeit. Kohlehydrate, Zellulosen und Hemizellulosen sind gegenüber dem Lignin gegen biochemische Angriffe weit weniger widerstandsfähig, voraus folgt, daß jedes organische Material, dessen Zellulose: Lignin-Verhältnis ein hohes ist, leichter abgebaut werden kann als Substanzen mit geringem Z L-Verhältnis.

Nach Weltle 1949 beträgt das Z L-Verhältnis für die einzelnen Streusorten:

Esche	22	10	=	2·20	Fichte	28	30	=	0·93
Buche	16	: 22	=	0·73	Tanne	27	36	=	0·75
Heu	29	: 28	=	1·04	Stroh	ca.	1·70		

Die leider unvollständige Tabelle läßt immerhin erkennen, daß, mit Ausnahme der Buche, der Bestandesabfall von Laubbäumen für die Organismen leichter zersetzlich ist als gerbstoffhaltige, harzreiche Nadelstreu. Die Durchsicht der schon zitierten Literatur und des eigenen Materials bestätigt, daß viele terricole Organismen, darunter vor allem Regenwürmer, Schnecken, Tausendfüßler, Asseln und gewisse Milben, Laubstreu als Nahrung den Koniferennadeln vorziehen oder letztere überhaupt nicht annehmen. Durch die leichtere Zersetzlichkeit

der Nahrungsstoffe und durch den eingangs geschilderten intensiveren und geschlosseneren Stoffkreislauf wird also in eutrophen Mischwaldböden einer viel zahlreicheren und mannigfaltigeren Fauna Nahrung und Lebensmöglichkeit geboten als in rohhumussauren Fichtenböden.

Die Ausbildung einer standortscharakteristischen Bodenvegetation mit zunehmender Bestandesauflockerung wirkt in mehrfacher Hinsicht auf den Boden zurück. Einmal liefert sie zusätzlich leicht verdauliche organische Substanz und zum zweiten trägt sie zur Bildung unterirdischer Wurzelmassen bei. Die Erhaltung einer gewissen Bodenfeuchtigkeit, der günstige Einfluß auf das Klima der bodennächsten Luftschichten und die Absonderung von chemisch noch unbekanntem, die Krümelstruktur stabilisierenden Wurzelausscheidungen durch einzelne Wirkstoffpflanzen sind weitere waldbaulich günstige Eigenschaften der Begleitflora. Wo sie aber, wie die Heidelbeere und deren pflanzensoziologische Verwandten, zur Beherrscherin des Waldbodens wird, kehrt sich ihre waldbauliche Bedeutung meist ins Gegenteil um.

Es war nun von Interesse, die mit der horstweisen Ausbildung einer Bodenvegetation verknüpfte Wechselwirkung auf das bodenbiologische Geschehen an einem Beispiel zu studieren. Es wurden zu diesem Zwecke im Wienerwald am Standort 8 Stellen mit nur schwach entwickelter Bodenvegetation solchen mit vollständiger Bedeckung durch Hainsimsenhorste (*Luzula silvatica*) gegenübergestellt.

Die bodenzoologische Analyse der beiden Vergleichsproben ergab überraschenderweise ein geringes zahlenmäßiges Überwiegen der Terricolfauna an Orten mit nur spärlich entwickelter Vegetation bei ausgeglichener Artenzusammensetzung. Die Wiederholung der gleichen Versuchsanordnung in Monokulturen des steirischen Ennstales (Standort 9 und 10) zeitigte ähnliche Ergebnisse. Am Standort 9 befriedigte der Boden unter reiner Nadelstreu ebenso wie unter ausgedehnten Horsten von *Vaccinium myrtillus* und war nur unter *Sphagnum*-Rasen etwas weniger tätig. Am Standort 10 lag bei ausgeglichenen Nematodenwerten der Besatz mit Milben und Collembolen wieder unter Streu allein höher als unter den Rasen des Katharinen- und Etagenmooses. Das Gegenteil galt nur für die Fliegenlarven. Artenmäßig ließen sich keinerlei Unterschiede nachweisen.

Diese Feststellungen scheinen zu zeigen, daß sich die Verschiedenheiten in der Bodenvegetation erst bei längerem Bestehen auch auf die Verteilung der Bodenfauna auswirken. Wie Verschiebungen im Pflanzenbestand von Dauergrünlandflächen durch Düngung oder eine bestimmte Nutzungsart sich offenkundig erst mit der Zeit in einer Veränderung der Bodenfauna äußern, so scheint auch in Waldböden die Bodenvegetation dem Bodenleben voranzueilen.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch eine Beobachtung vermerkt, deren Deutung aber infolge Fehlens physiologischer Untersuchungen bislang nicht möglich ist. An den Attergau-standorten gestattete die Unterschiedlichkeit des Bestandesalters einen Vergleich der Verhältnisse der Besatzdichte der Collembolen und Milben zueinander in seiner Abhängigkeit vom Grade der Bestandesauflockerung. Reiht man diesen Quotienten  $C/M$  (errechnet aus der Besatzdichte der Collembolen: Besatzdichte der Milben) nach dem steigendem Bestandesalter der untersuchten Bestandespaare, so findet man in Mischwäldern eine mit fortschreitender Lichterstellung ansteigende relative Zunahme der Collembolen gegenüber den Milben. In Mischwäldern im Stangenholzalter liegt die Wohndichte der Collembolen nur 1—3mal über der der Milben, erreicht in haubaren Althölzern aber 4—7fach höhere Werte als die des Milbenbesatzes. In den Monokulturen war eine solche relative Zunahme der Springschwänze in älteren Beständen nicht sicher festzustellen, doch war bei ihnen die Bestandesauflockerung noch nicht soweit fortgeschritten.

### c) Der Einfluß historischer Faktoren.

Die prähistorischen und historischen Ereignisse haben das Bild der untersuchten Vegetationstypen und damit das der Bodenfauna ausgeprägt beeinflußt. Es waren vor allem die Eiszeiten, die postglazialen Klimaverschiebungen und nicht zuletzt die Eingriffe des Menschen, die weitgreifende Veränderungen im jeweils natürlichen Pflanzenbestand auslösten.

Der tief ausgeschürfte Trog des Attersees und die rundgeschliffenen Bergrücken in der Umgebung von Admont zeigen deutlich, daß hier einmal landschaftsformende Kräfte am Werk waren, wie sie heute in den Alpen nur mehr auf beschränktem Raume wirksam sind. Die Form der Rundschliffe und die abge-

lagerten Moränen sind Zeugen einer einstmals gewaltigen Vergletscherung des Alpenraumes und wir wissen durch die klassischen Untersuchungen von P e n c k und B r ü c k n e r (1909) sowie durch jüngere Arbeiten schon recht gut über Ausdehnung und Dauer der Eisbedeckung Bescheid.

Daß diese Vergletscherung eines großen Teiles unserer Alpen die vordem dort lebende Tierwelt in hohem Maße dezimierte, haben schon H o l d h a u s und D e u b e l 1910 erkannt. Im Bereiche der eiszeitlichen Talvergletscherung haben sich nur auf engbegrenzten über den Eisschild emporragenden Felsinseln wenige wetterharte Organismen zu behaupten vermocht. Nur in den dauernd unvergletscherten Randgebieten der Alpen, den sogenannten Massifs de refuge, hat während der Maxima der Vereisung eine artenarme Fauna persistiert. Diese umfaßt nicht nur in den Südalpen, sondern wie F r a n z (1950) gezeigt hat, auch am Alpenostrand neben hochalpinen Relikten eine Anzahl typischer Waldbodenbewohner. In den eisfrei gebliebenen Randgebieten ist aus diesem Grunde die Waldbodenfauna artenreicher als im glazial devastierten Alpeninnern.

Von den in meinem Material enthaltenen Arten haben wahrscheinlich die Milbe *Odontocepheus elongatus*, sicher aber die Käfer *Sipalia flava*, *Cephennium carpathicum*, *Rhinomias austriacus* und *Barypites chevrolati* in den Massifs de refuge die Eiszeit überdauert und sind seither im wesentlichen auf dieses Gebiet beschränkt geblieben. Nach F r a n z muß angenommen werden, daß die Zahl der Reliktarten an den von mir untersuchten Wienerwald- und Hochlantschstandorten noch größer ist und nur infolge der geringen Zahl von Proben nicht voll erfaßt wurde.

In der spät- und postglazialen Zeit ergriff der Wald Besitz von dem wieder eisfrei gewordenen Gelände. Durch pollenanalytische Forschungen hat man den Ablauf der Wiederbesiedelung des zur Eiszeit vergletscherten Gebietes durch die einzelnen Waldbildner genau verfolgen können. Es zeigte sich eine gesetzmäßige Aufwärtsentwicklung der Waldbestände, deren höchste Entwicklungsstufe der Buchen-Tannen-Mischwald darstellte. Es ist anzunehmen, daß auch die Bodenfauna ähnlich der Vegetation schrittweise eingewandert ist und daß sie im höchstentwickelten Waldtyp ihre höchste Artenmannigfaltigkeit erreicht hat. Ihr Rückgang in den in neuerer Zeit auf-

geforsteten Fichtenmonokulturen hat sie demnach gleichsam auch historisch auf eine primitivere Stufe ihrer Entwicklung herabgedrückt.

## 7. WALDBAULICHE SCHLUSSFOLGERUNGEN.

Wie die Raubwirtschaft am Walde, die schon in praehistorischer Zeit in Gestalt der Brandrodungen, der Waldweide und der schonungslosen Abholzung der Edelhölzer begonnen hatte und im späten Mittelalter ihren Höhepunkt erreichte, so haben auch gewisse Maßnahmen der modernen Forstwirtschaft eine Zerstörung der Waldböden eingeleitet. Jede auf lange Sicht geplante Waldwirtschaft, die dem Zwecke der Erreichung des höchstmöglichen Massenertrages durch nachhaltigste Wirtschaftsführung dienen soll, kann aber nur dann auf optimaler Leistungshöhe erhalten werden, wenn sie in gleich hohem Maße sowohl den Forderungen der Holzwirtschaft als auch denen der forstlichen Standortdiagnostik gerecht wird. Die Art der Bestandesbegründung und der daraus resultierende Wald als Wirtschaftseinheit stellen somit einen Kompromiß dar, der zwischen dem Waldbau und der Holzwirtschaft zu schließen ist. Den Wünschen der Biologie — im besonderen der Bodenbiologie — ist dabei soweit entgegenzukommen, als sich ihre Erfüllung zur Erhaltung des Betriebskapitals in Gestalt eines gesunden, tätigen, nährstoffreichen Waldbodens als notwendig erweist. Wie in der Einleitung hervorgehoben, ist dieses Ziel nur erreichbar, wenn der Forstmann Bedacht darauf nimmt, den gesamten jährlich kontinuierlich oder bei Läuterungen und Durchforstungen periodisch anfallenden Bestandesabfall der Humifizierung und Remineralisierung zuzuführen, und er ihn somit in Form einer Steigerung der Massenleistung nutzbar macht.

Die Zersetzung und Humifizierung organischen Materials ist im wesentlichen das Werk von Bakterien und Pilzen nach Vorarbeit von terricolen Kleintieren. Wo, wie in vielen Fällen der untersuchten Fichtenmonokulturen, dieser Regenerationsprozeß ins Stocken gerät, stellt sich alsbald abiologische Humusbildung ein, in deren Folge es schließlich zu einer komplex bedingten Verminderung der Bodenfruchtbarkeit kommt.

Es sei im folgenden versucht, am Beispiele der Fichtenmonokulturen die vielfache Verflochtenheit der Natur ihrer Boden-

erkrankungen aufzuzeigen. Eine ausführlichere Darstellung im Rahmen dieser Arbeit wird notwendig, weil bodenbiologische Ergebnisse doch wiederum nur im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung eine voll ausgeschöpfte Wertung erfahren können.

Mit dem Abtrieb des haubaren Mischwaldes im Kahlschlagverfahren beginnen die ersten Veränderungen des Bodengefüges aufzutreten. Sie werden bewirkt durch die plötzliche Freigabe des ehemals unter dem Schirm des Waldes geschützten Bodens gegen alle nun zur Einwirkung kommenden Witterungsfaktoren und weiters dadurch, daß die natürliche Drainage durch die Bäume einen plötzlichen Abbruch erfährt. Handelt es sich um zur Verdichtung neigende Lehme, so tritt alsbald eine solche Verdichtung ein. Die Versickerungsdauer kann zu einer vielfachen derer des Waldbodens werden. Durch die austrocknende Wirkung von Sonne und Wind wird die Bodenoberfläche im hohen Maße unbenetzbar und ist nun der Gefahr der Boden-erosion mehr denn je ausgesetzt. Die oberflächliche Austrocknung des Bodens ist begleitet von einem Wasserstau im feindispersen Horizont, also etwa in einer Tiefe von 20—30 cm. Dieser bewirkt das Auftreten von Vernässung zeigenden Schlagpflanzen, wie *Juncus effusus*, *Carex remota* und *leporina* usw. In der Tiefe des Bodens ist daher in vielen Fällen die absolute Feuchtigkeitsmenge geringer als in Waldböden, denn das im Oberboden zäh festgehaltene Wasser geht dem Grundwasser verloren. Bei so herabgesetztem Zustrom muß dieses zurückgehen und Gräben und Quellen, deren Einzugsgebiet im Schlag gelegen ist, trocknen aus (siehe R a a b e 1950). Die Vegetation im Grundwasserbereich wandelt sich ebenso wie im Quellgebiet in eine trockenere Fazies um.

Das Bodenleben wird nach den Untersuchungen G r e t s c h y s (1948) anfänglich noch kaum beeinträchtigt. Die aufzuzehrende Auflagezsubstanz, in der, durch Licht und Wärme gefördert, die Nitrifikation ansteigt, gibt noch ausreichende Nahrung für die Bodenfauna. Als bald aber beginnen sich die nachteiligen Änderungen der Bodenstruktur auf das Bodenleben auszuwirken. Schließt sich dann die Kultur zu einem Dickicht zusammen, so ist durch den Ausfall leichtverdaulicher Pflanzensubstanz der vordem üppigen Schlagflora ein weiterer für das Gedeihen der Bodenfauna wesentlicher Faktor bedeutend unter seine frühere Wirkung abgesunken. Dieser Veränderung fällt

ein Großteil der Kleintiere zum Opfer, so vor allem fast die ganze Assei-, Schnecken- und Diplopodenpopulation. Bei den übrigen Tiergruppen gehen, mit wenigen Ausnahmen, die Besatzdichten stark zurück. Der eingetretene Bestandesschluß hat durch Schaffung geänderter mikroklimatischer Dauerverhältnisse entscheidenden Anteil an der Herabsetzung der biologischen Aktivität der Böden. Die Wasserzufuhr ist durch die rückhaltende Wirkung des viel dichteren Kronendaches eine geringere als im Mischwald, wo im Herbst und Frühjahr viel größere Niederschlagsmengen zum Boden gelangen können. Die dicht verfilzte und schwer benetzbare Auflageschicht rothumusaure Standorte nimmt überdies das Wasser schwieriger auf als das lockere Laubgefüge der Mischwaldstreu. Zudem bringt die Eigenart des Flachwurzelsystems der Fichten sowohl hinsichtlich der Wasser- als auch der Nährstoffversorgung den betriebswirtschaftlichen Nachteil einer nur unvollständigen Ausnutzung des Bodenprofils mit sich.

Die geänderten Standortsverhältnisse müssen früher oder später zu einer Fehlleitung der Humusbildung führen, welche schon in ihrem Anfangsstadium durch die starken Ausfälle der Bodenfauna erheblich blockiert wird. Der so entstehende, nicht auf koprogener Basis umgewandelte, je nach der biologischen Aktivität verschieden große Restkörper des Bestandesabfalls enthält in Fülle den Huminsäuren zwar verwandte, aber physiologisch gänzlich anders wirkende Fulvosäuren. Diese verleihen dem Bodengefüge eine nur geringe Beständigkeit, indem sie, soweit sie nicht absorbiert oder an Eisen gebunden sind, als ausgesprochene Krümelgifte (im Sinne von W. v. Nitzsch) wirken. Allmählich werden sie durch das ganze Bodenprofil durchgeschlämmt, reichern sich dabei mit dem Pflanzengift Aluminium an und bewirken schließlich indirekt den Zerfall der Tonhumuskomplexe, der eigentlichen Nährstoffträger des Bodens. Damit ist der Boden in das Stadium der Podsolierung getreten, das hintanzuhalten, Aufgabe bodenpfleglicher Waldwirtschaft wäre.

Für die forstwirtschaftliche Praxis ist es nun von Bedeutung, zu wissen, welchen Zeitraumes es bedarf, bis sich Podsolierungserscheinungen am Bodenprofil sichtbar äußern. Die aufschlußreichsten Untersuchungen darüber verdanken wir Wiedemann (1938). Er zeigte an zahlreichen Beispielen, daß sich

mit physikalisch-chemischen Methoden am Bodenprofil eine Störung des Bodenhaushaltes in der ersten Generation der Bestockung mit Fichten im Reinbestand selten feststellen läßt. Selbst eine durch Generationen geführte Monokulturwirtschaft ist am Bodenprofil dann kaum merkbar, wenn der Boden über eine hohe mineralische Kraft verfügt. Und doch ist in allen diesen Böden der Keim der beginnenden Bodenschädigung schon gelegt, was aus der biologischen Bodenanalyse mit aller Deutlichkeit hervorgeht.

W i e d e m a n n zeigte weiter, daß gleichalterige Fichten-Buchenmischbestände, wie sie in dieser Arbeit im Falle der Standorte 1 und 3 als Vergleichsbestände zu Fichtenmonokulturen untersucht wurden, in ihrer Bodenstruktur den reinen Fichtenforsten viel näher stehen als den ursprünglichen Buchen- oder Buchenmischwäldern. Der Zustand natürlicher Buchenböden verändert sich unter künstlich begründetem Mischwald fast ebenso schnell wie unter einer Fichtenmonokultur. Nur der Umstand, daß trotz erheblicher Säuregrade in der Bodendecke künstlich begründeter Mischwälder der Stickstoffumsatz ein höherer ist als in Fichtenforstböden, zeigt eine geringe Besserstellung der Mischwälder an. Der wichtigste Vorzug solcher Böden gegenüber denen unter Reinbeständen liegt fast ausschließlich in der durch die Buche geleisteten Wurzelarbeit. Ein gleichalteriger Fichten-Buchenmischwald ist also nach W i e d e m a n n nur dann nicht von Nachteil für den Boden, wenn in ihm die Buchenbestockung so hoch ist, daß sein Binnenklima nicht von dem natürlicher Buchenmischwälder abweicht.

Meine vergleichenden bodenzoologischen Analysen geben diesen Ansichten W i e d e m a n n s nur zum Teile recht. Es scheint darnach, daß eine Beeinträchtigung des Bodenlebens in erster Linie dann eintritt, wenn die natürlichen Standortverhältnisse durch künstliche Bestandesveränderungen gestört werden. Es ist in diesem Falle gleichgültig, ob die Störung durch Kahlschlag und Wiederaufforstung im ursprünglichen Holzartenverhältnis oder aber durch Veränderung in der Bestandeszusammensetzung und Bestandesdichte erfolgt. Je tiefgreifender die Störung ist, umso stärker wird durch sie das Bodenleben in seiner Fülle und Mannigfaltigkeit reduziert. Wiederholte Störungen wirken sich vermutlich stärker aus als eine einmalige Veränderung. Ebenso scheint lange Dauer der

Aufrechterhaltung standortwidriger Verhältnisse zum Aussterben von Arten zu führen, die vorübergehend für sie ungünstige Lebensbedingungen überdauern können. Ich habe bereits an früherer Stelle darauf hingewiesen, daß der Unterschied zwischen annähernd natürlichen Mischwaldbeständen und Monokulturen in der Mischwaldrandzone der Alpen hinsichtlich des Artenbestandes und des Individuenbesatzes auffällig größer ist als im Grenzgebiet gegen die Nadelwaldinnenzone. Auch in den subalpinen Lagen des Hochlantsch sind offenbar aus dem gleichen Grunde zwischen Böden unter Nadelholzmischbeständen und solchen unter Monokulturen wesentlich geringere bodenbiologische Unterschiede festzustellen als im Wienerwald oder Attergau. Schließlich spricht auch die günstige Beschaffenheit des Bodens unter Eiche im Vergleiche mit der Buche an den warmen Hanglagen des inneralpinen Ennstales dafür, daß hier die Bodenständigkeit und nicht die Beschaffenheit des Bestandesabfalls und des Kleinklimas die Entwicklung der Bodentiere entscheidend beeinflussen.

Mit aller Klarheit hat sich aus dem Vergleich ergeben, daß die Aufforstung von Fichtenmonokulturen vor allem an Stelle ursprünglicher Buchen-Tannenmischbestände eine Verschlechterung der Standorts- und Bodenverhältnisse mit sich bringt. Während der Buchen-Tannenmischwald gewissermaßen das Optimum der postglazialen Aufwärtsentwicklung des mitteleuropäischen Mischwaldes darstellt, bedeuten die Fichtenforste einen durch waldbauliche Fehlleitung bedingten Entwicklungsrückschlag (im Sinne von H. H u f n a g l). Dieser führt zu einer Verminderung der Bodenfruchtbarkeit, während eine Erhöhung derselben nur im Wege der naturgemäßen Standortsverbesserung durch Förderung der ursprünglichen Mischwaldentwicklung möglich ist.

Wie einleitend erwähnt, hat die moderne Forstwirtschaft durch Wiedereinführung der Naturverjüngung bereits einen großen Schritt in dieser Richtung getan. Durch ihn wird zweifellos einer weiteren Verminderung des biologischen Umformungsgeschehens unserer Waldböden entgegenarbeitet. In schon erheblich degradierten Böden wird man es durch mechanische Lockerung des verdichteten Oberbodens, durch Kalkung der rohhumussauren Horizonte und damit durch Beseitigung des destruktiven Aluminiums und vielleicht einmal durch Be-

impfung mit gut verrottender Waldstreu neu zu beleben vermögen. Es muß in diesem Zusammenhange aber erneut vor zu schematischer Behandlung gewarnt werden, als deren Beispiel die nach übertriebener Kalkung von Rohhumusböden auftretenden Blockierungen der als Spurenelemente bedeutsamen Schwermetalle genannt seien.

Wir sind noch weit davon entfernt, die Auswirkung waldbaulicher Maßnahmen auf das Bodenleben und die Ertragsfähigkeit des Bodens sicher abschätzen zu können. Eine solche richtige Beurteilung der einzelnen forstlichen Verfahren ist jedoch erforderlich, wenn Waldpflege auf weite Sicht zielsicher betrieben werden soll. Es ist die Aufgabe der forstlichen Bodenbiologie und Standortsdiagnostik, die wissenschaftlichen Grundlagen des Waldbaues auf dem Gebiete der Bodenpflege und Bodenverbesserung zu liefern. Die vorliegende, hinsichtlich Zeit und Mittel begrenzte Arbeit suchte nur einen ersten Überblick über diese Zusammenhänge zu gewinnen.

## 8. ZUSAMMENFASSUNG.

Auf Grund einer Anzahl von in vier klimatischen Zonen der Nordostalpen entnommenen Vergleichs-Bodenproben aus Mischwäldern und Fichtenmonokulturen werden die durch die Kulturumwandlung bedingten Veränderungen des Individuen- und Artenbestandes der Bodentiergemeinschaft und ihre Abhängigkeit vom Standort untersucht. Dabei ergibt sich folgendes:

1. Die Fichtenmonokulturen im Gebiete der natürlichen Mischwaldstandorte haben eine starke Verringerung des Bodenlebens hinsichtlich Besatzdichte und Artenmannigfaltigkeit erfahren. Fichtenforste, die im Grenzgebiet zur Nadelwald-Innenzone der Nordostalpen gelegen sind, weisen ebenso, wie solche in subalpinen Lagen, Rückgänge der biologischen Bodenaktivität auf, die aber im Gegensatz zu den vorher erwähnten Standorten wesentlich geringer sind.

2. In einer Reihe von Tabellen wird der Artenbestand der untersuchten Böden angeführt und die Unterschiede der Artenzusammensetzung der Bodenfauna beider Bestandestypen und ihre Ursachen an Hand von Differentialarten herausgearbeitet.

3. Die terricole Organismengemeinschaft der Wälder erweist sich vor allem abhängig von klimatischen, edaphischen und historischen Faktoren.

4. Den Mischwäldern ist, was auch durch eigene Temperatur- und Feuchtigkeitsmessungen nachgewiesen werden konnte, ein ozeanischeres Bestandesklima eigen als den Monokulturen. Dies ermöglicht es solchen Arten, die ein gleichmäßig temperiertes und feuchtes Mikroklima verlangen, hier noch dauernd zu existieren, während sie nach der Kulturumwandlung ausfallen.

5. Infolge des Vorhandenseins auf Klimaschwankungen empfindlich reagierender Arten wirken sich längere Trockenperioden auf die Fauna der Mischwaldböden ungünstiger aus als auf die von Böden unter Reinbeständen.

6. Zwischen Bodenfeuchtigkeit und vertikaler Verteilung einzelner Collembolenarten besteht ein deutlicher Zusammenhang.

7. Eine Zuwanderung trockenheitsliebender Arten in neu begründete Fichtenmonokulturen kann nur in seltenen Fällen erwartet werden.

8. Zwischen Beschaffenheit des Pflanzenbestandes und Bodentierbesatz bestehen insofern gesetzmäßige Beziehungen, als Bestandesalter und Bestandesdichte das Massenverhältnis der Arten untereinander beeinflussen. Das Vorhandensein einer Bodenvegetation bewirkt im Vergleich mit vegetationslosen Waldböden keinen höheren Kleintierbesatz. Den nachhaltigsten Einfluß auf die Lebensgemeinschaften von Waldböden übt offensichtlich die Beschaffenheit des Bestandesabfalls aus.

9. Auch historische Faktoren beeinflussen die Terricolfauna. Nicht nur die eiszeitliche Devastierung der Fauna des ehemals gletscherbedeckten Gebietes, sondern auch die postglaziale Waldentwicklung ist aus der Artenzusammensetzung der Bodentiergemeinschaft noch erkennbar.

10. Aus den Ergebnissen der vergleichenden bodenbiologischen Untersuchungen von Böden unter Mischwald und Monokulturbeständen ergeben sich unmittelbar praktische Folgerungen für den Waldbau. Allerdings erweist sich die Zerstörung des Bodens unter Reinbeständen als ein außerordentlich komplexer Vorgang, der nur durch ganzheitliche Betrachtung aller an ihm beteiligten Faktoren erkannt werden kann. Entscheidend für die Erhaltung der Fruchtbarkeit des Waldbodens ist die Erhaltung der natürlichen Standortbedingungen, die im Buchen-Tannenmischwald ein Optimum erreicht haben, demgegenüber die Aufforstung von Fichtenmonokulturen einen eindeutigen Rückschlag bedeuten.

## 9. LITERATURVERZEICHNIS.

- Agrell, J., Zur Ökologie der Collembolen. Untersuchungen im schwedischen Lappland. Opuscula entom. Suppl. 3, 1941, VI. und 236 S.
- Bornebusch, C. H., The fauna of forest soils. Kopenhagen, 1930, 226 S., 7 Fig., 28 Taf.
- Fenton, G. R., Essays review. The soil fauna: with special reference to the ecosystem of forest soil. Journ. Animal. Ecol. 16, 1947, p. 76—93.
- Forslund, K. H., Studien über die Tierwelt des nordschwedischen Waldbodens. Meddel. fr. Statens skogsforsöksanstalt 34, 1943, 283 S.
- Fourman, K. L., Kleintierwelt, Kleinklima und Mikroklima in Beziehung zur Kennzeichnung des forstlichen Standorts und der Bestandesabfallszerersetzung auf bodenbiologischer Grundlage. Mittlg. Forstwirtschaft. u. Forstwiss., 1936, 596—615.
- Untersuchungen über die Bedeutung der Bodenfauna bei der biologischen Umwandlung des Bestandesabfalls forstlicher Standorte. Mittlg. Forstwirtschaft. u. Forstwiss., 1938, 144—169.
- Franz, H., Bildung von Humus aus pflanzlichem Bestandesabfall und Wirtschaftsdünger durch Kleintiere. Bodenkunde u. Pflanzenernährung 32 (77), 1943 (b), 336—351.
- Prä- und interglaziale Relikte in der Bodenfauna der NO-Alpen. Verh. VIII. intern. Entom. Kongreß, Stockholm, 1948.
- Bodenbewertung und Bodenverbesserung auf Grund der biologischen Bodenanalyse. Jahresber. d. Bundesanst. f. alp. Landw. in Admont f. d. Jahr 1946—1947, Wien, 1949 (a).
- Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit. Reihe Biologie, Wien, 1949 (b), Verlag Br. Hollinek, 95 S., 7 Taf.
- Bodenzologie als Grundlage der Bodenpflege. Bodenzool. Forschung an öst. Böden. Akademie Verlag Berlin, 1950, 317 S.

- Franz, H., und L. Leitenberger, Biologisch-chemische Untersuchungen über Humusbildung durch Bodentiere. Österr. Zool. Zeitschr. 1, 1948, 498—518.
- Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. Die Wissenschaft, Bd. 78, 2. Aufl., Braunschweig, 1942, XVI u. 435 S.
- Gisin, H., Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. Revue Suisse de Zoologie 50, Nr. 4, 1943, 131—224.
- Gretschy, Gerta, Die Sukzession der Bodentiere auf Fichtenschlägen. Dissertation an der phil. Fakultät d. Universität Wien, 1948.
- Hartmann, F., Waldhumusformen. Zeitschr. f. d. ges. Forstwesen 76 (70), 1944, 39—70.
- Holdhaus und Deubel, Untersuchungen über die Zoogeographie der Karpathen (unter besonderer Berücksichtigung der Koleopteren), Abhandl. d. K. K. zool. bot. Ges. in Wien, VI. 1, 1910, 202 S.
- Hufnagl, H., Vegetationsentwicklung, Rückschläge u. Fehlleitungen. Allg. Forstzeitung, Wien, 61, 19/20, 1950, 171—172.
- Jahn, Else, Bodentieruntersuchungen in den Flugsandgebieten des Marchfeldes. Zeitschr. f. ang. Entom., 32, 1950, 208—274.
- Kubiena, W., Die mikroskopische Humusuntersuchung. Zeitschr. f. Weltforstwirt. 10, 1943 (a), 387—410.
- Entwicklungslehre des Bodens. Wien, 1948, XI u. 215 S., 9 Taf.
- Kühnelt, W., Ein Beitrag zur Kenntnis der Bodentierwelt einiger Waldtypen Kärntens. Carinthia II. 137, 1948, 165—173.
- Bodenbiologie. Wien, 1950, Herold Verlag.
- Laatsch, W., Untersuchungen über die Bildung und Anreicherung von Humusstoffen. Beitr. z. Agrarwiss. III/1948.
- Die Bildungsweisen der Huminsäuren, Landw. Forsch. II/1, 1950.
- Leitinger-Mikoletzky, Emmy, Die Tiersukzession auf Fichtenschlägen. Zool. Jahrb. Abt. Syst. u. Ökol., 73, 1940, 468—504.
- Lindquist, B., Untersuchungen über die Bedeutung einiger skandinavischer Regenwürmer für die Zersetzung von Laubstreu und für die Struktur der Mullerde in Schweden. Svenska Skogsf. Tidsk. 1941, 3, 180—242.
- Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung einiger Landmollusken für die Zersetzung von Waldstreu. Kung. Fysiog. Sallsk. I Lund Förhandl. 1943, 11, 16.
- Lutz, H. J., und R. F. Chandler, Forests Soils, New York u. London, 1947, p. 514.
- Müller, P. E., Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf die Vegetation und den Boden. Berlin, 1887, VIII, 324 S.
- Penck, A., und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter, 2. Aufl., 1909.
- Post, H. v., Nutideus koprogena bildningas: Gyttja, Torf och Mylla. Kongl. Svens. Vetensk. akad. Handl. Nyd. 4, 1861—1862.
- Raabe, E. W., Die Auswirkungen der Kahlschläge auf den Boden und Wasserhaushalt. Naturwiss. Rundschau, 1949, Jg. 2, Heft 11.
- Schaller, F., Zur Ökologie der Collembolen in Kalksandsteinböden. Zool. Jahrb. Abt. Syst. 78, 1949, 264—293.
- Scheffer, F., und E. Weltle, Probleme der Humusforschung, Naturwiss. 1950, Jg. 37, Heft 14.
- Schimitschek, E., Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte der Milben und Collembolen im Boden. Zeitschr. f. ang. Entomol. 24, 1937, 216—247.

- Springer, U., Humusforschung und Humuswirtschaft, Pflanzenbau, 1943, 19.
- Stöckli, A., Die biologische Komponente der Vererdung, der Gare und der Nährstoffpufferung. Schweizer. landw. Monatshefte. XXIV, 1946. 10/11.
- Strenzke, K., Ökologische Studien über die Collembolengesellschaften feuchter Böden Ost-Holsteins. Arch. f. Hydrobiol. XLII, 1949.
- Tschermak, L., Die Verbreitung der Rotbuche in Österreich. Ein Beitrag zur Biologie und zum Waldbau der Buche. Mittlg. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs 41, Wien, 1929.
- Ulrich, K., Die Makrofauna der Waldstreu. Mitt. f. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. 4, 1933, 283—323.
- Volz, P., Untersuchungen über die Mikroschichtung der Fauna von Waldböden. Zool. Jahrb. Abtg. Syst. 66, 1934, 153—290.
- Nematodensukzessionen bei der Fallstreuersetzung im Walde. Verh. d. deutschen Zoologen in Kiel, 1948.
- Weis-Fogh, T., Ecological investigations on Mites and Collembles in the soil. Natura Jutlandica 1, 1948, 139—270.
- Weltle, E., Humus und Klima. Zeitschr. f. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenkd. 46 (91), 1949. Festschr. z. 80. Geburtst. v. P. Lemmermann.
- Wiedemann, E., Der gleichalterige Fichten-Buchennischwald. Mittlg. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. 1942. XIII, 1—38.
- Wittich, W., Untersuchungen über den Einfluß des Kahlschlages auf den Bodenzustand. Mittlg. Forstwirtschaft. u. Forstwiss. 1, 1930.
- Untersuchungen über den Verlauf der Streuersetzung auf einem Boden mit Mullzustand.  
I. Forstarchiv 15 (1939), 5/6 und 19 (1943), 1/2.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [48\\_1952](#)

Autor(en)/Author(s): Pschorn-Walcher Hubert

Artikel/Article: [Vergleich der Bodenfauna in Mischwäldern und Fichtenmonokulturen der Nordostalpen 44-111](#)