# Untersuchungen der Bodenfauna von Mischwald und Nadelwald

von Clemens Schefels



1 Einleitung	Seite 3
2 Theoretischer Teil	
2.1 Die Fauna des Waldbodens	Seite 3
2.2 Fauna in Streuschicht und Boden	Seite 4
2.2.1 Milben (Acari)	Seite 4
2.2.2 Springschwänze (Collembola)	Seite 5
2.2.3 Fadenwürmer (Nematoden)	Seite 5
2.2.4 Zwergfüßer (Symphyla)	Seite 6
2.2.5 Larven der Schnaken	Seite 6
3 Praktischer Teil	
3.1 Material und Methodik	
3.1.1 Der Perlacher Forst	Seite 6
3.1.2 Verwendete Gerätschaften und ihre Anwendung	Seite 8
3.1.2.1 Der Zwiebelpflanzer	Seite 8
3.1.2.2 Die Berlese-Tullgren-Apparatur	Seite 8
3.1.2.3 Mikroskop und Auszählung der Tiere	Seite 9
3.1.2.4 pH-Meter	Seite 10
3.2 Probenentnahme	
3.2.1 Probenentnahme in der Fichtenmonokultur	Seite 11
3.2.2 Probenentnahme im Mischwald	Seite 12
4 Ergebnisse und Besprechung der Ergebnisse	
4.1 Streuschicht	Seite 13
4.2 Boden	Seite 14
4.3 pH-Wert von Streuschicht und Boden	Seite 16
4.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	Seite 16
5 Anhang	Seite 18
6 Literaturverzeichnis	Seite 26

# 1 Einleitung

Wenn man sich die Entwicklung der Bodenbiologie in den letzten Jahrhunderten anschaut, dann merkt man sehr schnell, dass grundlegende Erkenntnisse auf diesem Gebiet erst gewonnen wurden, als bestimmte Voraussetzungen in Physik, Chemie und Biologie geschaffen waren. In der Physik war es die Entwicklung des Mikroskops (Leeuwenhoek um 1700, Abbé und Zeiss um 1900), die dazu beitrug, dass erstmalig die Mikrofauna des Bodens dargestellt werden konnte. Entwicklungen in der Chemie und Biologie, wie z.B. der Nachweis der Zersetzung bestimmter Stoffe durch Bakterien und Pilze oder derjenige von Zersetzungsprodukten führten schließlich dazu, die Bodenbiologie als eine sehr wichtige Richtung innerhalb der Biologie entstehen zu lassen (Müller, G., 1965, S. 21-26).

Heute gewinnt sie um so mehr an Bedeutung, je mehr Menschen es auf der Welt zu ernähren gilt und je mehr Schäden an der Natur und damit am Boden durch den Menschen angerichtet werden. So bekam die Bodenbiologie Ende der sechziger Jahre unseres Jahrhunderts noch mehr Bedeutung, nachdem man erkannt hatte, dass die Schadstoffbelastung der Luft zuerst den Waldboden und erst dann die Bäume des Waldes schädigt.

# 2 Theoretischer Teil

### 2.1 Die Fauna des Waldbodens

Alle Organismen im Boden des Waldes bilden eine Lebensgemeinschaft. Diese existiert nicht für sich allein, sondern sie ist unlösbar mit dem Lebensraum Boden zu einem Ökosystem verbunden. Der Zusammenhang von Lebensgemeinschaft und Lebensraum läßt sich daran erkennen, dass zum Beispiel aus der Anwesenheit oder dem Fehlen bestimmter Bodenbewohner auf bestimmte Bodeneigenschaften geschlossen werden kann oder umgekehrt. (Trolldenier, 1971, S. 9, 10)

In jedem ökologischen System gibt es drei Organismengruppen:

- 1. die Produzenten; meist grüne Pflanzen und Bäume, die organische Substanzen aufbauen,
- 2. die Konsumenten; Tiere, die sich von organischen Substanzen ernähren und
- 3. die Reduzenten; Mikroorganismen, die die organische Substanz wieder mineralisieren (Trolldenier, G., 1971; S.9-11).

Im Rahmen dieser Arbeit erschien es sinnvoll, Untersuchungen an nur einer dieser Gruppen vorzunehmen. Hier bot sich aus der Gruppe der Konsumenten ein Teil der Tiere an, die mit relativ einfachen Mitteln (Mikroskop) dargestellt werden können und von deren zahlenmäßigem Vorhandensein auf die Zusammensetzung und die ökologische Wirksamkeit des Bodens geschlossen werden kann.

Bodinschichter allgemein! of

# 2.2 Fauna in Streuschicht und Boden

Hier werden nur diejenigen mehrzelligen Tiere (= Metazoen) beschrieben, die bei meinen Untersuchungen am häufigsten gefunden wurden.

# 2.2.1 Milben (Acari)

Die Milben sind in bezug auf ihre Individuenzahl die häufigsten Waldbodenbewohner. Sie sind sowohl Pflanzen-, wie auch Detritusfresser, ernähren sich räuberisch und parasitisch. Ihr Vorder- und Hinterleib geht ohne Einschnürungen ineinander über. Die Segmente sind meistens nur schwer zu erkennen. Ausgewachsene Milben haben vier Paar Laufbeine, wodurch man erkennen kann, dass sie zu den Spinnentieren zählen. Ihre Größe schwankt zwischen 0,2 - 1 mm.

Die Raubmilben (Gamasides) (siehe Anhang, Seite 18 und 19) sind die wichtigste Gruppe der Milben. Sie leben hauptsächlich in der Streuschicht des Waldbodens und ernähren sich, wie der Name sagt, räuberisch. Sie fressen vorwiegend Nematoden,

Enchytraeiden und kleine Insektenlarven, aber auch Aas. Ihre Hauptaufgabe ist es, den Abbauprozess von absterbenden und dann schnell mineralisierten Bodentieren zu verlangsamen.

Eine andere wichtige Gruppe der Milben ist die Gruppe der Moos- und Hornmilben (Oribatiden) (siehe Anhang, Seite 18). Auch diese Milbenart ist hauptsächlich in der Streuschicht des Waldes zu finden. Sie bevorzugt saure Böden und ernährt sich von Mikroorganismen und Pflanzenresten, die schon von Mikroben angegriffen wurden. Diese werden von der Milbe zerkleinert und wieder ausgeschieden, so dass die Angriffsfläche der Ausscheidungen für andere Mikroorganismen vergrössert wird und die Abfälle so schneller abgebaut und mineralisiert werden (Müller, G., 1965, S. 159 - 163; Trolldenier, G., 1971, S. 41 - 43).

# 2.2.2 Springschwänze (Collembola)

Die Springschwänze (siehe Anhang, Seite 18 und 19) erhielten ihren Namen wegen einer am Abdominalsegment vorhandenen Sprunggabel. Sie kommen sowohl in der Streuschicht als auch im feuchten Waldboden vor. Ihre Grösse schwankt zwischen 3 mm - 7 mm. Ihre Nahrung besteht aus in Zersetzung begriffenen Pflanzenresten, Mikroorganismen, Tierleichen und auch aus unzersetztem Holz. Ihre Bedeutung für den Waldboden besteht darin, dass sie diese Abfallprodukte zerkleinern (Trolldenier, G., 1971, S. 44 - 45).

### 2.2.3 Fadenwürmer (Nematoden)

Die Fadenwürmer (siehe Anhang, Seite 18) leben nur in feuchten Waldböden. Da sie nicht in der Lage sind, selber Gänge zu graben, kriechen sie durch schon vorhandene Hohlräume und Gänge. Sie haben eine Grösse von 0,4 mm - 2 mm und treten vor allem in den durchwurzelten Zonen des Bodens auf. Ihre Ernährungsweise ist sehr vielfältig: Einige Arten leben von Pflanzensäften, andere von Bakterien und kleinen Algen. Aber es

gibt auch räuberische Fadenwürmer, die Protozoen, Rädertierchen und andere Nematoden fressen (Trolldenier, G., 1971, S. 34 - 37).

# 2.2.4 Zwergfüßer (Symphyla)

Die Zwergfüßer, die nur 12 Beinpaare besitzen, sind eine Untergruppe der Tausendfüßer (Myriapoda). Sie leben ähnlich wie die Fadenwürmer zwischen Wurzelgeflechten in Hohlräumen, die sie nicht selber graben können. Doch auch in der Streuschicht sind sie anzutreffen. Sie ernähren sich von abgestorbenen, aufgeweichten Pflanzenresten (Müller, G., 1965, S. 169).

### 2.2.5 Larven der Schnaken

Diese Larven leben 2 - 4 Jahre im Boden, bevor sie sich zur Schnake entwickeln. Dort ernähren sie sich von Kleinlebewesen, aber auch von abgestorbenen Pflanzenteilen und noch lebenden Wurzeln, wodurch sie an den jeweiligen Pflanzen beträchtlichen Schaden anrichten können (Trolldenier, G., 1971, S. 46).

### 3 Praktischer Teil

# 3.1 Material und Methodik

# 3.1.1 Der Perlacher Forst

Seit circa 15 000 Jahren, nach der letzten Eiszeit, wächst der Perlacher Forst auf dem Boden der Münchner Schotterebene. In dieser relativ kurzen Zeit konnte sich der Boden des Forstes nicht sehr weit entwickeln. So konnten nur relativ genügsame Baumarten wie

die Stieleiche, Hainbuche, Linde, Rotbuche und Kiefer auf dem höchstens 40 cm tiefen mit Kies durchsetzten Lehmboden einen Naturwald bilden.

Schon in der Bronzezeit gab es im Münchner Raum zahlreiche Siedlungen. Doch erst im Mittelalter wurden Bauern gezielt angesiedelt, um den Wald zu roden. Es wurde Bauund Brennholz geschlagen, aber auch Vieh wurde zur Weide in den Wald getrieben.
Außerdem hielten hier die Herzöge und Fürsten prachtvolle Jagden ab. Dies hatte zur Jagdeu.
Folge, dass von dem einstigen Naturwald nur noch lichte Waldweiden übrig blieben. So beschloss die Bayrische Regierung unter König Max I. die Aufforstung des Perlacher Forstes.

Es wurden neue "Geräumte" (= Waldwege) rechtwinklig im Abstand von 440 m angelegt und die Lichtungen mit heimischen Baumarten, vor allem Stieleichen, bepflanzt. Doch starke Spätfröste und der Verbiss durch Vieh und Wild zwang die Förster, die freien Flächen mit robusteren, flachwurzelnden Fichten zu bepflanzen. Bis 1845 war der Wiederaufbau des Waldes abgeschlossen.

1890 kam es zu einer starken Vermehrung des Nonnenspinners, der, begünstigt durch die Monokultur, einen Großteil der Bäume tödlich schädigte, so dass der junge Wald wieder neu aufgeforstet werden mußte. Doch schon wie beim ersten Aufforstungsversuch wurden die heimischen Laubbäume durch Wildverbiss und Frost vernichtet, so dass wieder eine Fichtenmonokultur entstand.

In diesem Jahrhundert, nämlich 1990, wurde der Perlacher Forst durch starke Stürme schwer getroffen. Es wurden ca. 110 000 Bäume entwurzelt, so dass sich 1991 der Borkenkäfer stark vermehren konnte und in der Folge sogar mehrere kleine Stürme die geschwächten oder abgestorbenen Bäume umwerfen konnten.

Nun mußte der Wald wieder aufgeforstet werden. Doch dieses Mal gelang es, durch neue Schutzmethoden die jungen Laubbäume vor Wildverbiss zu schützen. So findet man heute neben den großen Fichtenmonokulturflächen auch Laubbäume wie Stieleichen, Linden, Bergahorn, Wildkirschen und Buchen, aber auch seltenere Baumarten wie Mehlbeere, Elsbeere, Speierling, Wildapfel und Wildbirne.

Seit 1995 sind 47% der Waldfläche wieder mit Laubbäumen bewachsen (Hollersbacher, M., 1996).

Der Perlacher Forst stellt also in seiner Gesamtheit heute ein ideales Objekt dar, an dem Unterschiede in den einzelnen Kulturformen untersucht werden können.

# 3.1.2 Verwendete Gerätschaften und ihre Anwendung

### 3.1.2.1 Der Zwiebelpflanzer

Zur Entnahme der Bodenproben wurde ein handelsüblicher Zwiebelpflanzer (siehe Anhang, Seite 21, Abb. 5 und 6) verwendet. Dieser besteht aus einem konisch geformten Zylinder mit einem mittleren Durchmesser von 7 cm und einer Länge von 11 cm, dessen Ende gezackt und angeschliffen ist. Der Griff des Zwiebelpflanzers kann zusammendrückt werden, so dass sich der Zylinder unten öffnet. Auf diese Weise ist eine makroskopische Untersuchung der Bodenprobe möglich, da die Probe beim Entnehmen nicht zerfällt.

Die Bodenprobe gewinnt man, indem man den Zwiebelpflanzer durch leichtes Drehen im oder gegen den Uhrzeigersinn in die Erde drückt, nachdem die Streuschicht entfernt wurde. Damit die so gewonnene Probe nicht beim Herausziehen aus dem Zylinder fällt, muss diese zuvor leicht festgedrückt werden.

### 3.1.2.2 Die Berlese-Tullgren-Apparatur

Die Berlese-Tullgren-Apparatur (siehe Anhang, Seite 22, Abbildung 7 und 8) besteht aus einem Glastrichter mit einem Durchmesser von 200 mm, dessen Ende in einen Erlenmeyer-Kolben mit 70 %igem Alkohol mündet. Auf den Glastrichter wird ein Metallsieb mit einer Maschenweite von 2 mm gelegt. Auf dieses Sieb wird die Probe vorsichtig plaziert, damit keine Erdkrümel in das Glas mit Alkohol fallen, da sonst die Auszählung erschwert wird. Über dem Gitter hängt in 30 cm Höhe eine 25 Watt Glühbirne in einem Pappzylinder, der bis auf das Metallsieb herunterreicht.

Um nun die Tiere aus der Probe zu extrahieren, wird die Glühbirne eingeschaltet. Diese sendet Licht- und Wärmestrahlen auf die Probe. Die im Boden lebenden Tiere sind von Natur aus sehr licht- und wärmeempfindlich und graben sich, um der Strahlung zu entgehen, tiefer in die Erde ein, bis sie schließlich durch das Gitter in den Glastrichter fallen. An den glatten Wänden des Trichters finden sie keinen Halt und rutschen in den darunterstehenden mit Alkohol gefüllten Erlenmeyer-Kolben. Damit sie nicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmen, sondern sofort untergehen und konserviert werden, gibt man zur Verringerung der Oberflächenspannung dieser Lösung noch einen Tropfen Spülmittel zu. Die Öffnung des Erlenmeyer-Kolben ist mit einem Deckel versehen, um ein zu starkes Verdunsten des Alkohols zu verhindern (Joger, U., 1989, S.153-154).

In meinem Versuch wurde eine Berlese-Tullgren-Apparatur verwendet, mit deren Hilfe ich zwei Bodenproben gleichzeitig extrahieren konnte. Das Gestell, in dem zwei Lampen und zwei Trichter aufgehängt waren, baute ich aus Fußbodenbrettern. Die Trichter, die zwei Metallsiebe und die zwei 500-ml-Erlenmeyer-Kolben wurden in einem Laborfachgeschäft gekauft.

Nach Angaben in der Literatur (Müller, G., 1965, S.327-330) müßte man das Gerät wochenlang arbeiten lassen, wenn man sämtliche Tiere extrahieren wollte. Da sich aber schon nach 48 Stunden der größte Teil der Tiere in der Alkohollösung befand, entschloß ich mich, nach diesen Angaben zu arbeiten und die Extraktion nach 48 Stunden zu beenden.

# 3.1.2.3 Mikroskop und Auszählung der Tiere

Nach abgeschlossener Extraktion wurde die Alkohollösung mit den Tieren in eine Petri-Schale aus Plastik umgefüllt und unter einem Stereomikroskop, Typ M 3 der Firma WILD bei 240facher Vergrößerung untersucht.

Um alle Stellen des Präparates zu erfassen, wurde das Präparat "abmäandert", das heißt, es wurde an der höchsten Stelle mit der Bestimmung und der Zählung begonnen. Dann

wurde die nächste Zeile des Präparates mit Hilfe eines Kreuztisches eingestellt und durchmustert, u.s.w..



Es wurde eine Strichliste geführt, in der an der linken Seite alle Tiere aufgeführt waren.

Wurde ein Tier im Präparat gefunden, wurde in der Liste neben dem entsprechenden Namen ein Strich gemacht. Zum Schluss wurden die Striche gezählt und die Zahlen in eine Tabelle eingetragen.

### 3.1.2.4 pH-Meter

Um den pH-Wert der entnommenen Proben zu messen, benutzte ich ein elektronisches pH-Meter der Firma WTW mit einer Stabelektrode (Typ: Mikroprozessor pH-Meter; pH 196). Aus jeder Bodenprobe wurden 20 Gramm abgewogen und in 50 ml destilliertem Wasser aufgeschwemmt. Ich deckte das Gemisch ab und ließ es 15 Minuten stehen. Ab und zu mußte es umgerührt werden.

Nun steckte ich die Stabelektrode in das Glas und konnte den pH-Wert direkt am Gerät ablesen (Joger, U., 1989, S.149-150).

Indikatorpapier eignete sich für diese Messung nicht, da das Papier die braune Farbe des Wassers annahm, und so ein Ablesen unmöglich wurde.

### 3.2 Probenentnahme

### 3.2.1 Probenentnahme in der Fichtenmonokultur

Für die ersten Streu- und Bodenproben der Monokultur wählte ich diejenige aus, die im Quadrat "Gangsteig" (siehe Anhang, Seite 20, Abb. 4 und Seite 23, Abb. 9 und 10) wächst.

Dort wachsen Fichten, deren Stämme einen Umfang von 102 bis 130 cm haben, also alle ca. 60 Jahre alt sind. Der im tiefen Schatten der großen Fichten liegende Boden ist mit einem dicken Moosteppich bedeckt. An einigen Stellen durchbrechen Gruppen von Fichtensprösslingen die Moosdecke, aber auch Eichen-, Ahorn- und Buchensprösslinge wachsen vereinzelt hier. An sonnigen Stellen sind sogar Farnpflanzen sichtbar. Das Gebiet, auf dem die Monokultur wächst, hat eine Größe von 440 m x 440 m.

Ich entnahm die Proben am 20.9.1997 um 15<sup>20</sup> Uhr, einem sonnigen Tag mit 14,5° C Lufttemperatur, gemessen in 2 m Höhe.

Als erstes prüfte ich die Bodentemperatur mit einem geeichten Stabthermometer. Dazu bohrte ich ein ca. 10 cm tiefes Loch mit einem Holzstab, der etwas dicker als das Thermometer war. In das Loch steckte ich das Thermometer und ließ es fünf Minuten stecken. Danach las ich die Bodentemperatur ab. Sie betrug an diesem Tag 12,1° C.

Die Streuschichtprobe gewann ich, indem ich ein 31,6 cm x 31,6 cm grosses Feld absteckte und dort die Streuschicht vorsichtig mit den Händen und einem Handbesen in eine beschriftete Plastiktüte fegte. Hierbei war es wichtig, schnell zu arbeiten, da sonst zu viele in der Streuschicht lebenden Tiere entwichen wären.

Nachdem ich die Streuschicht entfernt hatte, ging ich dazu über, die Bodenprobe zu entnehmen. Dazu benutzte ich den oben beschrieben Zwiebelpflanzer, den ich durch leichtes Drehen in die Erde drückte. Vorsichtig zog ich den Zylinder aus der Erde und öffnete ihn, indem ich den Griff zusammendrückte. Nun konnte ich eine makroskopische Untersuchung durchführen. Dabei wurden die Farbe, der Geruch, die Konsistenz und der Zersetzungsgrad der Bodenprobe untersucht. Danach füllte ich die Probe in eine beschriftete Plastiktüte, um sie zu Hause weiter zu verarbeiten.

Die zweite Bodenprobe aus eines Fichtenmonokultur entnahm ich einem jungen Waldstück, dessen Fichten einen Umfang von 70 bis 100 cm hatten, also nur ca. 38 Jahre alt waren, im Quadrat "Abgebrannter Stadel" (siehe Anhang, Seite 20, Abb. 4). Das Waldstück hat ebenfalls eine Fläche von 440 m x 440 m.

Unter den jungen Fichten, die sehr dicht nebeneinander standen, gab es praktisch keinen Bodenbewuchs, da die Sonne mit ihren lebenspendenden Strahlen hier nicht bis zum Hoden gelangen konnte.

Der Boden war mit einer dicken Schicht brauner Fichtennadeln und sogar abgestorbener kleiner Fichten mit einem Durchmesser von ca. 5 cm bedeckt.

Die Lufttemperatur betrug in 2 m Höhe 13,5° C, die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe 10,5° C. Die Streuschicht- und Bodenproben entnahm ich nach oben beschriebener Methode.

### 3.2.2 Probenentnahme im Mischwald

Die erste Bodenprobe entnahm ich dem Mischwald im Quadrat "Nördliches Isareck" (siehe Anhang, Seite 20, Abb.4 und Seite 24, Abb. 11 und 12). Der Baumbestand setzte sich aus Birken mit einem Umfang von 70 cm, Eichen mit einem Umfang von 93 cm, Buchen mit einem Umfang von 43 cm und Fichten mit einem Umfang von 36 cm zusammen. Der Boden war an manchen Stellen mit Gras bewachsen. An anderen Stellen konnten auch kleine Himbeerbüsche wachsen, da in diesem Mischwald die Bäume nicht so eng nebeneinander stehen, wie in der Monokultur. Im übrigen war der Boden mit einer dünnen Laubschicht der verschiedenen dort wachsenden Bäume bedeckt. Das Waldstück hatte eine Grösse von ungefähr 100 m x 100 m.

Die Lufttemperatur betrug 13,5° C, während der Boden eine Temperatur von 10,5° C aufwies.

Der zweite Mischwald befand sich im Quadrat "Schutzsaat" (siehe Anhang, Seite 20, Abb.4) des Perlacher Forstes. Hier wuchsen vor allem Buchen mit einem Umfang von

Prāseus!

102 cm bis 110 cm. Außerdem war das Waldstück mit einigen Eichen, Umfang bis zu 220 cm, und mit kleinen, ca. 1,50 Meter hohen Fichten durchmischt.

Der Boden war hier hauptsächlich mit Buchenlaub bedeckt. Buchensprösslinge und einige Moosflecken nützen auch hier, wie im ersten Mischwald, die durch das Laubdach der Bäume dringende Sonne aus.

Zur Zeit der Probenentnahme hatte die Luft eine Temperatur von 14° C und der Boden eine Temperatur von 10,5° C.

Die Streuschicht- und Bodenuntersuchungen unterschieden sich in ihrer Ausführung nicht von den in der Monokultur praktizierten Untersuchungen.

# 4 Ergebnisse und Besprechung der Ergebnisse

### 4.1 Streuschicht

Die Streuschichten von Monokultur und Mischwald des Perlacher Forsts unterscheiden sich in vielen Eigenschaften. Schon bei einer makroskopischen Untersuchung zeigen sich große Differenzen.

Die Streuschicht der Monokultur besteht aus einer mehreren Zentimeter dicken Schicht genauer. aus Fichtennadeln, die einen unterschiedlichen Zersetzungsgrad aufweisen. Diese Nadelschicht gewinnt mit zunehmendem Alter der Monokultur an Dicke, da Fichtennadeln auf Grund ihrer Struktur nur sehr langsam von den Bodenorganismen zersetzt werden können. In der älteren Monokultur I ist diese Schicht also viel dicker, so dass sich mehr Bodenorganismen (Siehe Anhang, S. 25, Tabelle 2) darin befinden, da mehr Biomasse zur Verfügung steht. Dadurch läßt sich auch die große Anzahl von Raubmilben und Moosmilben erklären, die in der Streuschicht der ersten Monokultur anzutreffen ist. Die Moosmilben leben von dem großen Nahrungsangebot in dieser Schicht, den Nadeln. Die Raubmilben ernähren sich räuberisch, und profitieren von der großen Anzahl der Moosmilben.

In der jüngeren Monokultur II hingegen sind viel weniger Raubmilben vorhanden, da die dünnere Streuschicht weniger Metazoen (= Mehrzeller) Nahrung bietet.

In den Streuschichten der beiden Mischwaldkulturen sind keine Unterschiede in der Besiedlung mit Metazoen sichtbar, obwohl die Mischkultur II älter ist als die Mischkultur I. Man kann zum einen daraus schließen, dass die Bodenverhältnisse in jungen und in alten Mischkulturen gleich gut sind. Zum anderen scheinen in den Streuschichten von Mischkulturen gleich gute Bodenverhältnisse zu bestehen, wie in der Steuschicht älterer Richtenmonokulturen.

Eine Erklärung dafür kann im Bodenklima gefunden werden. In der älteren Monokultur wird der Boden durch einen dichten Moosteppich vor Austrocknung geschützt. Außerdem stehen die großen Bäume relativ dicht nebeneinander, so dass die Sonne den Boden nur an manchen Stellen erreichen und austrocknen kann.

In den Mischkulturen ist der Boden mit Gras, Moos und kleinen Sträuchern bewachsen, so dass er auch hier vor Austrocknung geschütz ist. Feuchtes Bodenklima ist ideal für Metazoen. Durch die Feuchtigkeit werden die abgestorbenen Nadeln und Blätter aufgeweicht und sind so einfacher für die Metazoen zu zersetzen. Außerdem schützt die Feuchtigkeit die Fauna vor dem Austrocknen.

In der Monokultur II hingegen schützt keine Moosschicht die Streu, so dass hier ein ziemlich trockenes Bodenklima vorherrscht. Die flachwurzelnden Fichten stehen hier sehr dicht nebeneinander, und entziehen so der Streuschicht viel Wasser. Die Arbeit der Metazoen wird also erschwert, da die Nadeln nicht aufgeweicht werden. Die große Menge an vorhandener Biomasse kann nicht gut ausgenützt werden.

### 4.2 Boden

Unter der Streuschicht befindet sich die Humusschicht, auf die der Unterboden folgt. In den Proben, die ich in den verschiedenen Kulturen genommen habe, ist dieser Übergang vom Humus zum Unterboden deutlich zu erkennen. Während die Humusschicht von brauner bis schwarzer Farbe ist, hat der Unterboden eine hell-ockerfarbene Färbung. Auch die Zusammensetzung ist unterschiedlich. In den beiden Kulturen kann man mit bloßem Auge Nadeln, feine Laubstücke und kleine Holzstücke erkennen. Der Unterboden dagegen zeigt eine vollkommen homogene Struktur, wie sie von einer

Mischung aus Lehm und Sand erzeugt wird und typisch für den Münchner Raum ist. Unterschiede im Unterboden sind bei allen Proben nicht zu erkennen.

Hingegen sind, vom Makroskopischen her gesehen, Unterschiede in der Humusschicht zwischen Proben aus der Monokultur und der Mischwaldkultur deutlich sichtbar. Die Humusschicht aus den Mischkulturen erscheint homogener, als diejenige aus den Monokulturen, d.h. die Strukturen der Blätter und der kleinen Holzstücke ist nur noch schwer erkennbar. Dieser Zersetzungsgrad nimmt von oben nach unten zu. Am Übergang zum Unterboden ist hier noch eine leicht krümelige Masse erkennbar. Die Probe aus der Monokultur erweist sich als viel gröber in der Struktur, als diejenige aus den Mischwaldkulturen. Die Form der Nadeln ist noch deutlich erkennbar und noch bis fast zum Übergang zum Unterboden erhalten. Der Zersetzungsgrad des Humus ist also noch nicht sehr weit fortgeschritten. Dies wird auch durch den Unterschied in Farbe und Geruch deutlich.

Dass hier viel weniger Tiere (siehe Anhang, S. 25, Tabelle 2) als in der Streuschicht vorhanden sind, ist ein allgemeines Phänomen, denn es wird unter unseren Klimaverhältnissen beobachtet, dass der Gehalt des Bodens an Tieren und an Mikroorganismen mit der Tiefe abnimmt (Müller, G., 1965, S.345).

Da in der Humusschicht der Monokultur I noch relativ viele unzersetzte Nadeln vorhanden sind (siehe makroskopische Beurteilung), ist so für Metazoen ein größeres Nahrungsangebot vorhanden, als in den Mischwaldkulturen, wo die Zersetzung der Biomasse schon sehr weit fortgeschritten ist. Daher läßt sich auch die große Anzahl von Tieren erklären, die in dieser Schicht anzutreffen ist.

Die geringe Anzahl von Metazoen in der Humusschicht der jungen Fichtenmonokultur (Monokultur II) kann auf die hier herrschende Trockenheit zurückgeführt werden.

Vielleicht spielen außer diesem Faktor noch andere Dinge, wie Durchlüftung, Porenvolumen und Temperatur des Bodens für die Besiedelung eine entscheidende Rolle (Müller, G., 1965, S.345), Faktoren, die mit den mir zur Verfügung stehenden Mitteln nicht berücksichtigt werden konnten.

Möglicherweise wären Unterschiede auch noch deutlicher geworden, wenn eine größere Anzahl von Proben zur Auswertung gekommen wäre. Die Ergebnisse aus der Extraktion

Das ware durchaus möglich gewisen!

von zwei Proben aus Monokultur und von zwei Proben aus Mischwaldkultur könnten eventuell Zufallsbefunde sein.

# 4.3 pH-Wert von Streuschicht und Boden

Tabelle 1: pH-Wert des Bodens in den verschiedenen Kulturen

	Monokultur I	Monokultur II	Mischkultur I	Mischkultur II
pH-Wert	4,00	3,96	4,06	4,53

Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, tendieren die pH-Werte in den einzelnen Kulturen zum Sauren hin. Ein Unterschied zwischen den einzelnen Kulturen ist kaum erkennbar.

# 4.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

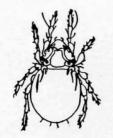
- Die Anzahl der Metazoen in der Streuschicht von Fichtenmonokulturen scheint von der Dicke der Streuschicht und damit von dem Alter der Kultur abhängig zu sein.
   Aber auch der Feuchtigkeitsgrad hat einen großen Einfluß auf die Anzahl der in der Streuschicht lebenden Tiere.
- 2) Die Anzahl der Metazoen in der Streuschicht von jungen und älteren Mischkulturen ist ungefähr gleich groß.
  Obwohl in der Streuschicht älterer Fichtenmonokulturen eine viel größere Biomasse in Form von Nadeln vorhanden ist, ist die Anzahl der Tiere hier nur in etwa so groß wie in der Streuschicht der Mischkulturen.
- 3) In der Bodenprobe der älteren Fichtenmonokultur finden sich mehr Tier als in denjenigen der Mischkulturen. Auch dieses Ergebnis kann mit der größeren Biomasse erklärt werden.

4) An den Ergebnissen kann man sehen, dass der Mischwald gegenüber der Monokultur einige Vorteile hat. Durch den gründlicheren Abbau der Streuschicht durch die Bodenfauna entsteht ein qualitativ besserer Humus. Die Biomasse wird für die Bäume schneller wiederverwertbar, so dass die Böden weniger auslaugen. In Monokulturen könnte schon durch relativ kleine Eingriffe eine Verbesserung der Böden erreicht werden. Einmal müsste nur der Abstand zwischen den Bäumen vergrößert werden, so dass sich eine Moosschicht bilden kann und der Boden dadurch feuchter wird. Dadurch könnten dann mehr Metazoen im Boden leben, die die Streuschicht besser zersetzen können.

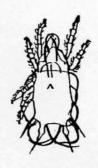
Zum anderen wäre es möglich, durch Beimischung von leichter abbaubarem Laub eine Verbesserung des Bodens und damit ein besseres Wachstum der Bäume zu erreichen. Solche Versuche werden heute durchgeführt, in dem man Fichtenkulturen mit einem Anteil von ca. 30% Buchen anlegt und so eine Verbesserung des Bodens und damit auch eine bessere Wachstumsleistung bei den Fichten um bis zu 27% erreicht (Mettin, C., 1986).

R

# 5 Anhang



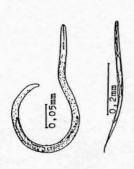
Hom-, Moosmilbe



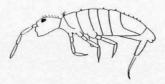
Horn-, Moosmilbe



Raubmilbe



Fadenwürmer



Springschwanz

Abb. 1: Milben, Fadenwürmer und Springschwanz (aus: Brucker, G. u. D. Kalusche: Bodenbiologisches Praktikum, 1976)

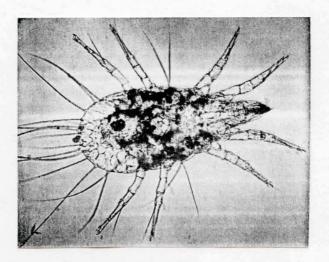


Abb. 2: Mikroskopisches Bild einer Raubmilbe (aus: Müller, G.: Bodenbiologie, 1965)

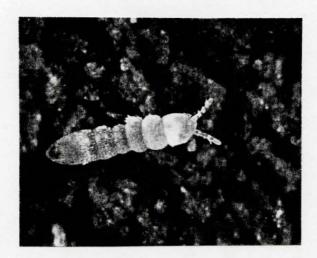


Abb. 3: Mikroskopisches Bild eines Springschwanzes (aus: Müller, G.: Bodenbiologie, 1965)

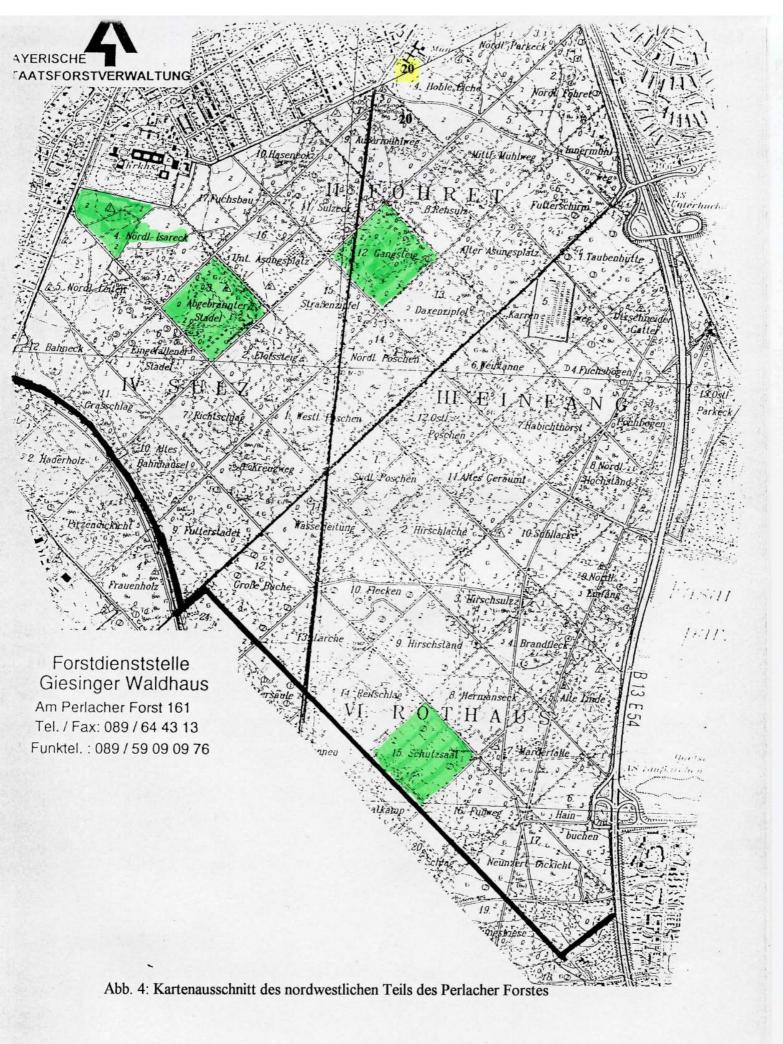




Abb. 5: Zwiebelpflanzer



Abb. 6: Zwiebelpflanzer



Abb. 7: Berlese-Tullgren-Apparatur, ohne Papierzylinder



Abb. 8: Berlese-Tullgren-Apparatur, fertig zusammengesetzt



Abb. 9: Fichtenmonokultur I im "Gangsteig", Perlacher Forst

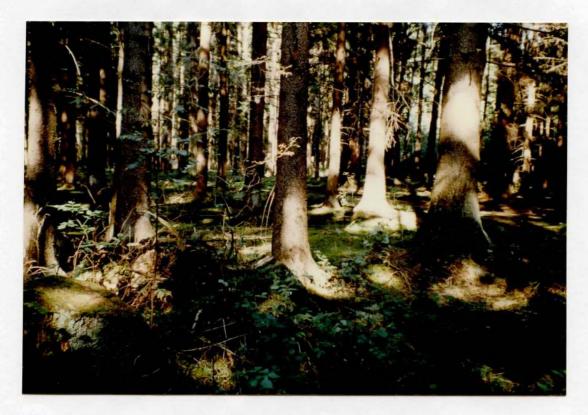


Abb. 10: Fichtenmonokultur I im "Gangsteig", Perlacher Forst



Abb. 11: Mischwald im "Nördlichen Isareck", Perlacher Forst



Abb. 12: Mischwald im "Nördlichen Isareck", Perlacher Forst

Tabelle 2: Vergleich der Bodenfauna in zwei Mono- und zwei Mischwaldkulturen (Zahlen bezogen auf 100 g Bodengewicht)

	Mono- k	kultur I	-Mono-	Mono- kultur II	Misch- wald	wald I	Misch- wald	wald II
Tierart	Streuschicht B	Bodenprobe	Streuschicht	Bodenprobe	Streuschicht	Bodenprobe	Streuschicht	Bodenprobe
Rauhmilben	442	30	73	9	167	20	425	15
Moosmilben	390	23	55	0	249	2	325	9
Trombidiformes	2	0	0	0	85	0	0	0
andere Milben	151	54	127	24	407	11	575	36
Camisa Spinifer	22	-	0	0	42	0	0	0
Milbenspinnen	7	0	0	0	4	0	20	0
Aranea	7	0	0	0	7	0	0	0
Pseudoskorpione	2	2	0	0	2	0	0	0
Uropodina	0	7	0	0	2	0	45	1
Springschwänze	422	34	85	29	380	26	150	12
Doppelschwänze	9	0	0	0	18	0	0	-
Zwergfüsser	80	က	0	0	2	0	0	-
Doppelfüsser	0	0	0	0	2	0	0	1
Hundertfüsser	0	0	0	-	2	0	5	0
Drehwürmer	-	0	0	0	0	0	0	0
Würmer [=5mm]	0	0	0	0	2	0	0	0
Nematoden	0	0	0	1	တ	9	0	-
Beintastler	-	0	က	0	0	1	2	0
Erdkäfer	-	0	0	0	0	0	0	0
Bärchentiere	9	0	0	0	0	0	0	0
Schnakenlarven	9	2	0	0	13	1	2	2
kleine Larven	0	0	0	0	13	1	0	0
Saftkugler	0	0	0	0	4	0	0	0
nicht identifizierbare	0	0	2	7	0	22	0	-
Summe	1474	156	345	68	1410	90	1555	11

# **6 Literaturverzeichnis**

Brucker, G. u. D. Kalusche: Bodenbiologisches Praktikum

Quelle und Meyer, Heidelberg, 1976

Hollersbacher, M.: Zur Geschichte

Zur Geschichte des Perlacher/Grünwalder Forstes

In: Festschrift 35 Jahre Verein zur Erhaltung und Pflege

des Perlacher/Grünwalder Forstes e.V. 1961-1996

Offsetdruck Ringleb, München, 1996

Joger, U. et al.:

Praktische Ökologie

Diesterweg, Frankfurt/Main,

Sauerländer, Aarau, Frankfurt/Main, Salzburg, 1989

Mettin, C .:

Inwieweit ist Laubstreu eine ökologische und ökonomische

Hilfe in Nadelholzbeständen?

AFZ, 37, S. 918-922, 1986

Müller, G.:

Bodenbiologie

VEB Fischer, Jena, 1965

Trolldenier, G.:

Bodenbiologie

Kosmos

Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1971

Ich erkläre hiermit, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benützt habe.

München, den 12.98, C. Schulle Ort Datum Unterschrift