

INGRID WUNDERLE

Die Oribatiden-Gemeinschaften (Acari) der verschiedenen Habitate eines Buchenwaldes

Kurzfassung

Die Untersuchung der Oribatidenfauna eines Moderbuchenwaldes im Stadtwald Ettlingen bei Karlsruhe ist Teil eines langjährigen Forschungsprogrammes unter dem Titel "Zur Biologie eines Buchenwaldbodens". In der vorliegenden Arbeit werden die unterschiedlichen Strukturen der Oribatidengemeinschaften in den Habitaten Bodenstreu, Moospolster, Totholz und Buchenrinde beschrieben und deren Artenspektrum, Dominanzstruktur und Diversität verglichen.

Insgesamt wurden 119 Oribatidenarten nachgewiesen. In der Bodenstreu findet man 82 Arten mit einer durchschnittlichen Siedlungsdichte von 61 500 adulten Individuen/m². Die Streu am Stammfuß der Buchen ist mit 90 Arten das artenreichste Habitat. In epiphytischen und epilithischen Moosen ist die Artenzahl fast gleich hoch (64 bzw. 68 Arten). Die Charakterart der epiphytischen Moospolster ist *Zygoribatula exilis*, die in Moos auf Steinen nur vereinzelt vorkommt. Die Fauna in Totholz zeichnet sich durch eine geringe Artenzahl mit vielen seltenen Arten aus. Während in Totholz am Waldboden 50 Arten gezählt wurden, war das Totholz auf den Buchen (Baumhöhlen, Astlöcher) mit 27 Arten der artenärmste Lebensraum. Die Oribatidengemeinschaft auf der Buchenrinde (39 Arten) besitzt in den verschiedenen Höhenstufen der bis zu 40 m hohen Buchen eine unterschiedliche, charakteristische Struktur.

Von den sieben häufigsten Arten der Rindenzönose wurde der Verlauf der Populationsentwicklung über einen Zeitraum von 2 Jahren verfolgt: *Carabodes labyrinthicus*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Micreremus brevipes*, *Ommatocephus ocellatus*, *Domatorina plantivaga*, *Liebstadia humerata* und *Schelorbates ascendens*. Für *C. labyrinthicus* wurde ein mindestens 2-jähriger Entwicklungszyklus nachgewiesen. Bei *C. cymba* und *M. brevipes* ist der Zyklus 1-jährig. Die Hauptfortpflanzungszeit und -entwicklungszeit ist im Frühjahr und Sommer, in den Wintermonaten ist dagegen kaum eine Entwicklung zu beobachten.

Laborbeobachtungen zur Entwicklungsdauer und Futterwahl einzelner Arten ergänzen die Freilanddaten. Laborversuche zur Laufgeschwindigkeit und die Daten aus Fallenfängen (Barberfallen, Baum-Fotoelektronen) geben Auskunft über die Mobilität einiger Oribatidenarten und ihre Aktivitätsphasen im Jahresverlauf.

Abstract

Oribatid mite communities (Acari) of the different habitats in a moder beech forest in SW-Germany

The oribatid fauna of a moder beech wood was investigated in the municipal forest of Ettlingen near Karlsruhe (Baden-Württemberg, SW-Germany). This investigation is part of a longlasting research program, entitled "Studies on the biology of a beech wood soil". The present study gives a description of the oribatid community structure within different habitats, namely soil litter, mosses, dead wood and beech bark. A comparison of species composition, dominance structure and diversity is made between the different communities.

A total of 119 species was found. In the beech litter on the forest soil 82 species are found with an average population density of

61 500 adults/m². The richest oribatid fauna occurs in the litter near the base of the trees (90 species). In epiphytical and epilithical mosses the species number is nearly the same (64 and 68). The characteristic species in epiphytical mosses is *Zygoribatula exilis* which occurs only sporadically in mosses on stones. The fauna of dead wood has a small species number with many rare species. While 50 species were recorded in dead wood on the forest floor, the dead wood in cavities and holes on the beech trees is the habitat which is poorest in species (27 species). The oribatid species of the beech tree community (39 species) show a characteristic distribution pattern within the up to 40 m high trees.

Population development of the seven most abundant species of the corticolous oribatid community was studied over a period of two years: *Carabodes labyrinthicus*, *Cymbaeremaeus cymba*, *Micreremus brevipes*, *Ommatocephus ocellatus*, *Domatorina plantivaga*, *Liebstadia humerata* and *Schelorbates ascendens*. The life cycle of *C. labyrinthicus* takes at least two years. *C. cymba* and *M. brevipes* have a one-year life-cycle. The main reproductive and developmental period occurs in spring and summer, whereas in the winter months further development is hardly observed.

Observations from laboratory cultures provide additional information about duration of development and feeding habits. Speed measurements of adult individuals in the laboratory and data from pitfall traps and tree photo-electrodes give information about mobility and time of activity during the year.

Autor

Dr. INGRID WUNDERLE, University of Bergen, Museum of Zoology, Muséplass 3, N-5007 Bergen, Norwegen.

Die vorliegende Arbeit ist der überwiegende Teil einer Dissertation, die von der Fakultät für Bio- und Geowissenschaften der Universität Karlsruhe angenommen wurde. Die Arbeit entstand im Rahmen der Untersuchungen "Zur Rolle der Bodenfauna in einem Moderbuchenwald" in der Bodenzoologischen Arbeitsgruppe (Prof. Dr. L. BECK) am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe. Diese Untersuchungen wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

Inhalt

| | | |
|-------|---|-----|
| 1. | Einleitung | 80 |
| 2. | Das Untersuchungsgebiet und sein Klima | |
| 2.1. | Untersuchungsgebiet | 81 |
| 2.2. | Moose und Epiphyten | 81 |
| 2.3. | Klima | 82 |
| 3. | Methoden | 82 |
| 3.1. | Probennahme und Verarbeitung der Proben | 82 |
| 3.2. | Vergleich von Berlese- und Bürstmethode zur Erfassung der Rindenfauna | 85 |
| 3.3. | Probennahme am stehenden Baum | 86 |
| 3.4. | Haltung, Zucht und Beobachtung lebender Tiere | 88 |
| 3.5. | Determination der Adulttiere | 88 |
| 3.6. | Determination der Jugendstadien | 88 |
| 4. | Artenspektrum | 89 |
| 5. | Oribatidenzöosen in verschiedenen Habitaten | |
| 5.1. | Bodenlebende Oribatiden | 92 |
| 5.1.1 | Oribatidenzönose der Bodenstreu | 92 |
| 5.1.2 | Oribatidenzönose der Bodenstreu am Stammfuß | 97 |
| 5.2. | Oribatidenzöosen in Moospolstern | 99 |
| 5.3. | Oribatidenzönose in Totholz | 100 |
| 5.4. | Oribatiden an Pilzen | 100 |
| 5.5. | Baumlebende Oribatiden | 102 |
| 5.5.1 | Die Artenlisten der Habitate | 102 |
| 5.5.2 | Dominanzstruktur der Oribatiden in den verschiedenen Höhenstufen | 103 |
| 5.5.3 | Artenzahl und Individuendichte | 106 |
| 5.6. | Vergleich der Habitate | 107 |
| 6. | Phänologie und Biologie einzelner Arten | 110 |
| 6.1. | Phänologie der dominanten arboricolen Arten | 110 |
| 6.2. | Beobachtungen zur Biologie arboricoler Arten | 115 |
| 6.2.1 | Schlupfwinkel | 115 |
| 6.2.2 | Synchrone Entwicklungsvorgänge | 119 |
| 6.2.3 | Juvenile in abgestorbenen Weibchen (Aparität) | 119 |
| 6.2.4 | Sporozoen | 120 |
| 6.3. | Laufaktivität und Ausbreitungsmechanismen | 120 |
| 6.3.1 | Aktivitätsermittlung aus Fallenfängen | 120 |
| 6.3.2 | Oribatiden in Laubsammlern | 121 |
| 6.3.3 | Laufgeschwindigkeit | 122 |
| 6.4. | Ergebnisse aus der Lebendhaltung | 124 |
| 6.4.1 | Fraßbeobachtungen und Darminhalte | 124 |
| 6.4.2 | Entwicklungsdauer | 125 |
| 7. | Diskussion | 126 |
| 7.1 | Die Charakterisierung der Lebensgemeinschaften | 126 |
| 7.2 | Diskussion der Biologie einzelner Arten | 136 |
| 8. | Zusammenfassung | 140 |
| 9. | Literatur | 141 |

1. Einleitung

In einem Moderbuchenwald südlich von Karlsruhe, im Stadtwald Ettlingen, untersucht die Bodenzozoologische Arbeitsgruppe am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe seit ungefähr 15 Jahren die Rolle der Bodenfauna beim Abbau des pflanzlichen Bestandesabfalls, Das ökotoxikologische Projekt "Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien" (BECK et al. 1988) hatte die vorhergehenden und parallellaufenden bodenökologischen Forschungen zur Grundlage. Aus den mehrjährigen, umfangreichen Untersuchungen resultierte eine Reihe von Arbeiten und Veröffentlichungen zur Biologie und Ökologie der verschiedenen Bodentiergruppen im Buchenwald und zu ihrer Funktion beim Streuabbau (siehe BECK 1989).

Die Oribatiden sind die arten- und individuenreichste Arthropodengruppe der Bodenfauna im Moderbuchenwald. Der quantitative Anteil dieser Milbengruppe an den Stoff- und Energieflüssen im Ökosystem Buchenwald ist gemessen an anderen Gruppen der Fauna und Mikroflora gering, ihre Bedeutung liegt vielmehr darin, daß sie durch ihre Fraßaktivität die Bodenstreu für weitere tierische und mikrobielle Abbautätigkeit vorbereiten, Pilzsporen verbreiten und das Wachstum der Pilzflora begünstigen (MITTMANN 1980, WOAS et al. 1989).

Neben der Bodenökologie werden in der Bodenzozoologischen Arbeitsgruppe des Museums vor allem Fragestellungen der Phylogenie und Taxonomie bearbeitet, in deren Mittelpunkt die Oribatiden stehen. Nach einigen kritisch taxonomischen Bearbeitungen und Revisionen ist das Artenspektrum der Oribatiden im Stadtwald Ettlingen mittlerweile fast vollständig bekannt (BECK & WOAS 1991, BERG et al. 1990, WOAS 1986, WUNDERLE et al. 1990).

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Aspekte der Synökologie und Autökologie der Oribatiden behandelt. Im Vordergrund steht dabei die Darstellung und Charakterisierung der Zöosen in den einzelnen Habitaten im Buchenwald und die Frage nach ihrer räumlichen und funktionellen Verbindung.

LEBRUN (1971) gibt einen Überblick über die Oribatidenfauna der verschiedenen Habitate in einem Eichenwald in Belgien. Die Oribatidengemeinschaft von Waldböden und ihre vertikale und saisonale Verteilung ist Gegenstand der Arbeiten von KANEKO (1985), KNÜLLE (1957), LUXTON (1981b), MORITZ (1963), PANDE & BERTHET (1975), SCHENKER (1984), STRENZKE (1952) und USHER (1975). Davon betrachtete bisher nur SCHENKER die Streu am Stammfuß der Bäume als Habitat mit eigenen charakteristischen Bedingungen. Untersuchungen zur Oribatidenfauna der Moose wurden zum Teil in Waldgebieten durchgeführt, zum Teil behandeln sie die Moospolster auf Mauern und einzelnen, freistehenden Bäumen (BONNET et al. 1975, GJELSTRUP 1979, LEBRUN 1971, PSCHORN-WALCHER & GUNHOLD 1957, STEINER 1990). Die Fauna von Totholz wurde bisher nur an

Eichenholz (CHRISTENSEN 1980, FAGER 1968, LEBRUN 1971) und Koniferenholz (ITO 1987, SEASTEDT et al. 1989) untersucht.

Besondere Beachtung findet seit der grundlegenden Arbeit von TRAVÉ (1963) die baumbewohnende und hier vor allem die flechtenbewohnende Oribatidengemeinschaft, was sicher mit den besonderen abiotischen Bedingungen dieses Lebensraums, aber auch mit der Überschaubarkeit von Substrat und Tiergemeinschaft zusammenhängt. Einige wichtige Arbeiten zu diesem Thema seien hier genannt: ANDRÉ 1975, 1984; ANDRÉ & LEBRUN 1982; BÜCHS 1988; GJELSTRUP 1979; LEBRUN 1976; NICOLAI 1985, 1986; NIEDBALA 1969; WOLTEMADE 1982.

Vor allem am Beispiel der Rindenfauna werden in der vorliegenden Arbeit einige Aspekte der Entwicklungsbiologie einzelner Arten bearbeitet und weitere Beobachtungen zur Autökologie festgehalten. Von ersten Ergebnissen dazu wurde bereits berichtet (WUNDERLE 1991a, b). LUXTON (1981a) gibt eine vollständige Übersicht aller bis dahin erfaßten Daten zur Entwicklungsbiologie der Oribatiden. Unsere Kenntnisse der Lebensäußerungen und Lebensansprüche der einzelnen Oribatidenarten sind aber bis heute sehr lückenhaft.

Danksagung

Die Genehmigung für die Geländearbeiten erteilten die Staatliche Forstverwaltung Ettlingen und die Ortsverwaltung Ettlingenweier, denen ich auch für die Unterstützung bei der praktischen Arbeit danke. Die Klimadaten aus Karlsruhe wurden freundlicherweise vom Wetteramt Karlsruhe zur Verfügung gestellt.

Für die Bestimmung einiger Tier- und Pflanzengruppen danke ich Dr. MATTHIAS AHRENS (Moose), Dipl. Biol. MONIKA PALME (Flechten), SABRINA SANDERMANN (Brachychthoniidae) und Prof. Dr. H. SCHMUTTERER, Giessen (Schildläuse).

2. Das Untersuchungsgebiet und sein Klima

2.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Westabhang des nördlichen Schwarzwaldvorlandes. Die Versuchsfläche ist Teil eines Buchenwaldes, der etwa 15 km südlich von Karlsruhe zwischen Ettlingenweier und Schluttenbach liegt und zum Stadtwald Ettlingen gehört.

Die Versuchsfläche ist an einem Nordosthang mit einer Hangneigung von 10-15° zwischen 310-340 m ü. NN gelegen. Der Boden ist eine saure, oligotrophe Braunerde aus Hangschutt (Mittlerer Buntsandstein und Löß) über dem Mittleren Buntsandstein. Die Streuauflage hat einen pH-Wert von 3,8 - 4,7 (H₂O) und ist gut in Laubschicht (L), Fermentationsschicht (F) und Humusschicht (H) zu gliedern. Der Wald ist als Sauerhumus- oder Moderbuchenwald, vegetationskundlich als Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum) einzustufen (nähere Angaben siehe BECK & MITTMANN 1982).

Die Rotbuchen (*Fagus sylvatica* L.) sind zwischen 140 und 150 Jahre alt, annähernd gleich hoch und bilden einen Hallenbuchenwald mit dichtem Kronenschluß und fast ohne Unterwuchs. Die Bäume, die für die Untersuchung der Baumfauna gefällt wurden, waren zwischen 34 m und 40 m hoch und hatten in 1 m Höhe einen Umfang von 1 m bis 1,40 m.

2.2. Moose und Epiphyten

Die Epiphyten-Gesellschaft an den Buchenstämmen setzt sich aus Moosen, Flechten, Algen und Pilzen zusammen. Moose kommen am Stammfuß der Buchen und an vielen anderen Stellen am Waldboden vor, auf Steinen, Totholz, Baumstubben und auf blanker Erde ohne Streuauflage. Um eine Übersicht über die epiphytische und epilithische Vegetation im Stadtwald Ettlingen zu bekommen, wurden Moose und Flechten von der Probennahme im November 1988 (Baum 5) bestimmt.

Flechten (det. nach WIRTH 1980), Algen, Pilze:

Stammbasis

- 1 *Lecanora conizaeoides* NYL. ex CROMBIE
- 2 *Lepraria incana* (L.) ACH.
- 3 *Cladonia* sp. cf. *coniocraea* (FLÖRKE) SPRENG.
- 4 *Scoliosporium chlorococcum* (GRAEWE ex STENH.) VÉZDA
- 5 *Athelia arachnoidea* (BERK.) JÜLICH (Pilz)
- 6 Grünalgen vom *Protococcus*-Typ

Stamm

- 1 *L. conizaeoides*
- 4 *S. chlorococcum*
- 5 *A. arachnoidea*
- 6 Grünalgen

Äste

- 1, 4, 5, 6, jedoch 4 relativ wenig
- Protococcale Grünalgen und die Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* dominieren die Epiphyten-Gesellschaft im Ettlinger Buchenwald. Beide Epiphyten sind wenig empfindlich gegen Austrocknung und hohe Immissionen (ELLENBERG, MAYER & SCHAUERMANN 1986). *Lecanora conizaeoides* und Algen vom *Protococcus*-Typ werden im Herbst häufig von dem Pilz *Athelia arachnoidea* (BERK.) JÜLICH besiedelt, der in weißen Ringen auf den Epiphyten wächst.

Moose:

- *Hypnum cupressiforme* L.
- *Polytrichum formosum* HEDW.
- *Isoetechnium myosuroides* BRID.
- *Paraleucobryum longifolium* (HEDW.) LOESKE
- *Dicranum scoparium* (L.) HEDW.
- *Orthodicranum montanum* (HEDW.) LOESKE

Hypnum cupressiforme ist die vorherrschende Moosart im Stadtwald Ettlingen. Sie wächst an verschiedenen Kleinstandorten, die nicht vom Fallaub zugedeckt sind: am Stammfuß der Buchen, auf Baumstümpfen, auf herabgefallenen Ästen, auf Sandsteinblöcken und auf dem Mineralboden an Stellen, die immer frei von Bodenstreu sind. Die anderen Moosarten siedeln vereinzelt auf den

Sandsteinblöcken oder sie sind mit *Hypnum cupressiforme* am Stammfuß der Buchen vergesellschaftet.

2.3. Klima

Über einen Zeitraum von 8 Jahren (1979-1986) wurden im Untersuchungsgebiet Klimamessungen im Rahmen von umfangreichen bodenbiologischen Untersuchungen durchgeführt. Dabei wurden die Lufttemperatur in 0,5 m Höhe, die Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen und die Niederschlagsmengen im Bestand gemessen. Die erfaßten Klimadaten wurden mit den Daten der Wetterstation Karlsruhe (115 m ü. NN) verglichen. Daraus ergaben sich im Jahresverlauf charakteristische Abweichungen des Bestandesklimas vom Klima der vorgelagerten Rheinebene.

Die mittlere Jahrestemperatur der Luft in 0,5 m über dem Boden beträgt im Untersuchungsgebiet 8,5°C und liegt damit 1,7°C unter der Temperatur der Wetterstation Karlsruhe. Im Spätherbst liegen die Temperaturen im Bestand um durchschnittlich 1,1°C tiefer als in Karlsruhe. Die negative Abweichung nimmt im Winter und Frühjahr zu und erreicht im Sommer mit 2,3°C ihr Maximum, d.h. die Temperaturdifferenz zwischen Karlsruhe und dem Untersuchungsgebiet ist im Sommer am größten. Die jährliche Temperaturamplitude, d.h. die durchschnittliche Differenz zwischen Temperaturminimum und -maximum eines Jahres, liegt für die Lufttemperatur bei 40,3°C, sinkt an der Bodenoberfläche auf 32,6°C und in 2-10 cm Tiefe auf 22,4-19,3°C.

Die durchschnittliche Jahressumme der Niederschläge während der 8jährigen Meßperiode von 1979-1986 betrug im Untersuchungsgebiet 1042 mm und lag damit um 25 % über der durchschnittlichen Niederschlagsmenge von Karlsruhe mit 834 mm. Trotz erheblicher Schwankungen in der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge im Untersuchungsgebiet läßt sich ein Jahrgang der monatlichen Niederschläge erkennen. Frühling und Frühsommer von April bis Juli sind mit überdurchschnittlichen Regenmengen sehr naß, dem folgt eine spätsommerliche Trockenzeit von August bis September. Spätherbst und Frühwinter sind wieder durch überdurchschnittlich hohe Regenmengen bei sinkender Temperatur geprägt und der Hochwinter von Januar bis März ist mit relativ geringen Schneemengen eher trocken.

Die absoluten Extremwerte, die zwischen 1979 und 1986 im Untersuchungsgebiet gemessen wurden, waren ein Minimum der Lufttemperatur von -15,5°C (Jan. 1985) und ein Maximum von 33,6°C (Juli 1983), ein Höchstwert der monatlichen Niederschläge mit 245 mm (Mai 1983) und ein Tiefstwert von 15 mm (Feb. 1986). Die Extremwerte der Temperatur kennzeichnen die Spanne, mit der sich die Organismen auf der Versuchsfäche auseinandersetzen müssen (alle Angaben zur Meßperiode 1979-1986 aus BECK & MITTMANN 1982 und BECK 1988).

Nach 1986 wurden im Untersuchungsgebiet keine Klimadaten mehr aufgenommen. Abbildung 1 gibt die mo-

Tabelle 1. Gemessene jährliche Mittelwerte der Lufttemperatur und jährliche Niederschlagsmenge im Stadtwald Ettlingen in den Jahren 1979-1986 und in Karlsruhe in den Jahren 1987-1989. Die Jahrestemperatur liegt im Stadtwald Ettlingen im Durchschnitt um 1,7°C tiefer als in Karlsruhe, die Niederschlagsmenge ist dagegen um 25 % höher. Aus diesen Angaben wurden die Durchschnittswerte für den Stadtwald Ettlingen in den Jahren 1987-1989 rechnerisch ermittelt.

| | Lufttemperatur Jahresmittel | Niederschläge Jahressumme |
|------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Stadtwald Ettlingen | | |
| (1979-1986) Durchschnitt | 8,5°C | 1042 mm |
| Amplitude | 7,9°C – 9,2°C | 955 mm – 1142 mm |
| Wetterstation Karlsruhe | | |
| 1987 | 9,8°C | 812 mm |
| 1988 | 11,1°C | 935 mm |
| 1989 | 11,2°C | 633 mm |
| Stadtwald Ettlingen (extrapoliert) | | |
| 1987 | 8,1°C | 1015 mm |
| 1988 | 9,4°C | 1169 mm |
| 1989 | 9,5°C | 791 mm |

natlichen Temperatur- und Niederschlagswerte wieder, die in den folgenden Jahren 1987-1989 in der Wetterstation Karlsruhe gemessen wurden. Durch Extrapolation erhält man für diesen Zeitraum die in Tabelle 1 aufgelisteten Jahresmittelwerte der Temperatur und die Jahresniederschlagssummen im Untersuchungsgebiet im Stadtwald Ettlingen. Demnach lag das Jahr 1987 mit seinen Werten im Rahmen der früher ermittelten Klimadaten. Das Jahr 1988 wies eine höhere Jahresdurchschnittstemperatur und eine höhere Niederschlagssumme auf als die 9 Jahre davor. Dagegen kann das Jahr 1989 mit seiner hohen Durchschnittstemperatur und der bisher geringsten Niederschlagsmenge als trocken-warmes Jahr charakterisiert werden. Die Winter 1987/88 und 1988/89 hatten nur wenige Tage mit Temperaturen unter 0°C und die Sommer 1988 und 1989 zeigten bereits ab Mai eine große Zahl warmer und heißer Tage (Abb. 1).

3. Methoden

3.1. Probennahme und Verarbeitung der Proben

Die Oribatidenfauna der verschiedenartigen Habitats im Buchenwald kann nur mit Hilfe mehrerer unterschiedlicher Sammel- und Extraktionsmethoden erfaßt werden. Die Fauna der Bodenstreu im Stadtwald Ettlingen wurde im Rahmen langjähriger Forschungen zur Rolle der Bodenfauna beim Streuabbau untersucht (BECK 1987). Die seit 1977 erfolgte Probennahme dient zur Ermittlung der Siedlungsdichte der Bodentiere im Jahresverlauf und zur Bestimmung der Streumengen im Streuprofil.

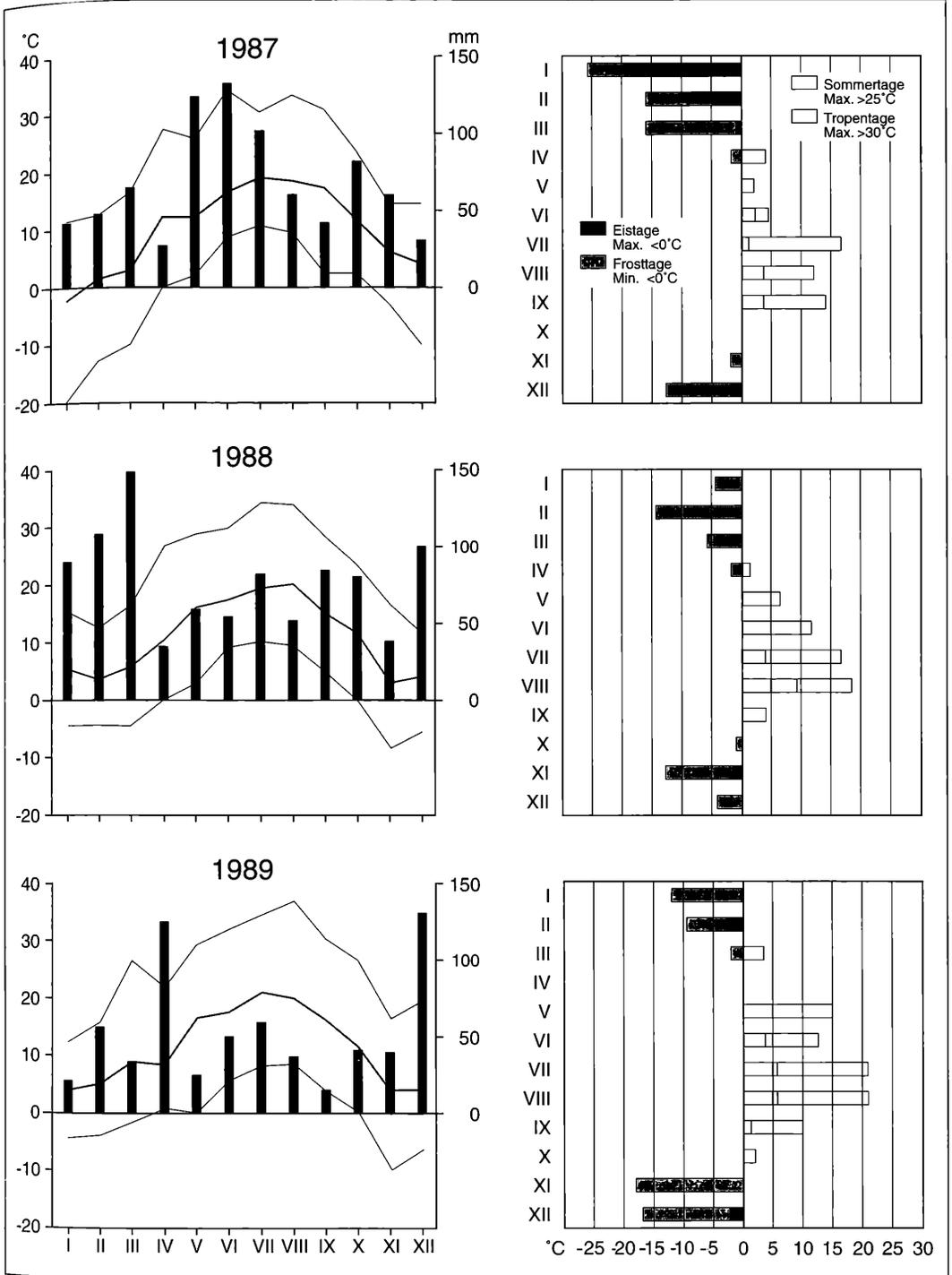


Abbildung 1. Temperaturverlauf, monatliche Niederschlagsmengen und Anzahl der Tage mit besonders hohen bzw. niedrigen Temperaturwerten in Karlsruhe (Wetterstation Karlsruhe) in den Jahren 1987 - 1989.

Die monatlich genommenen $3 \times 1/9 \text{ m}^2$ der Streuauflage werden, getrennt in L-, F- und H-Schicht, im Labor zunächst von Hand ausgelesen. Aus dem handverlesenen Probenmaterial werden jeweils $2 \times 500 \text{ ccm}$ zur Extraktion auf Berlese-Trichter gebracht. Aus diesem "Standard-Programm" wurden für den vorliegenden Mikrohabitat-Vergleich die Proben aus dem Jahr 1982 ausgewählt, da die Oribatiden aus diesem Jahrgang vollständig bis zum Artniveau determiniert vorliegen. Die Streumengen sind bei jeder Probennahme unterschiedlich und wurden deshalb über die Jahre hinweg gemittelt. Das Trockengewicht der L-Schicht schwankt im Jahresverlauf 1982 zwischen dem Minimalwert von 317 g TS/m^2 im August und dem Maximum von 775 g TS/m^2 im November; für die F- und H-Schicht wurden die prozentual geringen jahreszeitlichen Unterschiede vernachlässigt und jeweils ein Mittelwert von 1720 g TS/m^2 bzw. 1770 g TS/m^2 zugrunde gelegt. Auf diese Streumengen eines "Standardquadratmeters" (sm^2) wurden die jeweiligen Monatswerte der Abundanzen umgerechnet.

Das Probennahme-Programm zur Untersuchung der arboricolen Fauna erstreckte sich über zwei Jahre. Von Oktober 1987 bis September 1989 wurden im Abstand von ungefähr drei Monaten, also jeweils im Herbst, Winter, Frühjahr und Sommer, insgesamt acht Buchen gefällt. Die Bäume wurden im Rahmen der üblichen Waldpflege von Mitarbeitern des Forstamtes Ettligenweier gefällt. Einen Tag vor jedem Fältermin wurden am Stammfuß der ausgewählten Buche Proben der Bodenstreu genommen, jeweils ungefähr zwei Handvoll aufgetrennt in L-Schicht (Laubschicht) und FH-Schicht (Fermentations- und Humusschicht). Die beiden Schichten F und H wurden zusammengefaßt, da nicht genügend Berlese-Trichter zur getrennten Extraktion zur Verfügung standen. Wenn möglich wurden auch Moosproben vom Stammfuß, von Steinen, Wurzeln und Erde, sowie Proben von Totholz von am Boden liegenden Ästen aus der näheren Umgebung der Buche eingesammelt. Von den gefällten Bäumen wurden dann mit einer Machete Rindenstücke aus verschiedenen Höhenstufen am Stamm abgelöst. Wenn vorhanden, wurde Mulm und Totholz aus Astlöchern und Baumhöhlen gesammelt. Aus der Baumkrone wurden Zweige und Blätter entnommen.

Daraus ergibt sich die folgende Liste der untersuchten Habitate:

- Bodenstreu: Quadratproben der L-, F- und H-Schicht (QL, QF, QH)
- Streu am Stammfuß: L- und FH-Schicht (FL, FF)
- Moos auf Sandstein und auf blanker Erde (MS)
- Moos am Stammfuß, auf Wurzeln, auf Totholz am Boden (MF)
- Totholz am Boden (TB)
- Totholz an den Buchen (TS)
- Pilzfruchtkörper (P)
- Rinde der Buchen (R)
- Laub und Zweige aus der Baumkrone (KL)

Die Art und Anzahl der Proben von den gefällten Buchen und den dazugehörigen Kleinhabitaten zu jedem Probe-termin sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Zur Extraktion und Gewinnung der baum- und bodenbewohnenden Oribatiden aus diesem unterschiedlichen Probenmaterial kamen zwei grundsätzlich verschiedene Methoden zur Anwendung:

Berlese-Extraktion

Die Proben von Bodenstreu, Moos, Totholz und Laub aus der Baumkrone wurden in Plastikbeuteln verpackt ins Labor gebracht. Das Probenmaterial wurde auf Berlese-Trichter aufgelegt und 8 - 10 Tage lang auf über 35°C erwärmt. Die auswandernden Tiere wurden in 70 %igem Äthanol aufgefangen. Im Anschluß an die Extraktion wurde das Trockengewicht des Probenmaterials bestimmt. Wegen der unterschiedlichen Probengrößen und der verschiedenen Materiale lassen sich die Proben von Moos, Totholz und den belaubten oder unbelaubten Zweigen aus der Baumkrone nur grob quantifizieren.

Bürst-Methode

Die abgelösten Rindenstücke wurden zur weiteren Verarbeitung in Plastikbeuteln verpackt ins Labor gebracht. Dort wurde der Epiphytenbewuchs der einzelnen Rindenstücke mit einer Nagelbürste abgebürstet, mit Alkohol abgespült und in einer Plastikschüssel aufgefangen. Danach wurde das Epiphytenmaterial abfiltriert und für die Auslese in 70 %igem Äthanol konserviert. Die Rindenstücke wurden getrocknet und ihre Umrisse auf Pergamentpapier nachgezeichnet. Daraus ließ sich über ein Graphiktablett an einem PC die Oberfläche der Rindenstücke berechnen. Die Größe der Rindenstücke lag für jede untersuchte Höhenstufe am Baum zwischen 100 und 680 cm^2 . Vom dritten Baum (Mai 1988) an wurde, nach dem Auslesen der Tiere, auch das luftgetrocknete epiphytische Material der Proben gewogen.

Zur Ergänzung der faunistischen Daten und zur Bestätigung von Ergebnissen zur Verbreitung, Ausbreitung und Biologie der Oribatiden wurden zusätzliche Proben aus Fallenfängen des früheren Forschungsprogramms im Untersuchungsgebiet ausgewertet:

Laubsammler

Mit 10 Laubsammlern wurde über mehrere Jahre der Eintrag an Feinstreu im Stadtwald Ettligen erfaßt. Die Laubsammler haben eine Öffnungsweite von $0,5 \text{ m}^2$ in etwa $1,20 \text{ m}$ Höhe über dem Boden (BECK & MITTMANN 1982). An 3 wöchentlichen Probeterminen im Oktober/November 1987 wurde die aufgefangene Feinstreu entnommen und das Tiermaterial auf der Berlese-Apparatur extrahiert (Ergebnisse in Kap. 6.3.2).

Baum-Fotoeklektoren

Mit diesen Fotoeklektoren wird der Stammaufstieg erfaßt (nach MÜHLENBERG 1976): Jeweils 2 Eklektoren an drei Buchen waren vom April 1984 bis März 1986 im Einsatz und wurden monatlich geleert. Die Eklektoren umfassen den ganzen Stamm und sind in $1,5 - 2 \text{ m}$ Höhe angebracht. Sie sind nach unten geöffnet, um die aufwärts wandernden Tiere zu fangen (Ergebnisse in Kap. 6.3.1).

Barberfallen

Mit diesen Bodenfallen fängt man laufaktive, epedaphische Arthropoden. Ausgewertet wurde eine Probenreihe, für die von Februar 1982 bis Februar 1985 monatlich 10-12 Fallen je 14 Tage exponiert waren, danach wurden die Fallen bis zum Sommer 1986 halbjährig für zweimal 14 Tage exponiert. Die Daten für jeweils 2 aufeinanderfolgende Monate wurden addiert, d.h. die Abundanzen wurden auf 28 Tage und 10 Fallen berechnet (Ergebnisse in Kap. 6.3.1).

Tabelle 2. Ausgewertete Proben zu jedem Baum.
+ = ausgewertete Proben, - = keine Proben

| Ausgewertete Rindenproben an jedem Baum: | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|
| Höhe am Stamm | Baum 1 Okt. 87 | Baum 2 Feb. 88 | Baum 3 Mai 88 | Baum 4 Aug. 88 | Baum 5 Nov. 88 | Baum 6 Feb. 89 | Baum 7 Mai 89 | Baum 8 Sep. 89 | Zahl der Proben |
| 30 m | | | | | | | | | 7 |
| 28 m | | | | | | | | | 8 |
| 26 m | | | | | | | | | 2 |
| 24 m | | | | | | | | | 7 |
| 20 m | | | | | | | | | 8 |
| 18 m | | | | | | | | | 3 |
| 16 m | | | | | | | | | 8 |
| 12 m | | | | | | | | | 8 |
| 8 m | | | | | | | | | 8 |
| 4 m | | | | | | | | | 8 |
| 3 m | | | | | | | | | 1 |
| 2 m | | | | + | | | | | 8 |
| 1 m | | | | + | | | | | 8 |
| 0,5 m | | | | + | | | | | 8 |
| 0,25 m | | | | + | | | | | 1 |
| Probenzahl | 12 | 11 | 11 | 13 | 12 | 11 | 11 | 12 | 85 |
| weitere Proben von den Bäumen: | | | | | | | | | |
| Laub, Zweige | + | | | | | | | | |
| Totholz | | | | | | | | | |
| Baumpilz | | | | | | | | | |
| Moos Stammfuß | | | | | | | | | |
| Streuproben vom Boden am Stammfuß: | | | | | | | | | |
| L-Schicht | | + | | | | | | | |
| FH-Schicht | | + | | | | | | | |
| weitere Proben von Kleinhabitaten am Waldboden: | | | | | | | | | |
| Moos auf Stein | + | + | + | | | | | | |
| Moos auf Holz | | + | | | | | | | |
| Totholz | | | | | | | | | |
| Pilz | + | | | | | | | | |

3.2. Vergleich von Berlese- und Bürstmethode zur Erfassung der Rindenfauna

Vor Beginn der Untersuchungen im Oktober 1987 fielen vereinzelte Bäume im Stadtwald Ettlingen in Nachbarschaft zur Versuchsfläche einem Sturm zum Opfer. Eine der umgestürzten Buchen diente als Objekt für einen Vorversuch, in dem zwei Sammelmethoden zur Erfassung der Rindenfauna verglichen wurden:

- 1) Entlang des Stammes wurde im Abstand von 2-4 m der Epiphytenbewuchs von der Rinde direkt in jeweils eine Plastikflasche mit 70 %igem Alkohol gebürstet.
- 2) In den gleichen Höhenstufen wurden Rindenstücke mit einem Messer abgelöst, in Plastiktüten verpackt und noch am selben Tag auf die Berlese-Apparatur aufgelegt.

Die so ermittelten Individuenzahlen sind in Tabelle 3 aufgeführt. Da weder die beprobten Rindenflächen noch das Trockengewicht der abgebürsteten Epiphyten ge-

messen wurde, beschränkt sich dieser Versuch auf den qualitativen Vergleich.

Von der geringen Zahl an Tieren abgesehen, die man durch Berlese-Verfahren erhält, zeigen sich deutlich verschiedene Reaktionen der einzelnen Arten auf die Auslese-Methoden. *D. plantivaga*, *C. cymba* und *O. ocellatus* wandern bei Berlese-Extraktion überhaupt nicht oder nur minimal aus. Auch die Juvenilen, im vorliegenden Fall hauptsächlich Jugendstadien von *D. plantivaga*, werden durch Abbürsten eindeutig besser erfaßt (Tab. 3). Für *L. humerata* und *S. ascendens* scheint die Berlese-Extraktion die günstigere Auslese-Methode zu sein.

Sieben weitere Arten, darunter *Suctobelba* sp., *T. velatus* und *A. longilamellata*, wurden ebenfalls nur durch Extraktion erfaßt. Lediglich bei *M. brevipes* konnten keine eindeutigen Unterschiede in der Effizienz der beiden Methoden festgestellt werden, aber das Bürsten scheint

Tabelle 3. Individuenzahlen der durch Bürstmethode bzw. Berlese-Extraktion ermittelten Oribatidenarten an einer umgestürzten Buche im Oktober 1987

| Art | Bürsten | Berlese |
|--|---------|---------|
| <i>Domatorina plantivaga</i> | 779 | 11 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 33 | 7 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | 51 | |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | 17 | |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 1 | 12 |
| <i>Scheloribates ascendens</i> | | 15 |
| 7 weitere Arten | 1 | 9 |
| Juvenile (v. a. <i>D. plantivaga</i>) | 595 | 10 |
| Summe | 1477 | 64 |

auch für diese Art eine gute Erfassungsmethode zu sein. Von *C. labyrinthicus*, der an den später untersuchten Bäumen immer eudominant war, wurde an dieser Buche nur ein adultes Exemplar gefunden.

Eine weitgehend quantitative Probennahme bei der Erfassung der rindenbewohnenden Oribatiden war erforderlich, um eine möglichst genaue Vorstellung von der Individuendichte, der räumlichen Verteilung der Arten und der saisonalen Änderungen der Alterstrukturen einzelner Arten zu bekommen.

Das Berlese-Verfahren zur Gewinnung der Mesofauna, das bei den Bodenproben, den Moosproben und einigen weiteren Proben angewendet wurde, ist für die Erfassung der Rindenfauna nicht gut geeignet. Die Extraktion durch Berlese-Verfahren setzt eine Auswanderung der Tiere aus dem Substrat voraus. Gerade die typischen Rinden- und Flechtenbewohner unter den Oribatiden vergraben sich jedoch bei einsetzender Trockenheit in die Flechtenthalli (*D. plantivaga*) oder verkriechen sich in Spalten, wo sie sich eng an den Untergrund pressen (*C. cymba*, *O. ocellatus*). Dort verharren sie dann regungslos und versuchen so die Trockenperiode zu überdauern. *L. humerata* und *S. ascendens*, beide Bewohner von Astlöchern und Rindenspalten mit totem Holzmaterial, werden möglicherweise zunächst aktiviert, wenn ihr Substrat Feuchtigkeit verliert, und laufen dann auf der Suche nach einem günstigeren Unterschlupf herum.

Zu ähnlichen Ergebnissen beim Vergleich von Bürstmethode und Berlese-Extraktion zur Erfassung corticoler Mikroarthropoden kamen ANDRÉ & LEBRUN (1979). Rindenbewohnende Oribatidenarten wurden durch Abbürsten der Rinde mit hoher Effizienz erfaßt. Mit der Berlese-Apparatur lag die Effizienz beispielsweise für adulte *D. plantivaga* auch nach 3wöchiger Extraktion unter 40 %. Die Nymphen und Larven wurden mit Berlese-Extraktion noch schlechter gewonnen als die Adulti. Die beiden Arten *L. humerata* und *S. ascendens* traten in ihrer Untersuchung nicht auf. Neben anderen Taxa wie Collembolen, Thysanopteren und Gamasiden, zeigte *T. velatus* als einzige Oribatidenart der arboricolon Fauna eine positive Reaktion auf Berlese-Extraktion. *T. velatus* ist aber auch am wenigsten an das Habitat Baum ge-

bunden, man findet die Art ebenso häufig in Moos, Bodendreu und anderen Habitaten.

Für eine Untersuchung der rindenbesiedelnden Oribatiden ist die Bürstmethode bei der glatten Buchenrinde gegenüber der Berlese-Extraktion eindeutig effektiver, da sie das spezifisch passive Verhalten der corticolen Arten berücksichtigt. Zur Erfassung der Juvenilen ist in diesem Fall die Bürstmethode ebenfalls unverzichtbar. Nicht ausreichend ist die Bürstmethode jedoch für baumbewohnende Arten, die in anderen Mikrohabitaten als der Rindenoberfläche leben, wie beispielsweise *L. humerata* und *S. ascendens*.

Zusammenfassend kann die durchgeführte Probennahme - Abbürsten von Rindenstücken, die an einer frisch gefällten Buche gesammelt wurden - als effektive und praktikable Methode zur Ermittlung der Populationsstrukturen rindenbesiedelnder Oribatiden bezeichnet werden.

3.3. Probennahme am stehenden Baum

Ein Vergleich von Rindenproben, die vor dem Fällen und nach dem Fällen eines Baumes genommen wurden, sollte eine Einschätzung eventueller Verluste von Epiphytenbewuchs und Rindenfauna beim Aufprall des Baumes am Boden ermöglichen.

Zu diesem Zweck wurde Baum 5 im November 1988 von einem professionellen Zapfenpflücker unter Verwendung eines Einholm-Fallschutzleitersystems bestiegen. Die Leiter wird aus Aluminium-Aufsteckteilen im Laufe der Besteigung aufgebaut, wobei die einzelnen Leiterteile mit Gurten am Stamm festgebunden werden. Die Rinde wird dabei nicht beschädigt. Die Leiter paßt sich an Stammkrümmungen an. Für Auf- und Abbau wird kaum eine Stunde benötigt. Eine genaue Beschreibung des Leitersystems und seines Einsatzes bei der Blattprobennahme an Rotbuchen findet sich bei ZIMMERMANN & PLANKENHORN (1986).

Am stehenden Baum wurden in drei verschiedenen Höhen Bürstproben genommen, d.h. eine Rindenfläche von 64 cm² wurde direkt am Stamm abgebürstet, und in sechs verschiedenen Höhen wurden Rindenproben genommen, von denen der Epiphytenbewuchs wie gewöhnlich erst im Labor abgebürstet und abgespült wurde. Nach dieser Probennahme wurde der Baum gefällt und direkt neben den beprobten Stellen am Stamm wurden Vergleichsproben genommen. Von den sechs Rindenproben am stehenden Baum konnten am gefällten Baum nur vier Stellen wiedergefunden werden. Ansonsten wurde auch an dieser Buche eine Standard-Probennahme durchgeführt (s. Kap. 3.1.).

An Baum 5 kamen lediglich vier Oribatidenarten mit mehr als 0,1 % der Gesamtindividuenzahl vor. Bei diesen vier Arten - *C. labyrinthicus*, *C. cymba*, *M. brevipes*, *O. ocellatus* - werden die Individuenzahlen vor dem Fällen und nach dem Fällen verglichen. Drei weitere Arten - *L. humerata*, *A. longilamellata*, *M. pseudofusiger* - kamen in diesen Vergleichsproben nur in einzelnen Exemplaren als Juvenile oder Leichen vor.

Die Probennahme, d.h. das Ablösen von Rindenstücken mit einem Messer, war vor dem Fällen des Baumes von

Tabelle 4. Vergleich der Abundanzen der Oribatiden in den Rindenproben (Individuen/100 cm² bzw. Individuen/1 g TG Epiphyten) vor dem Fällen (vor) und nach dem Fällen (nach) und Dominanzverhältnisse in den jeweiligen Höhenstufen.

| Höhe | 28 m | | 28 m | | 26 m | | 26 m | | 22 m | | 12 m | |
|--------------------------------|--------------------|------|-----------------------|------|--------------------|------|-----------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| | Ind/100 qcm vor | nach | Ind/1g TG Epi. vor | nach | Ind/100 qcm vor | nach | Ind/1g TG Epi. vor | nach | Ind/100 qcm vor | nach | Ind/100 qcm vor | nach |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | | | | | | | | | | | | |
| Adult | 30 | 41 | 131 | 167 | 130 | 36 | 360 | 134 | 8 | 13 | 72 | 105 |
| Juvenil | 36 | 92 | 160 | 373 | 203 | 153 | 562 | 568 | 5 | 13 | 61 | 50 |
| Leiche | 3 | 5 | 14 | 19 | 19 | 9 | 54 | 32 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | | | | | | | | | | | | |
| Adult | 1 | 1 | 2 | 2 | | 1 | | 4 | 6 | 2 | 3 | 14 |
| Juvenil | | 1 | | 4 | 5 | 4 | 14 | 15 | 2 | 14 | 9 | 28 |
| Leiche | | 1 | | 4 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | | | | | | | | | | | | |
| Adult | 28 | 40 | 122 | 161 | | | | | | | | |
| Juvenil | 39 | 48 | 171 | 193 | | | | | | | | |
| Leiche | 26 | 31 | 115 | 125 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | | | 1 |
| Dominanz (%) Adulti | | | | | | | | | | | | |
| <i>C. labyrinthicus</i> | 51 | 50 | | | 100 | 97 | | | 57 | 87 | 96 | 88 |
| <i>C. cymba</i> | 2 | 1 | | | | 3 | | | 43 | 13 | 4 | 12 |
| <i>M. brevipes</i> | 47 | 49 | | | | | | | | | | |

der Leiter aus nicht so einfach wie am gefällten Baum. Statt weniger großer Rindenstücke konnten nur viele kleine genommen werden, was vermutlich den Fehler bei der Berechnung der Rindenflächen und des Epiphytengewichtes vergrößert. Die ermittelten Individuenzahlen wurden für die vier Rindenproben auf Individuen/100 cm² umgerechnet. Eine Umrechnung auf Individuen/1 g TG Epiphyten war nur bei den Proben aus 28 m und 26 m Höhe möglich; die anderen Proben enthielten eine große Menge kleiner Holzspäne und -fasern, so daß das Mikrophytengewicht nicht gemessen werden konnte.

In der Rindenprobe aus 28 m Höhe, die vor dem Fällen genommen wurde, ist die Abundanz der Oribatiden niedriger als in der Vergleichsprobe vom gefällten Baum (Tab. 4). Umgekehrt ist die Oribatidendichte in 26 m Höhe in der Probe vor dem Fällen größer als in der Probe nach dem Fällen. Trotz der recht unterschiedlichen Individuenzahlen befinden sich die Werte der verschiedenen Arten in den jeweiligen Parallelproben immer in der gleichen Größenordnung. Die Differenzen zwischen den Individuenzahlen vor und nach dem Fällen sind bei der Umrechnung auf Ind/1 g TG Epiphyten etwas geringer als bei der Umrechnung auf Ind/100 cm². Die Dominanzstrukturen der Adulti weisen meist nur geringe Unterschiede in den Parallelproben auf. Deutliche Unterschiede zeigen sich vor allem in der Rindenprobe aus 28 m Höhe und in der Bürstprobe aus 18 m Höhe, wo das Dominanzverhältnis am gefällten Baum zugunsten von *C. labyrinthicus* verschoben ist. Eine Verschiebung zugunsten von *C. cymba* am stehenden Baum findet man in der Bürstprobe aus 18 m Höhe (Tab. 5).

Beim Vergleich der Ergebnisse aus benachbarten Proben, die vor und nach dem Fällen von Baum 5 im November 1988 genommen wurden, ergaben sich weder

bei den Rinden- noch bei den Bürstproben signifikante Abundanzunterschiede. Höhere Individuendichten traten abwechselnd in den Proben vor dem Fällen oder nach dem Fällen auf. Die Dominanzstrukturen blieben dabei für die meisten Parallelproben überraschend ähnlich. Insgesamt konnte kein erkennbarer Einfluß des Fällens auf die Individuenzahlen und die Dominanzverhältnisse festgestellt werden, vielmehr spiegeln die Abundanzunterschiede die inhomogene Verteilung der Tiere am Stamm wider.

Tabelle 5. Vergleich der Abundanzen der Oribatiden in den Bürstproben (Individuen/1 g TG Epiphyten) vor dem Fällen (vor) und nach dem Fällen (nach) von Baum 5 und Dominanzverhältnisse der Adulti.

| Höhe | 18 m | | 15 m | | 12 m | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | vor | nach | vor | nach | vor | nach |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | | | | | | |
| Adult | 78 | 34 | 128 | 50 | 98 | 113 |
| Juvenil | 24 | 41 | 107 | 93 | 16 | 43 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | | | | | | |
| Adult | 67 | 12 | 19 | 8 | 22 | 15 |
| Juvenil | 159 | 67 | 58 | 49 | 46 | 30 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | | | | | | |
| Adult | | 8 | | | | 1 |
| Juvenil | 2 | 5 | 2 | 1 | | |
| Dominanz (%) Adulti | | | | | | |
| <i>C. labyrinthicus</i> | 54 | 63 | 87 | 86 | 82 | 87 |
| <i>C. cymba</i> | 46 | 22 | 13 | 14 | 18 | 12 |
| <i>O. ocellatus</i> | | 15 | | | | 1 |

3.4. Haltung, Zucht und Beobachtung lebender Tiere

Zur Beobachtung verschiedener Verhaltensweisen und Lebensäußerungen einiger Oribatidenarten wurden Kulturen angelegt. In Plastikdosen mit einem Boden aus medizinischem Gips wurden Hunderte von lebenden Oribatiden verschiedener Arten zusammen gehalten. Als Substrat diente Buchenrinde mit Algen und Flechten, sowie kleine Mengen Buchenstreu. Die Kulturen wurden feucht gehalten und bei 15°C im Klimaschrank aufbewahrt. Einmal wöchentlich fand eine Kontrolle der Zuchtgefäße statt, bei der der Gips mit destilliertem Wasser angefeuchtet und verpilztes Material durch frisches ersetzt wurde. Die gemeinsame Haltung mehrerer Arten hat den Vorteil, daß die Verpilzung der Zuchtgefäße und die Vermehrung von Schädlingen und Lästlingen (z.B. *Tyrophagus* sp.) wegen der unterschiedlichen Nahrungspräferenzen der Oribatidenarten nicht überhandnehmen. Während der routinemäßigen Kontrolle der Zuchtgefäße konnten Beobachtungen zum Verhalten und Fraßbeobachtungen protokolliert werden.

Für das Studium der Entwicklungszeiten juveniler Oribatiden wurden Eier oder einzelne Individuen verschiedener Arten in kleine Tontöpfe gesetzt. Als Substrat diente auch hier ein kleines mit Algen und Flechten bewachsenes Stück Buchenrinde. Es hat sich gezeigt, daß fast alle Oribatidenarten in der Laborhaltung Algen vom *Protococcus*-Typ als Futter annehmen. Die kleinen Rindenstücke bieten zudem Unterschlupfmöglichkeiten. Die Tontöpfe wurden mit Glasdeckeln verschlossen und auf feuchten Sand in Plastikdosen gestellt. Die Versuche wurden bei 15°C durchgeführt und die Gefäße einmal täglich kontrolliert. Dabei wurden die Tiere mit einer Federstahlpinzette gereizt, um zu testen, ob sie noch lebendig und mobil, in Häutungsstarre gefallen oder bereits tot waren. Um zu entscheiden, ob ein Individuum sich in Häutungsstarre befindet oder tot ist, muß es so lange beobachtet werden bis es schlüpft bzw. vertrocknet.

Die Laufgeschwindigkeit verschiedener Oribatidenarten wurde in einer Arena gemessen, die aus einer mit trockenem Filterpapier ausgelegten Petrischale bestand. Die Tiere wurden durch ein Binokular beobachtet und der Weg, den sie während einer bestimmten Zeit zurücklegten, über einen Zeichenspiegel nachgezeichnet. Die Länge dieser Wegstrecken konnte dann sehr einfach gemessen und auf die Originalgröße rückgerechnet werden.

3.5. Determination der Adulttiere

Zur Bestimmung der Oribatidenarten Deutschlands liegen mit den Bestimmungsschlüsseln von SELLNICK (1928, 1960) und WILLMANN (1931) zwei durchaus brauchbare, aber für heutige Erfordernisse erweiterungs- und revisionsbedürftige Werke vor. Die Liste der deutschen Hormilbenarten von WEIGMANN & KRATZ (1981) führt alle bis dahin gefundenen Arten mit ihren Synonymen auf und wird ergänzt durch eine zusammenfassende Literaturlauswertung ökologischer Daten. Fast 450 Arten werden in dieser Liste aufgezählt, es wird jedoch vermutet, daß die Zahl wegen unerkannter Synonymen zu hoch liegt.

Inzwischen sind viel mehr Arten bekannt und es werden nach wie vor Arten gefunden, die neu für Deutschland oder noch unbeschrieben sind. Dies macht die Verwendung zahlreicher Einzelarbeiten und Originalbeschreibungen bei der Determination erforderlich, die hier nicht im einzelnen aufgeführt werden.

Im Laufe der über 15 Jahre dauernden Untersuchungen der Bodenfauna im Stadtwald Ettlingen wurden auch systematische und taxonomische Fragestellungen zur Kenntnis der Oribatidenfauna bearbeitet. Daraus entstanden u.a. Revisionen und Wiederbeschreibungen zur Verwandtschaftsgruppe der

Oppioidea (WOAS 1986) und zu den Familien Phthiracaridae (BERG, WOAS & BECK 1990) und Oribatulidae - Scheloribatidae (WUNDERLE, BECK & WOAS 1990). Zwei Arten der Gattung *Schelorbitates* wurden neu beschrieben (WEIGMANN & WUNDERLE 1990, WUNDERLE et al. 1990). Eine kritische Artenliste der Oribatiden des Untersuchungsgebietes im Stadtwald Ettlingen mit Angaben zur Ökologie wurde von BECK & WOAS (1991) erarbeitet.

3.6. Determination der Jugendstadien

Nach dem Eistadium geht die Entwicklung der Oribatiden über die inaktive Prälarve und vier aktive Juvenilstadien bis zum Adultus. Das erste aktive Stadium, die Larve, besitzt nur drei Beinpaare und es sind noch keinerlei Genitalstrukturen ausgebildet. Die folgenden drei Nymphenstadien haben vier Beinpaare und sind an einer zunehmenden Zahl von Borsten, vor allem auf der Ventralseite, zu unterscheiden. Am einfachsten kann man das jeweilige Nymphenstadium am aufgehellten Tier an der Anzahl der Genitalpapillen bestimmen, von denen bei Protonymphen im allgemeinen ein Paar, bei Deutonymphen zwei Paar und bei Tritonymphen, ebenso wie bei Adulti, drei Paar ausgebildet sind. Neuere Untersuchungen von BEHAN-PELLETIER (1991) zeigen, daß Form und ontogenetische Entwicklung der Genitalpapillen ein systematisch wichtiges Merkmal darstellen. Vor jeder Häutung fallen die Tiere in eine mehrere Tage dauernde Häutungsstarre. Die Länge dieser Starreperiode ist artlich und individuell verschieden und abhängig von verschiedenen Umwelteinflüssen (s. Kap. 6.4.2.).

Die Bedeutung der Juvenilstadien der Oribatiden in der Systematik und der Ökologie wurde von TRAVÉ (1964) hervorgehoben. Die Ontogenese der einzelnen Arten kann Hinweise zu ihrer Stellung im phylogenetischen System geben (GRANDJEAN 1953). Für das Vorhandensein einer Art in einem bestimmten Habitat sind nicht nur die Lebensbedürfnisse des Adultus verantwortlich, sondern vor allem auch die der Juvenilen, da diese oft empfindlicher auf Umwelteinflüsse und Feinddruck reagieren. Erst die Kenntnis der Juvenilen kann uns genaue Auskunft über die Populationsdynamik und Phänologie einer Art geben.

Einen Schlüssel zur Artbestimmung von juvenilen Oribatiden gibt es nicht. Manche Juvenile sind von so charakteristischer Gestalt, daß sie leicht einer Art zugeordnet werden können. In den artenreichen Verwandtschaftsgruppen der Oppioidea und der Pterogasterinae sind die Juvenilen jedoch recht gleichförmig und merkmalsarm, so daß eine Gattungszuordnung bereits schwierig, eine Artbestimmung oft nicht möglich ist, wenn in einer Probe mehrere verwandte Arten zusammen vorkommen. In Streuproben von Waldböden, wo viele Oribatidenarten und große Individuenmengen vorhanden sind, ist die Bestimmung von Juvenilen sowohl wegen des schlechten Kenntnisstandes als auch wegen des großen Arbeitsaufwandes kaum zu bewältigen. Die jahreszeitlichen Abläufe und Veränderungen der Populationsstrukturen wurden daher im Ettlinger Forst exemplarisch an der corticolen Lebensgemeinschaft der

Oribatiden untersucht. Nur wenige Arten sind in diesem Habitat mit ihren Jugendstadien so verbreitet, daß Aussagen über die Populationsstruktur überhaupt möglich sind (Tab. 13). Die Artbestimmung ist bei den Juvenilen vieler corticoler Arten einfach, lediglich bei den Oribatulidae und Schelorbitatidae gibt es Verwechslungsmöglichkeiten. Als Unterscheidungsmerkmale dienen hier v. a. die Körperlänge, die Form des Sensillus und die Form und Länge der Haare auf Prodorsum und Notogaster.

Zeichnungen der Juvenilstadien gibt es in der Literatur für folgende im Ettlinger Forst auftretende corticole Arten: *Camisia horrida* (ANDRÉ 1980, SENICZAK 1991), *Ommatocephus ocellatus* (MICHAEL 1884, TRAVÉ 1963), *Carabodes labyrinthicus* (ANDRÉ 1975), *Cymbaeremaeus cymba* (MICHAEL 1888), *Mi-*

ceremus brevipes (MICHAEL 1888), *Dometorina plantivaga* (GRANDJEAN 1950) und *Liebstadia humerata* (SENICZAK 1990).

4. Artenspektrum

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden im Stadtwald Ettlingen 119 Oribatidenarten erfaßt; sie sind mit ihren Fundstellen in Tabelle 6 aufgeführt. Die systematische Gliederung der Artenliste folgt im wesentlichen der Einteilung von WEIGMANN & KRATZ (1981). Abweichend davon orientiert sich die Aufteilung der Oppiidae und der Oribatulidae - Schelorbitatidae an den Arbeiten von WOAS (1986) bzw. WUNDERLE et al. (1990).

Tabelle 6. Arteninventar im Buchenwald des Stadtwaldes Ettlingen und Fundstellen der einzelnen Arten. Dieser Artenliste liegen die im Methodenteil (Kap. 3.1.) aufgeführten Probenahmen zugrunde, d.h. im Fall der Bodenstreu (QL, QF, QH) ist hier nur der Streujahrgang 1982 berücksichtigt.

| Abkürzungen: | QL = L-Schicht in der Fläche | QF = F-Schicht in der Fläche | QH = H-Schicht in der Fläche | |
|--|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------|
| | FL = L-Schicht am Stammfuß | FF = FH-Schicht am Stammfuß | | |
| | K = Kronenbereich Laub | MS = Moos auf Stein und Erde | MF = Moos am Stammfuß und auf Totholz | |
| | TB = Totholz am Boden | TS = Totholz auf den Buchen | | |
| | P = Pilzfruchtkörper | R = Buchenrinde | | |
| | BF = Barberfallen | BE = Baum-Fotoelektoren | LS = Laubsammler | |
| | | Boden | Baum | Fallen |
| PALAEACAROIDEA | | | | |
| Adelphacaridae | | | | |
| <i>Adelphacarus sellnicki</i> GRANDJEAN, 1952 | | | | |
| HYPOCHTHONOIDEA | | | | |
| Eniochthoniidae | | | | |
| <i>Eniochthonius minutissimus</i> (BERLESE, 1904) | | | | |
| Hypochthoniidae | | | | |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> C. L. KOCH, 1836 | | | | |
| Brachychthoniidae | | | | |
| <i>Brachychthonius pius/berlesei</i> MORITZ, 1976/WILLMANN, 1928 | | | | |
| <i>Brachychthonius impressus</i> MORITZ, 1976 | | | | |
| <i>Brachyochthonius honestus</i> MORITZ, 1976 | | | | |
| <i>Brachyochthonius jacoti</i> (EVANS, 1952) | | | | |
| <i>Brachyochthonius zelawaiensis</i> (SELLNICK, 1929) | | | | |
| <i>Liochthonius alpestris</i> (FORSSLUND, 1958) | | | | |
| <i>Liochthonius brevis</i> (MICHAEL, 1888) | | | | |
| <i>Liochthonius evansi</i> (FORSSLUND, 1958) | | | | |
| <i>Liochthonius hystericinus</i> (FORSSLUND, 1942) | | | | |
| <i>Liochthonius leptaleus</i> MORITZ, 1976 | | | | |
| <i>Liochthonius simplex</i> (FORSSLUND, 1942) | | | | |
| <i>Neobrachychthonius marginatus</i> (FORSSLUND, 1942) | | | | |
| <i>Neobrachychthonius</i> sp. | | | | |
| <i>Paraliochthonius</i> sp. | | | | |
| <i>Poecilochthonius spiciger</i> (BERLESE, 1910) | | | | |
| <i>Verachthonius</i> sp. | | | | |
| EULOHMANNOIDEA | | | | |
| Eulohmanniidae | | | | |
| <i>Eulohmannia ribagai</i> BERLESE, 1910 | | | | |
| PHTHIRACAROIDEA | | | | |
| Phthiracaridae | | | | |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> GRANDJEAN, 1934 | | | | |
| <i>Phthiracarus crinitus</i> (C. L. KOCH, 1844) | | | | |
| <i>Phthiracarus piger</i> (SCOPOLI, 1763) | | | | |

| | | | |
|--|---------------------------|------------|-------|
| <i>Phthiracarus stramineus</i> (C. L. KOCH, 1841) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,MF,TS | BF,BE |
| <i>Steganacarus herculeanus</i> WILLMANN, 1953 | QL,QF,QH,FL,FF | | BF |
| <i>Steganacarus magnus</i> (NICOLET, 1855) | FF | | BF |
| Euphthiracaridae | | | |
| <i>Euphthiracarus cribrarius</i> (BERLESE, 1904) | | TS | BF |
| <i>Microtritia minima</i> (BERLESE, 1904) | FF | | |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> (GRANDJEAN, 1953) | QL,QF,QH,FF,TB,MS,MF | KL,MF | BF |
| NOTHROIDEA | | | |
| Trhypochthoniidae | | | |
| <i>Trhypochthonius</i> sp. | QF,QH | | |
| Malaconothridae | | | |
| <i>Malaconothrus gracilis</i> VAN DER HAMMEN, 1952 | QF,QH | | |
| Nothridae | | | |
| <i>Nothrus silvestris</i> NICOLET, 1855 | QL,QF,QH,FF,TB,MS | MF | BF |
| Camisiidae | | | |
| <i>Camisia horrida</i> (HERMANN, 1804) | FF,MS | R,KL,MF | BE |
| NANHERMANNOIDEA | | | |
| Nanhermanniidae | | | |
| <i>Nanhermannia elegantula</i> BERLESE, 1913 | QF,QH,FF,TB | | |
| HERMANNOIDEA | | | |
| Hermannidae | | | |
| <i>Hermannia gibba</i> (C. L. KOCH, 1839) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,MF | BF |
| BELBOIDEA | | | |
| Damaeidae | | | |
| <i>Damaeus (Parad.) clavipes</i> (HERMANN, 1804) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R | BF,BE |
| Belbidae | | | |
| <i>Metabelba montana</i> (KULCZYNSKI, 1902) | QF,QH,FF,MS | MF | |
| Belbodamaeidae | | | |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> (SELLNICK, 1920) | QF,QH,FF,TB,MS | KL | |
| CEPHEOIDEA | | | |
| Cepheidae | | | |
| <i>Cepheus dentatus</i> (MICHAEL, 1888) | QL,F,QH,FL,FF,TB,P | | BF,BE |
| <i>Ommatocepheus ocellatus</i> (MICHAEL, 1882) | FF | R | BF,BE |
| EREMULOIDEA | | | |
| Ameridae | | | |
| <i>Amerus polonicus</i> KULCZYNSKI, 1902 | QL,QF,QH,FF,TB,MS,P | MF | BF |
| LIACAROIDEA | | | |
| Ceratoppiidae | | | |
| <i>Ceratoppia sexpilosa</i> WILLMANN, 1938 | | R | BF |
| Astegistidae | | | |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> (BERLESE, 1904) | QL,QF,QH,FL,FF,TB | R,KL,MF | |
| Liacaridae | | | |
| <i>Liacarus coracinus</i> (C. L. KOCH, 1841) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MF | R,MF,TS | BF |
| <i>Liacarus subterraneus</i> (C. L. KOCH, 1841) | QL,QF,QH,FL,FF | R,MF | BF,BE |
| <i>Liacarus (Dorycranosus)</i> sp. | | R,MF | BF,BE |
| <i>Liacarus xylariae</i> (SCHRANK, 1803) | QL,QF,QH,FF | MF | BF |
| <i>Xenillus discrepans</i> GRANDJEAN, 1936 | | KL | |
| CARABODOIDEA | | | |
| Carabodidae | | | |
| <i>Carabodes areolatus</i> BERLESE, 1916 | QF,FL,FF,TB,MS,P | MF,TS | BF |
| <i>Carabodes coriaceus</i> C. L. KOCH, 1836 | QL,F,QH,FL,FF,TB,MS,P | MF,TS | BF |
| <i>Carabodes femoralis</i> (NICOLET, 1855) | QF,QH,FF,TB,MS,P | | BF |
| <i>Carabodes forsslundi</i> SELLNICK & FORSSLUND, 1953 | QF,QH,FL,FF,TB | MF,TS | BF |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> (MICHAEL, 1879) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | R,KL,MF,TS | BF,BE |
| Tectocepheidae | | | |
| <i>Tectocepheus velatus</i> (MICHAEL, 1880) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | R,KL,MF,TS | BF,BE |
| OPPIOIDEA | | | |
| Caleremaeidae | | | |
| <i>Caleremaeus monilipes</i> (MICHAEL, 1882) | FL,FF,MS,MF | | |

| | | | |
|---|---------------------------|------------|----------|
| Thyrisomidae | | | |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> (MICHAEL, 1885) | QL,QF,QH,FF,TB,MS | R,TB | BE |
| <i>Oribella pectinata</i> (MICHAEL, 1885) | | TS | |
| <i>Pantelozetes paolii</i> (OUDEMANS, 1913) | QF,QH,MS | | |
| Suctobelbidae | | | |
| <i>Allcosuctobelba grandis</i> (PAOLI, 1908) | QF,FF,TB | | BF |
| <i>Suctobelba arcana</i> MORITZ, 1970 | QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | KL,MF | |
| <i>Suctobelba acutidens</i> (FORSSLUND, 1941) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | R,KL,MF,TS | BF,BE,LS |
| <i>Suctobelba falcata</i> (FORSSLUND, 1941) | QF,QH,FL,FF,MS | | |
| <i>Suctobelba hamata</i> MORITZ, 1970 | QF,QH,FL,FF,MS | R | |
| <i>Suctobelba nasalis</i> (FORSSLUND, 1941) | QF,QH,FL,FF,MF | KL,MF | |
| <i>Suctobelba perforata</i> (STRENZKE, 1950) | QH,FL,FF,TB,MS,MF | KL | BF,BE |
| <i>Suctobelba similis</i> (FORSSLUND, 1941) | QF,QH,FL,FF,MS | KL,MF | |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> (FORSSLUND, 1941) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | KL,MF,TS | BF,LS |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> (OUDEMANS, 1916) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS | R,KL,MF | BF |
| <i>Suctobelba trigona</i> (MICHAEL, 1888) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | KL,MF,TS | BF,BE |
| Oppiidae | | | |
| <i>Oppia badensis</i> WOAS, 1986 | QF | | |
| <i>Oppia laniseta</i> (MORITZ, 1966) | FL,MS | TS | BF |
| <i>Oppiella confinis</i> (PAOLI, 1908) | FF | | |
| <i>Oppiella falcata</i> (PAOLI, 1908) | QF,QH,MS | KL | |
| <i>Oppiella minutissima</i> (SELLNICK, 1950) | QF,QH,FF | MF | |
| <i>Oppiella nova</i> (OUDEMANS, 1902) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS | R,TS | BF,BE |
| <i>Oppiella obsoleta</i> (PAOLI, 1908) | QF,QH,FF,MS | R | BF |
| <i>Oppiella ornata</i> (OUDEMANS, 1900) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,KL,MF | BF |
| <i>Oppiella sigma</i> STRENZKE, 1951 | QF,QH,FF,MS | R,KL,MF | |
| <i>Oppiella splendens</i> C. L. KOCH, 1841 | FL,FF,TB,MS | MF | BF,BE |
| <i>Oppiella subpectinata</i> (OUDEMANS, 1901) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS | KL,MF | BF,BE |
| <i>Quadroppia paolii</i> (PAOLI, 1908) | QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | KL,MF,TS | |
| <i>Quadroppia quadricarinata</i> (MICHAEL, 1855) | QF,QH,FF,MS,MF | MF | BE |
| Autognetidae | | | |
| <i>Autogmeta longilamellata</i> (MICHAEL, 1885) | FL,FF,TB,MS,P | R,TS | BF,BE |
| <i>Conchogneta dalecarlica</i> (FORSSLUND, 1947) | QF,QH | | |
| CYMBAEREMAEOIDEA | | | |
| Cymbaeremaeidae | | | |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> NICOLET, 1855 | QF,FF,MS | R,KL | BF,BE |
| Micreremidae | | | |
| <i>Micreremus brevipes</i> (MICHAEL, 1888) | | R,KL,MF | BE |
| PASSALOZETOIDEA | | | |
| Licneremaeidae | | | |
| <i>Licneremaeus licnophorus</i> (MICHAEL, 1882) | FF | | |
| ORIBATULOIDEA | | | |
| Oribatulidae | | | |
| <i>Oribatula tibialis</i> (NICOLET, 1855) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,KL,MF | BF |
| <i>Zygoribatula exilis</i> (NICOLET, 1855) | FL,FF,TB,MS,MF | R,MF,TS | BF,BE |
| <i>Domatorina plantivaga</i> (BERLESE, 1896) | FL,FF,TB,MS | R | BF,BE |
| <i>Eporibatula rauschenensis</i> (SELLNICK, 1908) | | R,MF | BF,BE |
| <i>Paraleius leontonycha</i> (BERLESE, 1910) | TB | | BF,BE |
| Schelorbitatidae | | | |
| <i>Liebstadia humerata</i> SELLNICK, 1928 | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | R,KL,TS | BF,BE |
| <i>Schelorbitates ascendens</i> WEIGMANN & WUNDERLE, 1990 | QF,FF,TB,MF | R,KL,MF,TS | BF,BE |
| <i>Schelorbitates pallidulus</i> (C. L. KOCH, 1840) | MF | | |
| <i>Schelorbitates quintus</i> WUNDERLE, BECK & WOAS, 1990 | QL,QF,QH,FF | | BF |
| <i>Schelorbitates</i> sp. | | TS | |
| CERATOZETOIDEA | | | |
| Ceratozetidae | | | |
| <i>Edwardzetes edwardsi</i> (NICOLET, 1855) | FF,MS | | BF |
| <i>Melanozetes mollicomus</i> (C. L. KOCH, 1840) | FF,MS,MF | MF | BF |
| Mycobatidae | | | |
| <i>Minuthozetes pseudofusiger</i> (SCHWEIZER, 1922) | QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | R,KL,MF,TS | BF |
| Chamobatidae | | | |
| <i>Chamobates birulai</i> (KULCZYNSKI, 1902) | FL,FF,MS | MF | BF |
| <i>Chamobates borealis</i> TRÄGARDH, 1902 | FL,FF,TB,MS,MF | R,MF,TS | BF |

| | | | |
|---|---------------------------|---------|-------|
| <i>Chamobates cuspidatus</i> (MICHAEL, 1884) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF,P | MF | BF |
| <i>Chamobates pusillus</i> (BERLESE, 1895) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,MF,TS | BF,BE |
| <i>Chamobates spinosus</i> SELLNICK, 1928 | FF | MF | |
| PELOPOIDEA | | | |
| Pelopidae | | | |
| <i>Eupelops hirtus</i> (BERLESE, 1916) | QL,QH,FL,FF,MS,MF | | |
| <i>Eupelops plicatus</i> (C. L. KOCH, 1836) | QL,QF,QH,FL,FF,TB,MS,MF | R,MF | BF,BE |
| <i>Eupelops torulosus</i> (C. L. KOCH, 1840) | QL,QF,QH,FF | | BF |
| ORIBATELLOIDEA | | | |
| Oribatellidae | | | |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> (BERLESE, 1904) | QF,QH,FF,TB,MS,MF | R,KL | BF |
| <i>Oribatella calcarata</i> (C. L. KOCH, 1836) | QL,QF,FL,FF,TB | TS,R | BF,BE |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> (MICHAEL, 1880) | QL,QF,QH,FL,FF,TB | R | BF,BE |
| Achipteridae | | | |
| <i>Achipteria coleoprata</i> (LINNÉ, 1758) | QL,QF,QH,FF | | BF |
| <i>Parachipteria punctata</i> (NICOLET, 1855) | MS,MF | MF | |
| GALUMNOIDEA | | | |
| Galumnidae | | | |
| <i>Acrogalumna longipluma</i> (BERLESE, 1904) | TS | | BE |
| <i>Galumna lanceata</i> (OUDEMANS, 1900) | QL,QF,QH,FL,FF,MF | R,MF | BF,BE |
| <i>Pergalumna nervosa</i> (BERLESE, 1915) | QL | | |
| Parakalummidae | | | |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> (OUDEMANS, 1913) | QF,TB,P | | BF,BE |

5. Oribatidenzöosen in verschiedenen Habitaten

Alle Angaben zur Dominanz und Konstanz der Arten in den Habitaten beziehen sich, wenn nicht anders vermerkt, auf die adulten Oribatiden. Je nach prozentalem Anteil an der Gesamtartabundanz in einer Zönose werden die Arten folgendermaßen klassifiziert (MÜHLENBERG 1989):

| | | |
|-----------|-------------|----------|
| Dominanz: | eudominant | > 10 % |
| | dominant | 5 - 10 % |
| | subdominant | 2 - 5 % |
| | rezedent | 1 - 2 % |
| | subrezedent | < 1 % |

Als Konstanz wird der prozentuale Anteil der Proben eines Habitats bezeichnet, in denen eine Art vorkommt. Bei kleiner Probenzahl von einem Habitat wird bisweilen nur die Anzahl der Proben angegeben, in denen eine Art zu finden war.

5.1. Bodenlebende Oribatiden

5.1.1 Oribatidenzönose der Bodenstreu

Im Laufe des Untersuchungsjahres 1982 wurden bei monatlicher Probennahme 82 Oribatidenarten mit einer durchschnittlichen Siedlungsdichte von 61 489 adulten Individuen in einem Quadratmeter Bodenstreu gefunden (Tab. 7). Mit über 60 % Dominanz sind die sapromikrophagen Oppioidea die häufigste Artengruppe der Zönose. Die Gattung *Suctobelba*, mit der eudominanten *S. subcornigera* und der dominanten *S. acutidens*, macht dabei fast die Hälfte der Oppioidea aus. *O. nova* mit weit mehr als 10 % Dominanz und *O. ornata* mit fast 10 % sind die beiden häufigsten Arten aus der Familie Oppiidae. *T. velatus* ist in allen Habitaten im Moderbuchenwald vertreten, aber nur in der Bodenstreu und in der Streu am Stammfuß der Buchen kommt die Art eudominant und mit 100 % Konstanz vor.

Die adulten Oribatiden in der Bodenstreu erreichen im

November des Untersuchungsjahres mit mehr als 110 000 Individuen/m² ihre höchste Siedlungsdichte (Abb. 2a). Der Massenwechsel im Jahresverlauf wird vor allem durch den Anstieg bzw. den Rückgang der Siedlungsdichten bei den individuenreichen Oppioidea und Brachychthoniidae geprägt (WOAS, WUNDERLE & BECK 1989). Während des Jahres führen die Oribatiden nur geringe Vertikalwanderungen im Streuprofil durch (Abb. 2b). Der Anteil der Oribatiden in der Laubschicht ist im Sommer und im Winter am höchsten. Zur gleichen Zeit findet man den kleinsten Prozentsatz der Tiere in der F-Schicht. Den größten Oribatidenanteil in der F-Schicht gibt es im August und September, wenn die Laubschicht ihre geringste Mächtigkeit hat.

L-Schicht (Laubschicht)

Die Laubschicht, in der die Buchenblätter morphologisch noch unverändert vorliegen, ist am stärksten dem Klimawechsel im Tages- und Jahresverlauf ausgesetzt. Unterschiede der Lufttemperatur machen sich in der L-Schicht noch deutlich bemerkbar (BECK & MITTMANN 1982). Im Vergleich zu den darunterliegenden Streuschichten hat diese Schicht ein geringes Wasserhaltevermögen. Zusammen mit den wiederholten Umschichtungen durch den Wind bedingt dies ein schnelles Austrocknen des Fallaubes. Die wechselhaften Umweltbedingungen drücken sich in der vergleichsweise geringen Artenzahl, den niedrigen Individuenzahlen und der geringen Konstanz der Arten in der L-Schicht aus.

O. ornata, die in allen Habitaten im Untersuchungsgebiet vorkommt, hat hier eindeutig ihren Verbreitungsschwerpunkt. STRENZKE (1952) charakterisiert sie als euröyke Art. In Netzbeutelserien im Moderbuchenwald

wurde die Erstbesiedelung durch Oribatiden ganz überwiegend von *O. ornata* getragen, die wahrscheinlich von der Mikroflora zehrt, die sich als erste auf den Blattoberflächen des frischen Fallaubes ansiedelt (WOAS, WUNDERLE & BECK 1989). Außer *O. ornata* ist *T. velatus* in der L-Schicht eudominant. *T. velatus* ist in allen Schichten der Bodenstreu gleich häufig. Von den Suctobelbiden ist *S. trigona* die vorherrschende Art in der L-Schicht. Typisch für die Zönose der Laubschicht ist das regelmäßige und prozentual hohe Vorkommen von einigen größeren Arten der höheren Oribatiden. Davon sind *C. cuspidatus* und *O. tibialis* als dominant einzustufen; die fünf Arten *E. plicatus*, *C. pusillus*, *A. coleoprata*, *L. subterraneus* und *O. quadricornuta* sind subdominant. Weitere Arten, die in wenigstens der Hälfte der Proben zu finden waren, sind *L. xylariae*, *C. labyrinthicus*, *P. piger* und *C. dentatus*. Von *P. nervosa*, die während dieser Untersuchung als einzige Art ausschließlich in der L-Schicht der Bodenstreu gefunden wurde, liegt aus anderen Aufsammlungen im Stadtwald Ettlingen ein Massenfund aus Moos am Stammfuß vor (BECK & WOAS 1991).

Alle diese Arten weisen zwar viel geringere Abundanzen auf als die häufigste Art *O. ornata*, sie spielen aber wegen ihres großen Biomasseanteils und der Tendenz zu sapromakrophager und makrophytophager Ernährungsweise, d.h. der Aufnahme von toter und lebender Substanz höherer Pflanzen, eine bedeutende Rolle bei den ersten Abbauvorgängen in der Blattstreu. Entscheidend ist dabei weniger ihr Energieumsatz, als vielmehr die Vorbereitung des Substrates für weitere Abbauprozesse (MITTMANN 1980; WOAS, WUNDERLE & BECK 1989).

F-Schicht (Fermentationsschicht)

Die F-Schicht ist die arten- und individuenreichste Schicht der organischen Bodenaufgabe. Innerhalb der Schicht nimmt die Zersetzung nach unten hin zu und bietet den Oribatiden ein breites Nahrungsspektrum. In der oberen F-Schicht werden die Blätter vor allem noch durch Primärzersetzer zerkleinert, in der mittleren und unteren F-Schicht findet ein intensiver Abbau durch Pilze statt, deren Wachstum durch die Fraßaktivität sapromikrophager Bodentiere gefördert wird (MITTMANN 1980); auch die Kotballen der Primärzersetzer werden von den Sekundärzsetzern aufgearbeitet. Bereits 2 cm unter der Streuoberfläche ist der Einfluß der Lufttemperatur stark zurückgegangen, so daß die F-Schicht im Vergleich zur Laubschicht eine im Jahresverlauf sehr gedämpfte Temperaturamplitude aufweist (BECK & MITTMANN 1982).

Wie in der Laubschicht sind auch in der F-Schicht die beiden Arten *T. velatus* und *O. ornata* eudominant. *O. ornata* nimmt mit 15 % Dominanz in der F-Schicht den ersten Rang ein, im Vergleich zur Laubschicht hat sich ihr Dominanzanteil jedoch um die Hälfte reduziert. *T. velatus* ist ebenso häufig wie in der L-Schicht. Der Anteil der Arten *O. nova*, *S. subcornigera* und *S. acutidens* hat stark zugenommen, sie sind in der F-Schicht dominant.

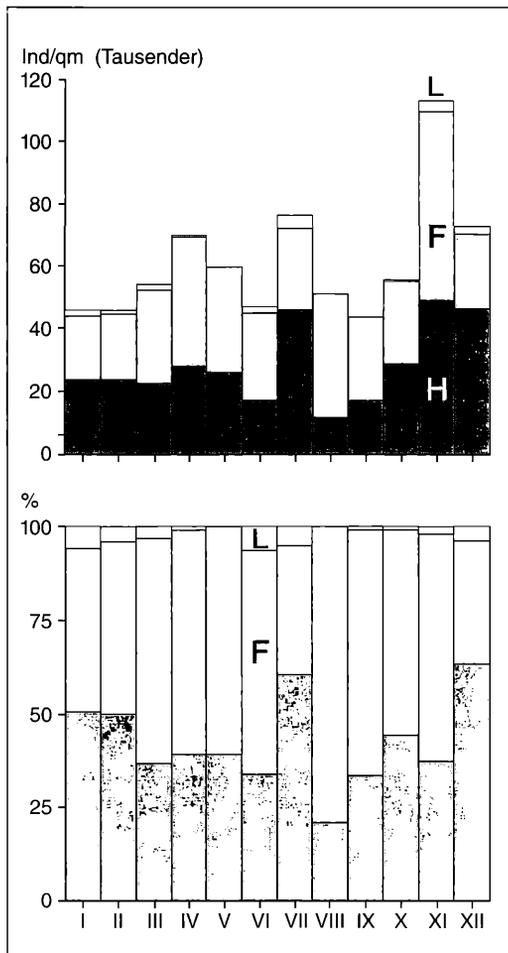


Abbildung 2. Siedlungsdichte (oben) und Vertikalverteilung (unten) der adulten Oribatiden im Jahresverlauf in den drei Schichten der Bodenstreu im Stadtwald Ettlingen. Zugrundegelegt wurde der Streujahrgang 1982.

Während in der L-Schicht mit *L. brevis* nur eine Art aus der Familie Brachychthoniidae zu finden war, sind in der F-Schicht alle Arten vertreten, die in der Bodenstreu gefunden wurden.

Vor allem die Arten aus den Verwandtschaftsgruppen der Opioidea, der Nothroidea und der Phthiracaroida gewinnen in der F-Schicht zunehmend an Bedeutung. Aus der Gruppe der Phthiracaroida ist *P. anonymus* die Charakterart der F-Schicht, die zusammen mit *R. duplicata* auch bei der Sukzession in Netzbeutel in dieser Schicht vorherrscht (BERG 1989). Die größeren, lauffähigen Arten dagegen, die typisch für die L-Schicht sind, treten in der F-Schicht mit kleinen Dominanzen deutlich in den Hintergrund, nur *O. tibialis* und *C. cuspidatus* sind noch subdominant und *A. coleoprata* ist noch rezedent vertreten. Bei allen diesen Arten zeigt sich dennoch eine

Tabelle 7. Oribatidenarten aus der Streuauflage am Waldboden (Quadratproben) mit Abundanz (Ind./qm²) und Dominanzwerten (%) für die drei Streuschichten L, F und H. Zugrundegelegt wurde der Streujahrgang 1982 mit monatlicher Probennahme. Auf prozentuale Angaben zur Konstanz wurde in diesem Fall verzichtet, da in der Anzahl der Monate, in denen eine Art gefunden wurde, bereits ein hoher Informationsgehalt steckt. Die Arten sind nach abnehmender Abundanz in einem Quadratmeter Bodenstreu (LFH) geordnet.

| Art | Abundanz (Ind./qm) | | | | Dominanz (%) | | | | Anzahl Monate | | |
|--|--------------------|------|------|-------|--------------|------|------|------|---------------|----|----|
| | L | F | H | LFH | L | F | H | LFH | L | F | H |
| <i>Oppiella nova</i> | 32 | 2825 | 7728 | 10585 | 1.8 | 8.9 | 27.5 | 17.2 | 3 | 12 | 12 |
| * <i>Suctobelba subcornigera</i> | 21 | 3176 | 3705 | 6902 | 1.2 | 10.0 | 13.2 | 11.2 | (1 | 4 | 4) |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 207 | 3676 | 2538 | 6422 | 11.7 | 11.6 | 9.0 | 10.4 | 9 | 12 | 12 |
| <i>Oppiella ornata</i> | 547 | 4759 | 640 | 5945 | 31.0 | 15.0 | 2.3 | 9.7 | 11 | 12 | 12 |
| * <i>Suctobelba acutidens</i> | 20 | 1624 | 2173 | 3817 | 1.1 | 5.2 | 7.7 | 6.2 | (2 | 4 | 4) |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 5 | 1022 | 1469 | 2495 | 0.3 | 3.2 | 5.2 | 4.1 | 1 | 12 | 12 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 125 | 1560 | 352 | 2037 | 7.1 | 4.9 | 1.3 | 3.3 | 10 | 12 | 12 |
| * <i>Suctobelba trigona</i> | 85 | 1379 | 269 | 1733 | 4.8 | 4.4 | 1.0 | 2.8 | (3 | 4 | 4) |
| * <i>Suctobelba subtrigona</i> | 51 | 1083 | 443 | 1577 | 2.9 | 3.4 | 1.6 | 2.6 | (3 | 4 | 4) |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | 7 | 654 | 881 | 1542 | 0.4 | 2.1 | 3.1 | 2.5 | 2 | 12 | 12 |
| * <i>Brachychthonius impressus</i> | | 737 | 582 | 1319 | | 2.3 | 2.1 | 2.1 | (- | 4 | 4) |
| <i>Oppiella sigma</i> | | 291 | 893 | 1185 | | 0.9 | 3.2 | 1.9 | | 12 | 11 |
| * <i>Liochthonius simplex</i> | | 723 | 343 | 1066 | | 2.3 | 1.2 | 1.7 | (- | 3 | 3) |
| * <i>Suctobelba falcata</i> | | 358 | 700 | 1058 | | 1.1 | 2.5 | 1.7 | (- | 3 | 4) |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 128 | 782 | 134 | 1044 | 7.2 | 2.5 | 0.5 | 1.7 | 8 | 12 | 12 |
| * <i>Brachychochthonius honestus</i> | | 328 | 648 | 976 | | 1.0 | 2.3 | 1.6 | (- | 3 | 4) |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | 11 | 429 | 423 | 863 | 0.6 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1 | 12 | 12 |
| <i>Nothrus silvestris</i> | 5 | 444 | 405 | 854 | 0.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1 | 12 | 12 |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> | 5 | 449 | 383 | 837 | 0.3 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 2 | 11 | 12 |
| <i>Quadroppia paolii</i> | | 394 | 244 | 638 | | 1.2 | 0.9 | 1.0 | | 12 | 12 |
| <i>Oppiella obsoleta</i> | | 100 | 520 | 620 | | 0.3 | 1.9 | 1.0 | | 7 | 12 |
| <i>Achipteria coleoprata</i> | 58 | 451 | 105 | 614 | 3.3 | 1.4 | 0.4 | 1.0 | 6 | 12 | 11 |
| * <i>Suctobelba hamata</i> | | 427 | 149 | 576 | | 1.4 | 0.5 | 0.9 | (- | 1 | 4) |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> | | 230 | 279 | 509 | | 0.7 | 1.0 | 0.8 | | 12 | 12 |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> | 2 | 349 | 157 | 508 | 0.1 | 1.1 | 0.6 | 0.8 | 1 | 11 | 12 |
| <i>Steganacarus herculeanus</i> | 19 | 317 | 99 | 435 | 1.1 | 1.0 | 0.4 | 0.7 | 4 | 12 | 12 |
| <i>Liacarus subterraneus</i> | 49 | 281 | 67 | 398 | 2.8 | 0.9 | 0.2 | 0.6 | 11 | 12 | 12 |
| * <i>Suctobelba similis</i> | | 185 | 212 | 397 | | 0.6 | 0.8 | 0.6 | (- | 3 | 4) |
| * <i>Liochthonius brevis</i> | 32 | 223 | 130 | 385 | 1.8 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | (1 | 4 | 4) |
| <i>Eupelops plicatus</i> | 81 | 211 | 25 | 316 | 4.6 | 0.7 | 0.1 | 0.5 | 8 | 12 | 9 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | | 217 | 89 | 306 | | 0.7 | 0.3 | 0.5 | | 10 | 11 |
| * <i>Liochthonius leptaleus</i> | | 169 | 132 | 301 | | 0.6 | 0.5 | 0.5 | (- | 3 | 4) |
| * <i>Brachychochthonius zelawaiensis</i> | | 85 | 203 | 288 | | 0.3 | 0.7 | 0.5 | (- | 2 | 4) |
| <i>Oppiella falcata</i> | | 104 | 182 | 286 | | 0.3 | 0.6 | 0.5 | | 5 | 9 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 72 | 194 | 17 | 284 | 4.1 | 0.6 | 0.1 | 0.5 | 7 | 12 | 6 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | 2 | 123 | 109 | 234 | 0.1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 1 | 8 | 11 |
| <i>Liacarus xylariae</i> | 23 | 151 | 44 | 217 | 1.3 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 6 | 12 | 10 |
| <i>Amerus polonicus</i> | 2 | 113 | 41 | 156 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 1 | 9 | 8 |
| <i>Galumna lanceata</i> | 6 | 102 | 41 | 149 | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 3 | 10 | 11 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 42 | 63 | 25 | 133 | 2.4 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 9 | 9 | 9 |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 20 | 89 | 21 | 130 | 1.1 | 0.3 | 0.1 | 0.2 | 7 | 10 | 7 |
| * <i>Suctobelba arcana</i> | | 44 | 69 | 113 | | 0.1 | 0.2 | 0.2 | (- | 2 | 3) |
| * <i>Brachychthonius pius/berleseii</i> | | 62 | 39 | 101 | | 0.2 | 0.1 | 0.2 | (- | 1 | 3) |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 22 | 53 | 6 | 81 | 1.2 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | 6 | 9 | 3 |
| <i>Eupelops torulosus</i> | 17 | 52 | 4 | 72 | 1.0 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | 4 | 7 | 3 |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 2 | 59 | 8 | 69 | 0.1 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | 2 | 5 | 4 |
| <i>Schelorbates quintus</i> | 12 | 17 | 36 | 65 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 4 | 52 | 9 | 65 | 0.2 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | 1 | 9 | 5 |
| <i>Quadroppia quadricarinata</i> | | 34 | 31 | 65 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | 6 | 9 |
| * <i>Suctobelba perforata</i> | | | 65 | 65 | | | 0.2 | 0.1 | (- | | 4) |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 39 | 24 | 1 | 64 | 2.2 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 5 | 2 | 1 |
| <i>Conchogneta dalecarlica</i> | | 20 | 34 | 54 | | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | 5 | 8 |
| <i>Oppiella minutissima</i> | | 7 | 46 | 53 | | <0.1 | 0.2 | 0.1 | | 2 | 6 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 2 | 39 | 10 | 51 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 1 | 8 | 5 |
| <i>Trhypochthonius</i> sp. | | 49 | 2 | 50 | | 0.2 | <0.1 | 0.1 | | 1 | 1 |
| <i>Hermannia gibba</i> | 2 | 39 | 5 | 46 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 2 | 7 | 3 |
| <i>Pantelozetes paolii</i> | | 9 | 35 | 43 | | <0.1 | 0.1 | 0.1 | | 2 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|--------|--------|--------|------|------|------|------|----|---|----|
| * <i>Liochthonius evansi</i> | 27 | | 36 | | 0.1 | 0.1 | (- | 2 | 2) | | |
| * <i>Verachthonius</i> sp. | 30 | | 30 | | 0.1 | 0.1 | (- | 2 | -) | | |
| * <i>Suctobelba nasalis</i> | 8 | 21 | 29 | | <0.1 | 0.1 | (- | 1 | 2) | | |
| <i>Cepheus dentatus</i> | 5 | 16 | 4 | 25 | 0.3 | 0.1 | <0.1 | 6 | 5 | 3 | |
| <i>Malacnothrus gracilis</i> | | 5 | 17 | 22 | | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 2 | 5 | |
| * <i>Poecilochthonius spiciger</i> | | 21 | | 21 | | 0.1 | | <0.1 | (- | 1 | -) |
| <i>Carabodes femoralis</i> | | 13 | 4 | 17 | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | 4 | 2 |
| <i>Damaeus clavipes</i> | 1 | 13 | 1 | 15 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 2 | 5 | 1 |
| <i>Eniochthonius minutissimus</i> | | 13 | | 13 | | <0.1 | | <0.1 | | 3 | |
| <i>Metabelba montana</i> | | 4 | 10 | 13 | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | 1 | 4 |
| * <i>Brachychochthonius jacoti</i> | | 9 | | 9 | | <0.1 | | <0.1 | (- | 1 | -) |
| * <i>Paraliochthonius</i> sp. | | 9 | | 9 | | <0.1 | | <0.1 | (- | 1 | -) |
| <i>Nanhermannia elegantula</i> | | 3 | 5 | 7 | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | 1 | 3 |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | | 3 | 4 | 7 | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | 1 | 3 |
| <i>Oppia badensis</i> | | 6 | | 6 | | <0.1 | | <0.1 | | 1 | |
| <i>Scheloribates ascendens</i> | | 6 | | 6 | | <0.1 | | <0.1 | | 2 | |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | | 5 | | 5 | | <0.1 | | <0.1 | | 3 | |
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | | | 5 | 5 | | | <0.1 | <0.1 | | | 2 |
| <i>Phthiracarus crinitus</i> | | 3 | 1 | 4 | | <0.1 | <0.1 | <0.1 | | 1 | 1 |
| <i>Allosuctobelba grandis</i> | | 4 | | 4 | | <0.1 | | <0.1 | | 2 | |
| <i>Oribatella calcarata</i> | <1 | 3 | | 3 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 1 | 2 | | |
| <i>Carabodes areolatus</i> | | 3 | | 3 | | <0.1 | | <0.1 | | 1 | |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> | | 3 | | 3 | | <0.1 | | <0.1 | | 1 | |
| <i>Pergalumna nervosa</i> | 2 | | | 2 | 0.1 | | | <0.1 | 1 | | |
| <i>Eupelops hirtus</i> | 1 | <1 | 1 | 2 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 3 | 1 | 1 |
| Summe | 1 766 | 31 644 | 28 084 | 61 489 | | | | | | | |
| Artenzahl | 40 | 79 | 69 | 82 | | | | | | | |

* = für die Arten der Familien Brachychochthoniidae und Suctobelbidae wurden Abundanz und Dominanz aus nur 4 Probenahmen (je ein Probesternin zu jeder Jahreszeit) bestimmt; die Anzahl der Monate, in denen diese Arten gefunden wurden, sind daher in Klammern gesetzt.

gewisse Bevorzugung der F-Schicht, da sie hier im Gegensatz zur L-Schicht während des größten Teils des Jahres auftreten. Vereinzelt findet man Arten mit einer Präferenz für Totholz auch in der F-Schicht wie *A. grandis*, *S. ascendens* und *N. aurantiacus*.

Bemerkenswert ist die hohe Konstanz, mit der die meisten Arten sowohl in der F- als auch in der H-Schicht vorkommen. In beiden Schichten ist ein Drittel der Arten während des ganzen Jahres zu finden.

H-Schicht (Humusschicht)

In der von Feinwurzeln durchsetzten H-Schicht ist die Struktur des Fallaubs nicht mehr erkennbar, nur von verholzten Teilen wie Zweigen und Fruchthüllen sind noch makroskopisch erkennbare Reste vorhanden. Der weitere Abbau wird hier ganz überwiegend von der Mikroflora bewerkstelligt und deshalb nimmt auch bei den Oribatiden der Anteil der kleinen Arten zu, die sich hauptsächlich von der Mikroflora, also sapromikrophag, ernähren. Mikroklimatisch ist die H-Schicht am ausgeglicheneiten, d.h. von den drei Streuschichten zeigt die Humusschicht die geringsten Amplituden in Bezug auf Temperatur und Substratfeuchte im Tages- und im Jahresverlauf (BECK & MITTMANN 1982).

Die gesamte Artengruppe der Oppioidea hat mit über 70 % Dominanzanteil ihr größtes Vorkommen im Moderbuchenwald in der Humusschicht. Die häufigste Art ist *O. nova*. Sie tritt an die Stelle von *O. ornata*, die hier

nur noch subdominant erscheint. Ebenfalls subdominant ist *O. sigma*, die in der L-Schicht gar nicht und in der F-Schicht subrezedent auftritt und als charakteristische Art der tieferen Bodenschichten bezeichnet werden kann. Die Suctobelben werden noch stärker als in der F-Schicht durch die beiden Arten *S. subcornigera* und *S. acutidens* repräsentiert. Einige Arten der Oppioidea sind in der H-Schicht zwar etwas häufiger als in der F-Schicht, aber auch hier nur in verhältnismäßig kleiner Zahl (rezedent-subrezedent) zu finden. Ihre stärkere

Tabelle 8. Abundanzen und Artenzahlen der Oribatiden in der Streuauflage am Stammfuß in den vier Himmelsrichtungen.

| L-SCHICHT | | | |
|------------|---------------|--------------|------------------------|
| Richtung | Anzahl Proben | Anzahl Arten | Abundanz Adulti/100gTG |
| N | 2 | 10 | 122 |
| O | 3 | 20 | 691 |
| S | 4 | 18 | 396 |
| W | 4 | 19 | 387 |
| FH-SCHICHT | | | |
| Richtung | Anzahl Proben | Anzahl Arten | Abundanz Adulti/100gTG |
| N | 3 | 35 | 1491 |
| O | 4 | 50 | 1609 |
| S | 4 | 42 | 1036 |
| W | 4 | 48 | 1557 |

Tabelle 9. Abundanz (Ind./100g Trockengewicht) der Oribatidenarten aus der Streuauflage am Stammfuß der Buchen; Dominanzwerte (%) und Konstanzwerte (%) für die beiden Streuschichten L- und FH-Schicht am Stammfuß. Zum Vergleich werden noch einmal die Dominanzwerte (%) für die L- und FH-Schicht in der Fläche aufgeführt. Die Arten sind nach abnehmender Dominanz in der gesamten Streu (LFH) am Stammfuß sortiert; da die Proben keinen Flächenbezug haben, würde eine Gewichtung nach der Individuenzahl zu einer Überbewertung der Bewohner der L-Schicht führen.

| | Abundanz (Ind./100g TG) | | Streu am Stammfuß | | | Konstanz (%) | | Streu in der Fläche | | |
|--------------------------------------|-------------------------|-------|-------------------|------|------|--------------|-----|---------------------|------|------|
| | L | FH | Dominanz (%) | | | L | FH | Dominanz (%) | | |
| | | | L | FH | LFH | | | L | FH | LFH |
| <i>Oppiella ornata</i> | 137.1 | 212.2 | 32.7 | 15.0 | 23.9 | 69 | 93 | 31.0 | 8.7 | 9.7 |
| <i>Tectocepheus velatus</i> | 23.5 | 298.0 | 5.6 | 21.0 | 13.3 | 85 | 100 | 11.7 | 10.3 | 10.4 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 39.5 | 74.6 | 9.4 | 5.3 | 7.4 | 92 | 87 | 1.2 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Chamobates borealis</i> | 43.6 | 44.0 | 10.4 | 3.1 | 6.8 | 62 | 67 | | | |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 30.6 | 35.0 | 7.3 | 2.5 | 4.9 | 85 | 100 | 4.1 | 0.3 | 0.5 |
| <i>Oppiella nova</i> | 1.9 | 121.1 | 0.5 | 8.5 | 4.5 | 31 | 93 | 2.4 | 18.2 | 17.2 |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 7.4 | 90.0 | 1.7 | 6.3 | 4.0 | 39 | 87 | 1.2 | 11.6 | 11.2 |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 10.2 | 43.0 | 2.4 | 3.0 | 2.7 | 46 | 93 | 4.8 | 2.7 | 2.8 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 15.2 | 17.5 | 3.6 | 1.2 | 2.4 | 69 | 87 | 7.1 | 3.1 | 3.3 |
| <i>Hermannia gibba</i> | 6.9 | 39.8 | 1.6 | 2.8 | 2.2 | 69 | 80 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Oribatella calcarata</i> | 11.4 | 14.1 | 2.7 | 1.0 | 1.9 | 69 | 93 | <0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 11.9 | 10.3 | 2.8 | 0.7 | 1.8 | 77 | 87 | 2.4 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Quadroppia paolii</i> | 0.6 | 50.0 | 0.1 | 3.5 | 1.8 | 8 | 80 | | 1.1 | 1.0 |
| <i>Oppiella sigma</i> | | 43.0 | | 3.0 | 1.5 | | 87 | | 2.1 | 1.9 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 4.5 | 25.7 | 1.1 | 1.8 | 1.4 | 39 | 93 | 1.1 | 6.5 | 6.2 |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | 5.2 | 22.7 | 1.2 | 1.6 | 1.4 | 31 | 87 | 2.9 | 2.5 | 2.6 |
| <i>Brachychthonius pius/berlesei</i> | 7.1 | 3.2 | 1.7 | 0.2 | 1.0 | 15 | 33 | | 0.2 | 0.2 |
| <i>Quadroppia quadricarinata</i> | | 25.2 | | 1.8 | 0.9 | | 73 | | 0.1 | 0.1 |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 7.5 | 0.7 | 1.8 | 0.1 | 1.0 | 15 | 13 | | <0.1 | <0.1 |
| <i>Suctobelba perforata</i> | 3.3 | 8.4 | 0.8 | 0.6 | 0.7 | 23 | 53 | | 0.1 | 0.1 |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 0.9 | 17.5 | 0.2 | 1.2 | 0.7 | 15 | 73 | 0.3 | 4.1 | 4.1 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 4.9 | 2.4 | 1.2 | 0.2 | 0.7 | 15 | 67 | 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Liochthonius brevis</i> | 4.0 | 15.9 | 1.0 | 1.1 | 0.6 | 15 | 47 | 1.8 | 0.6 | 0.6 |
| <i>Suctobelba hamata</i> | 2.0 | 10.0 | 0.5 | 0.7 | 0.6 | 23 | 53 | | 1.0 | 0.9 |
| <i>Suctobelba arcana</i> | 1.6 | 11.9 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 23 | 80 | | 0.2 | 0.2 |
| <i>Suctobelba falcata</i> | 2.1 | 8.9 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 23 | 67 | | 1.8 | 1.7 |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | 0.8 | 13.5 | 0.2 | 0.9 | 0.6 | 15 | 73 | 0.6 | 1.4 | 1.4 |
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 1.8 | 10.0 | 0.4 | 0.7 | 0.6 | 23 | 33 | | <0.1 | <0.1 |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 0.6 | 12.6 | 0.1 | 0.9 | 0.5 | 15 | 73 | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Steganacarus herculeanus</i> | 2.3 | 7.3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 23 | 73 | 1.1 | 0.7 | 0.7 |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> | 1.0 | 9.4 | 0.2 | 0.7 | 0.5 | 15 | 80 | 0.1 | 0.9 | 0.8 |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 3.2 | 3.2 | 0.8 | 0.2 | 0.5 | 46 | 27 | | | |
| <i>Neobrachychthonius</i> sp. | 1.7 | 5.6 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 15 | 47 | | | |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 2.3 | 4.2 | 0.5 | 0.3 | 0.4 | 23 | 80 | 1.1 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 1.2 | 5.1 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 15 | 40 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 2.0 | 2.4 | 0.5 | 0.2 | 0.4 | 23 | 40 | 7.2 | 1.5 | 1.7 |
| <i>Brachychthonius impressus</i> | 0.6 | 6.8 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 8 | 47 | | 2.2 | 2.1 |
| <i>Suctobelba similis</i> | 0.7 | 6.2 | 0.2 | 0.4 | 0.3 | 15 | 40 | | 0.7 | 0.7 |
| <i>Oppiella splendens</i> | 2.5 | 1.8 | 0.6 | 0.1 | 0.3 | 15 | 27 | | | |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> | | 8.5 | | 0.6 | 0.3 | | 87 | | | |
| <i>Damaeus clavipes</i> | 2.1 | 2.1 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 31 | 53 | 0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Liacarus subterraneus</i> | 1.8 | 2.5 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 23 | 67 | 2.8 | 0.6 | 0.6 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 2.3 | 1.0 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 8 | 27 | | | |
| <i>Chamobates birulai</i> | 0.2 | 9.3 | <0.1 | 0.6 | 0.3 | 8 | 33 | | | |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | | 7.9 | | 0.6 | 0.3 | | 80 | 0.4 | 2.7 | 2.5 |
| <i>Liochthonius evansi</i> | 0.5 | 3.3 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 8 | 27 | | 0.1 | 0.1 |
| <i>Liochthonius simplex</i> | 0.9 | 0.8 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 8 | 20 | | 1.8 | 1.7 |
| <i>Cepheus dentatus</i> | 1.6 | 1.8 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 15 | 33 | 0.3 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Galumna lanceata</i> | 1.5 | 1.3 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 23 | 33 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | | 5.8 | | 0.4 | 0.2 | | 67 | | 0.5 | 0.5 |
| <i>Oppiella obsoleta</i> | | 5.1 | | 0.4 | 0.2 | | 27 | | 1.1 | 1.0 |
| <i>Licnermaeus licnophorus</i> | | 6.3 | | 0.4 | 0.2 | | 13 | | | |
| <i>Eupelops hirtus</i> | 0.7 | 0.9 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 15 | 27 | 0.1 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Brachychochthonius honestus</i> | | 1.0 | | 0.1 | 0.1 | | 27 | | 1.7 | 1.6 |
| <i>Verachthonius</i> sp. | 0.7 | 0.1 | 0.2 | <0.1 | 0.1 | 8 | 7 | | 0.1 | 0.1 |
| <i>Poecilochthonius spiciger</i> | | 1.1 | | 0.1 | 0.1 | | 13 | | 0.1 | <0.1 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|-----|------|------|------|----|-----|------|------|
| <i>Liochthonius leptaleus</i> | | | 0.4 | <0.1 | 0.1 | | 13 | | 0.6 | 0.5 |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> | | | 3.8 | | 0.3 | 0.1 | 53 | 0.3 | 1.4 | 1.4 |
| <i>Caleremaeus monilipes</i> | 0.5 | | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 33 | | |
| <i>Suctobelba nasalis</i> | 0.6 | | 1.4 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 33 | 0.1 | 0.1 |
| <i>Oppiella confinis</i> | | | 2.3 | | 0.2 | 0.1 | | 13 | | |
| <i>Oppia laniseta</i> | 0.3 | | | 0.1 | | 0.1 | 8 | | | |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 0.3 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 7 | 2.2 | 0.1 |
| <i>Domatorina plantivaga</i> | 0.3 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 7 | | |
| <i>Allosuctobelba grandis</i> | | | 0.9 | | 0.1 | 0.1 | | 13 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Carabodes femoralis</i> | | | 1.0 | | 0.1 | 0.1 | | 27 | 0.1 | <0.1 |
| <i>Chamosates spinosus</i> | | | 0.8 | | 0.1 | 0.1 | | 7 | | |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | | | 1.2 | | 0.1 | 0.1 | | 33 | 0.1 | 0.4 |
| <i>Eupelops plicatus</i> | 0.2 | | 2.1 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 47 | 4.6 | 0.4 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | | | 0.8 | | 0.1 | 0.1 | | 27 | | <0.1 |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | 0.6 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 8 | 20 | <0.1 | <0.1 |
| <i>Oppiella minutissima</i> | | | 2.1 | | 0.1 | 0.1 | | 47 | | 0.1 |
| <i>Nothrus silvestris</i> | | | 3.5 | | 0.2 | 0.1 | | 67 | 0.3 | 1.4 |
| <i>Brachyochthonius zelawaiensis</i> | | | 0.5 | | <0.1 | <0.1 | | 20 | | 0.5 |
| <i>Liochthonius hystericinus</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | |
| <i>Liacarus xyliariae</i> | | | 0.7 | | 0.1 | <0.1 | | 27 | 1.3 | 0.3 |
| <i>Amerus polonicus</i> | | | 0.7 | | 0.1 | <0.1 | | 13 | 0.1 | 0.3 |
| <i>Phthiracarus crinitus</i> | | | 0.6 | | <0.1 | <0.1 | | 27 | | <0.1 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 13 | | |
| <i>Nanhermannia elegantula</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | <0.1 |
| <i>Rhysotritia minima</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 13 | | |
| <i>Eupelops torulosus</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 13 | 1.0 | 0.1 |
| <i>Achipteria coleoptrata</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3.3 | 0.9 |
| <i>Edwardzetes edwardsi</i> | | | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | |
| <i>Eniochthonius minutissimus</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | 0.1 |
| <i>Steganacarus magnus</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | <0.1 |
| <i>Metabelba montana</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | 0.1 |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | <0.1 |
| <i>Schelorbates quintus</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 0.7 | 0.1 |
| <i>Melanozetes mollicomus</i> | | | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | | 0.1 |
| Summe | 419.1 | 1418.7 | | | | | | | | |
| Artenzahl | 55 | 89 | | | | | | | 40 | 81 |
| Probenzahl | 13 | 15 | | | | | | | 12 | 12 |

Bindung an die Humusschicht wird vor allem daran sichtbar, daß sie in diesem Habitat viel regelmäßiger vorkommen. Dazu gehören *O. obsoleta*, *O. falcata*, *B. lanceolata*, *Q. quadricarinata*, *C. dalecarlica*, *O. minutissima* und *P. paolii*.

Bei den Phthiracaridea ist *R. duplicata* für diese Schicht charakteristisch, wo sie bevorzugt an Wurzeln vorkommt (FÜHRER 1961). ANDERSON (1971) fand die nahverwandte Art *R. ardua* hauptsächlich in der unteren F-Schicht und in der H-Schicht, wo sie sich in stark vermodertem Holz und in abgestorbenen Wurzeln eingräbt. Von den Belboidea haben *D. minutissima* und *M. montana* in der Humusschicht ihr Hauptvorkommen, während sich die große Art *D. clavipes* bevorzugt in der F-Schicht aufhält.

5.1.2 Oribatidenzönose der Bodenstreu am Stammfuß

Durch seine Lage vermittelt das Habitat Streu am Stammfuß zwischen den beiden Lebensräumen Waldboden und Baum. Mit 90 Oribatidenarten ist es das artenreichste Habitat im Untersuchungsgebiet. Hier findet man hauptsächlich die Arten aus der Bodenstreu, aber

auch zönoseeigene Arten und in geringer Anzahl Arten vom Baum und aus benachbarten Moospolstern.

Aus technischen Gründen können hier keine flächenbezogenen Proben mit dem Quadratstecher genommen werden. Die Abundanzen sind auf Individuen pro 100 g Trockengewicht der Streu umgerechnet. Die beiden Schichten F und H wurden als Mischprobe zusammengefaßt (s. a. Kap. 3.1.). Eine zusammenfassende quantitative Darstellung der gesamten Streuschicht (LFH) am Stammfuß ist nicht möglich, da 100 g L-Schicht einem ganz anderen Flächenausschnitt entsprechen als 100 g FH-Schicht (Tab. 9).

Das ankommende Stammablaufwasser und die Hangneigung des Waldbodens schaffen am Baumfuß spezielle Habitatbedingungen. Das Stammablaufwasser bewirkt in der Regel einen höheren Wassergehalt und eine stärkere Versauerung der stammnahen Bodenoberfläche sowie einen beträchtlich erhöhten Eintrag von Nitrat, Sulfat aber auch Schwermetallen aus der Luft und durch Auswaschung aus dem Kronenraum der Buchen (LOSSE 1986). Durch die Hanglage der Untersuchungsfläche ist die Verteilung der Streu um den Baum sehr ungleichmäßig. An der hangabwärts

Tabelle 10. Abundanz, Dominanz und Konstanz der Oribatidenarten aus Moosproben im Stadtwald Ettlingen. MF = Moos am Stammfuß (16 Proben), Moos auf Wurzeln (3 Proben), Moos auf Ast am Boden (1 Probe). MS = Moos auf Stein (12 Proben) und Moos auf blanker Erde (2 Proben).

| | Abundanz (Ind/10g TG) | | | Dominanz (%) | | | Konstanz (%) | | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------|--------|--------------|------|--------|--------------|----|--------|
| | MF | MS | Gesamt | MF | MS | Gesamt | MF | MS | Gesamt |
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 871.7 | 1753.9 | 1234.9 | 71.7 | 84.7 | 78.8 | 90 | 93 | 91 |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 187.7 | 7.1 | 113.3 | 15.4 | 0.3 | 7.2 | 100 | 21 | 68 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 33.8 | 51.8 | 41.2 | 2.8 | 2.5 | 2.6 | 75 | 86 | 79 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 32.6 | 9.1 | 23.0 | 2.7 | 0.4 | 1.5 | 90 | 64 | 82 |
| <i>Quadropia paolii</i> | 0.6 | 37.0 | 15.6 | <0.1 | 1.8 | 1.0 | 15 | 79 | 41 |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 8.3 | 25.7 | 15.5 | 0.7 | 1.2 | 1.0 | 55 | 86 | 68 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 16.5 | 11.2 | 14.3 | 1.4 | 0.5 | 0.9 | 80 | 86 | 82 |
| <i>Oppiella ornata</i> | 11.1 | 17.3 | 13.7 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 55 | 93 | 71 |
| <i>Oppiella splendens</i> | 6.2 | 22.6 | 13.0 | 0.5 | 1.1 | 0.8 | 10 | 36 | 21 |
| <i>Hermannia gibba</i> | 4.8 | 15.9 | 9.3 | 0.4 | 0.8 | 0.6 | 40 | 93 | 62 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 8.1 | 10.3 | 9.0 | 0.7 | 0.5 | 0.6 | 40 | 86 | 59 |
| <i>Quadropia quadricarinata</i> | 1.3 | 19.4 | 8.7 | 0.1 | 0.9 | 0.6 | 15 | 57 | 32 |
| <i>Oppiella sigma</i> | 0.3 | 19.5 | 8.2 | <0.1 | 0.9 | 0.5 | 10 | 64 | 32 |
| <i>Neobrachychthonius</i> sp. | 4.7 | 4.3 | 4.5 | 0.4 | 0.2 | 0.3 | 20 | 57 | 35 |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 4.0 | 5.0 | 4.4 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 50 | 79 | 62 |
| <i>Liochthonius brevis</i> | 1.2 | 8.7 | 4.3 | 0.1 | 0.4 | 0.3 | 20 | 36 | 26 |
| <i>Melanozetes mollicomus</i> | 1.6 | 6.9 | 3.8 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 10 | 36 | 21 |
| <i>Liochthonius simplex</i> | 1.3 | 4.3 | 2.5 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 15 | 36 | 24 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 0.9 | 4.3 | 2.3 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 10 | 64 | 32 |
| <i>Liochthonius evansi</i> | 1.8 | 2.9 | 2.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 20 | 21 | 21 |
| <i>Chamobates borealis</i> | 2.4 | 1.4 | 2.0 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 30 | 21 | 27 |
| <i>Suctobelba falcata</i> | | 4.5 | 1.9 | | 0.2 | 0.1 | | 43 | 18 |
| <i>Suctobelba hamata</i> | | 4.1 | 1.7 | | 0.2 | 0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | 0.6 | 2.3 | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 15 | 36 | 24 |
| <i>Metabelba montana</i> | <0.1 | 3.1 | 1.3 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 5 | 14 | 9 |
| <i>Suctobelba arcana</i> | 0.7 | 2.0 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 15 | 43 | 26 |
| <i>Oppiella nova</i> | | 2.6 | 1.1 | | 0.1 | 0.1 | | 50 | 21 |
| <i>Eupelops plicatus</i> | 0.6 | 1.6 | 1.0 | <0.1 | 0.1 | 0.1 | 25 | 21 | 24 |
| <i>Chamobates birulai</i> | 1.3 | 0.5 | 1.0 | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 15 | 7 | 12 |
| <i>Chamobates spinosus</i> | 1.3 | | 0.8 | 0.1 | | <0.1 | 10 | | 6 |
| <i>Oribatella calcarata</i> | 1.2 | <0.1 | 0.7 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 35 | 7 | 24 |
| <i>Liochthonius leptaleus</i> | 0.4 | 1.1 | 0.7 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 10 | 29 | 18 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 0.9 | 0.4 | 0.7 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 20 | 14 | 18 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 0.1 | 1.6 | 0.7 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 5 | 29 | 15 |
| <i>Parachipteria punctata</i> | 1.0 | 0.1 | 0.7 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | 15 | 7 | 12 |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 0.6 | 0.6 | 0.6 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 15 | 29 | 21 |
| <i>Suctobelba perforata</i> | 0.3 | 1.0 | 0.6 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 14 | 9 |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 0.6 | 0.4 | 0.5 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 10 | 14 | 12 |
| <i>Paraliochthonius</i> sp. | 0.1 | 1.1 | 0.5 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | 5 | 14 | 9 |
| <i>Edwardzetes edwardsi</i> | | 0.6 | 0.3 | | <0.1 | <0.1 | | 29 | 12 |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | 0.3 | 0.2 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 10 | 7 | 9 |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 0.4 | 0.1 | 0.3 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 10 | 7 | 9 |
| <i>Scheloribates ascendens</i> | 0.5 | | 0.3 | <0.1 | | <0.1 | 15 | | 9 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 0.5 | | 0.3 | <0.1 | | <0.1 | 10 | | 6 |
| <i>Camisia horrida</i> | 0.4 | <0.1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 15 | 7 | 12 |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 0.3 | 0.1 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 15 | 7 | 12 |
| <i>Eupelops hirtus</i> | 0.2 | 0.2 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 14 | 9 |
| <i>Galumna lanceata</i> | 0.3 | | 0.2 | <0.1 | | <0.1 | 15 | | 9 |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> | | 0.4 | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 21 | 9 |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> | 0.1 | 0.3 | 0.2 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | | 0.5 | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 14 | 6 |
| <i>Brachychthonius pius/berleseii</i> | | 0.6 | 0.2 | | <0.1 | <0.1 | | 14 | 6 |
| <i>Liacarus (Dorycranosus)</i> sp. | 0.3 | | 0.2 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 10 | 14 | 12 |
| <i>Damaeus clavipes</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Amerus polonicus</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Suctobelba similis</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|----|----|---|
| <i>Nothrus silvestris</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | 0.1 | 0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Caleremaeus monilipes</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | 7 | 6 |
| <i>Liacarus xyliariae</i> | 0.2 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 10 | | 6 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | | 0.4 | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 14 | 6 |
| <i>Liochthonius alpestris</i> | | 0.3 | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 14 | 6 |
| <i>Eporibatula rauschenensis</i> | 0.2 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Schelorbates pallidulus</i> | 0.3 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Oppiella falcata</i> | | 0.2 | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 0.2 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | 0.1 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Suctobelba nasalis</i> | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Oppiella minutissima</i> | 0.1 | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | 0.1 | | <0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Liacarus subterraneus</i> | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | <0.1 | 5 | | 3 |
| <i>Phthiracarus crinitus</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Oppia laniseta</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Domatorina plantivaga</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | | <0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Carabodes femoralis</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Oppiella obsoleta</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Eulohmannia ribagai</i> | | <0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| <i>Pantelozetes paolii</i> | | 0.1 | <0.1 | | <0.1 | <0.1 | | 7 | 3 |
| Summe | 1 216 | 2 071 | 1 568 | | | | | | |
| Anzahl Arten | 64 | 68 | 82 | | | | | | |
| Anzahl Proben | 20 | 14 | 34 | | | | | | |

gerichteten Seite, das ist hier die Nordseite, ist die Streuschicht nur schwach ausgebildet, oft fehlt eine abdeckende Fallaubschicht. Der pH-Wert der FH-Schicht ist an der Nordseite in den meisten Fällen am niedrigsten (3,3 - 3,9), weil hier in der Regel der Niederschlag abläuft.

In der Laubschicht der Nordseite (2 Proben) wurden die kleinsten Arten- und Individuendichten gefunden. In der FH-Schicht gibt es keine deutlichen Unterschiede von Artenzahl und Abundanz in den vier Himmelsrichtungen (Tab. 8). Losse (1986) fand am Stammfuß von Altbuchen im Eggegebirge bei Paderborn, daß auch die Arten- und Individuenzahlen der Collembolen im Stammablaufsektor in jedem Fall zurückgehen.

Wie in der Bodenstreu in der Fläche ist *O. ornata* auch am Stammfuß mit über 30 % Dominanz die zahlenmäßig vorherrschende Oribatidenart in der Laubschicht. Was die L-Schicht am Stammfuß von der übrigen L-Schicht im Moderbuchenwald deutlich unterscheidet, ist die eudominante Art *C. borealis* und *C. labyrinthicus*, der hier dominant und mit großer Konstanz anzutreffen ist. *C. borealis* wurde während der langjährigen Probennahme im Stadtwald Ettligen nur vereinzelt in der Bodenstreu gefunden und kann deshalb als Charakterart der Streu am Stammfuß gelten. Zu den Oribatiden, die in der Laubschicht am Stammfuß wesentlich häufiger vorkommen als in der Fläche, gehören vor allem die Arten *H. gibba*, *C. areolatus*, *C. pusillus* und *O. calcarata*. Im Vergleich zur übrigen Bodenstreu kommen am Stammfuß viele Brachychthoniidae-Arten bereits in der Laubschicht vor.

In der FH-Schicht am Stammfuß sind *O. ornata* und *T. velatus* fast doppelt so häufig wie in den vergleichbaren

Schichten in der Fläche. *C. labyrinthicus* ist mit über 5 % der adulten Individuen hier dominant. Dagegen sind *S. subcornigera*, *S. acutidens*, *O. nova*, *O. subpectinata* und *O. tibialis* weit weniger häufig als in der Fläche, aber mit Konstanz zwischen 70 und 100 % doch sehr regelmäßig anzutreffen. Während der Anteil der Oppioidea in dieser Schicht am Baumfuß 50 % der Individuen beträgt, sind es im Gegensatz dazu in der FH-Schicht der Fläche 63 %.

Nur in der Streu am Stammfuß und in geringerer Anzahl im Moos am Stammfuß kann man alle fünf *Chamobates*-Arten finden, die aus dem Stadtwald Ettligen bekannt sind. Viele der weniger häufigen und seltenen Oribatidenarten stammen aus den benachbarten Habitaten: *D. plantivaga* und *O. ocellatus* leben auf der Buchenrinde, *A. longilamellata* und *C. borealis* findet man in Totholz. Einige Arten haben ihr Hauptvorkommen in Moospolstern: *Z. exilis*, *O. splendens*, *E. edwardsi*, *M. mollicomus*, *C. birulai*, *M. pseudofusiger*. Die folgenden Arten wurden in dieser Untersuchung ausschließlich in der Streu am Stammfuß gefunden: *L. licnophorus*, *O. confinis*, *R. minima*, *S. magnus*.

5.2. Oribatidenzöosen in Moospolstern

Aus insgesamt 34 Proben von Moospolstern wurden die Tiere mit Hilfe von Berlese-Trichtern extrahiert. Bei der Auswertung wurde unterschieden zwischen Moospolstern auf Steinen und blanker Erde (MS) und Moospolstern auf dem Substrat Holz (MF), also auf den Wurzelanläufen am Stammfuß der Buchen, auf freiliegenden Wurzeln und auf einem herabgefallenen trockenen Aststück. Die verschiedenen Moosarten im Moderbuchenwald sind in Kapitel 2.2. aufgeführt, das

häufigste Moos auf allen Substraten war *Hypnum cupressiforme*.

Die Zönosen der beiden Habitate epilithische und epiphytische Moospolster stimmen in vielem überein, es lassen sich aber auch ein paar charakteristische Unterschiede aufzeigen (Tab. 10).

Beherrscht wird die Oribatidengemeinschaft der Moospolster von *M. pseudofusiger*. Diese Art ist in beiden Habitaten in 90 % der Proben zu finden und kann mit Dominanzen von über 70 % auf Holz und über 80 % auf Stein als Massenart der Moospolster im Moderbuchwald bezeichnet werden. In der Bodenstreu ist *M. pseudofusiger* nur ganz vereinzelt zu finden; etwas häufiger, aber mit geringen Dominanzanteilen kommt die Art in der Streu am Stammfuß und in Proben von totem Holz vor.

Das Moos am Stammfuß wird durch *Z. exilis* charakterisiert, die hier mit über 15 % Dominanz eudominant auftritt und in allen Moospolstern auf Holz zu finden ist. In Moos auf Stein kommt sie mit weniger als 1 % Dominanz nur subzedent vor. *C. pusillus* und *C. labyrinthicus* kommen im Moos am Stammfuß ebenfalls mit höheren Dominanzanteilen vor als in epilithischen Moosen, sie sind aber in beiden Habitaten in einer vergleichbaren Anzahl von Proben zu finden. *T. velatus* ist in Moos am Stammfuß ebenso häufig und regelmäßig zu finden wie in Moos auf Steinen.

In den epilithischen Moospolstern finden sich außerdem mit hoher Konstanz (70 %) *Q. paolii*, *O. ornata*, *H. gibba* und die *Suctobelba*-Arten *trigona*, *acutidens* und *subcornigera*. Während in Moos auf Stein die Artengruppe der Oppioidea mit größerer Arten- und Individuenzahl vertreten ist, findet man in Moos auf Holz einen größeren Anteil von Arten aus der Gattung *Chamobates*, die auch für die Streu am Stammfuß kennzeichnend ist.

P. punctata wurde im Untersuchungsgebiet bisher nur in Moosen und ganz vereinzelt in der Streu am Stammfuß gefunden. Die andere Art der Familie Achipteridiidae, die im Stadtwald Ettlingen vorkommt, *A. coleoprata*, findet man ausschließlich in der Bodenstreu. *E. ribagai* wurde in dieser Untersuchung nur in einem Moospolster auf einem Stein entdeckt, auch Exemplare aus früheren Aufsammlungen stammen aus Moospolstern (BECK & WOAS 1991). *S. pallidulus* findet man außer in Moos am Stammfuß auch in Baumstubben, wo sie in großer Anzahl vorkommen kann. Die Art wurde in keinem der anderen Habitate gefunden.

Als typischer Moosbewohner kann *M. mollicomus* bezeichnet werden, obwohl diese Art nur subzedent und mit geringer Konstanz in den Moosen im Untersuchungsgebiet zu finden war. In der Laborzucht wurde sie mehrfach beim Fressen an Moosblättchen beobachtet (Tab. 25) und sie legte Eier an der Blattbasis von Moosblättern ab. *E. edwardsi* fraß ebenfalls an Moosblättchen (Tab. 25), Gewebereste von Moos wurden bei dieser Art auch im Darminhalt gefunden.

5.3. Oribatidenzönose in Totholz

In den beiden Habitaten Totholz am Waldboden und Totholz auf den Buchen kommen viele gemeinsame Arten vor, die Dominanzstrukturen der Oribatidengemeinschaften weisen aber große Unterschiede auf (Tab. 11). Die eudominanten Arten in Totholz am Waldboden sind *A. longilamellata*, *O. ornata* und *C. pusillus*, *A. longilamellata*, die sonst im Untersuchungsgebiet selten ist, kann im Totholz sehr zahlreich auftreten. Als regelmäßige Bewohner von modernem Holz können *P. piger*, *P. anonymus*, *R. duplicata* und *P. leontonycha* genannt werden. Die drei erstgenannten Arten aus der Verwandtschaftsgruppe der Phthiracaroida sind in den verschiedenen Schichten der Bodenstreu häufig; die echten Holzbewohner unter den Phthiracaroida, z. B. *P. crinitus*, sind generell als selten einzustufen. *P. leontonycha* wird zwar nur selten gefunden, ist aber bekannt als Bewohner von Borkenkäfergängen (VITZTHUM 1926) und von totem Buchenholz (TRAVÉ 1960). Der Großteil der Zönose in Totholz am Boden setzt sich aber aus den Oribatidenarten der Streuschicht zusammen.

Der Mulm aus Astlöchern und Baumhöhlen beherbergt eine vielfältige Oribatidengemeinschaft, die sich aus verschiedenen Elementen anderer Zönosen zusammensetzt, aber auch ein paar bemerkenswerte, zönoseeigene Arten besitzt. *E. cribarius*, *O. pectinata*, *Scheloribates* sp. und *A. longipluma* fanden sich ausschließlich in diesem Habitat. *E. cribarius* trat daneben auch in den Barberfallen-Fängen auf. Wenn sie sich nicht gerade "auf Wanderschaft" befindet, ist diese Art streng an Holz gebunden (BERG 1989) und zeigt eine deutliche Präferenz für Mulm mit hoher Feuchtigkeit und in einem fortgeschrittenen Zersetzungsstadium (MÄRKELE 1958, WILLMANN 1931). Ein anderer typischer Holzbewohner am Baum ist *P. stramineus*; in Totholz am Boden ist diese Art selten. Dagegen kommen die beiden Arten *P. piger* und *P. anonymus*, die am Boden häufig und regelmäßig in Totholz zu finden sind, am Baum selten bzw. gar nicht vor. Die *Scheloribates*-Art, die im Mulm gefunden wurde, konnte bis jetzt noch nicht identifiziert werden. Weiterhin wird die Gemeinschaft im Mulm aus Baumhöhlen geprägt von Arten aus benachbarten Habitaten am Stammfuß: *C. areolatus* und *C. borealis* aus der Streu und *Z. exilis* aus Moos. Nicht selten sind im Mulm Arten aus der F- und H-Schicht der Bodenstreu zu finden: *O. nova*, *Suctobelba acutidens*, *S. subcornigera*, *B. lanceolata*. Sie finden im Mulm ähnliche Feuchtigkeitsverhältnisse und einen vergleichbaren Zersetzungs- und Verpilzungsgrad des Substrates wie in den unteren Schichten der Bodenstreu.

5.4. Oribatiden an Pilzen

Die Oribatidenfauna an Pilzfruchtkörpern wurde lediglich an fünf Proben von verschiedenen Pilzen untersucht, die auf morschem Holz am Boden oder direkt am Stammfuß von Buchen wuchsen. Die Pilze wurden auf dem Berlese-Trichter getrocknet.

WUNDERLE: Oribatiden, Buchenwald-Habitat

101

Tabelle 11. Abundanz (Ind./100g TG) und Dominanz (%) der Oribatiden in Proben von Totholz, sowie Anzahl der Proben, in denen eine Art gefunden wurde. TBoden = Totholz am Waldboden: herabgefallene Äste; Tbaum = Totholz am Baum: abgestorbene Äste, modernes Holz aus Astlöchern und Mull aus Baumhöhlen.

| Art | Abundanz (Ind./100g TG) | | | Dominanz (%) | | | Anzahl der Proben | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------|--------|--------------|-------|--------|-------------------|-------|--------|
| | TBoden | Tbaum | Gesamt | TBoden | Tbaum | Gesamt | TBoden | Tbaum | Gesamt |
| <i>Autogmeta longilamellata</i> | 128.2 | 0.2 | 57.1 | 17.3 | 0.3 | 15.5 | 2 | 1 | 3 |
| <i>Oppiella ornata</i> | 113.8 | | 50.6 | 15.4 | | 13.8 | 3 | | 3 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 82.2 | 3.3 | 38.4 | 11.1 | 4.7 | 10.4 | 4 | 2 | 6 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 46.0 | 0.3 | 20.6 | 6.2 | 0.4 | 5.6 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 35.6 | 0.3 | 16.0 | 4.8 | 0.4 | 4.4 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Cepheus dentatus</i> | 33.0 | | 14.6 | 4.5 | | 4.0 | 3 | | 3 |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 31.5 | 0.6 | 14.3 | 4.3 | 0.9 | 3.9 | 4 | 1 | 5 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 30.8 | 0.7 | 14.1 | 4.2 | 1.0 | 3.8 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Oppiella nova</i> | 22.8 | 4.6 | 12.7 | 3.1 | 6.5 | 3.5 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Chamobates borealis</i> | 21.8 | 3.5 | 11.6 | 2.9 | 5.0 | 3.2 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | 23.8 | | 10.6 | 3.2 | | 2.9 | 3 | | 3 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 20.5 | 1.3 | 9.9 | 2.8 | 1.8 | 2.7 | 4 | 1 | 5 |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> | 16.4 | | 7.3 | 2.2 | | 2.0 | 3 | | 3 |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 3.6 | 8.6 | 6.3 | 0.5 | 12.2 | 1.7 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Acrogalumna longipluma</i> | | 9.8 | 5.5 | | 13.9 | 1.5 | | 1 | 1 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 2.2 | 7.9 | 5.4 | 0.3 | 11.2 | 1.5 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 10.6 | | 4.7 | 1.4 | | 1.3 | 2 | | 2 |
| <i>Oribatella calcarata</i> | 6.0 | 2.8 | 4.2 | 0.8 | 4.0 | 1.1 | 2 | 2 | 4 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 4.4 | 4.1 | 4.2 | 0.6 | 5.8 | 1.1 | 1 | 3 | 4 |
| <i>Oppiella splendens</i> | 8.5 | | 3.8 | 1.1 | | 1.0 | 1 | | 1 |
| <i>Minuthozetes pseudofusiger</i> | 5.3 | 2.4 | 3.7 | 0.7 | 3.4 | 1.0 | 2 | 3 | 5 |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | 7.2 | | 3.2 | 1.0 | | 0.9 | 2 | | 2 |
| <i>Oribella pectinata</i> | | 5.7 | 3.2 | | 8.1 | 0.9 | | 1 | 1 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | 2.3 | 3.5 | 2.9 | 0.3 | 5.0 | 0.8 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 0.9 | 4.4 | 2.9 | 0.1 | 6.2 | 0.8 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Allosuctobelba grandis</i> | 6.6 | | 2.9 | 0.9 | | 0.8 | 1 | | 1 |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 6.6 | | 2.9 | 0.9 | | 0.8 | 1 | | 1 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | 6.6 | | 2.9 | 0.9 | | 0.8 | 1 | | 1 |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 5.9 | 0.3 | 2.8 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 3 | 1 | 4 |
| <i>Hermannia gibba</i> | 6.2 | | 2.7 | 0.8 | | 0.7 | 3 | | 3 |
| <i>Neobrachychthonius</i> sp. | 4.7 | | 2.1 | 0.6 | | 0.6 | 1 | | 1 |
| <i>Suctobelba arcana</i> | 4.4 | | 2.0 | 0.6 | | 0.5 | 1 | | 1 |
| <i>Eupelops plicatus</i> | 4.4 | | 1.9 | 0.6 | | 0.5 | 1 | | 1 |
| <i>Damaeus clavipes</i> | 4.4 | | 1.9 | 0.6 | | 0.5 | 1 | | 1 |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | 2.8 | 1.0 | 1.8 | 0.4 | 1.4 | 0.5 | 2 | 1 | 3 |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 3.5 | 0.3 | 1.7 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 2 | 1 | 3 |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 3.8 | | 1.7 | 0.5 | | 0.5 | 3 | | 3 |
| <i>Quadroppia paolii</i> | 2.2 | 0.2 | 1.1 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Amerus polonicus</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Suctobelba perforata</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Paraleius leontonycha</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Domitorina plantivaga</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Nothrus silvestris</i> | 2.2 | | 1.0 | 0.3 | | 0.3 | 1 | | 1 |
| <i>Oppia laniseta</i> | | 1.5 | 0.8 | | 2.1 | 0.2 | | 1 | 1 |
| <i>Scheloribates ascendens</i> | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.1 | 0.9 | 0.2 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Euphthiracarus cribrarius</i> | | 1.1 | 0.6 | | 1.6 | 0.2 | | 2 | 2 |
| <i>Scheloribates</i> sp. | | 1.1 | 0.6 | | 1.6 | 0.2 | | 1 | 1 |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | 1.2 | | 0.5 | 0.2 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 1.0 | | 0.4 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Liochthonius brevis</i> | 0.9 | | 0.4 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Carabodes femoralis</i> | 0.9 | | 0.4 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> | 0.9 | | 0.4 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 0.9 | | 0.4 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Nanhermannia elegantula</i> | 0.6 | | 0.3 | 0.1 | | 0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Brachychthonius impressus</i> | | 0.2 | 0.1 | | 0.3 | <0.1 | | 1 | 1 |
| Summe | 740 | 70 | 368 | | | | | | |
| Artenzahl | 50 | 27 | 56 | | | | | | |
| Probenzahl | 4 | 5 | 9 | | | | | | |

Die meisten Oribatidenarten wandern aus den benachbarten Kleinhabitaten Totholz und Moospolster auf die Pilze. Sämtliche Arten, die auf Pilzen vorkamen (Tab. 12), waren auch mit unterschiedlicher Häufigkeit in vermodertem Holz zu finden (Tab. 11). Außer den vier Arten *C. femoralis*, *A. longilamellata*, *N. aurantiacus* und *C. dentatus* waren alle Arten in den Pilzproben auch in Moos am Stammfuß oder auf Wurzeln vorhanden (Tab. 10). Vor allem die verschiedenen *Carabodes*-Arten werden häufig auf Pilzen gefunden (AOKI 1959, 1967; STRENZKE 1952). *C. femoralis*, der in anderen Habitaten selten ist, findet sich oft zahlreich auf Pilzfruchtkörpern. Dies wird auch durch Funde an Baumpilzen von Buchen und Birken in West-Norwegen bestätigt, wo *C. femoralis* ebenfalls sehr häufig ist (THUNES & SOLHÖY unveröffentlicht). In Dänemark fand HAMMER (1972) die beiden Arten *C. femoralis* und *A. longilamellata* sehr zahlreich auf einem Baumpilz an einem Buchenstumpf.

5.5. Baumlebende Oribatiden
5.5.1. Die Artenlisten der Habitate

Die Rindenzönose
 Aus den insgesamt 85 Einzelproben abgebürsteter Rindenstücke der acht beprobten Buchen wurden 39 Oribatidenarten mit 66.015 Individuen erfaßt. Davon waren 19.861 Adulti, 42.316 Juvenile und 3.836 Leichen. Lediglich 9 Arten wurden auf allen 8 Bäumen gefunden und waren gleichzeitig mit mehr als 0,1 % an der Gesamtzahl der adulten Oribatiden beteiligt (Tab. 13). *Carabodes labyrinthicus* beherrscht die Rindenzönose mit mehr als 80 % der adulten Individuen und einer Konstanz von über 90 %. Nur *Cymbaeremaeus cymba* erreicht einen ebenso hohen Konstanzwert, sie ist aber mit einer Dominanz von 3,7 % nur als subdominant einzustufen. Fünf Arten der corticolen Oribatidenzönose kamen außer auf der Buchenrinde nur in einem der anderen Habitate einzeln oder in geringer Zahl vor: *C. horrida* in Moospolstern; *O. ocellatus*, *L. (Dorycranosus)*

Tabelle 12. Oribatidenarten an Pilzen am Stammfuß oder auf morschem Holz am Waldboden mit Individuenzahlen (insgesamt 5 Proben).

| Art | Individuen | Probenzahl |
|-----------------------------------|------------|------------|
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 37 | 3 |
| <i>Carabodes femoralis</i> | 32 | 2 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 23 | 2 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 9 | 1 |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 4 | 3 |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 4 | 2 |
| <i>Minuthozetes pseudofusiger</i> | 4 | 1 |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 2 | 2 |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> | 2 | 1 |
| <i>Cepheus dentatus</i> | 1 | 1 |
| <i>Amerus polonicus</i> | 1 | 1 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 1 | 1 |
| <i>Quadropia paolii</i> | 1 | 1 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 1 | 1 |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 1 | 1 |

sp., *M. brevipes* und *E. rauschenensis* in Moos am Stammfuß und in Barberfallen. Sie können daher trotz geringer Dominanzwerte als charakteristische Baumbewohner angesehen werden. *D. plantivaga*, die zweithäufigste Art in den Rindenflechten, findet man auch in kleiner Zahl in benachbarten Habitaten, aber nicht in der Streu am Waldboden. *L. humerata* kommt in allen Habitaten im Buchenwald vereinzelt vor, auf der Rinde und in der L-Schicht der Bodenstreu ist sie subdominant vertreten. *S. ascendens* hat ihr Hauptvorkommen auf den Bäumen und wurde deshalb als arboricole Art beschrieben, sie wird aber auch vereinzelt in angrenzenden Habitaten gefunden. Die übrigen Arten, die auf der Buchenrinde gefunden wurden, haben ihr Hauptvorkommen in anderen Habitaten des Buchenwaldes und kommen auf den Bäumen nur gelegentlich oder zufällig vor. Ein bemerkenswerter Einzelfund ist *Adelphacarus sellnicki*, von der im Verlauf der langjährigen Untersuchungen im Stadtwald Ettlingen nur noch zwei Exemplare in Netzbeuteln der oberen F-Schicht gefunden wurden (BECK & WOAS 1991). Die Struktur der Rindenzönose in den verschiedenen Höhenstufen vom Stammfuß bis in die Baumkrone wird in den folgenden Kapiteln genauer analysiert.

Oribatiden von Laub und Zweigen
 Aus den mittels Berlese-Verfahrens extrahierten 20 Einzelproben von Laub und kleinen Zweigen aus dem Kronenbereich wurden 21 Oribatidenarten mit 154 Individuen gewonnen (Tab. 14). Das durchschnittliche Trockengewicht der Proben nach der Extraktion lag bei 32 g (11-60 g TG). Die Artenliste aus diesen Proben läßt den Einfluß der Extraktionsmethode erkennen (siehe Kap. 3.2.); die typischen Baum- und Rindenbewohner sind zahlenmäßig schwach vertreten, nur *L. humerata* weist eine rechte hohe Individuenzahl auf; viele der übrigen Arten sind eigentlich edaphische Formen. Bemerkenswert ist die beträchtliche Zahl von Individuen von *M. pseudofusiger*. Diese Art kommt in Moospolstern am Waldboden massenhaft vor, in den Rindenproben wurden aber nur einzelne Leichen gefunden. Neben den Brachychthoniidae und einigen Suctobelbiidae wurden sechs weitere Arten gefunden, die in den Rindenproben fehlen: *R. duplicata*, *X. discrepans*, *D. minutissima*, *O. falcata*, *O. subpectinata*, *Q. paolii*. Von *X. discrepans* wurde nur ein Exemplar in Proben von Laub und Zweigen gefunden. Bisher wurde sie im Untersuchungsgebiet nur von Eichenrinde gesammelt (BECK & WOAS 1991). Aus der Verwandtschaftsgruppe der OpPIOIDEA sind 13 Arten vorhanden, die Brachychthoniidae sind mit 7 Arten vertreten. Diese Arten sind alle kleiner als 400 µm und finden vermutlich vor allem in behaarten Blattachsen, unter Knospenschuppen, in Blüten und Früchten Unterschlupf und Nahrung. Eine Assoziation zwischen Milben und Blattdomatien, wie z. B. Haarbüschel in den Abzweigungen der Blättadern auf der Blattunterseite, scheint häufig zu sein (O'DOWD & WILLSON 1991). Die Domatien dienen außer den Ori-

Tabelle 13. Oribatidenarten aus den Rindenproben (85 Einzelproben) mit Individuenzahlen. Die Arten sind nach der Anzahl der Bäume, auf denen sie im Untersuchungszeitraum gefunden wurden und nach abnehmender Abundanz der adulten Tiere sortiert. D % = Dominanz Adulti, K % = Konstanz.

| | Abundanz (Ind./100 qcm) | | | Bäume | Adulti | |
|------------------------------------|-------------------------|---------|--------|-------|--------------|--------------|
| | Adult | Juvenil | Leiche | | Dominanz (%) | Konstanz (%) |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 56.3 | 130.4 | 7.5 | 8 | 83.6 | 94 |
| <i>Dometorina plantivaga</i> | 3.2 | 7.7 | 1.3 | 8 | 4.7 | 53 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 2.9 | 3.2 | 2.0 | 8 | 4.3 | 67 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | 2.5 | 4.8 | 1.3 | 8 | 3.7 | 93 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | 0.9 | 2.1 | 0.2 | 8 | 1.4 | 35 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 0.8 | 0.6 | 0.3 | 8 | 1.1 | 48 |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 8 | 0.4 | 30 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 0.2 | | 0.1 | 8 | 0.3 | 18 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 0.1 | <0.1 | 0.1 | 8 | 0.2 | 18 |
| <i>Eporibatula rauschenensis</i> | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 5 | <0.1 | 5 |
| <i>Camisia horrida</i> | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 4 | <0.1 | 5 |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 0.1 | | <0.1 | 3 | 0.1 | 7 |
| <i>Phthiracarus piger</i> | <0.1 | | | 3 | <0.1 | 4 |
| <i>Eupelops plicatus</i> | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 3 | <0.1 | 4 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | | | <0.1 | 3 | | 5 |
| <i>Oribatella calcarata</i> | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 2 | 0.1 | 5 |
| <i>Liacarus subterraneus</i> | <0.1 | | <0.1 | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | <0.1 | | <0.1 | 2 | <0.1 | 3 |
| <i>Liacarus (Dorycranosus) sp.</i> | <0.1 | | | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Suctobelba hamata</i> | <0.1 | | | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | <0.1 | | | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Oppiella ornata</i> | <0.1 | | | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | <0.1 | | | 2 | <0.1 | 2 |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | | | <0.1 | 2 | | 2 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | <0.1 | <0.1 | | 1 | 0.1 | 2 |
| <i>Chamobates borealis</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 2 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | <0.1 | <0.1 | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Hermannia gibba</i> | <0.1 | | <0.1 | 1 | <0.1 | 2 |
| <i>Adelphacarus sellnicki</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Damaeus clavipes</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Oppiella sigma</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Galumna lanceata</i> | <0.1 | | | 1 | <0.1 | 1 |
| <i>Minuthozetes pseudofusiger</i> | | | <0.1 | 1 | | 2 |
| <i>Oppiella nova</i> | | | <0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Oppiella obsoleta</i> | | | <0.1 | 1 | | 1 |
| <i>Ceratoppia sexpilosa</i> | | | <0.1 | 1 | | 1 |
| Summe | 67 | 149 | 13 | | | |

batiden auch vielen anderen fungivoren und räuberischen Milben (z. B. Tydaeidae, Phytoseiidae, Tarsonemidae, Stigmaeidae) als Unterschlupf.

Oribatiden aus Mulm und auf Pilz

Aus sieben Proben von Totholz und Mulm in Baumhöhlen und Astlöchern sowie von einem Baumpilz am Stammfuß einer Buche wurden zusammen 28 Arten mit 300 adulten Individuen extrahiert (Tab. 15). Die Artenliste aus diesen zusätzlichen Kleinhabitaten auf den Buchen vervollständigt die Beschreibung der gesamten Baumfauna. Zehn der Arten aus diesen Proben kamen weder in den Rindenproben vor noch wurden sie auf den Zweigen und Blättern gefunden. Im einzelnen werden die Oribatiden in Totholz, Mulm und auf Pilzen in den

Kapiteln 5.3. und 5.4. besprochen.

5.5.2 Dominanzstruktur der Oribatiden in den verschiedenen Höhenstufen

Die Dominanzstruktur der Oribatidengemeinschaft auf der Rindenoberfläche der Buchen im Stadtwald Ettlingen ist zusammenfassend in Tabelle 16 dargestellt. Grundlage für die Berechnung sind die Tiere aus sämtlichen Rindenproben der 8 untersuchten Bäume. Betrachtet man die Dominanzstruktur der corticolen Oribatiden im Stadtwald Ettlingen unabhängig von den Höhenstufen, so nimmt *C. labyrinthicus* mit mehr als 80 % der Individuen eine vorrangige Stellung in der Rindensynusie ein. Die übrigen Arten sind alle mit deutlich unter 10 % vertreten.

Tabelle 14. Oribatidenarten aus Berlese-Proben von Laub und Zweigen aus dem Kronenbereich der Buchen. Die Arten sind nach abnehmender Individuenzahl sortiert.

| | Ind. |
|------------------------------------|------|
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 23 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 17 |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 16 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 15 |
| <i>Brachyochthonius honestus</i> | 11 |
| <i>Poecilochthonius spiciger</i> | 6 |
| <i>Suctobelba nasalis</i> | 6 |
| <i>Oppiella falcata</i> | 5 |
| <i>Quadropia paolii</i> | 5 |
| <i>Damaeobelba minutissima</i> | 4 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 4 |
| <i>Liochthonius leptaleus</i> | 3 |
| <i>Suctobelba arcana</i> | 3 |
| <i>Suctobelba perforata</i> | 3 |
| <i>Brachychthonius impressus</i> | 2 |
| <i>Neobrachychthonius sp.</i> | 2 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 2 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 2 |
| <i>Suctobelba similis</i> | 2 |
| <i>Oppiella sigma</i> | 2 |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 2 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | 2 |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 2 |
| <i>Liochthonius brevis</i> | 1 |
| <i>Liochthonius simplex</i> | 1 |
| <i>Camisia horrida</i> | 1 |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | 1 |
| <i>Xenillus discrepans</i> | 1 |
| <i>Cultroribula bicultrata</i> | 1 |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 1 |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | 1 |
| <i>Oppiella ornata</i> | 1 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 1 |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | 1 |
| Summe | 150 |

Tabelle 15. Oribatidenarten aus Totholz (TS) von Baumhöhlen und Astlöchern der Buchen und von einem Baumpilz (P) am Stammfuß einer Buche. Die Arten sind nach abnehmender Individuenzahl sortiert.

| | Individuen | |
|------------------------------------|------------|----|
| | TS | P |
| <i>Acrogalumna longipluma</i> | 60 | |
| <i>Oribella pectinata</i> | 35 | |
| <i>Carabodes femoralis</i> | | 31 |
| <i>Oppiella nova</i> | 28 | |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 2 | 15 |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 16 | |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 14 | |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 13 | |
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 8 | 4 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 1 | 9 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | 8 | |
| <i>Schelorbates sp.</i> | 7 | |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 6 | |
| <i>Oribatella calcarata</i> | 6 | |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 5 | |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 4 | 1 |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 4 | |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | 3 | |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 3 | |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 2 | |
| <i>Euphthiracarus cribrarius</i> | 2 | |
| <i>Oppia laniseta</i> | 2 | |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 1 | 1 |
| <i>Quadropia paolii</i> | 1 | 1 |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> | | 2 |
| <i>Brachychthonius impressus</i> | 1 | |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 1 | |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 1 | |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 1 | |
| <i>Chamobates borealis</i> | 1 | |
| Summe | 236 | 64 |

Eine Buche kann man vom Stammfuß bis in die Baumkrone in verschiedene Kleinhabitats oder Bereiche unterteilen:

- äußere Kronenregion, bestehend aus mittleren bis dünnen Ästen, Zweigen, Laub und Früchten; ungefähr ab 25 m Höhe.
- Innere Kronenregion mit dem Beginn der Krone (erste große Verzweigung) und dicken Ästen; zwischen 18 m und 25 m Höhe.
- Obere und mittlere Stammregion; ungefähr zwischen 4 m und 20 m Höhe.
- Untere Stammregion; ungefähr bis 4 m Höhe.
- Stammfuß, ungefähr bis 0,5 m Höhe.

Diese Gliederung spiegelt sich auch in der Verbreitung der einzelnen Arten entlang einer Buche wider. Die Arten sind nicht mehr oder weniger homogen gemischt über den gesamten Baum verteilt, es läßt sich vielmehr eine Zonierung erkennen.

Die in Tabelle 17 aufgeführten Dominanzwerte einzel-

Tabelle 16. Durchschnittliche Abundanz (Individuen/500 cm²) und Dominanzwerte (%) der Oribatiden aus den Rindenproben der 8 untersuchten Bäume im Stadtwald Ettlingen. Genannt werden die 9 Arten, die auf allen 8 Bäumen vorkamen.

| Art | Adulti | | Adulti + Juvenile | |
|--------------------------------|------------------------|--------|------------------------|--------|
| | Abund. | Domin. | Abund. | Domin. |
| | Ind/100cm ² | % | Ind/100cm ² | % |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 56.3 | 83.6 | 186.7 | 86.1 |
| <i>Domatorina plantivaga</i> | 3.2 | 4.7 | 10.9 | 5.0 |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 2.9 | 4.3 | 6.1 | 2.8 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | 2.5 | 3.7 | 7.3 | 3.4 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | 0.9 | 1.4 | 3.0 | 1.4 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 0.8 | 1.1 | 1.4 | 0.6 |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.4 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.1 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| Sonstige | 0.3 | 0.5 | 0.3 | 0.1 |
| Summe | 67.4 | 100.0 | 216.8 | 100.0 |

Tabelle 18. Durchschnittliche Artenzahl der Oribatiden in den Rindenproben der verschiedenen Höhenstufen an den acht untersuchten Bäumen im Stadtwald Ettlingen.

| Höhe am Stamm | Artenzahl |
|---------------|-----------|
| 30 m | 11 |
| 28 m | 11 |
| 26 m | 8 |
| 24 m | 16 |
| 20 m | 9 |
| 18 m | 12 |
| 16 m | 10 |
| 12 m | 10 |
| 8 m | 13 |
| 4 m | 13 |
| 2 m | 15 |
| 1 m | 17 |
| 0,5 m | 18 |

Ebenfalls an jedem Baum, aber mit kleinen Individuenzahlen wurde *S. ascendens* gefunden. In der oberen Stammregion und dem inneren Kronenbereich war sie häufiger zu finden. *T. velatus* ist eine Art, die man immer wieder vereinzelt in den Rindenproben finden kann. Als ubiquitäre Art läßt sie sich jedoch nicht auf eine bestimmte Höhenstufe festlegen. In der unteren Stammregion bis in 2 m Höhe kann *C. pusillus* nennenswerte Dominanzen erreichen. *Z. exilis* kommt als Moosbewohner häufig in größerer Anzahl auf der Rinde am Stammfuß der Buchen in Nachbarschaft zu den dort angesiedelten Moospolstern vor.

5.5.3 Artenzahl und Individuendichte

Sowohl die Artenzahl als auch die Siedlungsdichte der Oribatiden sind entlang eines Buchenstammes bis in die Baumkrone starken Schwankungen unterworfen. Am Stammfuß bis in 0,5 m Höhe ist die durchschnittliche Artenzahl mit 18 Arten am höchsten, sie nimmt bis zum

Beginn der Baumkrone in 16 - 20 m Höhe kontinuierlich ab (Tab. 18). In 24 m Höhe, wo die Verzweigungen der großen, tragenden Äste liegen, wird mit 16 Arten nochmal ein hoher Wert erreicht. Die beiden Zonen mit hoher Artenzahl (>15) – Stammfuß bis in 2 m Höhe und große Astgabeln in 24 m Höhe – sind Übergangszonen, die mehrere verschiedene Kleinhabitate in sich vereinigen. Am Stammfuß findet man neben ansässigen Arten aus Moosen, Flechten und von der Rindenoberfläche auch regelmäßig ein paar Arten aus der benachbarten Bodenstreu, die sich hier vereinzelt und zufällig aufhalten. Im Bereich der großen Astgabeln im unteren Teil der Baumkrone treffen die Bewohner der Stammregion (z.B. *C. cymba*) und die Kronenfauna (z.B. *M. brevipes*) zusammen; die Astlöcher und die Falten und Risse in der Borke, die hier besonders häufig auftreten, erweitern die Palette von Mikrohabitaten und vergrößern dadurch die Artenzahl.

Die Siedlungsdichte der Oribatiden in den Rindenproben (Gesamte Adulti + Juvenile / 100 cm²) ist an den acht untersuchten Buchen sehr unterschiedlich und bezüglich der Höhe am Stamm läßt sich für die Individuendichte keine Gesetzmäßigkeit herleiten (Abb. 3). Die maximale und die durchschnittliche Individuendichte an den einzelnen Bäumen ist in Tabelle 19 nachzulesen. Die durchschnittliche Gesamtindividuenzahl liegt bei 217 Tieren/100 cm². Die größte Individuendichte wurde mit 1503 Tieren/100 cm² an Baum 5 in 16 m Höhe gefunden. Die Populationen von *C. labyrinthicus* haben den größten Anteil an der Gesamtindividuenzahl, so daß sich die Siedlungsdichte dieser Art in den Rindenproben meist nur unwesentlich von der Gesamtsiedlungsdichte der Oribatiden unterscheidet.

Für die Bäume 3 - 8 wurde das Trockengewicht des abgebürsteten Epiphytenmaterials der einzelnen Proben ermittelt (g TG Epiph./100 cm²). Der Flechten- und Algenrasen auf der Rinde bedeutet für die Oribatiden

Tabelle 19. Durchschnittliche und maximale Siedlungsdichten der Oribatiden (Adult + Juvenil) auf der Rinde der acht Buchen im Stadtwald Ettlingen und Bewuchsdichte der Epiphyten (g TG Epiph./100cm²) der Bäume 3 - 8. Korrelationskoeffizient (r) und Irrtumswahrscheinlichkeit (p) für die Individuenzahl in Abhängigkeit von der Wuchsdichte der Epiphyten; n.s. = nicht signifikant.

| | Baum 1 | Baum 2 | Baum 3 | Baum 4 | Baum 5 | Baum 6 | Baum 7 | Baum 8 |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Gesamtoribatiden durchschnittl. Ind/100 qcm | 100 | 34 | 394 | 345 | 285 | 169 | 323 | 84 |
| Gesamtoribatiden maximal Ind/100 qcm (Höhe am Stamm) | 234 (0,5m) | 191 (8m) | 738 (0,5m) | 929 (1m) | 1503 (16m) | 411 (12m) | 1103 (0,5m) | 306 (1m) |
| daraus: <i>Carabodes labyrinthicus</i> Ind/100 qcm (%) | 158 (67,5) | 188 (98,4) | 736 (99,7) | 676 (72,8) | 1475 (98,1) | 395 (96,1) | 1098 (99,5) | 298 (97,4) |
| Gesamtoribatiden maximal Ind/g TG Epiph. Epiphyten maximal g TG Epiph./100 qcm | | | 1307 | 1631 | 3152 | 1530 | 2934 | 878 |
| Potenz-Kurvenanpassung ($y = a \cdot x^b$) für Gesamtoribatiden und Epiphytendichte in den Höhenstufen: | | | | | | | | |
| Korrelationskoeffizient r | | | 0,62 | 0,20 | 0,91 | 0,48 | 0,52 | 0,03 |
| Irrtumswahrscheinlichkeit p | | | <0,1 | n.s. | <0,001 | n.s. | n.s. | n.s. |

Wohnstätte, Kinderstube, Nahrungsquelle und Schutz vor Feinden und so liegt die Vermutung nahe, daß es eine Wechselbeziehung zwischen der Bewuchsdichte der Epiphyten und der Individuendichte der Oribatiden gibt. Tatsächlich ist ein direkter Zusammenhang hier nicht immer vorhanden. Bei den Bäumen 3 und 5 zeigt die Zu- und Abnahme der Epiphytenmenge in den Höhenstufen einen ähnlichen Verlauf wie die Siedlungsdichte der Oribatiden; bei den übrigen Bäumen ist kein signifikanter Zusammenhang nachweisbar (Tab. 19). Epiphyten- und Individuendichte verhalten sich oft gegenläufig (Abb. 3). Für alle Proben zusammen ergibt sich dennoch eine Korrelation von Individuenzahl und Epiphytenmenge (Abb. 4). Dabei zeigte sich für nahezu 90% der durchgerechneten Fälle – einzelne Bäume, bestimmte Höhenstufen, nur *C. labyrinthicus*, nur Adulttiere – eine bessere Kurvenanpassung mit Exponentialfunktion als bei linearer Regression. Bis zu einer Epiphytendichte von ungefähr 0,35 g/100cm² ist die Zahl der Oribatiden immer niedriger (Ind./100cm²), zwischen 0,35 g und 0,6 g/100 cm² gibt es sehr unterschiedliche Werte für die Individuendichte. Bei mehr als 0,6 g Epiphytenmenge ist die Zahl der Tiere wieder niedrig, hier liegen jedoch nur zwei Wertepaare vor. Es ist anzunehmen, daß die Korrelationskurven im weiteren Verlauf sigmoid werden.

In den unteren Stammbereichen bis in 4 m bzw. 2 m Höhe ist die Abhängigkeit der Individuendichte von der Bewuchsdichte der Epiphyten deutlicher (Abb. 4). Sowohl das Wachstum der Flechten und Algen als auch die Populationsgröße der Oribatiden werden von verschiedenen klimatischen, abiotischen und biotischen Faktoren beeinflusst. Deshalb ist ein einfacher Kausalzusammenhang zwischen Individuen- und Epiphytendichte kaum nachweisbar. Dies gelingt in den unteren Stammbereichen noch eher, da innerhalb eines Waldbestandes Klimafaktoren wie Sonneneinstrahlung,

Windgeschwindigkeit und dadurch bedingte Schwankungen der Luftfeuchtigkeit eine geringere Rolle spielen als in oberen Stammregionen und in der Baumkrone (ELLENBERG et al. 1986). Zudem ist die Bewuchsdichte nur als eine notwendige Voraussetzung zur Ansiedlung von Oribatiden zu sehen. Ob und wie die Flechten dann wirklich besiedelt werden, hängt sicher auch von anderen Faktoren ab.

5.6. Vergleich der Habitate

Die Abundanz, die Dominanz und die Konstanz der Arten sind Parameter zur Beschreibung der Artengemeinschaft in einem Lebensraum. Die Indices für Diversität (Shannon-Index, Simpson-Index) und Faunenähnlichkeit (Sörensen-Quotient, Renkonensche Zahl) dienen zusammen mit der Artenzahl vor allem dem Vergleich der Tiergemeinschaften verschiedener Habitate untereinander.

Die Gesamtartenzahl der Oribatiden im Untersuchungsgebiet beläuft sich auf 119 Arten (Tab. 20). Die Bodenstreu in der Fläche und am Stammfuß sind als Ganzes gesehen die artenreichsten Habitate, die einzelnen Schichten der Bodenstreu weisen aber sehr unterschiedliche Artenzahlen auf. In der Laubschicht findet man nur etwa die Hälfte der Arten der gesamten Streuauflage und in der darunterliegenden F- und H-Schicht kommen fast alle streubewohnenden Arten vor.

Die Werte der Diversität und Evenness (Tab. 20) liegen in beiden Streuhabitaten in der Fermentationsschicht gleich hoch, die Laubschicht weist jeweils niedrigere Werte auf.

Die Dominanzstruktur in Totholz ist recht ausgeglichen. Die häufigsten Arten machen sowohl am Boden als auch auf den Buchen weniger als 20% der Zönose aus. Die Werte für die Diversität und die Evenness liegen in beiden Totholz-Habitaten sehr hoch, d.h. die Individuen sind relativ gleichmäßig auf die Arten verteilt.

Tabelle 20. Artenzahl, Diversität und Individuendichte in den einzelnen Habitaten im Moderbuchenwald Stadtwald Ettlingen. Formeln der verwendeten Diversitätsindices nach MAGURRAN (1988).

| | | $p_i = n_i/N$ | | | | $n_i = \text{Individuenzahl der Art } i$ | |
|---------------------|-----------|---|------|------|-----------------------------|---|---------------------|
| Diversität | | $D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$ (Simpson) | | | | $N = \text{Gesamtindividuenzahl}$ | |
| Diversität | | $H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ (Shannon-Wiener) | | | | $S = \text{Gesamtzahl der Arten}$ | |
| Evenness | | $E = H_s/H_{s\max}$ | | | | | |
| | Artenzahl | H_s | E | D | Dominanz der häufigsten Art | durchschnittliche Individuendichte (Adulti) | |
| Moderbuchenwald | 119 | | | | | | |
| Streu in der Fläche | 82 | 3,16 | 0,72 | 0,93 | 17 % | <i>Oppiella nova</i> | 61 489 Ind./qm |
| L-Schicht | 40 | 2,65 | 0,72 | 0,87 | 31 % | <i>Oppiella ornata</i> | 341 Ind./100 g TG |
| FH-Schicht | 81 | 3,13 | 0,71 | 0,92 | 18 % | <i>Oppiella nova</i> | 1 712 Ind./100 g TG |
| Streu am Stammfuß | 90 | 3,13 | 0,70 | 0,90 | 24 % | <i>Oppiella ornata</i> | |
| L-Schicht | 55 | 2,70 | 0,67 | 0,86 | 33 % | <i>Oppiella ornata</i> | 419 Ind./100 g TG |
| FH-Schicht | 89 | 3,13 | 0,70 | 0,91 | 21 % | <i>Tectocephus velatus</i> | 1 419 Ind./100 g TG |
| Moos auf Stein | 68 | 0,94 | 0,22 | 0,28 | 85 % | <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 2 071 Ind./ 10 g TG |
| Moos auf Holz | 64 | 1,18 | 0,28 | 0,46 | 72 % | <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 1 216 Ind./ 10 g TG |
| Totholz am Boden | 50 | 2,98 | 0,76 | 0,92 | 17 % | <i>Autogneta longilamellata</i> | 740 Ind./100 g TG |
| Totholz am Stamm | 27 | 2,80 | 0,85 | 0,92 | 14 % | <i>Acrogalumna longipluma</i> | 70 Ind./100 g TG |
| Buchenrinde | 39 | 0,78 | 0,21 | 0,30 | 84 % | <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 67 Ind./100 qcm |

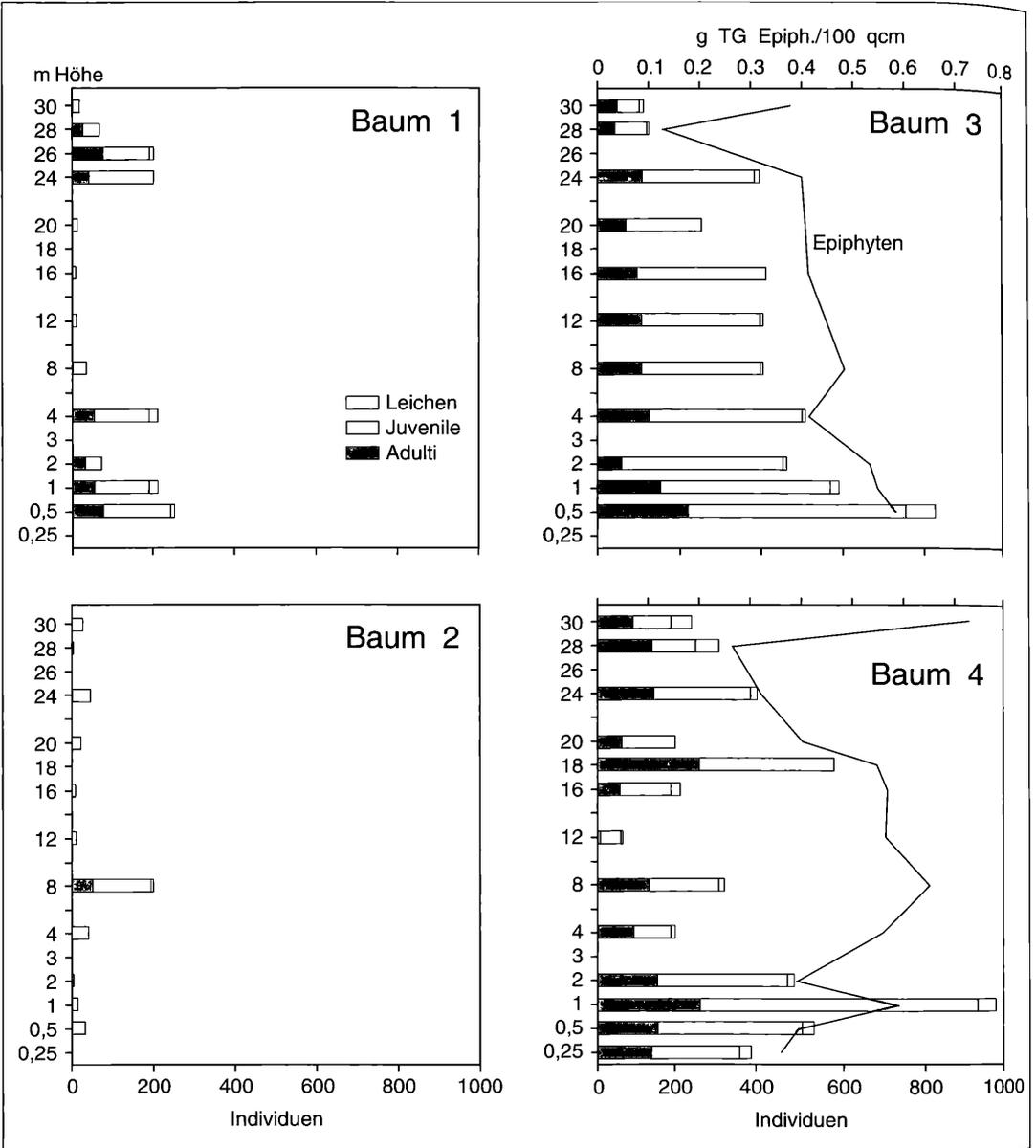
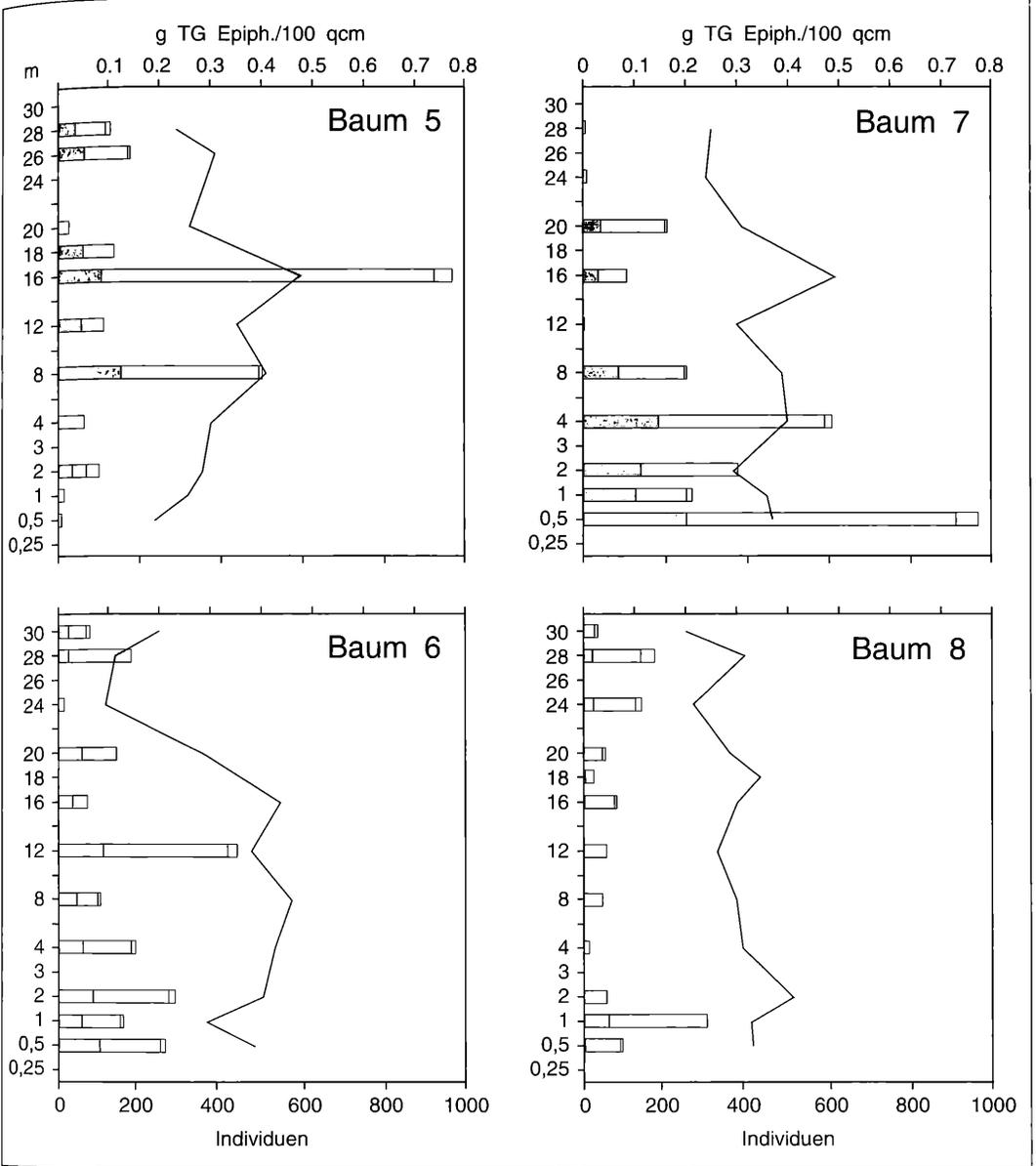


Abbildung 3. Individuendichte der Oribatiden (Individuen/100 cm²) in den Höhenstufen der acht untersuchten Buchen im Stadtwald

Die vergleichsweise hohe Diversität und Evenness der Oribatidenzönosen in den Schichten der Bodenstreu und in Totholz finden ihren Ausdruck in dem flach abfallenden Verlauf der Verteilungskurven (Abb. 5). Die Verteilungskurven für die Oribatidengemeinschaften der Moospolster und der Buchenrinde beginnen dagegen sehr steil und laufen mit einer großen Zahl seltener Arten sehr flach aus.

In den Moospolstern auf Steinen und auf Holz sind die

Artenzahlen fast gleich hoch. Die Diversität und die Evenness sind für das Moos auf Steinen kleiner. Die Zönose wird hier von einer Art, *M. pseudofusiger*, mit 85 % der Individuen beherrscht (Tab. 20). In den Moospolstern am Stammfuß ist zwar auch *M. pseudofusiger* mit mehr als 70 % der Individuen hochdominant, die Zönose wird aber durch die zweithäufigste Art *Z. exilis* charakterisiert, die hier mit 15 % Dominanz eudominant ist, während sie im Moos auf Steinen nur vereinzelt vor-



Etlingen und Wuchsdichte der Epiphyten auf der Rinde (g TG Epiphyten/100 cm²).

kommt. Diese Dominanzstruktur schlägt sich im Simpson-Index nieder, der dadurch einen mittleren Wert erreicht. Die Evenness bleibt aber auf einem niedrigen Wert (Tab. 20).

Die Rindenzönose weist bei kleiner Artenzahl die niedrigsten Diversitätswerte auf, bedingt durch die hohe Dominanz (84 %) von *C. labyrinthicus*.

Der Sørensen-Quotient beschreibt die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung zweier Tiergemeinschaften.

Die Renkonensche Zahl berücksichtigt beim Vergleich die Dominanzverhältnisse in den betrachteten Zönosen (MÜHLENBERG 1989).

Die höchsten Übereinstimmungen in der Artenzusammensetzung ergeben sich beim Vergleich der Fermentations- und Humusschicht in der Fläche und am Stammfuß der Buchen (Tab. 21). Die Maßzahlen für die Artenidentität sind für die beiden Habitate Totholz am Stamm und Rindenoberfläche beim Vergleich mit den

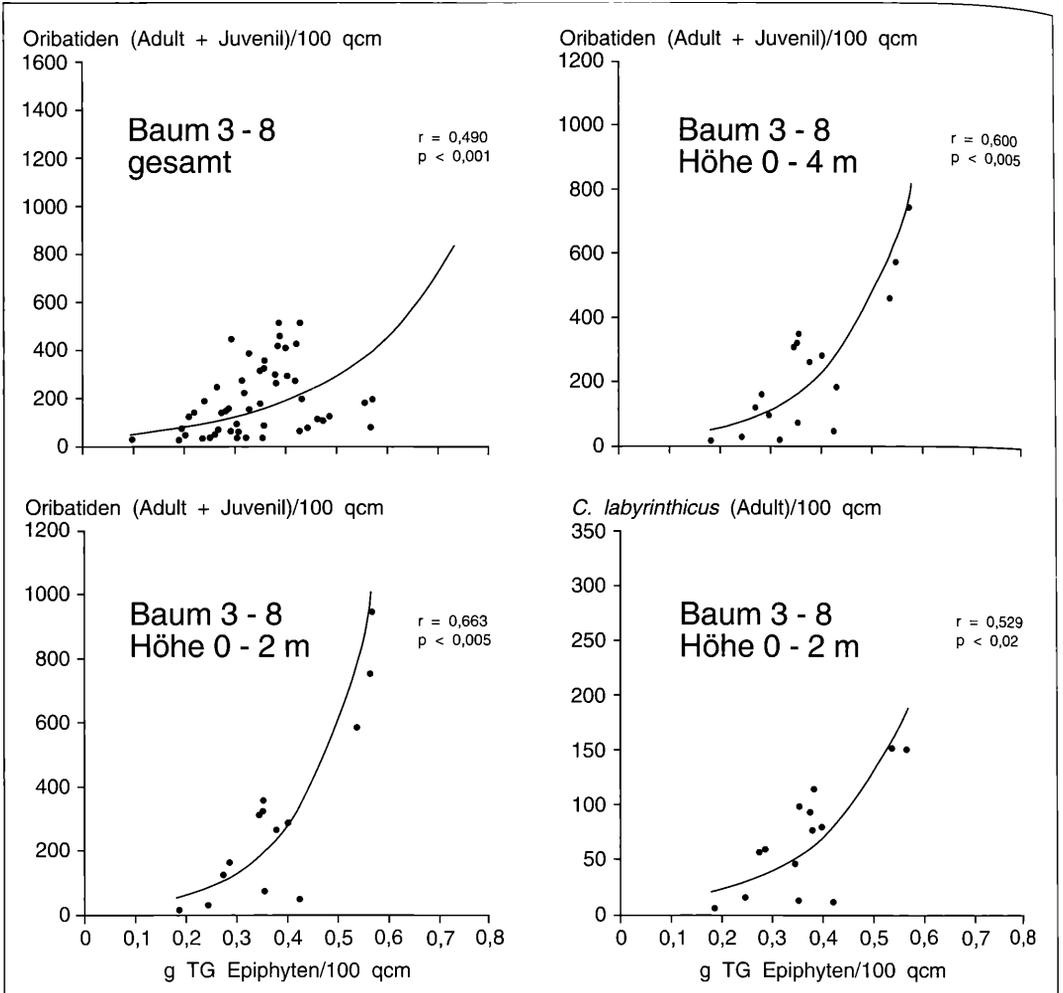


Abbildung 4. Abhängigkeit der Individuendichte der Oribatiden in den Rindenproben von der Wuchsdichte der Epiphyten.

anderen Habitaten meist recht niedrig. Dies kann aber auch auf die kleine Gesamtartenzahl in diesen beiden Lebensräumen zurückgeführt werden (Tab. 20). Die größte Ähnlichkeit hat die Zönose aus Totholz am Baum mit denen der Laubschicht am Stammfuß und in Totholz am Waldboden. Die Rindenzönose ist der Zönose in Totholz am Waldboden am ähnlichsten.

Den höchsten Wert für die Dominanzidentität erreichen die beiden Zönosen der Moospolster, da die gemeinsame Massenart *M. pseudofusiger* einen starken Einfluß auf die Maßzahl hat. In allen anderen Fällen ergeben sich die größten Übereinstimmungen in der Dominanzstruktur, wenn die Zönosen der einzelnen Habitate mit der Oribatidengemeinschaft der Streu am Stammfuß (FL und FF) verglichen werden (Tab. 21). Dies unterstreicht noch einmal die zentrale Stellung dieses Lebensraumes innerhalb der Oribatidengesellschaft im

Moderbuchenwald, wo die Streu am Stammfuß so unterschiedliche Habitats wie Bodenstreu, Moospolster, Totholz und Buchenrinde miteinander verbindet. Auch die Dominanzstruktur der Zönose in Totholz am Waldboden weist verhältnismässig hohe Ähnlichkeiten zu den übrigen Lebensgemeinschaften auf.

6. Phänologie und Biologie einzelner Arten

6.1. Phänologie der dominanten arboricolen Arten

Am Binokular wurden aus dem Epiphytenmaterial der Rindenproben sämtliche erkennbaren Tiere, Tierreste und Eier ausgelesen und sortiert. Zur Ermittlung von Populationsstrukturen und phänologischen Aspekten wurden unter dem Mikroskop neben Entwicklungsstadium und Geschlecht der arboricolen Oribati-

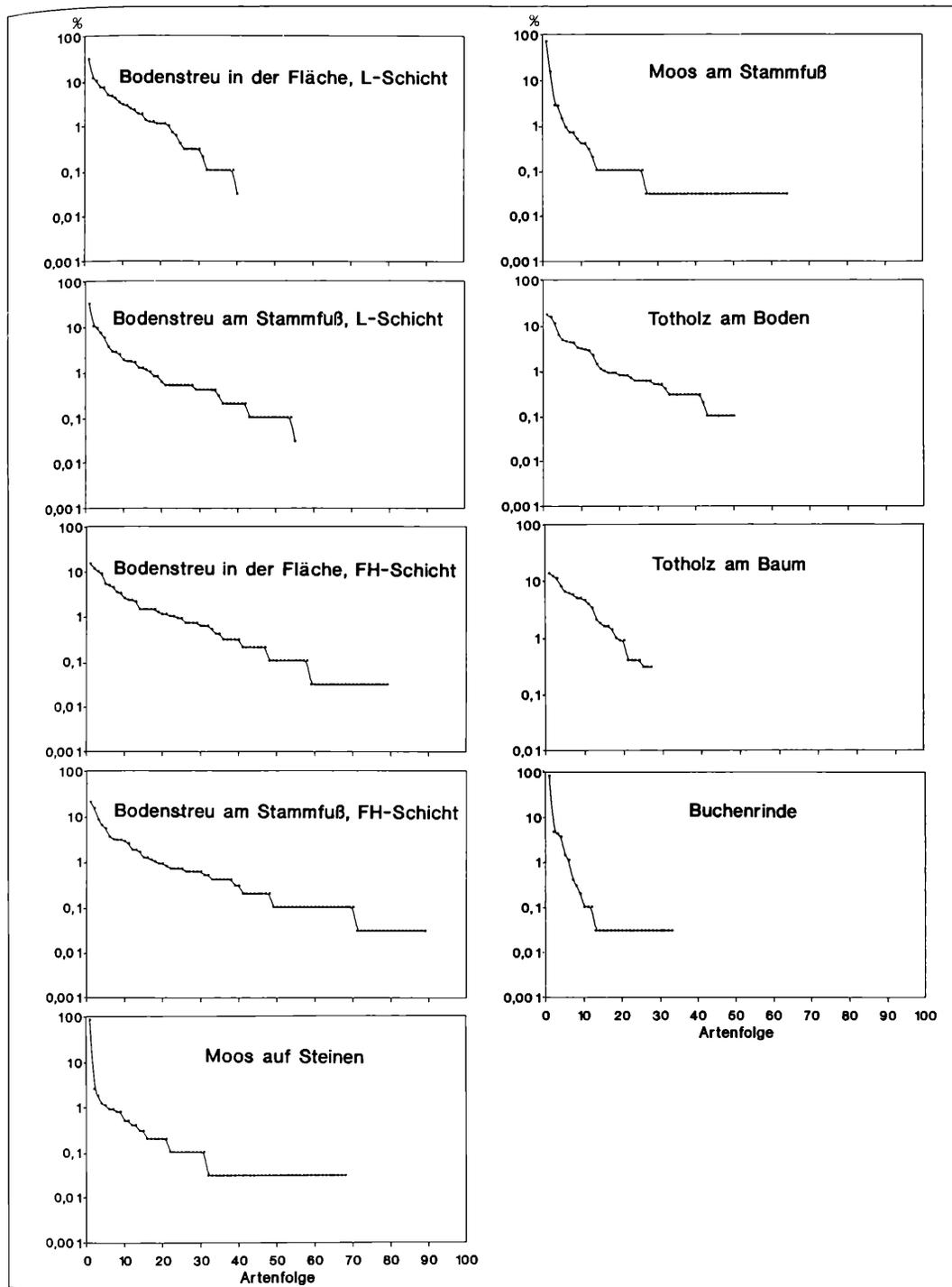


Abbildung 5. Arten-Dominanz-Verteilung der adulten Oribatiden in den verschiedenen Habitats im Buchenwald des Stadtwaldes Ettlingen.

den auch die Anzahl der Eier in graviden Weibchen und die Anzahl von Leichen, d.h. leere Panzer von Adulttieren, ermittelt.

Carabodes labyrinthicus

Zu Beginn der Untersuchung im Oktober 1987 haben die Deutonymphen mit 30% den größten Anteil an der Gesamtpopulation dieser Art. Über den Winter ändert sich daran nichts, im Februar bilden die Deutonymphen noch immer die stärkste Fraktion. Bis Mai 1988 haben sich daraus die Tritonymphen entwickelt. In diesem Monat ist nicht nur der Anteil der Tritonymphen sehr hoch, es ist auch über die Hälfte der Adulti ganz frisch geschlüpft, d.h. der Chitinpanzer ist noch nicht ausgefärbt und ausgehärtet. Zu diesem Zeitpunkt findet also der Übergang von Tritonymphen zu Adulti statt. Im August 1988 kann man eine weitere Zunahme der Zahl der Adulti bei gleichzeitigem Rückgang der Tritonymphen beobachten. Hier tragen die Weibchen sehr wenig Eier, d.h. es handelt sich vermutlich vor allem um die jungen Weibchen, die noch keine Eier entwickelt haben. Im November 1988 ist die Zahl der Adulten immer noch gleich hoch, die Zahl der Eier in den Weibchen hat aber stark zugenommen. Der hohe Anteil der Adulti (30-40 %) bleibt von August 1988 bis Mai 1989 fast ein Jahr lang konstant. Im Frühjahr und Sommer 1989 entwickeln sich die Larven (30 % und mehr), die Zahl der Proto- und Deutonymphen nimmt im September 1989 wieder zu und es beginnt eine neue Generation.

Das ganze Jahr hindurch sind gravide Weibchen zu finden (Abb. 10), sie tragen im Durchschnitt 3-4 Eier, im Höchstfall 6 Eier. Die Zahl der Eier pro Weibchen liegt

Tabelle 21. Artenidentität nach SÖRENSEN (%) und Dominanzidentität nach RENKONEN (%) (MÜHLENBERG 1989).

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| QL | L-Schicht in der Fläche | | | | | | | | | |
| MS | Moos auf Stein und Erde | | | | | | | | | |
| QF | F-Schicht in der Fläche | | | | | | | | | |
| MF | Moos von Stammfuß, Wurzeln und Totholz | | | | | | | | | |
| QH | H-Schicht in der Fläche | | | | | | | | | |
| TB | Totholz am Boden | | | | | | | | | |
| FL | L-Schicht am Stammfuß | | | | | | | | | |
| TS | Totholz am Baum | | | | | | | | | |
| FF | FH-Schicht am Stammfuß | | | | | | | | | |
| R | Buchenrinde | | | | | | | | | |
| ARTENIDENTITÄT (%) nach SÖRENSEN | | | | | | | | | | |
| | QL | QF | QH | FL | FF | MS | MF | TB | TS | R |
| QL | | 66 | 70 | 63 | 60 | 54 | 62 | 67 | 39 | 53 |
| QF | 55 | | 91 | 66 | 83 | 69 | 67 | 64 | 34 | 46 |
| QH | 25 | 64 | | 69 | 81 | 72 | 69 | 64 | 33 | 46 |
| FL | 59 | 38 | 20 | | 75 | 65 | 74 | 72 | 51 | 55 |
| FF | 47 | 64 | 46 | 51 | | 76 | 75 | 69 | 38 | 52 |
| MS | 8 | 11 | 10 | 11 | 14 | | 76 | 70 | 40 | 52 |
| MF | 10 | 8 | 7 | 14 | 13 | 80 | | 68 | 40 | 56 |
| TB | 38 | 38 | 22 | 49 | 49 | 10 | 13 | | 55 | 58 |
| TS | 11 | 16 | 15 | 22 | 20 | 7 | 16 | 20 | | 52 |
| R | 3 | 1 | 1 | 11 | 7 | 2 | 3 | 6 | 2 | |
| DOMINANZIDENTITÄT (%) nach RENKONEN | | | | | | | | | | |

in den Spätsommerproben (10/87, 8/88, 9/89) unter 1, in allen übrigen Proben über 1. Die Zahl der lebenden Adulti nimmt in Relation zu der Zahl der Leichen im Laufe der Untersuchung allmählich ab, von 13 lebenden Adulti pro Leiche zu 4 lebenden pro Leiche (Abb. 10). Die meisten Leichen gibt es im September 1989, wo auch der Anteil an lebenden Adulti an der Gesamtpopulation am kleinsten ist. Man kann eine gewisse Parallellität beim Vergleich der Eizahl in den Weibchen und der Menge von lebenden Adulti in der Population erkennen (Abb. 10). Die meisten lebenden Adulti findet man immer ein Vierteljahr vor der höchsten Eizahl, d.h. wenn die meisten Eier entwickelt sind, sterben mehr Adulte. Eine erhöhte Mortalität im Zusammenhang mit den Jahreszeiten ist dagegen nicht nachweisbar.

Cymbaeremaes cymba

Im Oktober 1987 und im Februar 1988 gibt es zunächst einen Schwerpunkt bei den jüngeren Nymphenstadien, den Proto- und Deutonymphen. Aus dem großen Anteil an Deutonymphen (29 %) im Februar 1988 sind die Tritonymphen vom Mai 1988 herzuweisen, Larven und Protonymphen sind zu diesem Zeitpunkt stark zurückgegangen. Von Februar 1988 bis August 1988 steigt der Anteil an Adulti kontinuierlich bis über 50 % an. Im gleichen Monat ist auch der Anteil von Deuto- und Tritonymphen stark zurückgegangen, der Anteil der jüngeren Stadien ist deutlich angestiegen. Im November 1988 tragen die Weibchen die meisten Eier. Im zweiten Untersuchungsjahr ist die Populationsstruktur dem 1. Jahr prinzipiell ähnlich. Unterschiede treten auf bei der hohen Zahl von Larven im Mai 1989 und der daraus geschlüpften Protonymphen im September 1989. Der Anteil der Adulti ist in den beiden letzten Monaten mit weniger als 30 % deutlich geringer als in den Vergleichsmonaten des Vorjahres. Tritonymphen haben in den beiden Mai-Proben ihren höchsten Anteil und kommen sonst in auffallend geringer Zahl vor (0,4-5,3 %).

Die Weibchen tragen das ganze Jahr hindurch Eier (Abb. 10). Die graviden Weibchen tragen im Durchschnitt 2, im Höchstfall 5 Eier. Die Anzahl von Leichen in den Proben ist immer gleichmäßig hoch (1-3 lebende Adulte pro 1 Leiche; Abb. 10).

Micreremus brevipes

Bei *M. brevipes* kann man eine Entwicklung von Protonymphen im Februar 1988 über Deutonymphen im Mai 1988 zu Tritonymphen im August 1988 verfolgen. Die entsprechenden Monate im 2. Jahr zeigen ähnliche Populationsstrukturen.

Die Adulti haben einen gleichmäßig hohen Anteil an der Population (42-54 %). Gravide Weibchen treten ausschließlich im Frühjahr und Sommer auf (Abb. 10). Sie tragen meistens 2, im Höchstfall 4 Eier. Die Larven schlüpfen bereits im Spätsommer. Die Zahl von Leichen war in den Proben immer gleichmäßig hoch, auf eine Leiche kamen nur 0,7-2,6 lebende Adulttiere (Abb. 10). In den untersuchten Proben konnten insgesamt 11

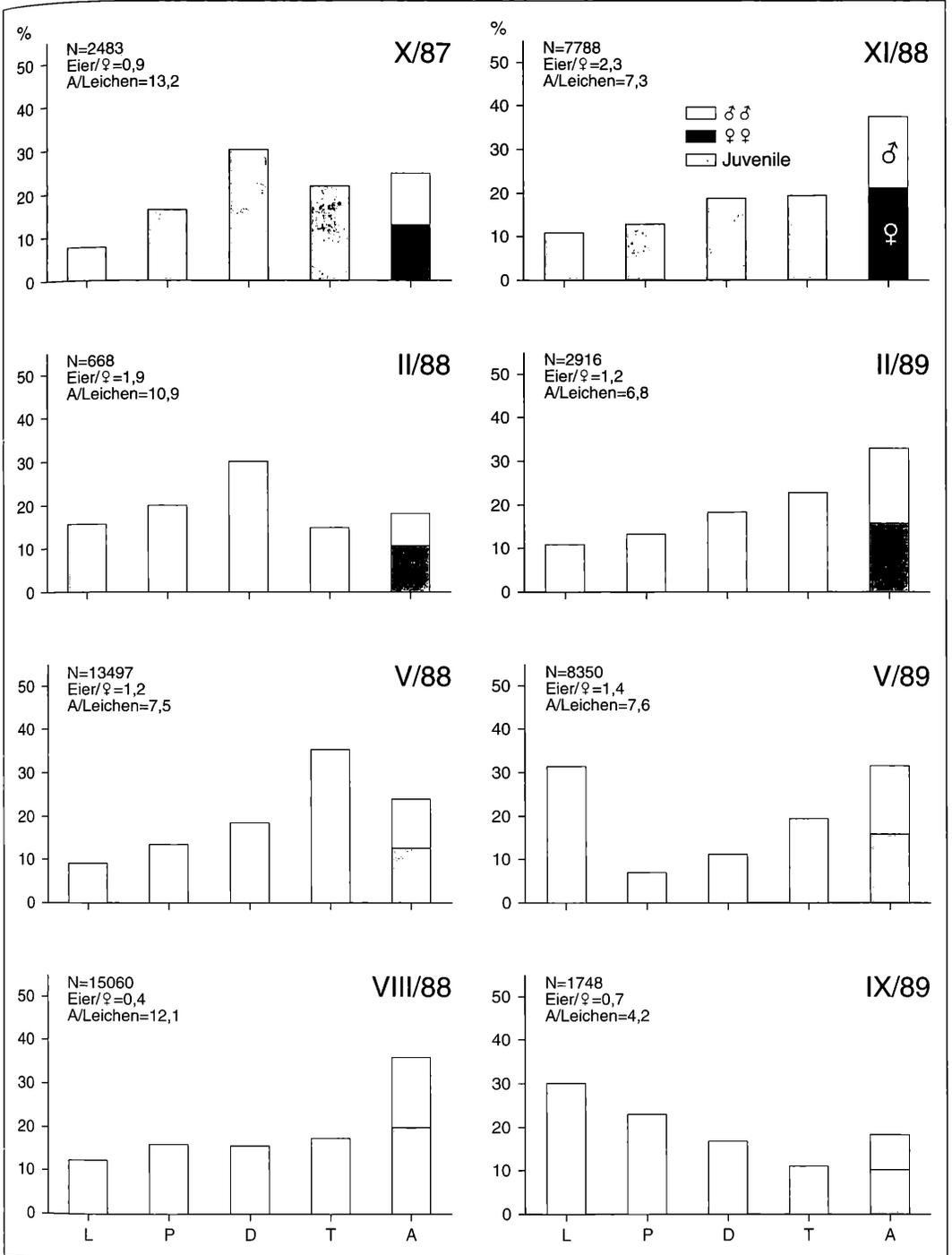


Abbildung 6. *Carabodes labyrinthicus*: Saisonaler Altersaufbau der Populationen an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Stadtwald Ettlingen von Oktober 1987 bis September 1989. N = Gesamtzahl der Individuen, L = Larven, P = Protonymphen, D = Deutonymphen, T = Tritonymphen, A = Adulti (dunkel = Weibchen, hell = Männchen).

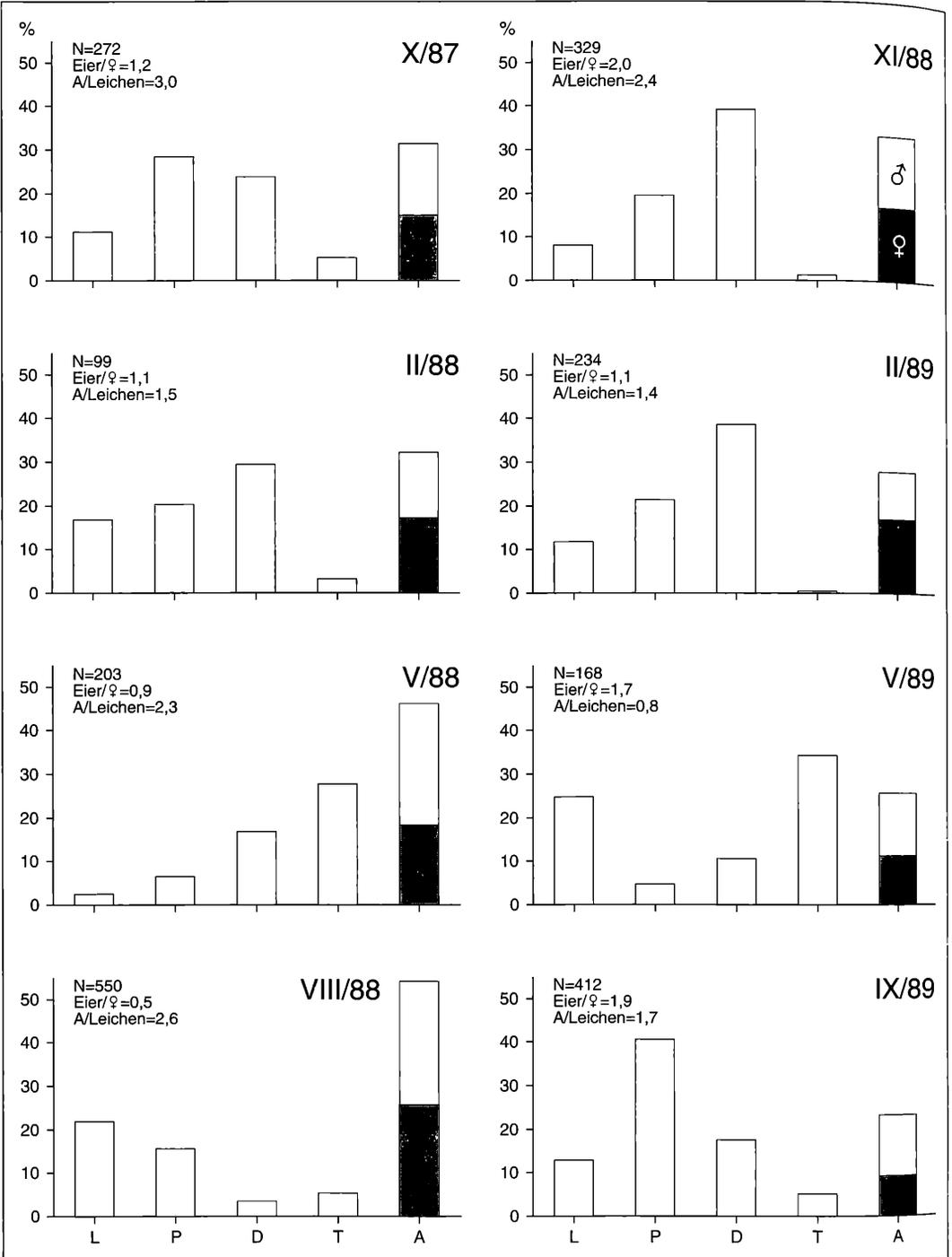


Abbildung 7. *Cymbaeremaeus cymba*: Saisonaler Altersaufbau der Populationen an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Stadtwald Ettlinger von Oktober 1987 bis September 1989. N = Gesamtzahl der Individuen, L = Larven, P = Protonymphen, D = Deutonymphen, T = Tritymphen, A = Adulti (dunkel = Weibchen, hell = Männchen).

weibliche Leichen mit 1 bis 2 Larven und mehrere Leichen mit Eiern im Körper gezählt werden.

Ommatocephus ocellatus

Im ersten Jahr läßt sich der Verlauf des Populationszyklus recht gut ablesen. Im Herbst 1987 haben die Tritonymphen noch ihren höchsten Anteil. Im Februar 1988 ist der Anteil der Tritonymphen stark zurückgegangen und es sind in großer Menge Larven vorhanden. Mit dem Zuwachs bei den Protonymphen und den folgenden Stadien, nimmt die Zahl der Larven im Mai 1988 wieder ab und im August 1988 machen die Deutonymphen den größten Teil der Juvenilen aus. Im 2. Jahr kann man den Verlauf der Populationsentwicklung nicht so gut erkennen. Lediglich die Populationsstrukturen vom Mai 1988 und Mai 1989 sind vergleichbar. Die Juvenilen aus der Probe vom Mai 1989 standen fast alle kurz vor der Häutung.

Gravide Weibchen findet man das ganze Jahr hindurch (Abb. 10). Sie tragen meistens 2, im Höchstfall 4 Eier. Im Vergleich zur Anzahl der Leichen ist die Zahl der lebenden Adulti im August 1988 am größten (13 Adulti pro Leiche) und im Februar 1989 am kleinsten (1,8 Adulti pro Leiche) (Abb. 10).

Domatorina plantivaga

D. plantivaga wurde an vier der untersuchten Bäume in großer Zahl (158-2262 Individuen) gefunden und an den vier anderen Bäumen in verschwindend geringer Zahl (1-5 Individuen), so daß sich ein Bild der Populationsdynamik nur sehr fragmentarisch darstellen läßt.

Auffallend ist der Anteil der Adulti, der im Oktober 1987 mit 42 % und im August 1988 mit 35 % relativ hoch ist und im Februar und Mai 1989 auf 8 % bzw. 3 % geschrumpft ist. Soweit man es beurteilen kann, entwickelten sich bis zum August 1988 die meisten Larven. In diesem Monat wurden auch 10 weibliche Leichen mit jeweils 1 bis 4 Larven und 3 Leichen mit Eiern im Körper gefunden und eine Leiche trug 2 Larvenhüllen in sich, aus denen die Protonymphen offenbar schon geschlüpft waren.

Gravide Weibchen tragen eine sehr unterschiedliche Zahl von meist 2 bis 6 Eiern, im Höchstfall sogar 8 Eier. Unter der großen Zahl von Weibchen im Oktober 1987 und August 1988 fanden sich nur ganz vereinzelte gravide Weibchen, die Zahl der Eier pro Weibchen war also nahe Null. Im Februar und im Mai 1989 trugen die wenigen lebenden Weibchen dagegen viele Eier.

Die Zahl der Leichen im Verhältnis zu lebenden Adulti ist zumindest in den vier individuenreichen Probenmonaten so hoch wie bei *C. cymba* und *M. brevipes*, auf 0,4 bis 2,3 lebende Adulti kommt eine Leiche.

Scheloribates ascendens

Insgesamt wurden auch bei dieser Art zu wenige Individuen gefunden, um konkrete Aussagen machen zu können.

Erwähnenswert ist der, unabhängig von der Jahreszeit,

mit 25 % - 58 % recht hohe Anteil von Larven an der Gesamtpopulation in allen vier Proben mit nennenswerter Individuenzahl.

Die graviden Weibchen tragen meist 3-5 Eier, im Höchstfall 7 Eier. Gravide Weibchen wurden vor allem in den beiden Mai-Proben und im August 1988 gefunden.

Liebstadia humerata

Auf 7 der 8 untersuchten Bäume wurde *L. humerata* mit weniger als 20 Individuen gefunden, so daß Aussagen über die Populationsentwicklung bei dieser Art nicht möglich sind. Lediglich in den Proben vom Oktober 1987 war die Individuenzahl groß genug, um für diesen Monat den Altersaufbau der Population darzustellen.

Adulti machen im Oktober 1987 mit 58 % den weitaus größten Teil der Population aus. Die Zahl der Juvenilen nimmt von den Larven bis zu den Tritonymphen kontinuierlich ab. In diesem Monat finden sich keine graviden Weibchen. Die Zahl der Leichen ist relativ gering, auf 8 lebende Adulttiere kommt 1 Leiche. Zwei weibliche Leichen trugen jeweils 2 Larven in sich.

Aus den spärlichen Funden in den anderen Monaten läßt sich folgendes ergänzen:

- Es wurden insgesamt mehr Larven und Protonymphen (19) als Deuto- und Tritonymphen (12) gefunden.
- Gravide Weibchen traten nur im Mai und im August auf. Sie trugen 1-2 Eier.
- Im zweiten Untersuchungsjahr stieg die Zahl der Leichen gegenüber dem ersten Jahr deutlich an, im September 1989 gab es fast ebenso viele Leichen wie lebende Adulttiere.

Eine Interpretation dieser Aussagen ist jedoch bei der geringen Individuenzahl schlecht möglich.

6.2. Beobachtungen zur Biologie arboricoler Arten

6.2.1 Schlupfwinkel

M. brevipes lebt in der Baumkrone auf den Ästen und Zweigen. Die Individuen dieser Art haben die Tendenz, sich in enge Schlupfwinkel, Löcher und Spalten zu verkriechen. Man findet die verschiedenen Jugendstadien deshalb oft in den Häutungshemden von älteren Stadien der gleichen Art. Besonders häufig trat dieses Phänomen im August 1988 auf, wo insgesamt 2 Larven, 7 Protonymphen und eine Deutonymphe in jeweils einem Häutungshemd einer Tritonymphe steckten; eine dieser Protonymphen war gerade im Begriff aus der Larvenhaut zu schlüpfen; ein gravides Weibchen saß in einem Häutungshemd von *C. cymba*. Dabei kommt es manchmal zu mehrfachen Schachtelungen; so steckte ein Protonymphenhemd in einem Tritonymphenhemd, das wiederum in einem Tritonymphenhemd steckte.

Auch die leeren Schilde abgestorbener weiblicher Dekkelschildläuse der Art *Diaspidiotus alni* (MARCHAL, 1909) werden von Adulti und Jugendstadien als Unterschlupf genutzt (Abb. 11). Möglicherweise werden solche Schildlaushüllen von graviden Weibchen zur Eiablage aufgesucht, in manchen Schilden konnte man Eier und Larven von *M. brevipes* erkennen. Das Aufsuchen eines

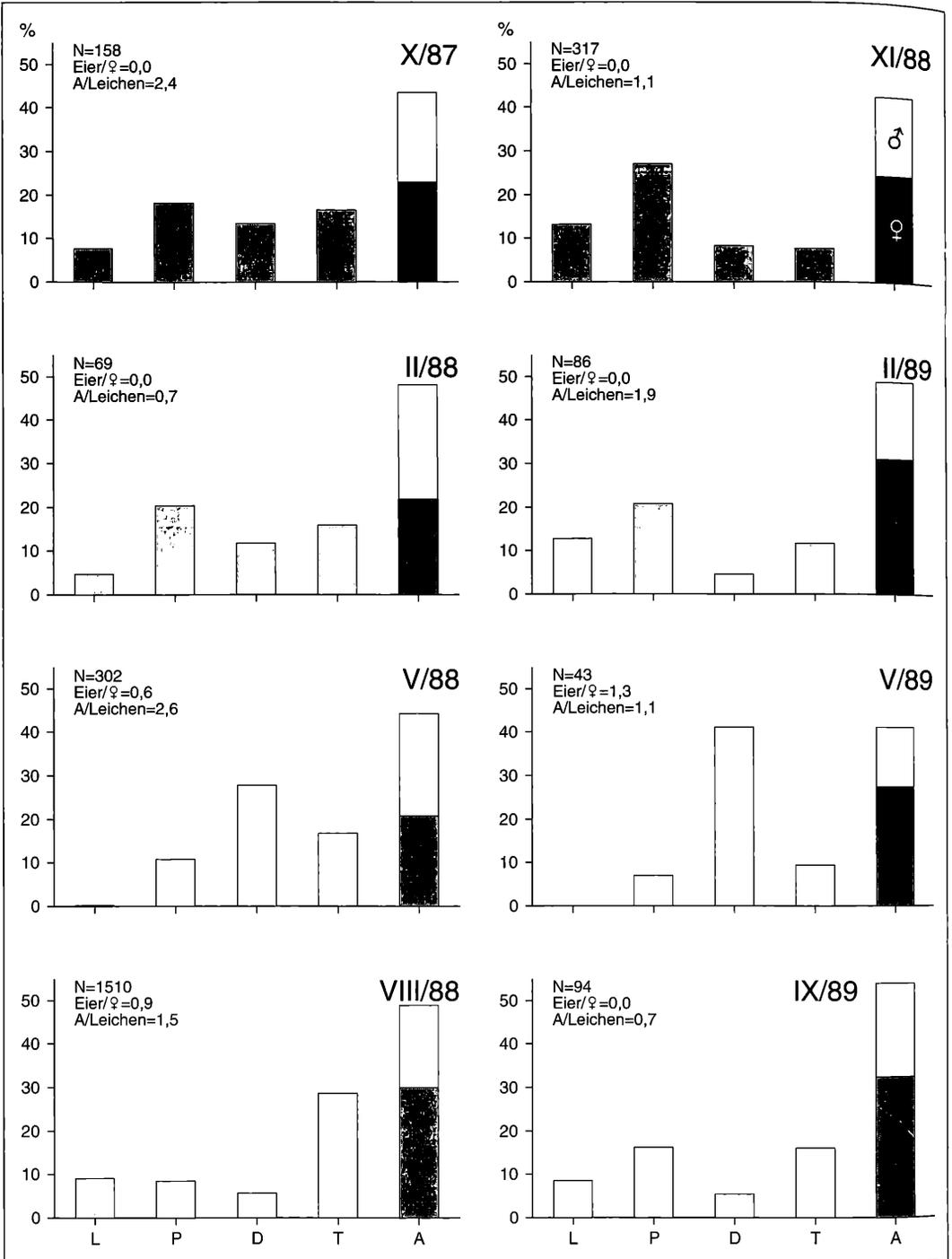


Abbildung 8. *Micreremus brevipres*: Saisonaler Altersaufbau der Populationen an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Stadtwald Ettlingen von Oktober 1987 bis September 1989. N = Gesamtzahl der Individuen, L = Larven, P = Protonymphen, D = Deutonymphen, T = Tritonymphen, A = Adulti (dunkel = Weibchen, hell = Männchen).

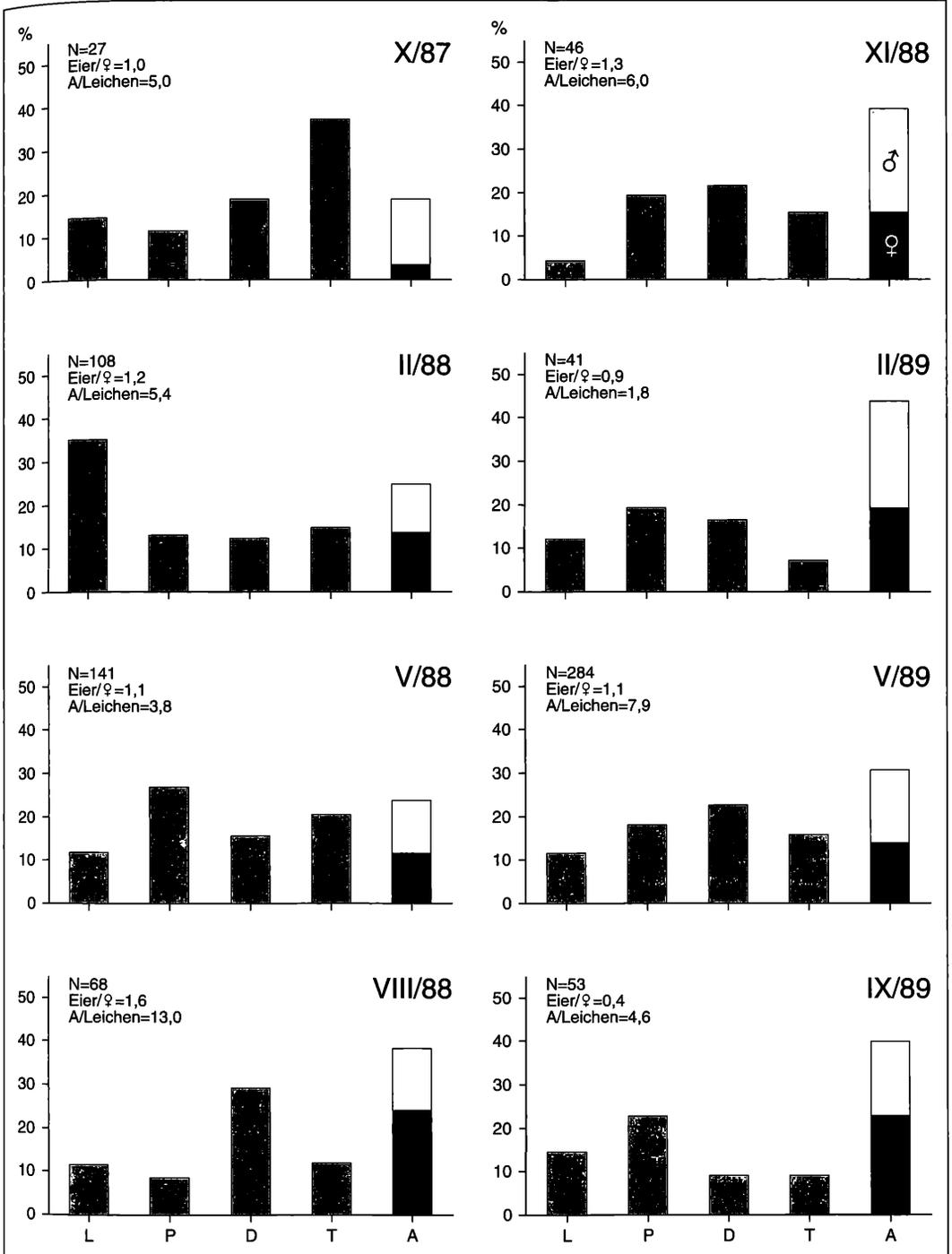


Abbildung 9. *Ommatocepeus ocellatus*. Saisonaler Altersaufbau der Populationen an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Stadtwald Ettlingen von Oktober 1987 bis September 1989. N = Gesamtzahl der Individuen, L = Larven, P = Protonymphen, D = Deutonymphen, T = Tritonymphen, A = Adulti (dunkel = Weibchen, hell = Männchen).

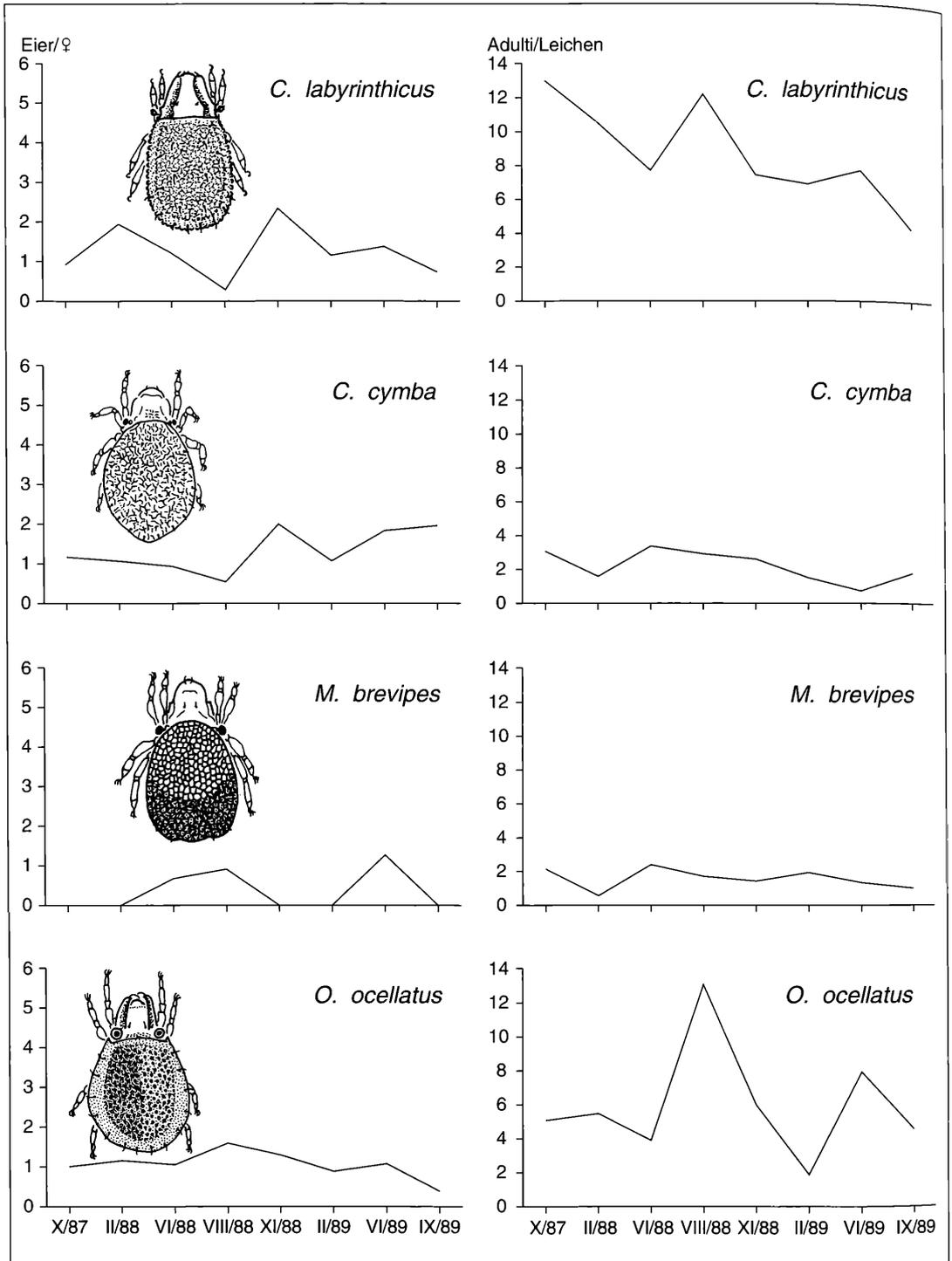


Abbildung 10. Linke Reihe: Anzahl der Eier pro Weibchen in den Populationen der Untersuchungsmonate. Rechte Reihe: Anzahl der toten Adulti (Leichen) in Relation zur Zahl der lebenden Adulti in den Populationen der Untersuchungsmonate.

geeigneten Unterschlupfs kann auch zum Schutz vor Austrocknung und Räubern dienen, vor allem in so empfindlichen Lebensphasen wie der Häutungsstarre.

In wenigen Fällen wurde dieses Verhalten auch bei *C. cymba* beobachtet, drei Nymphen wurden in den Häutungshemden älterer Nymphen gefunden und ein Weibchen befand sich in einer Schildlaushülle. Von *C. labyrinthicus* wurden ein adultes und ein juveniles Individuum in jeweils einer Schildlaushülle entdeckt.

Nicht nur den erwähnten Oribatidenarten dienen die Hüllen der Schildlaus *Diaspidiotusalni* als Versteck. Vor allem in den Februarproben und im November 1988 waren viele prostigmate Milben und einige Individuen einer kleinen Gamasidenart oft zu mehreren in den Hüllen der Schildlaus zu finden.

VITZTHUM (1918/19) beschreibt *M. brevipes* und einige andere Milbenarten als Gäste der Schildläuse und geht davon aus, daß der Schild für die Milben nur einen wetterfesten Unterstand bedeutet. Möglicherweise bietet das Innere der Schilde aber auch Nahrung für koprophyge Milben in Form verschiedener Abfälle wie Kot und alten Eihäuten (SCHMUTTERER 1952).

6.2.2 Synchrone Entwicklungsvorgänge

Synchrone Abläufe von Entwicklungsvorgängen in jeweils einer Oribatiden-Population konnten sowohl in den Proben aus dem Freiland als auch in den Laborzuchten beobachtet werden:

(1) Im Mai 1986 wurde eine größere Zahl von lebenden *Domatorina plantivaga* aus Freilandproben in Zuchtgefäße gebracht. Als Substrat und Nahrung diente ein Stückchen Buchenrinde mit Algen- und Flechtenbewuchs. Ein paar Tage darauf liefen viele Weibchen mit ausgestülptem Ovipositor auf dem Rindenstück herum. Sie betasteten den Untergrund mit dem Ovipositor, schoben ihn dann in eine Lücke oder Spalte im Flechtenrasen und drehten sich mehrere Male um den Ovipositor auf der Stelle. Nachdem sie die Stelle verlassen hatten, lagen in der jeweiligen Flechtenhöhle bis zu 7 Eier. Viele Weibchen legten synchron innerhalb kurzer Zeit ihre Eier ab.

(2) Über die Hälfte der adulten *C. labyrinthicus* aus den Proben vom Mai 1988 waren ganz frisch geschlüpft, d.h. der Chitinpanzer war fast farblos und noch nicht ausgehärtet.

(3) Anfang März 1989 wurden 12 juvenile *C. cymba* verschiedener Stadien aus dem Freiland in Kultur genommen. 3 Tage später begannen alle in Häutungsstarre zu fallen bis auf ein Tier, das erst am folgenden Tag in Starre fiel. Möglicherweise ist dieses Verhalten als Reaktion auf die im Vergleich zum Freiland veränderten abiotischen Bedingungen im Zuchtgefäß (15°C konstant, veränderte Luftfeuchtigkeit) zu werten.

(4) In den Proben vom Mai 1989 waren alle Larven von *C. cymba* gerade aus dem Ei geschlüpft, d.h. sie waren noch ganz eiförmig und mit durchscheinenden Beinen oder sie steckten sogar noch ganz oder teilweise in der Eihülle.

(5) Ebenfalls in den Proben vom Mai 1989 standen fast alle juvenilen *O. ocellatus* verschiedener Stadien kurz vor der Häutung, d.h. das folgende Stadium war unter der Oberfläche schon zu erkennen oder die alte Haut war bereits aufgeplatzt.

6.2.3 Juvenile in abgestorbenen Weibchen (Aparität)

Bei den Oribatiden kann es vorkommen, daß ein Weibchen vor der Eiablage stirbt und sich die reifen Eier in seinem Körper bis zur Larve oder gar zur Protonymphie weiterentwickeln. Verschiedene Einzelfälle dieses als Aparität bezeichneten Phänomens sind aus der Literatur bekannt (ARLIAN & WOOLLEY 1970, GRANDJEAN 1956, JACOT 1933, MICHAEL 1882, STRENZKE 1949, VITZTHUM 1940/43). MICHAEL (1882) beobachtete beispielsweise bei *Euzetes globulus*, daß aus den Eiern in toten Weibchen Larven schlüpften, nachdem der übrige Körperinhalt der Weibchen verrotten war. Die Larven verließen die Leiche über das Camerostom, die Genital- oder die Analöffnung. GRANDJEAN (1956), der Eier in toten Weibchen von *Ceratoppia bipilis* und anderen Oribatidenarten fand, bezweifelte jedoch, daß diese Erscheinung irgendeine spezielle Bedeutung hat.

In den Rindenproben aus dem Stadtwald Ettlingen wurde das Phänomen der Aparität bei mehreren Arten zu unterschiedlichen Jahreszeiten beobachtet. Vermutlich tritt die Aparität auch bei einigen Arten aus anderen Habitaten auf. Solche Weibchen werden aber kaum gefunden, weil bei der Berlese-Extraktion tote Tiere nur zufällig ins Auffanggefäß fallen. Im Gegensatz zur Berlese-Extraktion werden beim Abbürsten der Rinde auch inaktive Stadien der Oribatiden erfaßt, u.a. weibliche Kadaver, die auch reife Eier oder äußerlich intakte Larven beinhalten können. BERG (1989) beobachtete in der Lebendhaltung im Laborversuch das Schlüpfen von Larven aus abgestorbenen Weibchen bei den Arten *Phthiracarus piger*, *P. cfr. stramineus* und *Euphthiracarus cribrarius*. Die Aparität ist keine entwicklungsbiologische Besonderheit, sondern tritt wahrscheinlich umso häufiger auf, je weniger resistent die Individuen einer Art gegen äußere Einflüsse sind, d.h. je höher die Mortalität ist und je schneller sich die Larven aus den Eiern entwickeln. Da niemals männliche Leichen mit Larven gefunden werden, kann ein Einwandern der Larven in die Leichen oder eine Eiablage in bereits abgestorbene Individuen ausgeschlossen werden.

L. humerata: In der Population aus einem kleinen Astloch in der Buche vom Oktober 1987 fanden sich zwei weibliche Leichen mit einer bzw. zwei Larven im Körper.

M. brevipes: Im Mai 1988 wurde eine weibliche Leiche mit einer Larve gefunden, im August 1988 zwei Leichen mit einer bzw. zwei Larven, im November 1988 waren es drei Leichen mit Larven, im Mai 1989 eine Leiche mit einer Larve und im September 1989 vier Leichen mit Larven im Körper.

D. plantivaga: In den Proben vom August 1988 waren insgesamt 11 weibliche Leichen, die bis zu vier Larven

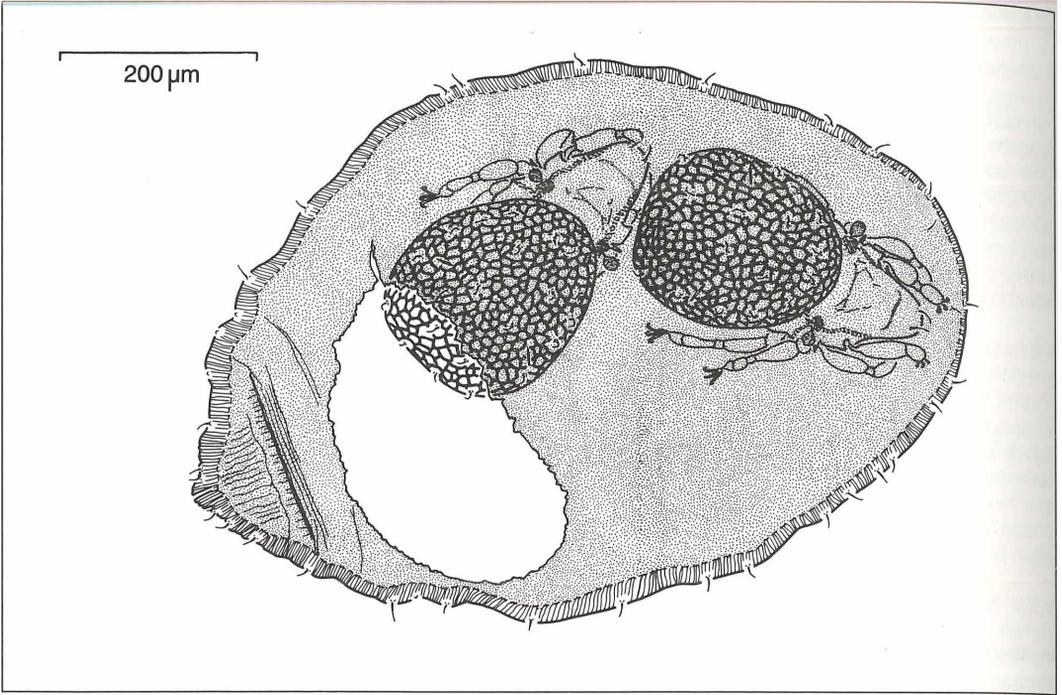


Abbildung 11. Zwei adulte *Micreremus brevipes* in einer leeren Hülle der Deckelschildlaus *Diaspidiotusalni*.

im Körperinnern trugen, manchmal zusammen mit Eiern. In einem Fall waren sogar nur leere Larvenhüllen im Panzer des Weibchens, die Protonymphen waren offenbar bereits geschlüpft.

S. ascendens: Im September 1989 wurden zwei Leichen mit jeweils zwei Larven im Körper gefunden.

E. rauschenensis: Eine weibliche Leiche mit drei Larven wurde in einer Probe vom September 1989 gefunden. Bei all diesen Arten wurden auch manchmal Leichen von Weibchen gefunden, die Eier trugen. Im November 1988 wurden mehr als 20 Leichen von *C. labyrinthicus* registriert, die noch bis zu fünf Eier im Körper hatten. Es konnten bei dieser Art jedoch keine geschlüpften Larven in den Kadavern beobachtet werden.

6.2.4 Sporozoen

Im Mai 1988 wurden 3 Proto-, 5 Deuto- und 9 Tritonymphen von *C. labyrinthicus* in den Proben gefunden, die mit kugelrunden Sporozoen parasitiert waren (Abb. 12), das entspricht einer Parasitierung der Nymphen zu diesem Zeitpunkt von 0,2%. Die Sporidien waren über den ganzen Körper ausgebreitet und drangen bereits in die Gliedmaßen vor.

Über die bisher gefundenen Mikrosporidien, die in Oribatiden parasitieren, berichten PURRINI & BÄUMLER (1977), PURRINI et al. (1979) und PURRINI & ORMIERES (1981). Bei den von PURRINI & BÄUMLER (1977) untersuchten Populationen von *Hermannia gibba* war die

Durchseuchung sehr hoch (3 bis über 30% der Adulti). Die Mikrosporidie war herdweise im Boden verteilt. Es wurden nur adulte Oribatiden befallen. Der hohe Befall im Untersuchungsjahr wurde auf die Hitze und Trockenheit im Sommer 1976 zurückgeführt.

6.3. Laufaktivität und Ausbreitungsmechanismen

6.3.1 Aktivitätsermittlung aus Fallenfängen

In Barberfallen fängt man die laufaktiven Arthropoden der Bodenoberfläche. Mit Hilfe von Baum-Fotoelektolektoren werden die Stratenwechsler unter der Bodenfauna und die wandernde Baumfauna erfaßt. Eine Auswertung der Oribatidenfauna in beiden Fallenarten ermöglicht einen Einblick in die Bewegungsaktivität und das Wanderverhalten verschiedener Arten im Jahresverlauf. Über die tatsächliche Siedlungsdichte der Arten in der Bodenstreu bzw. auf der Baumrinde geben die Fangzahlen jedoch keine Auskunft.

Von den 119 im Stadtwald Ettlingen gefundenen Oribatidenarten wurden 67 Arten in den beiden Fallentypen Barberfalle und Baum-Fotoelektrore gefangen. Von diesen 67 kamen 29 Arten in beiden Fallentypen vor, 33 Arten waren nur in den Barberfallen und 5 Arten nur in den Baumelektoren. Unter den Arten, die in beiden Fallentypen auftreten, fällt besonders der große Anteil an Arten auf, die auf den Buchen oder in Totholz leben (Tab. 22): *C. labyrinthicus*, *S. ascendens*, *D. plantivaga*, *L. humerata*, *C. cymba*, *E. rauschenensis*, *A. longilamel-*

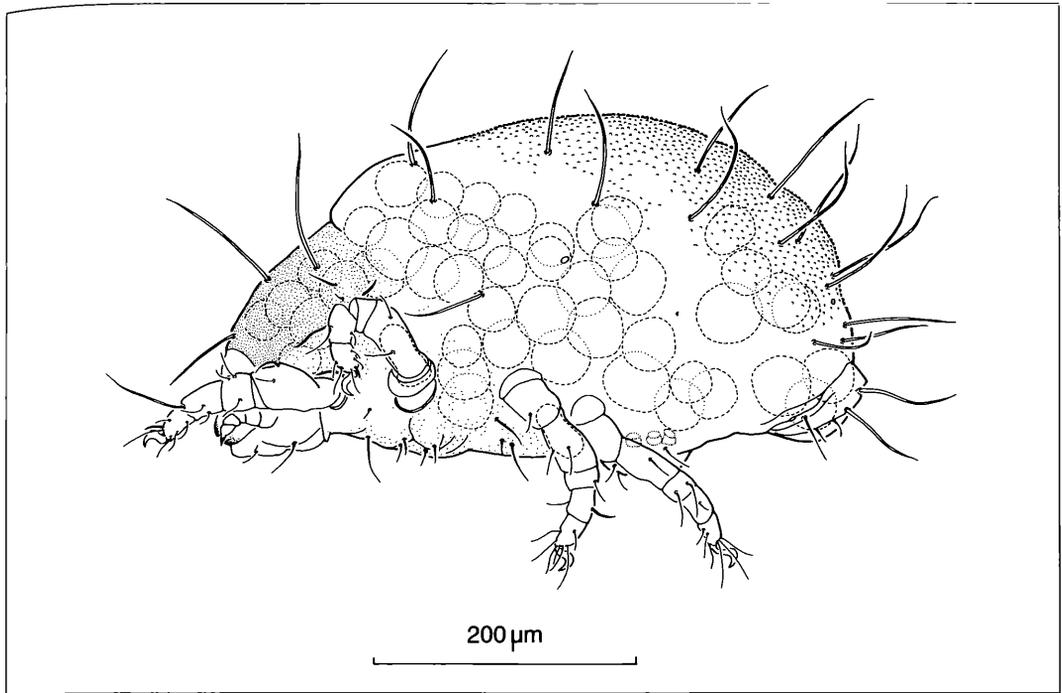


Abbildung 12. Tritonymphe von *Carabodes labyrinthicus* von einer großen Zahl von Sporozoen parasitiert. Einzelne Sporozoen sind bereits in die Beine eingewandert.

lata, *N. aurantiacus* u. a. m. Sie gelangen mit dem Falllaub und abgebrochenen Ästen auf den Waldboden (Kap.6.3.2.) und sind darauf angewiesen, ihr angestammtes Mikrohabitat aktiv wieder aufzusuchen. Typische Arten aus anderen Habitaten, z.B. die Massenarten *Z. exilis* und *M. pseudofusiger* in Moospolstern, sind in den Fallen nur ganz vereinzelt vertreten.

In den Baumelektoren resultieren die hohen Individuenzahlen für *T. velatus*, *C. pusillus* und *O. calcarata* aus einem großen Fang im Oktober 1984, im zweiten Jahr treten diese drei Arten nur noch in geringer Individuenzahl in Erscheinung. *C. labyrinthicus* dagegen kommt in beiden Jahren in den Sommer- und Herbstmonaten in größerer Zahl vor. Die typischen Baumarten *S. ascendens*, *D. plantivaga*, *L. humerata*, *E. rauschenensis*, *C. cymba* und *M. brevipes* kommen, wenn auch in kleiner Zahl, in beiden Jahren regelmäßig in den Fallen vor. In den warmen Monaten des Jahres wurden mehr Arten und Individuen gefangen als in den Wintermonaten.

Aus den Fangdaten der Barberfallen kann man die Veränderung der Laufaktivität einzelner Arten im Jahresverlauf verfolgen (Abb. 13). Für die Gesamtoribatiden und für die meisten Arten ist ein Aktivitätsmaximum im Spätsommer (August/ September) festzustellen. Von Dezember bis März ist die Laufaktivität nur sehr gering. Im Februar/März sind durchschnittlich 8 Oribatidenarten in den Barberfallen. Die Artenzahl steigt im Frühjahr schnell an, erreicht im Juni/Juli mit 33 Arten ihren

Höchstwert und nimmt dann bis zum Winter wieder kontinuierlich ab.

Das Aktivitätsminimum in den Wintermonaten ist bei allen aufgeführten Arten zu beobachten, nur wenige ausgesprochen laufaktive und/oder ubiquitäre Arten können auch in den Wintermonaten in größerer Zahl in den Fallen gefangen werden: *O. tibialis*, *T. velatus*, *L. xylariae*, *O. quadricornuta*. Früh aktive Arten mit einem Fangmaximum im April/Mai sind *C. dentatus*, *C. areolatus*, *L. coracinus* und *H. gibba*. Eine relativ hohe Laufaktivität im Herbst kann man bei *T. velatus*, *C. cuspidatus* und *O. calcarata* beobachten.

6.3.2 Oribatiden in Laubsammlern

Durch den herbstlichen Laubfall und durch den Einfluß von Wind und Sturm während des ganzen Jahres gelangen arboricole Tiere mit Blättern, Früchten, Zweigen, Ästen und Rindenstücken auf den Waldboden. Ob sie von hier aus loswandern, um wieder einen Baum zu erreichen, ist nicht bekannt. Es ist jedoch möglich, daß eine Veränderung oder Verschlechterung der Habitatbedingungen bei manchen Oribatidenarten eine Laufaktivität und damit die Suche nach einem günstigeren Aufenthaltsort auslöst. Bei *D. plantivaga* wurde durch erhöhte Luft- und Substratfeuchtigkeit im Zuchtgefäß oft eine lebhaftere Aktivität der Tiere ausgelöst, die zuvor noch inaktiv in den Flechten saßen. Diese Bewegungsaktivität ist zumindest die Voraussetzung für einen Ortswechsel.

Um zu erfahren, welche Arten im Herbst mit dem Fallau zu Boden gelangen, wurde der Inhalt von 10 Laubsammlern untersucht. An drei wöchentlichen Probeterminen im Oktober und November 1987 wurde die aufgefangene Feinstreu entnommen und das Tiermaterial auf der Berlese-Apparatur extrahiert. Die Feinstreu je Laubsammler hatte in diesem Zeitraum ein durchschnittliches Trockengewicht von $42,4 \text{ g} \pm 9,5 \text{ g}$. Von den 17 Oribatidenarten, die dabei erfaßt wurden (Tab. 23), sind nur *H. rufulus*, *C. areolatus* und *P. punctata* nicht von Rinden- und Laubproben bekannt. Sie sind vermutlich entweder am Gestell des Laubsammlers hochgeklettert oder zusammen mit Laubstreu vom Boden durch den Wind eingetragen worden.

Für ein Gesamtmaterial an Feinstreu von 1272 g Trockengewicht ist die Zahl der extrahierten Oribatiden mit 147 Tieren nicht groß. Es wurde aber schon beim Vergleich von Berlese-Extraktion und Bürst-Methode gezeigt, daß die Berlese-Extraktion keine adäquate Methode zur Erfassung der Rindenfauna darstellt. Wie in dem Methodenvergleich, sind auch hier die drei Arten *L. humerata*, *T. velatus* und *S. ascendens* zusammen mit *C. labyrinthicus* am zahlreichsten vertreten. Mit den großen Ästen, die im Buchenwald häufig abbrechen und zu Boden fallen, gelangt mit Sicherheit eine große Zahl von baumbewohnenden Tieren auf den Waldboden.

6.3.3 Laufgeschwindigkeit

Nimmt man bei Oribatiden eine Ausbreitung durch aktive Fortbewegung an, so setzt die Besiedlung der verschiedenen Habitate in einem Buchenwald, von Moospolstern am Waldboden bis zum Buchenlaub in der Baumkrone, angesichts der geringen Körpergröße der Tiere ein beträchtliches Laufvermögen voraus. Schon 1855 hat NICOLET die Geschwindigkeit einiger Oribatidenarten aufgezeichnet. Von drei weiteren Oribatidenarten haben WOODRING & COOK (1962) die Laufgeschwindigkeiten gemessen.

Die Laufgeschwindigkeit verschiedener Oribatidenarten aus dem Untersuchungsgebiet wurde in einem Laborversuch ermittelt (vgl. Kap. 3.4.). Die Ergebnisse aus diesem Versuch sind in Tabelle 24 aufgeführt.

Tabelle 22. Liste der Oribatidenarten mit Individuenzahlen, die in 10 Barberfallen zwischen Februar 1982 und Juli 1986 und in Baumelektronen (1,5 – 2 m Höhe) zwischen Juni 1984 und Oktober 1985 gefangen wurden.

| | Barberfallen Individuen | Baumelektronen Individuen |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| <i>Tectocephus velatus</i> | 99 | 1 104 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 494 | 631 |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 714 | 155 |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 364 | 5 |
| <i>Galumna lanceata</i> | 281 | 5 |
| <i>Damaeus clavipes</i> | 285 | 1 |
| <i>Oribatella calcarata</i> | 68 | 116 |
| <i>Cepheus dentatus</i> | 163 | 1 |

| | | |
|------------------------------------|-------|-------|
| <i>Liacarus subterraneus</i> | 132 | 1 |
| <i>Phthiracarus piger</i> | 118 | 2 |
| <i>Eupelops plicatus</i> | 100 | 1 |
| <i>Phthiracarus stramineus</i> | 71 | 1 |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 20* | 45 |
| <i>Scheloribates ascendens</i> | 8 | 56 |
| <i>Domatorina plantivaga</i> | 5* | 33 |
| <i>Neoribates aurantiacus</i> | 6 | 25 |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 2 | 25 |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> | 13 | 13 |
| <i>Liacarus (Dorycranosus) sp.</i> | 4* | 21 |
| <i>Eporibatula rauschenensis</i> | 3* | 15 |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | 8* | 2 |
| <i>Suctobelba trigona</i> | 5 | 1 |
| <i>Zygoribatula exilis</i> | 2* | 4 |
| <i>Oppiella nova</i> | 2 | 4 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 2 | 1 |
| <i>Oppiella subpectinata</i> | 2 | 1 |
| <i>Oppiella splendens</i> | 2* | 1 |
| <i>Suctobelba perforata</i> | 1 | 1 |
| <i>Paraleius leontonycha</i> | 1* | 1 |
| <i>Oribatula tibialis</i> | 650 | |
| <i>Chamobates cuspidatus</i> | 424 | |
| <i>Hermannia gibba</i> | 104 | |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 87 | |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 70 | |
| <i>Carabodes forsslundi</i> | 61 | |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 61 | |
| <i>Liacarus xylariae</i> | 40 | |
| <i>Chamobates borealis</i> | 13* | |
| <i>Edwardzetes edwardsi</i> | 11* | |
| <i>Amerus polonicus</i> | 10 | |
| <i>Euphthiracarus cribrarius</i> | 9* | |
| <i>Carabodes femoralis</i> | 9 | |
| <i>Nothrus silvestris</i> | 8 | |
| <i>Steganacarus herculeanus</i> | 7 | |
| <i>Scheloribates quintus</i> | 6 | |
| <i>Phthiracarus crinitus</i> | 5 | |
| <i>Oppiella ornata</i> | 4 | |
| <i>Ceratoppia sexpilosa</i> | 4* | |
| <i>Phthiracarus anonymus</i> | 3 | |
| <i>Eupelops torulosus</i> | 3 | |
| <i>Achipteria coleoptrata</i> | 3 | |
| <i>Rhysotritia duplicata</i> | 2 | |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 2 | |
| <i>Ophidiotrichus connexus</i> | 2 | |
| <i>Minunthozetes pseudofusiger</i> | 1 | |
| <i>Melanozetes mollicomus</i> | 1* | |
| <i>Chamobates birulai</i> | 1* | |
| <i>Allosuctobelba grandis</i> | 1 | |
| <i>Suctobelba subtrigona</i> | 1 | |
| <i>Oppia laniseta</i> | 1* | |
| <i>Oppiella obsoleta</i> | 1 | |
| <i>Steganacarus magnus</i> | 1* | |
| <i>Micreremus brevipes</i> | * | 8 |
| <i>Camisia horrida</i> | | 1 |
| <i>Banksinoma lanceolata</i> | | 1 |
| <i>Quadroppia quadricarinata</i> | | 1 |
| <i>Acrogalumna longipluma</i> | | 1 |
| Summe | 4 581 | 2 284 |
| Anzahl der Arten | 62 | 34 |

* = diese Arten wurden nicht in den Quadratproben der Bodenstreu gefunden.

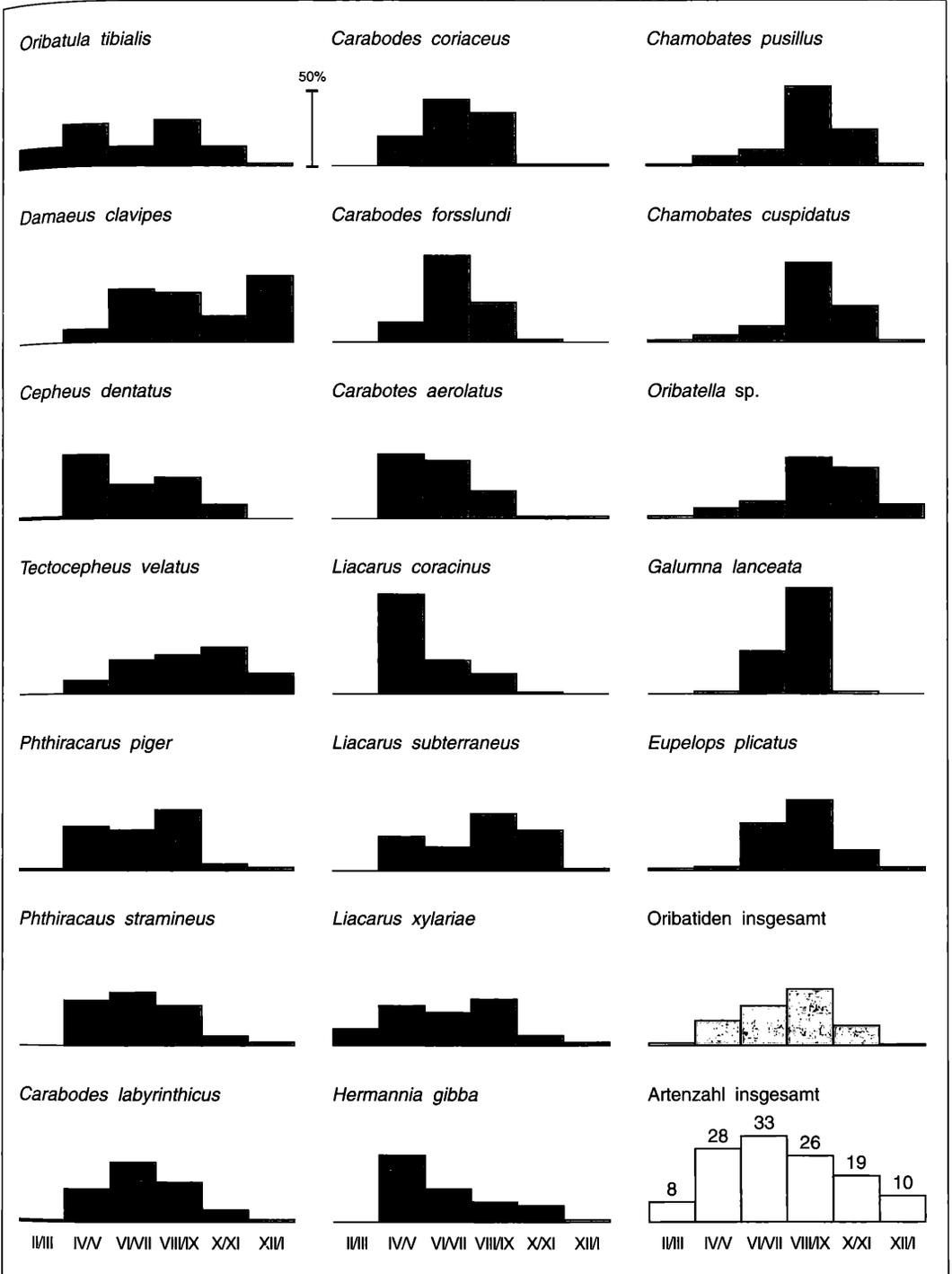


Abbildung 13. Relative Häufigkeit der Oribatiden und Anzahl der Arten in Barberfallen im Jahresverlauf. Die beiden *Oribatella*-Arten wurden in der Abbildung zusammengefaßt (vgl. S. 121).

Mit ihrer beachtlichen Körpergröße und den langen Beinen legt *D. clavipes* bei einer Geschwindigkeit von 6,6 cm/min von den untersuchten Arten die größte Distanz pro Zeiteinheit zurück. Berücksichtigt man jedoch die unterschiedliche Körpergröße der Arten und betrachtet die relative Geschwindigkeit, dann laufen *G. nervosa* und *S. pallidulus* schneller als *D. clavipes*. Auch die kleinste der gemessenen Arten, *O. ornata*, bringt es mit 5 cm/min/L auf eine hohe relative Geschwindigkeit. Neben *D. clavipes* zeigen die Arten aus den Verwandtschaftsgruppen der Pterogasterinae und der Oppioidea eine hohe relative Laufgeschwindigkeit (>3 cm/min/L), die übrigen Arten aus entwicklungsgeschichtlich älteren Verwandtschaftsgruppen sind alle recht langsam.

Die vorliegenden Ergebnisse können nur einen Einblick in das Laufvermögen der Arten geben, da die individuelle Geschwindigkeit von Temperatur, Lichtverhältnissen, Luftfeuchtigkeit und anderen Umweltfaktoren beeinflusst wird. Dennoch stimmen die Ergebnisse für die Laufgeschwindigkeit bei *D. clavipes*, *H. gibba* und den *Schelorbates*-Arten sehr gut mit den von MICHAEL und WOODRING & COOK angegebenen Werten überein.

6.4. Ergebnisse aus der Lebendhaltung

6.4.1 Fraßbeobachtungen und Darminhalt

Während der Art-, Stadiums- und Geschlechtsbestimmung bei aufgehellten Tieren ließ sich unter dem Mikroskop auch der Darminhalt einzelner Individuen untersuchen. Einige Nahrungspartikel wurden nach den Zeichnungen von SCHUSTER (1956) identifiziert. Wenn möglich wird das Funddatum der Tiere angegeben:

Tabelle 23. Liste der Oribatidenarten mit Individuenzahlen, die an drei Terminen im Herbst 1987 (26.10., 11.11. und 16.11.1987) aus der in Laubsammlern aufgefangenen Feinstreu extrahiert wurden. Die Arten sind nach abnehmender Individuenzahl sortiert.

| | Individuen | |
|---------------------------------|------------|---------|
| | Adult | Juvenil |
| <i>Liebstadia humerata</i> | 39 | 9 |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 26 | 8 |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 17 | |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 14 | 1 |
| <i>Cybaea cymba</i> | 7 | 5 |
| <i>Suctobelba acutidens</i> | 4 | |
| <i>Micreremus brevipes</i> | 2 | 1 |
| Brachychthoniidae spp. | 2 | |
| <i>Suctobelba subcornigera</i> | 2 | |
| <i>Oppeia sigma</i> | 2 | |
| <i>Dometorina plantivaga</i> | 2 | |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 1 | |
| <i>Quadropia paoli</i> | 1 | |
| <i>Chamobates pusillus</i> | 1 | |
| <i>Hypochthonius rufulus</i> | 1 | |
| <i>Carabodes areolatus</i> | 1 | |
| <i>Parachipteria punctata</i> | 1 | |
| Summe | 123 | 24 |

C. labyrinthicus (regelmäßige Beobachtung): Pilzhyphen

C. cymba (Probe vom Mai 1989): Pollen

O. tibialis: Beine einer Milbe mit Krallen und vielen Borsten (keine Oribatide).

D. plantivaga (Probe vom August 1988): Bruchstücke einer Milbe, vermutlich eine Oribatide. Krallen, Borsten und Borstenansatzstellen sind zu erkennen.

L. humerata (Probe vom Oktober 1987): mehrzellige Pilzsporen, Stücke und Endkeulen von Pilzhyphen, Flechten- oder Algenzellen.

E. edwardsi: Gewebereste eines Moosblättchens

G. lanceata (Probe vom August 1988): Beine einer Milbe

Galumna-Larve (aus Baumhöhle, Probe vom September 1989): Ligninhaltige Bruchstücke.

Während der regelmäßigen Kontrolle der Zuchtgefäße konnten immer wieder einzelne Tiere beim Fressen beobachtet werden. Diese Beobachtungen sind in Tabelle 25 zusammengefaßt. Durch die Zugabe von frischem Futtermaterial aus dem Freiland war das Nahrungssubstrat recht vielseitig und umfaßte häufig auch Collembolen und Enchyträen, die mit dem Substrat in die Zuchtgefäße gelangten.

Die Ernährungsweise der Adulti einiger Arten aus dem Stadtwald Ettlingen wurde bereits von MITTMANN (1980) in Futterwahlversuchen untersucht. Folgende Beobachtungen (Tab. 25) stimmen mit seinen Ergebnissen überein: *D. clavipes*, *T. velatus* und die Arten aus der Gattung *Oppeia* sind Mikrophytenfresser, wobei *D. clavipes* gerne auch den Schimmelpilz in den Zuchtgefäßen abweidet und so das Pilzwachstum unter Kontrolle hält. *C. areolatus* und *C. labyrinthicus* wurden beim Fressen an Streupartikeln beobachtet. In den Kotballen im Darm von *C. labyrinthicus* findet man fast nur Pilzhyphen; die Tiere nehmen vermutlich nur stark verpilztes Material als Futter an.

Das Beweiden von Schimmelpilzen durch Arten aus der Verwandtschaftsgruppe der Belbidae/Damaeidae hat wahrscheinlich eine Bedeutung für andere am Abbauprozess beteiligte Pilze, die durch Reduzierung der Schimmelpilze bessere Wachstumsbedingungen haben (LUXTON 1972).

Auch die übrigen Laborbeobachtungen in Tabelle 25 und die bei ein paar Arten untersuchten Darminhalte geben interessante Hinweise zur Ernährung. Algen werden in den Zuchtgefäßen von verschiedenen Arten als Futter angenommen. Die arboricolen Oribatidenarten *C. cymba*, *D. plantivaga* und *L. humerata* sind mikrophytophag. Sowohl die Nahrung in den Zuchtöpfen als auch der Darminhalt von Tieren aus dem Freiland setzt sich bei diesen drei Arten aus mikrophytischen Bestandteilen zusammen: Pilzhyphen, Pilzsporen, Flechten, Algen und Pollen. *C. femoralis*, der im Buchenwald auf Pilzen zu finden ist (Tab. 12), wurde beim Fressen an Pilzfruchtkörpern beobachtet. Die beiden Arten *M. mollicomus* und *E. edwardsi*, die vor allem in Moospolstern vorkommen (Tab. 10), fraßen an Moosblättern; Gewe-

bereste von Moos wurden auch im Darm von *E. edwardsi* gefunden.

Nicht selten kann man Individuen unterschiedlicher Arten beim Fressen von tierischem Material sehen; vor allem werden Aas und Kot, in manchen Fällen aber auch lebende Collembolen, Nematoden und kleine Enchyträen gefressen. Bei den Darminhaltsuntersuchungen wurden in einzelnen Fällen tierische Reste in Form von Beinen, Krallen und Borsten von Mikroarthropoden (vermutl. Milben) gefunden.

6.4.2 Entwicklungsdauer

Die tägliche Kontrolle von mehr als 30 Zuchtgefäßen nimmt viel Zeit in Anspruch. Die Menge an verwertbaren Ergebnissen aus den Zuchtversuchen ist gemessen am Arbeitsaufwand sehr gering. Bei den meisten Arten, vor allem den arboricolen Arten *D. plantivaga* und *C. cymba*, erwies sich eine Einzelhaltung als aussichtslos. Sowohl adulte als auch juvenile Tiere starben bald nach der Isolierung durch Eintrocknen oder Verpilzen, obwohl sie in Sammelzuchtgefäßen monatelang überlebten. Oft konnte in Einzelhaltung wenigstens eine Häutung vollzogen werden, aber die neugeschlüpften Juvenilen schienen besonders geringe Überlebenschancen zu haben. Im Falle von *D. plantivaga* konnte im Sammelgefäß sogar die Eiablage und das Schlüpfen von Larven und Protonymphen beobachtet werden (vgl. Kap. 6.2.2), dann starben die Tiere nach und nach. Daten zur Entwicklungsdauer konnten von folgenden vier Arten ermittelt werden: *Damaeus clavipes*, *Carabodes labyrinthicus*, *Oribatella quadricornuta* und *Schelorbates pallidulus* (Tab. 26 und 27). Bei den drei letztgenannten Arten wurde wenn möglich auch die Dauer der Häutungsstarre registriert.

D. clavipes ist ein dankbares Zuchtobjekt. Weder Adulte noch Juvenile werden von den ungünstigen Laborbedingungen stark beeinträchtigt, Algen auf Rindenstücken werden als Futter gerne angenommen und die Verpilzungsgefahr ist gering, da aufkommende Schimmelpilze von den Tieren abgeweidet werden (Tab. 25). Zwar starben auch von dieser Art viele Larven während der Einzelhaltung, dennoch ist der Zuchterfolg im Vergleich zu anderen Arten recht hoch. Aus 50 *Damaeus*-Eiern schlüpften 27 Larven, von denen 16 im Laufe der folgenden drei Wochen starben. Die übrigen 11 Tiere entwickelten sich bis zum Adultus weiter. Die Entwicklungszeiten von *D. clavipes* wurden bereits von verschiedenen Autoren ermittelt. Die Ergebnisse sind bei LUXTON (1981a) aufgelistet. Die durchschnittliche Dauer der Stadien, die im vorliegenden Fall gemessen wurde, liegen unter den von LUXTON (1981a) erfaßten Werten, der ebenfalls bei 15°C untersuchte und etwas über den Werten von LEBRUN (1974) bei 20,5°C. Beide Autoren geben auch die Dauer des Eistadiums (40 resp. ca. 7 Tage) an und erhalten so eine Gesamtdauer vom Ei bis zum Adultus von 182 Tagen bei 15°C bzw. 77 Tagen bei 20,5°C. Im vorliegenden Fall lag die durchschnittliche Gesamtentwicklungsdauer bei 15°C ohne Eistadium bei 84 Tagen.

Von den übrigen drei Arten liegen nur wenige verstreute Daten vor, da keines der isolierten Tiere eine gesamte Entwicklung vom Ei bis zum Adultus überlebte.

C. labyrinthicus wies die längsten Entwicklungszeiten der untersuchten Arten auf. Ein Tier verbrachte 44 Tage als Deutonymphe und bei drei Tieren dauerte das Tritonymphenstadium zwischen 66 und 116 Tagen. Ungefähr 20 % der Dauer eines Stadiums wurde im Durchschnitt für die Häutungsstarre beansprucht (Tab. 28).

Tabelle 24. Laufgeschwindigkeit verschiedener Oribatiden, gemessen bei Zimmertemperatur.

| | Körperlänge #m | durchschnittl. Geschwindigkeit cm/min | # | höchste Geschwindigkeit cm/min | relative Geschwindigkeit cm/min/L | Ind. | Zahl der Messung. | Geschwindigkeit bei anderen Autoren cm/min |
|-------------------------------------|-------------------|---|-----|--------------------------------------|---|------|----------------------|---|
| <i>Damaeus clavipes</i> | 930 | 5,4 | 1,6 | 6,6 | 5,8 | 1 | 5 | 5,7 (NICOLET 1855) |
| <i>Pergalumna nervosa</i> | 535 | 3,6 | 0,1 | 3,7 | 6,7 | 1 | 5 | |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 530 | 3,2 | 0,4 | 3,8 | 6,0 | 1 | 5 | |
| <i>Schelorbates pallidulus</i> | 405 | 2,5 | 0,2 | 2,8 | 6,2 | 1 | 10 | 2,4 <i>S. laevigatus</i> |
| <i>Schelorbates ascendens</i> | 500 | 2,5 | 0,3 | 3,0 | 5,0 | 2 | 10 | (WOODRING & COOK 1962) |
| <i>Domatorina plantivaga</i> | 440 | 2,0 | 0,3 | 2,7 | 4,5 | 2 | 8 | |
| <i>Liacarus coracinus</i> | 750 | 1,8 | 0,3 | 2,1 | 2,4 | 1 | 5 | |
| <i>Achipteria coleoptrata</i> | 580 | 1,8 | 0,2 | 2,1 | 3,1 | 1 | 5 | |
| <i>Oppliella ornata</i> | 280 | 1,4 | 0,1 | 1,5 | 5,0 | 1 | 5 | |
| <i>Autogneta longilamellata</i> | 340 | 1,4 | 0,1 | 1,5 | 4,1 | 1 | 5 | |
| <i>Hermannia gibba</i> | 900 | 1,2 | 0,2 | 1,5 | 1,3 | 2 | 10 | 1,3 (NICOLET 1855) |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | 530 | 1,1 | 0,4 | 1,8 | 2,1 | 4 | 25 | |
| <i>Cymbaeremaeus cymba</i> , normal | 790 | 0,7 | 0,3 | 1,2 | 0,9 | 6 | 23 | |
| "aufgeregt" | | 1,7 | 0,2 | 1,9 | 2,2 | 2 | 9 | |
| <i>Carabodes coriaceus</i> | 640 | 0,4 | 0,1 | 0,6 | 0,6 | 1 | 5 | |
| <i>Tectocephus velatus</i> | 320 | 0,4 | 0,1 | 0,4 | 1,3 | 1 | 5 | |
| <i>Ommatocephus ocellatus</i> | 600 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 3 | 11 | |

Die Entwicklungszeiten von *O. quadricornuta* bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie bei *D. clavipes*. Sie weisen bei einzelnen Individuen große Unterschiede auf. Eine Deutonymphe lebte sogar 85 Tage; sie verendete dann jedoch und wurde nicht in die Tabelle aufgenommen. Die Häutungsstarre nimmt durchschnittlich 29-40 % der Dauer eines Stadiums in Anspruch. Die kürzesten Entwicklungszeiten hatte *S. pallidulus*. Jedes Nymphenstadium dauerte nur zwischen anderthalb und vier Wochen, wovon die Tiere durchschnittlich 29-47 % in Starre verbrachten.

7. Diskussion

7.1. Die Charakterisierung der Lebensgemeinschaften

Im Stadtwald Ettlingen im Nord-Schwarzwald wurden nach langjährigen Untersuchungen bis heute 115-120 Oribatidenarten erfaßt (BECK & WOAS 1991). Die Ungenauigkeit in dieser Angabe kommt daher, daß die Familie Brachychthoniidae und die Gattung *Suctobelba* noch nicht vollständig kritisch taxonomisch bearbeitet sind (BECK & WOAS in Vorb.). In der vorliegenden Arbeit

werden vom gesamten Arteninventar 119 Arten aufgeführt. Eine vergleichbare Untersuchung, die alle wichtigen Habitate innerhalb eines Waldes berücksichtigt, wurde von LEBRUN (1971) in einem Eichenwald in Belgien durchgeführt, wo er bereits in den Bodenproben 89 Arten zählt.

Sieben Arten sind im Stadtwald Ettlingen in allen untersuchten Substraten mehr oder weniger zahlreich zu finden. Zwanzig weitere Arten fehlten nur in einem oder zwei der zehn untersuchten Habitate, meist in Totholz am Baum. Folgende Arten sind demnach für das Untersuchungsgebiet Moder-Buchenwald besonders charakteristisch:

in allen Habitaten gefunden:

Phthiracarus piger
Phthiracarus stramineus
Tectocephus velatus
Carabodes labyrinthicus
Suctobelba acutidens
Suctobelba trigona
Chamobates pusillus

in einem oder zwei der Habitate nicht gefunden:

Liochthonius brevis
Hermannia gibba

Tabelle 25. Direkte Fraßbeobachtungen.

| Futtersorten: 1. Schimmelpilz 5. Moosblätter 9. Tiere und Aas | 2. Pilzfruchtkörper 6. Streu, F-Schicht | | | | 3. Flechte (<i>L. conizaeoides</i>) 7. Holz, zersetztes Rindenholz | | | | 4. Algen (<i>Protococcus</i> -Typ) 8. Kot im Zuchtgefäß | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| <i>N. elegantula</i> juv. | | | | | | | | X | | |
| <i>D. clavipes</i> ad. | X | X | | X | | | | | X | Collembole |
| juv. | X | | | X | | | | | X | Collembole |
| <i>L. coracinus</i> | | X | | X | | | | | | |
| <i>L. subterraneus</i> | | | | | | X | | | X | Leiche von <i>N. silvestris</i> juv. |
| <i>C. areolatus</i> | | | | | | X | | | | |
| <i>C. femoralis</i> | | X | | | | | | | | |
| <i>C. labyrinthicus</i> ad. | | X | | | | X | | | | |
| juv. | | | X | | | | | | | |
| <i>T. velatus</i> | | | | X | | | | | | |
| <i>B. lanceolata</i> | | | | X | | | | | | |
| <i>O. nova</i> | | | | X | | | | | | |
| <i>O. ornata</i> | | | | X | | | | | | |
| <i>O. subpectinata</i> | | | | | | | | | X | Oribatiden-Ei |
| <i>C. cymba</i> ad. und juv. | | | X | | | | | | X | Collembole |
| <i>D. plantivaga</i> ad. | | | X | X | | | | | | |
| juv. | | | X | | | | | | | |
| <i>S. pallidulus</i> | | | | X | | | | | X | <i>Tyrophagus</i> Ovipositor von <i>A. coleoprata</i> -Leiche |
| <i>M. mollicomus</i> | | | | | X | | | | | |
| <i>E. edwardsi</i> | | | | | X | | | | | |
| <i>T. trimaculatus</i> | X | | | X | | X | X | | | |
| <i>Chamobates</i> sp. | | | | | | | | | X | Enchyträe |
| <i>Oribatella</i> sp. | | | | X | | | | | | |
| <i>A. coleoprata</i> | | | | X | | | | X | | |
| <i>Galumna</i> sp. ad. | | | | | | | | | X | Enchyträe |
| juv. | | | | | | | | | X | Collembole (in 5 Min. gefressen) |

Damaeus clavipes
Cultroribula bicultrata
Liacarus coracinus
Carabodes coriaceus
Banksinoma lanceolata
Suctobelba subcornigera
Suctobelba subtrigona
Oppiella nova
Oppiella ornata
Oppiella subpectinata
Quadroppia paolii
Oribatula tibialis
Liebstadia humerata
Chamobates cuspidatus
Minunthozetes pseudofusiger

Eupelops plicatus
Oribatella calcarata
Oribatella quadricornuta

Die vier Arten *T. velatus*, *O. nova*, *O. ornata* und *O. tibialis* findet man außer in Wäldern auch in vielen anderen Biotopen, die übrigen Arten kommen in Deutschland vorzugsweise in Waldbiotopen vor (WEIGMANN & KRATZ 1981).

Faunistische und ökologische Untersuchungen der Oribatidenfauna von Wäldern in Deutschland und in anderen Ländern Mitteleuropas konzentrieren sich meist nur auf eines oder wenige der Habitate Bodenstreu, Moospolster, Totholz und Baumstämme. Der faunistische Vergleich dieser Arbeit mit den Arbeiten anderer Autoren ist daher erst auf der Ebene der Habitate möglich.

Tabelle 26. Dauer der Entwicklungsstadien von *Damaeus clavipes* in Tagen (im Dauerdunkel im Klimaschrank bei 15°C).

| Zahl der beobachteten Ind. | Larve | Protonymph | Deutonymph | Tritonymph | Larve - Adult |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Weibchen, 7 Ind. | 18 (16-21) | 22 (13-34) | 18 (16-25) | 33 (24-49) | 90 (76-102) |
| Männchen 4 Ind. | 15 (14-18) | 19 (13-27) | 16 (12-18) | 22 (22-23) | 72 (66-78) |
| Gesamt 11 Ind. | 17 (14-21) | 21 (13-34) | 17 (12-25) | 29 (22-49) | 84 (66-102) |

() = Spanne zwischen der kürzesten und der längsten Dauer

Tabelle 27. Dauer der Entwicklungsstadien von drei Arten in Tagen (im Dauerdunkel im Klimaschrank bei 15°C).

| | Larve | | Protonymph | | Deutonymph | | Tritonymph | |
|---------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| | HS | | Gesamt | HS | Gesamt | HS | Gesamt | HS |
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | | | 11 1 Ind. | | 44 1 Ind. | 9 (9-10) 5 Ind. | 89 (66-116) 3 Ind. | 15 (3-27) 4 Ind. |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 5 (4-5) 5 Ind. | 15 (10-26) 6 Ind. | 6 (5-7) 6 Ind. | | 21 (12-36) 4 Ind. | 6 (5-6) 4 Ind. | 27 (13-37) 3 Ind. | 9 (8-9) 3 Ind. |
| <i>Scheloribates pallidulus</i> | 7 1 Ind. | 14 (13-15) 2 Ind. | 6 (5-7) 3 Ind. | | 14 (11-20) 3 Ind. | 4 (3-6) 6 Ind. | 19 (13-28) 6 Ind. | 9 (6-10) 6 Ind. |

HS = Dauer der Häutungsstarre, () = Spanne zwischen der kürzesten und der längsten Dauer, Ind. = Zahl der beobachteten Individuen.

Tabelle 28. Prozentualer Anteil der Häutungsstarre an der Gesamtdauer eines Stadiums.

| | Protonymph | Deutonymph | Tritonymph |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Carabodes labyrinthicus</i> | | 20 % | 17 % (5 - 20 %) |
| <i>Oribatella quadricornuta</i> | 40 % (19 - 60 %) | 29 % (17 - 42%) | 33 % (24 - 62 %) |
| <i>Scheloribates pallidulus</i> | 43 % (33 - 46 %) | 29 % (23 - 45 %) | 47 % (36 - 60 %) |

() = Spanne zwischen kleinstem und größtem gemessenen Wert.

Oribatiden in der Bodenstreu

Betrachtet man die beiden Habitate der Bodenstreu – am Stammfuß und in der Fläche zwischen den Buchen – zusammen, so berherbergt der Stadtwald Ettlingen 100 Oribatidenarten im Streuprofil und stellt sich damit im Vergleich mit anderen Untersuchungen in Wäldern gemäßigter Breiten als artenreichstes Untersuchungsgebiet dar (Tab. 29). Bei allen in dieser Tabelle aufgeführten Projekten wurde mindestens ein Jahr lang eine monatliche Probennahme durchgeführt, so daß die Artenzahlen in dieser Hinsicht vergleichbar sind. Es ist jedoch anzunehmen, daß aufgrund der speziellen Fragestellungen der einzelnen Arbeiten, die Proben in den meisten Fällen in der freien Fläche zwischen den Bäumen genommen wurden. Im Stadtwald Ettlingen wurden in der Streu am Stammfuß der Buchen 18 Arten gefunden, die in den anderen Streuproben fehlten, darunter die in diesem Habitat dominante Art *C. borealis*. Die meisten dieser 18 Arten stammen jedoch aus benachbarten Moospolstern und Rindenflechten und müssen hier als Begleitarten oder Zufällige eingestuft werden.

ANDERSON (1978) fand bei der Untersuchung der Mikrostruktur der Streu in einem Kastanienwald in Süd-England eine positive Korrelation zwischen Artendiversität und Mikrohabitatdiversität. Demnach läßt sich die hohe Artenzahl in der Fermentationsschicht nicht nur durch das ausgeglichene Mikroklima und das weit gefächerte Nahrungsangebot erklären, sondern vor allem auch durch die hohe strukturelle Komplexität, die es einer Vielzahl von Arten erlaubt, im gleichen Lebensraum zu koexistieren.

Der Waldboden steht mit allen untersuchten Habitaten, außer dem Totholz auf den Buchen, in direkter räumlicher Verbindung. Auf der Suche nach geeigneter Nahrung und Fortpflanzungsplätzen, im Zuge klimatisch bedingter Wanderungen oder durch kleinräumige Katastrophen, wie das Abbrechen von Ästen oder das Umstürzen eines Baumes, gelangen vermutlich alle in der Untersuchungsfläche ansässigen Oribatidenarten gelegentlich in die Bodenstreu.

Die Bodentiergemeinschaften bestehen nach ANDERSON (1977) aus drei Komponenten: einer artenarmen Gruppe kosmopolitischer oder eurytoper Arten, die in der Streu quantitativ dominant werden können, einer artenreichen Gruppe biologisch angepaßter Arten und den flüchtigen oder zufälligen Arten. Betrachtet man daraufhin die Oribatidenfauna des Buchenwaldes Stadtwald Ettlingen, dann gehören zur ersten Gruppe die dominanten bis eudominanten Arten *T. velatus*, *O. ornata*, *O. nova*, *O. tibialis* und *S. subcornigera*. Sie werden vor allem in Deutschland (KNÜLLE 1957, MORITZ 1963, STRENZKE 1952, WEIGMANN 1991), aber auch in der Untersuchung von LEBRUN (1971) in Belgien als Generalisten eingestuft.

Die mittlere Artengruppe enthält Arten, die an die mikromorphologischen und biochemischen Habitatbedingungen am stärksten angepaßt sind und in anderen Habitaten oder Biotopen gar nicht oder nur in geringer Zahl

gefunden werden. Diese Gruppe von Charakterarten der Bodenstreu im Stadtwald Ettlingen besteht aus etwa 30 Arten, die auch nach der Einschätzung von WEIGMANN & KRATZ (1981) ihr Hauptvorkommen in bodensauren Laub- und Nadelwäldern haben:

Brachyichthonius impressus
Brachychochthonius honestus
Brachychochthonius zelawaiensis
Liochthonius brevis
Liochthonius leptaleus
Liochthonius simplex
Steganacarus herculeanus
Rhysotritia duplicata
Nothrus silvestris
Hermannia gibba
Damaeobelba minutissima
Cepheus dentatus
Amerus polonicus
Cultroribula bicultrata
Liacarus subterraneus
Liacarus xyliariae
Carabodes coriaceus
Suctobelba falcata
Suctobelba hamata
Suctobelba similis
Oppiella falcata
Oppiella sigma
Conchogneta dalecarlica
Chamobates cuspidatus
Galumna lanceolata
Eupelops torulosus
Eupelops plicatus
Ophidiotrichus connexus
Oribatella quadricornuta

Die Vertikalverteilung der Arten in den Schichten der Bodenstreu wird durch einen ganzen Faktorenkomplex reguliert. Dazu gehören Nahrungsgewohnheiten, Größe der Individuen und mikroklimatische Bedingungen. Die Reaktion jeder Art auf diese Faktoren ist unterschiedlich, was Interpretationen und Verallgemeinerungen erschwert (PANDE & BERTHET 1975). Trotz dieser Schwierigkeiten stimmt das Muster der Vertikalverteilung im Stadtwald Ettlingen mit den Befunden anderer Autoren gut überein, d.h. sie finden die gleichen Arten in den gleichen Streuschichten (ANDERSON 1971, LEBRUN 1971, LUXTON 1981b, PANDE & BERTHET 1975, USHER 1975). Die großen, laufaktiven und die meist stark gepanzerten oder trockenresistenten Arten der Gattungen *Carabodes*, *Liacarus*, *Galumna*, *Eupelops*, *Oribatella* und *Achipteria* haben ihren Schwerpunkt in der L- und oberen F-Schicht, während die Fauna der H-Schicht zum einen von sehr kleinen Arten der Familien *Brachyichthoniidae* und *Oppiidae* und zum anderen von Nahrungsspezialisten wie der wurzelfressenden *R. duplicata* geprägt wird.

Typisch für die saisonale Verteilung der Gesamtpopulation der edaphischen Oribatiden sind jeweils ein Maximum der Siedlungsdichte der Adulti zwischen März und

Mai und eines im November/Dezember. Die Minima liegen meist im Spätsommer und im Januar (LUXTON 1982, SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990, WOAS et al. 1989). Dieses Muster der Populationsdynamik läßt sich mit den höheren Niederschlägen im Frühjahr und Herbst erklären, die bei vielen Arten ein Ansteigen der Schlüßrate zur Folge haben, und der erhöhten Mortalitätsrate in den trocken-heißen Sommermonaten und in der kältesten Zeit des Winters. Denkbar wäre auch, daß die Tiere eine Diapause zur Überdauerung ungünstiger Klimabedingungen einlegen. Die klimatischen Faktoren wirken aber nicht auf alle Arten in derselben Weise und die saisonalen Maxima werden oft nur von Massenentwicklungen weniger Arten verursacht. Im Stadtwald Ettlingen sind dies vor allem die Brachychthoniidae und einzelne Arten der Ooppiidae (WOAS et al. 1989); bei USHER (1975) in Schottland war *T. velatus* für die Maxima der Populationsdichte verantwortlich.

Im Vergleich zur übrigen Bodenstreu ist die Streu am Stamfuß der Buchen meist etwas saurer und feuchter (LOSSE 1986). Dies bewirkt, zusammen mit der größeren Strukturvielfalt dieses Lebensraums, eine andere Zusammensetzung und Dominanzstruktur der Oribatidengemeinschaft. Eine zusätzliche Erweiterung des Artenspektrums ergibt sich dadurch, daß an der Stammbasis so unterschiedliche Habitate wie Bodenstreu, Moospolster und Baumrinde aneinandergrenzen. SCHENKER (1984) untersuchte die Oribatidengemeinschaft in einem Buchen-Eichen-Mischwald in der Schweiz in verschiedenen Abständen zur Basis der Bäume. Er beobachtete im Winter einen signifikanten Anstieg der Individuendichte nahe der Bäume und vermutet eine saisonale Wanderung einiger Arten zu den Bäumen hin.

Oribatiden in Moospolstern

Durch Vergleich der Literaturangaben zur Oribatidenfauna von Moosen läßt sich eine typische Moosfauna aus Wäldern von der Moosfauna der offenen Landschaft, der Felsen und der Mauern abgrenzen (Tab. 30). Die Artengruppe, die die Synusie der Waldmoose charakterisiert, setzt sich demnach aus den sechs Arten *Z.*

exilis, *M. pseudofusiger*, *T. velatus*, *C. labyrinthicus*, *M. mollicomus* und *P. punctata* zusammen. Dazu kommen dann je nach Standort unterschiedliche Arten aus der Familie Brachychthoniidae und den Gattungen *Chamobates*, *Suctobelba* und *Oppiella*. Von den häufigsten Arten kommen *Z. exilis* und *T. velatus* unabhängig vom Standort in allen genannten Untersuchungen vor (siehe auch WEIGMANN & KRATZ 1987). *M. mollicomus*, *M. pseudofusiger* und *C. labyrinthicus* dagegen treten fast ausschließlich in Waldmoosen auf. Davon werden die beiden ersten Arten von PSCHORN-WALCHER & GUNHOLD (1957) als Differentialarten der xerophil-hemiedaphischen Synusie der geschlossenen Landschaft bezeichnet, *C. labyrinthicus* wird als Begleitart der Waldstandorte eingestuft.

Die Artenzusammensetzung der Oribatidengemeinschaften in Moospolstern auf den beiden Substraten Holz und Stein stimmt im Untersuchungsgebiet zu 74 % überein. Wesentliche Unterschiede ergeben sich vor allem in den Dominanzpositionen der charakteristischen Arten. So steht *Z. exilis* in den Baummoosen an zweiter Stelle hinter der Massenart *M. pseudofusiger*, in den Moosen auf Steinen ist sie dagegen nur ganz selten zu finden. LEBRUN (1971) unterschied bei seinen faunistischen Untersuchungen zwischen epiphytischen und edaphischen Moospolstern und kam zu recht ähnlichen Ergebnissen. Die Artenübereinstimmung der beiden Habitate beträgt bei ihm ebenfalls über 70 %, die Artenzahl ist mit 42 bzw. 49 Arten fast so hoch wie in den Moosen im Stadtwald Ettlingen und *Z. exilis* zählt auch zu den häufigsten Arten in epiphytischen Moosen, während sie im edaphischen Habitat gar nicht vorkommt. *P. punctata*, die bei LEBRUN ausschließlich die Moospolster besiedelt, wurde in der vorliegenden Untersuchung zwar nur subrezent im Moos gefunden, sie fehlte aber ebenfalls in allen anderen Habitaten. Nach STRENZKE (1952) ist *P. punctata* (bei STRENZKE syn. *Achipteria italica*) eine Leitart der Baummoose. Sie tritt vorzugsweise in den Moosüberzügen auf totem, zerfallendem Holz auf, wo sie ähnliche Lebensbedingungen findet wie in ihrem eigentlichen Habitat, den rohhumusartigen Waldböden.

Tabelle 29. Artenzahlen und Abundanzen der Oribatiden in der Bodenstreu verschiedener Wälder gemäßiger Breiten. Aus den Angaben zur Individuenzahl pro m² geht nicht immer deutlich hervor, ob die Gesamtpopulation gemeint ist oder ob nur die Adulttiere berücksichtigt sind.

| Autor | Region | Waldtyp | Humusform/pH | Artenzahl | Individuen/qm |
|--|---------------------------|---------------|----------------|-----------|-------------------|
| vorliegende Arbeit SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990 | S-Deutschland | Buchenwald | Moder/3,8-4,7 | 100 | 61 489 Adulti |
| | Deutschland, Göttingen | Buchenwald | Moder/3-4 | 72 | 101 810 |
| MORITZ 1963 | N-Deutschland | Buchen-Eichen | Moder/3,3-4,1 | 74 | |
| KANEKO 1985 | Japan | Buchen-Eichen | Moder | 95 | 52 000 Gesamt |
| SCHENKER 1984 | Schweiz | Buchen-Eichen | Mull-Moder/4-5 | 65 | 26 035 (um Buche) |
| LUXTON 1982 | Dänemark | Buchenwald | Mull/6,1-6,9 | 66 | 34 512 |
| SCHAEFER & SCHAUERMANN 1990 | Deutschland, Göttingen | Buchenwald | Mull/4,3-6,8 | 61 | 25 900 |
| | Belgien | Eichenwald | Mull-Moder/5,3 | 89 | 72 400 Adulti |

Der höhere Anteil von organischem Material, einschließlich verrottendem Holz, unter den Moospolstern am Stammfuß könnte auch eine Erklärung für die im Vergleich zu den Moosen auf Steinen unterschiedliche Dominanzstruktur der Oribatidengemeinschaft sein. Im Bezug auf das Feuchteregeime und die Moosflora lassen sich jedenfalls keine auffälligen Unterschiede der beiden Habitate erkennen. Allerdings kommt *Z. exilis* als Charakterart der Moos- und Flechtenüberzüge auf festem Substrat (STRENZKE 1952) auch in exponierten, epilithischen Moosen, also auf Felsen und Mauern, dominant vor, wo die Ansammlung organischen Materials vermutlich geringer ist (BONNET et al. 1975, JOGER 1988, STEINER 1990).

Die *Z. exilis* - Synusie erweist sich in Mitteleuropa als eine sehr konstante Artengemeinschaft, bei der lediglich die Häufigkeit der einzelnen Arten je nach Standort, Klimabedingungen und Konkurrenzbeziehungen variiert.

Oribatiden in Totholz

Der Abbau von Totholz-Kompartimenten hat einen beträchtlichen Anteil an den Stoff- und Energieflüssen in Waldökosystemen. Im Stadtwald Ettlingen machen Zweige und Rindenstücke zusammen mit Knospenschuppen, Früchten und Fruchthüllen ungefähr 25 % des jährlichen Streueintrages aus, das entspricht einer durchschnittlichen Trockensubstanz von 130 g/m² (BECK & MITTMANN 1982). Dieser Wert sagt nichts über die Menge an Totholz, die sich im Laufe der Jahre in der Streuschicht am Boden ansammelt. CHRISTENSEN (1977) gibt die durchschnittliche Gesamtmenge von Totholz in einem Eichenwald in Jütland, Dänemark mit 479 g/m² am Boden und 535 g/m² an den Bäumen an. Während bei ihm der Totholzanteil auf Bäumen nur 4 % der gesamten oberirdischen Holzbiomasse ausmacht, ermit-

telte ELBOURN (1970) einen durchschnittlichen Anteil von 25-30 % Totholz an stehenden Bäumen in einem Eichenwald in Südengland. Diese abweichenden Angaben sind auf unterschiedlich intensive Waldpflegemaßnahmen zurückzuführen (CHRISTENSEN 1977).

Holzabbauende Pilze befallen das Holz und verändern seine chemische und physikalische Struktur. Durch ihre Aktivität wird das Holz weicher, seine Wasseraufnahmefähigkeit wird erhöht und das Holzmaterial wird in Substanzen umgebaut, die für andere Organismen leichter angreifbar und verwertbar sind. Dies schafft günstige Bedingungen für die Einwanderung xylophager Tiere, deren Fraßaktivität wiederum das Wachstum und die Ausbreitung von Pilzen und Bakterien fördert (FAGER 1968).

Die beiden Totholz-Kompartimente, am Waldboden und auf Bäumen, werden durch unterschiedliche Abbaugeschwindigkeit und Faunenzusammensetzung charakterisiert. Totholz am Waldboden wird wesentlich schneller abgebaut als Totholz an lebenden Bäumen, da am Waldboden ein günstigeres Feuchteregeime herrscht und die Pilzsukzession fördert. CHRISTENSEN (1977, 1984) berechnete für den Abbau von Eichenholz am Waldboden eine Halbwertszeit von 20 Jahren.

Die Faunenzusammensetzung in Totholz hängt sowohl vom Abbaugrad des Holzes (CHRISTENSEN 1984, ITO 1987, LEBRUN 1971, SEASTEDT et al. 1989), als auch von der Frequenz der Arten in den angrenzenden Habitaten ab (FAGER 1968), dabei können die Dominanzpositionen der Arten in jedem Holzstück ganz verschieden sein. ELBOURN (1970) zählt die Hauptunterschiede der Faunen in den beiden Totholz-Habitaten am Baum und am Boden auf:

- 1) weniger Individuen auf Bäumen
- 2) weniger Arten auf Bäumen
- 3) ein paar andere Arten auf Bäumen

Tabelle 30. Vorkommen charakteristischer Oribatidenarten in Moospolstern nach Literaturangaben.

| Autor | Untersuchungsgebiet | <i>Zyg. exilis</i> | <i>Min. pseud.</i> | <i>Tec. velat.</i> | <i>Car. laby.</i> | <i>Par. punct.</i> | <i>Mel. molli.</i> |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | In Wäldern: | | | | | | |
| diese Untersuchung | S-Deutschland, Buchenwald | X | X | X | X | X | X |
| STRENZKE 1952 | N-Deutschland | X | X | X | X | X | X |
| PSCHORN-WALCHER & GUNHOLD 1957 | Österreich, Waldbäume | X | X | X | X | X | X |
| LEBRUN 1971 | Belgien, Eichenwald | X | X se | X | X | X | X |
| GJELSTRUP 1979 | Dänemark, Buchenwald | X | X se | X | X | X | X |
| | Offene Landschaft, Felsen, Mauern: | | | | | | |
| PSCHORN-WALCHER & GUNHOLD 1957 | Österreich, Parkbäume, Mauern | X | | X | X | X | |
| BONNET et al. 1975 | S-Frankreich, Fels im Wald | X | | X | | X wi | |
| JOGER 1988 | Deutschland, Stadtmauer | X | | X | | | |
| STEINER 1990 | Schweiz, Mauern | X | X | X sa | | | |

Zygoribatula exilis, *Minunthozetes pseudofusiger*, *Tectocepheus velatus*, *Carabodes labyrinthicus*, *Parachipteria punctata*, *Melanozetes mollicomus*; ähnliche Arten: se = *Minunthozetes semirufus*, sa = *Tectocepheus sarekensis*, wi = *Parachipteria willmanni*

4) Fauna auf Bäumen wird immer von den gleichen Arten dominiert, wogegen am Boden verschiedene Arten aus einer Liste von ca. 30 Arten dominieren können.

Bei dieser Betrachtung wurden jedoch die Milben nicht berücksichtigt. Die ersten drei Aussagen können mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung für die Oribatiden bestätigt werden:

- 1) Am Boden wurden 10x mehr Individuen in einer vergleichbaren Menge Totholz gefunden als auf Bäumen.
- 2) In Totholz am Boden wurden 43 Arten gefunden, auf Bäumen dagegen nur 25 Arten.
- 3) Vier Oribatidenarten wurden ausschließlich in Totholz am Baum gefunden: *E. cribrarius*, *O. pectinata*, *A. longipluma*, *Schelorbates* sp.

Für die Bestätigung der vierten Aussage von ELBOURN über die dominierenden Arten gibt es aus den Proben aus dem Buchenwald des Stadtwaldes Ettlingen keine Hinweise, dafür war wahrscheinlich die Probenzahl zu gering.

Eingehende faunistische Untersuchungen der Oribatiden in Totholz mit einer Bestimmung bis zum Artniveau wurden bisher nur von FAGER (1968) in Südengland und von LEBRUN (1971) in Belgien durchgeführt. In beiden Fällen wurde Eichenholz am Waldboden bzw. Baumstümpfe untersucht. Um die Artenlisten aus diesen beiden Eichenwäldern mit den Arten aus totem Buchenholz im Stadtwald Ettlingen (Tab. 11) besser vergleichen zu können, erschien es zweckmäßig, manche Arten zusammenzufassen, bei denen ein Verdacht auf Synonymie besteht (z.B. *C. incisus* bei LEBRUN und *C. borealis* bei FAGER und in dieser Arbeit) oder wo nah verwandte, wenn nicht ebenfalls synonyme, Arten mit vergleichbaren Lebensansprüchen auftreten (z.B. *T. sarekensis* bei LEBRUN und *T. velatus* bei FAGER und in dieser Arbeit). Dieses Verfahren ermöglicht die Berechnung des Sörensen-Quotienten zum Vergleich der Faunenzusammensetzung im Totholz der drei genannten Wälder (Tab. 31).

Die höchste Übereinstimmung zeigen demnach die Oribatidengemeinschaften aus dem Eichenwald in Belgien beim Vergleich mit Ästen am Boden im Stadtwald Ettlingen. Die folgenden Arten kamen in allen Totholz-Habitaten in den drei genannten Untersuchungen vor: *O. nova*, *T. velatus/sarekensis*, *C. labyrinthicus*, *C. borealis/incisus* und *P. piger*. Diese Arten kommen im Untersuchungsgebiet subdominant bis dominant im Totholz vor. *O. nova* und *T. velatus* haben ihr Hauptvorkommen jedoch in der Bodenstreu. *C. labyrinthicus* im Flechtenbewuchs der Buchenrinde und *C. borealis* in der Streu am Stammfuß. *P. piger* kommt in allen Kleinhabitaten vor und kann als Ubiquist bezeichnet werden, der im Totholz am Boden sein größtes Vorkommen hat.

In Baumstämmen verschiedener Abbaustadien in einem Nadelwald im Nordwesten der USA untersuchten SEASTEDT et al. (1989) die Mikroarthropodenfauna. Die Oribatiden wurden von wenigen Arten dominiert, die

auch in der Bodenstreu dominant waren: *O. nova*, *C. bicultrata*, *Suctobelba* sp. und *Schelorbates* sp. Holz-fressende Arten machten nur einen geringen Teil der Gemeinschaft aus.

GJELSTRUP (1979) nahm Proben entlang eines 7 Jahre zuvor umgestürzten Buchenstammes; er führt in seinem Artikel jedoch nur die dominanten Oribatidenarten auf. Sieben der zehn aufgelisteten Arten kommen auch im Stadtwald Ettlingen in Totholz vor. Insgesamt ist seine Artenliste aber eher mit der Oribatidengemeinschaft des Epiphytenbewuchses auf Totholz und am Stammfuß zu vergleichen.

Auf der umgestürzten Buche bei GJELSTRUP dominiert im mittleren Stammbereich *B. lanceolata*. LEBRUN (1971) bezeichnet sie als charakteristische Art in vermoderten Baumstümpfen, in anderen Habitaten findet er sie nur vereinzelt. TRAVÉ (1960) fand die Art ausschließlich im Holz von Baumstümpfen. In der vorliegenden Arbeit trat *B. lanceolata* schwerpunktmäßig in Totholz am Baum auf, sie war aber auch regelmäßig in den Proben der F- und H-Schicht der Bodenstreu. Nach STRENZKE (1952) bevorzugt sie feuchtes Substrat mit reichlich mineralischen und organogenen Bestandteilen und ist eher in Moos als in Streu zu finden.

A. longilamellata, die im Stadtwald Ettlingen die dominante Art in den Ästen am Waldboden ist, kommt bei GJELSTRUP (1979) in der Astregion der umgestürzten Buche dominant vor. In den beiden Eichenwäldern in England und Belgien fehlt diese Art. STRENZKE (1952) meldet Funde aus modernem Holz und Rohhumusböden unter Buche.

Zwischen den Totholz-Kompartimenten in einem Wald und den benachbarten Lebensräumen Moos, Bodenstreu und Baumrinde besteht immer ein Faunenaustausch. Deshalb sind die meisten Oribatidenarten, die man im Totholz findet, auch häufig in anderen Substraten vorhanden. Nur ganz wenige Arten sind auf Totholz spezialisiert und diese sind meist sehr selten und schwer zu finden, wie z.B. *E. cribrarius* und *P. leontonycha*. Bei der Oribatidengemeinschaft aus Totholz sind also weniger die einzelnen Arten charakteristisch als vielmehr die Zusammensetzung der Gemeinschaft.

Die Oribatiden spielen beim Holzabbau eine untergeordnete Rolle. Wegen ihrer geringen Größe können sie aber schon in einem frühen Abbaustadium durch Lenticellen, Leitgefäße und Trockenrisse ins Holz einwandern. Die in den Kotballen der Oribatiden mitgeführten und auf ihrer Körperoberfläche anhaftenden Pilzsporen werden auf diese Weise verbreitet (BEHAN & HILL 1978). Es besteht also die Möglichkeit, daß den Oribatiden eine gewisse Bedeutung bei der Initialphase des mikrobiellen Abbaus zukommt. Die dominanten Arten im Totholz sind fungivor, sie weiden die Pilze im Totholz ab, stimulieren dadurch das Pilzwachstum und ermöglichen eine Neubesiedlung des Holzes mit weiteren Pilz- und Bakterienarten (SEASTEDT et al. 1989).

Oribatiden auf Buchen

Die Lebensbedingungen im arboricolen Milieu sind extrem im Vergleich zum edaphischen Lebensraum. Höhere saisonale und diurnale Temperaturschwankungen, anhaltende Trockenperioden in Abwechslung mit stammablaufendem Regenwasser und ein eingeschränktes oder wenigstens spezielles Nahrungsangebot verlangen von den Bewohnern dieses Lebensraums gewisse Anpassungen. Die faunistische Zusammensetzung, die morphologischen Charakteristika und die Ernährung der saxicolen und arboricolen Oribatiden untersuchte TRAVÉ (1963) in den Pyrenäen. Danach gab es eine ganze Reihe von Einzelarbeiten, die sich mit der baumbewohnenden Oribatidenfauna beschäftigten.

Die meisten Autoren untersuchten die Fauna von Eichen mit ihrer stark strukturierten Borke und von verschiedenen anderen Baumarten außer Buche (ANDRÉ 1975, 1984; BÜCHS 1988; LEBRUN 1971; NIEDBALA 1969; SENICZAK 1973; WOLTEMADE 1982). Nur GJELSTRUP (1979) und NICOLAI (1986) erfaßten die Oribatiden im Epiphytenbewuchs auf Buchenstämmen. Fast alle dieser Untersuchungen wurden nur bis in erreichbare Höhen am Stamm, bis höchstens 3 m, durchgeführt. Lediglich NIEDBALA (1969) und SENICZAK (1973), die über die Oribatiden von Eichen und verschiedenen Nadelbäumen in Polen berichten, nahmen ihre Proben bis in Stammhöhen von 15 m.

Wichtig für die Besiedlung der Baumrinde ist das Umgebungsklima, das Kleinklima des Baumstammes und der Rindenoberfläche, Qualität und Wuchsdichte der Epiphyten, die Rindenstruktur und die Zusammensetzung der Fauna in den angrenzenden Habitaten. Im Stadtwald Ettlingen besteht der epiphytische Aufwuchs der glatten Buchenrinde fast ausschließlich aus der Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* und einer protococcalen Grünalge. Oribatiden sind hier die häufigste Arthropodengruppe. Von allen Mikroarthropoden, die NICOLAI (1986) in Krustenflechten und Grünalgen an Buchen fand, waren 97 % Oribatiden. In Strauchflechten der Gattungen *Ramalina* und *Evernia* dagegen repräsentieren die Milben nach ANDRÉ (1979) nur 22 %

der Mikroarthropodenfauna und davon sind lediglich 35 % Oribatiden.

Die durchschnittliche Individuendichte der Gesamtpopulation der arboricolen Oribatiden beträgt im Stadtwald Ettlingen 217 Individuen/100 cm² und liegt damit im Bereich der von anderen Autoren in Krustenflechten an verschiedenen Laubbaumarten gefundenen Siedlungsdichte von 20 bis 580 Individuen/100 cm² (ANDRÉ 1975, 1984; ANDRÉ & LEBRUN 1982; GJELSTRUP 1979; NICOLAI 1985; WOLTEMADE 1982). SCHNEBELE (1986) gibt die maximale Individuenzahl von *C. labyrinthicus* auf den Laubflechten *Pseudovernia furfurcea* und *Platismatia glauca* auf Buchen am Schauinsland bei Freiburg mit 80 adulten Individuen/g TG an. In 1 g der Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* im Stadtwald Ettlingen wurde dagegen ein Maximum von 1200 adulten *C. labyrinthicus* gezählt.

NICOLAI (1985) meint nach seinen Untersuchungen im Raum Marburg, daß das Auftreten von adulten *C. labyrinthicus* am Stamm von Buchen unabhängig von der organischen Masse der Epiphyten (hier ausschließlich *Pleurococcus* sp.) ist. Er stellte dagegen fest, daß das Vorkommen dieser Art auf der Rinde mit dem unterschiedlichen Mikroklima in den vier Himmelsrichtungen korreliert ist: je höher die positive Abweichung der winterlichen Maximaltemperatur der Rinde von der Maximaltemperatur der umgebenden Luft, desto häufiger tritt *C. labyrinthicus* auf. Für die Untersuchung im Stadtwald Ettlingen wurden die Rindenproben nicht entsprechend der Himmelsrichtungen genommen, so daß dieser Befund von NICOLAI nicht bestätigt werden konnte. Im Gegensatz zu seinen Feststellungen besteht in unserem Untersuchungsgebiet allerdings eine, wenn auch schwache, Korrelation zwischen der Anzahl adulter *C. labyrinthicus* und der Menge an epiphytischem Aufwuchs auf der Rinde bis in 2 m Höhe am Stamm (Abb. 4). Im Stadtwald Ettlingen bestand der Epiphytenbewuchs - im Unterschied zum Rindenaufwuchs der Buchen bei NICOLAI - zu einem großen Teil aus der Flechte *L. conizaeoides*, die für die corticolen Oribatiden im Vergleich zum Algenrasen eine größere Bedeutung als Substrat hat.

In einem Forststandort in Berlin stellt WOLTEMADE (1982) einen Zusammenhang zwischen der Individuendichte von adulten *C. labyrinthicus* und der Bewuchsdichte mit Epiphyten erst dann fest, wenn mehr als 25 % der Rindenfläche mit Flechten und Algen bedeckt sind. Unterhalb dieser Schwelle bleibt die Individuendichte der Art immer gering. An den parallel untersuchten Stadtbäumen ist die Gesamtindividuenzahl (alle Arten gemeinsam) nicht mit der Dichte des Rindenaufwuchses korreliert.

In beiden Untersuchungen wurde die Rindenoberfläche nur bis in eine Höhe von 2,50 m bzw. 1,80 m beprobt. SEYD & SEAWARD (1984) trugen alle bis dahin verfügbaren Informationen über die Vergesellschaftung von Oribatiden und Flechten zusammen. Nach ihrer Beurteilung ist *D. plantivaga* die einzige der arboricolen Arten

Tabelle 31. Sörensen-Quotient beim Vergleich der Oribatidengemeinschaften in Totholz verschiedener Wälder. Nach Daten von FAGER (1968, Eichenwald in Südengland), LEBRUN (1971, Eichenwald in Belgien) und der vorliegenden Arbeit (Buchenwald im Nordschwarzwald).

| | Totholz am Boden (Äste) (Stadtwald Ettlingen, Buche) | Totholz am Baum (Stadtwald Ettlingen, Buche) |
|--|---|---|
| Totholz am Boden (S-England, Eiche) | 39 % | 44 % |
| Totholz am Boden (Äste) (Belgien, Eiche) | 64 % | 46 % |
| Baumstumpf (Belgien, Eiche) | 63 % | 54 % |

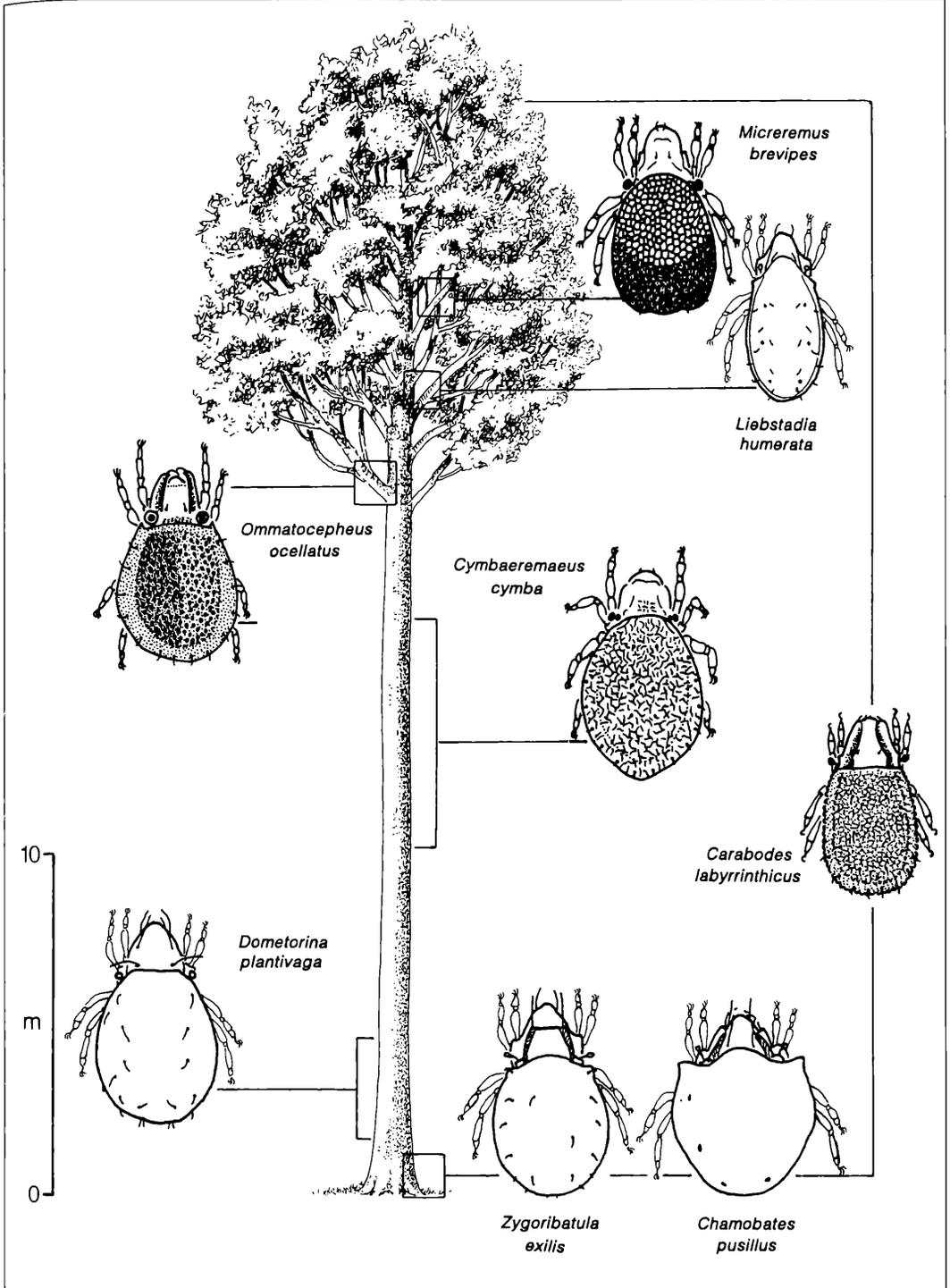


Abbildung 14. Die häufigsten Oribatiden-Arten an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) im Stadtwald Ettlingen und ihre Hauptvorkommen am Stamm; Gesamthöhe der Buchen ca. 40 m. Zeichnung F. WEICK und I. WUNDERLE

aus dem Untersuchungsgebiet, die auf das Biotop Flechten beschränkt ist und in anderen Habitaten nur zufällig zu finden ist. *C. labyrinthicus* und *O. ocellatus* bevorzugen zwar die Flechtenrasen als Habitat und Nahrungsquelle, sie können aber auch in anderen Habitaten leben, wobei allerdings ihre Jugendstadien an die Flechten gebunden sein können. *C. cymba* und *M. brevipes* werden in die Gruppe von Oribatiden eingeordnet, die regelmäßig in Flechten gefunden werden, in anderen Habitaten aber ebenso gewöhnlich sind. Im Stadtwald Ettlingen sind *D. plantivaga*, *O. ocellatus* und *M. brevipes* weitgehend auf die Rindenoberfläche beschränkt; *C. cymba* wird hin und wieder auch in der Bodenstreu gefunden und *C. labyrinthicus* ist ein ständiger Begleiter in den Oribatidenzönosen aller untersuchten Habitate. Daß von den häufigeren baumlebenden Arten weder *L. humerata* noch eine *S. ascendens*-verwandte Art in der Liste von SEYD & SEAWARD aufgeführt sind, ist zu erwarten, da sie nicht in Flechtenrasen leben, sondern vor allem subcortical und in Totholz.

Im Untersuchungsgebiet weist die arboricole Oribatidengemeinschaft in den verschiedenen Höhenstufen an den Buchen eine unterschiedliche Struktur auf. Trotz der großen Heterogenität der Rindenzönose an den einzelnen Bäumen, die durch die Lage des Baumes im Bestand, die individuelle Wuchsform und die Verteilung der Epiphytenvegetation bedingt ist, ergibt sich ein insgesamt einheitliches räumliches Verteilungsmuster der Arten (Abb. 14).

Auf der Rinde im Stammfußbereich findet man Arten aus den benachbarten Habitaten wie *C. pusillus* aus der Streu und *Z. exilis* aus den Moospolstern am Stammfuß. *D. plantivaga* und *C. labyrinthicus* leben im Thallus der Flechte *L. conizaeoides* und ernähren sich auch davon (ANDRÉ 1975, GRANDJEAN 1950, TRAVÉ 1963). Im Gegensatz zu *D. plantivaga*, die ihre größten Vorkommen bis in 4 m Höhe hat, ist die Massenart *C. labyrinthicus* am ganzen Baum verteilt sehr zahlreich, wobei ihr Dominanzanteil in der Baumkrone deutlich geringer wird. In allen Untersuchungen an Buchen (GJELSTRUP 1979, NICOLAI 1986) und an den Eichen im Berliner Forstandort (WOLTEMADE 1982) ist *C. labyrinthicus* mit weit über 70 % der Oribatiden die vorherrschende Art. Auf Birken in Belgien (ANDRÉ 1975) sind sowohl *D. plantivaga* als auch *C. labyrinthicus* mit ungefähr 50 % vertreten. Auf anderen Baumarten ist *C. labyrinthicus* zwar regelmäßiger Bestandteil der Oribatidenfauna, jedoch in wesentlich niedrigeren Prozentanteilen (ANDRÉ 1984, BÜCHS 1988, LEBRUN 1971, NIEDBALA 1969, SENICZAK 1973, TRAVÉ 1963). Während die Abundanz von *C. labyrinthicus* am Stamm mit der Abundanz der Rindenflechten verknüpft ist, bevorzugt *D. plantivaga* den südlichen Aspekt der Flechtenkolonie (ANDRÉ 1975). Auch geographisch scheint diese Art eher südlich orientiert. Sie wurde fast in ganz Europa gefunden, die Zahl der Nachweise nimmt aber nach Norden hin ab, für Süd-Norwegen gibt es bisher nur einen Nachweis (SOLHÖY pers. Mitteilung). *D. plantivaga* scheint eine wärmeliebende Art zu sein,

d.h. sie benötigt möglicherweise hohe Temperaturen für die Juvenilentwicklung. Das wäre auch eine Erklärung für ihr trotz gleichmäßig hoher *L. conizaeoides*-Vorkommen versperrtes Auftreten im Stadtwald Ettlingen, der mit seiner NO-Hanglage nur relativ wenig Sonneneinstrahlung genießt.

Im mittleren Stammbereich ist die Gesamtsiedlungsdichte der Oribatiden geringer. Abgesehen von *C. labyrinthicus* wird diese Region von *C. cymba* beherrscht. Diese Art ist in allen Höhenstufen vereinzelt zu finden, sie hat im mittleren Stammbereich aber nicht nur relativ sondern auch absolut ihre höchsten Abundanzen. Da *C. cymba* keine Tendenz zur Aggregation zeigt, ist die Siedlungsdichte dennoch gering. Auf Eichen und verschiedenen Nadelbäumen in Polen finden NIEDBALA (1969) und SENICZAK (1973) die Art auch fast ausschließlich im mittleren und oberen Stammbereich.

O. ocellatus hat sein Hauptvorkommen im unteren Teil der Baumkrone in etwa 24 m Höhe. TRAVÉ (1963) findet *O. ocellatus* außer in saxicolen Flechten auch an Bäumen. Die Art verharrt bei Trockenheit völlig regungslos und eng an den Untergrund gepreßt und erhöht durch dieses Verhalten ihre Trockenheitsresistenz, außerdem meidet sie Stellen mit direkter Sonneneinstrahlung. Von *M. brevipes* berichtet bereits MICHAEL (1888), daß er besonders im Laubwerk von Eichen abundant ist. Im Stadtwald Ettlingen ist die Art besonders zahlreich im Flechtenbewuchs der Äste in der Baumkrone und auch NIEDBALA (1969) und SENICZAK (1973) finden sie am häufigsten auf Ästen und im oberen Stammbereich der Bäume. Von anderen Autoren wird *M. brevipes* in den erreichbaren Stammhöhen gar nicht oder nur vereinzelt gefunden. Beide Arten scheinen ihre besten Lebensbedingungen in der Baumkrone zu finden.

Die beiden Arten *L. humerata* und *S. ascendens* leben subcortical oder in Totholz und werden im Untersuchungsgebiet häufiger im Kronenbereich der Buchen gefunden als an anderen Stellen. Dies liegt aber nicht an den speziellen Klimabedingungen dieser Region als vielmehr daran, daß in der Baumkrone die Rinde häufiger verletzt wird und sich ablöst, und daß durch abbrechende Äste Astlöcher mit Totholz entstehen. Bei CHRISTENSEN (1980) ist *L. humerata* die häufigste Art in Totholz an Eichen, wo sie allerdings erst in einem späteren Abbaustadium nach etwa 5-6 Jahren dominant wird. Daß sie im Untersuchungsgebiet nur selten in Totholz gefunden wurde, mag an der geringen Probenzahl oder am Abbaustadium und -verlauf des Buchenholzes liegen. Bei Handaufsammlungen wurde sie dagegen häufig zusammen mit *S. ascendens* unter abgelöster Rinde gefunden.

Die meisten arboricolen Oribatidenarten sind Bewohner und Konsumenten der Rindenflechten. Unter den flechtenbewohnenden Arthropoden sind die Oribatiden durch ihre mandibelartigen Rutellen besonders als Flechtenfresser geeignet (GERSON & SEAWARD 1977). Milben und Collembolen verbreiten Soredia der Krustenflechten, die auf ihrer Körperoberfläche haften. Die

Krustenflechte *L. conizaeoides*, die im Stadtwald Ettlingen die vorherrschende Rindenflechte ist, ist normalerweise nicht sehr verbreitet, da sie konkurrenzwach ist. Wegen ihrer Toleranz gegen Luftverschmutzung, die viele andere Flechtenarten verdrängt, kann sie sich weiter ausbreiten (GERSON 1973). Dadurch wird natürlich auch die Struktur und Artenzusammensetzung der corticolen Oribatidengemeinschaften beeinflusst. ANDRÉ & LEBRUN (1982) stellten fest, daß die Abundanzen von *D. plantivaga* und *C. labyrinthicus* bei steigender SO₂-Belastung abnehmen, während bei *M. brevipes* und zum Teil bei *C. cymba* eine Zunahme zu verzeichnen ist. Wegen ihrer inhomogenen Verteilung kann man die corticolen Arten aber nur bedingt als Indikatoren nutzen, da ihre Abwesenheit nicht notwendigerweise mit Luftverschmutzung zusammenhängt. Ihre Anwesenheit dagegen belegt die Toleranz gegenüber allen Umweltfaktoren des Habitats (WEIGMANN & KRATZ 1987).

Zur Ernährung der Oribatiden

Das Nahrungsangebot in einem Lebensraum ist ein entscheidendes Kriterium bei der Habitatwahl. Die Nahrungspartikel im Darminhalt von Freilandtieren und die Beobachtungen zur Nahrungswahl der Oribatiden in den Laborzuchten belegen die vielseitige Ernährungsweise dieser Tiere. Nur wenige Arten sind ausgesprochene Nahrungsspezialisten. Unter den baumbewohnenden Oribatiden gibt es einige mikrophytophage Arten: *C. cymba*, *D. plantivaga*, *L. humerata*.

Die einzelnen Oribatidenarten zeigen zwar unterschiedliche Nahrungspräferenzen, sind jedoch in den meisten Fällen als Panphytophage, d.h. Nichtspezialisten, einzustufen. Nach ausführlichen Darminhaltsanalysen bezeichneten BEHAN-PELLETIER & HILL (1983) 15 von 16 untersuchten bodenbewohnenden Arten als panphytophag, bei 14 Arten wurden auch Reste von Collembolen, Milben oder Enchyträen gefunden. Nur eine einzige Art, *Oribatella quadricornuta*, wurde als mikrophytophag charakterisiert. Die vielseitige Ernährungsweise der Panphytophagen erlaubt ihnen, eine breite Palette unterschiedlicher Habitate zu besiedeln, sofern sie sich an die physikalischen Bedingungen anpassen können (LUXTON 1972).

Räuberische oder koprothage Ernährungsweise kommt bei vielen Oribatidenarten vor, ist aber wahrscheinlich bei keiner Art die einzig mögliche Ernährungsweise. Tierisches Material wird in Zuchten von vielen Arten als Nottfutter aus Mangel an artgerechter Nahrung aufgenommen, im Freiland werden tierische Reste wohl gelegentlich oder zufällig zusammen mit anderen Nahrungskomponenten gefressen. BEHAN-PELLETIER & HILL (1983) fanden in einem Torfmoor in Irland große Mengen von Koniferenpollen und tierischen Resten im Darminhalt mehrerer Oribatidenarten. Sie vermuten, daß diese Nahrungskomponenten speziell in einem nährstoffarmen Habitat eine Rolle im Mineralstoffhaushalt der Milben spielen.

WOODRING & COOK (1962) beobachteten die Entwicklung verschiedener Oribatidenarten bei Fütterung mit unterschiedlichem Futtermaterial. Während *Oppia neerlandica* (OUDEMANS, 1900) am besten mit einer Pilz-Flechten-Mischung gedieh, konnten bei *Ceratozetes cisalpinus* (BERLESE, 1908) bei Fütterung mit einer künstlichen Nährstoffmischung die größten Zuchterfolge erzielt werden. Dieses künstliche Futter enthielt in großen Mengen das tierische Eiweiß Casein. Mit Casein-Zugabe produzierten die Weibchen zehnmal mehr Eier als bei reiner Pilz-Flechten-Ernährung, die Entwicklungszeiten waren kürzer und mehr als 90 % der geschlüpften Larven erreichten das Adultstadium. Tierisches Eiweiß scheint also zumindest bei bestimmten Oribatidenarten ein wichtiger Bestandteil der Gesamtnahrung zu sein.

Die Mobilität der Oribatiden

Die Grenzen der verschiedenen Habitate in einem Waldgebiet sind meist nicht klar definiert und es findet ein ständiger Faunenaustausch statt, an dem nicht nur Generalisten beteiligt sind, sondern auch Arten mit engen Habitatsansprüchen. Die Verteilung der Oribatiden in einem Lebensraum und die Möglichkeit der Besiedlung neuer Lebensräume hängt von den biotischen und abiotischen Qualitäten des Habitats ab, von der Entfernung zwischen altem und neuem Habitat und von der Ausbreitungsfähigkeit oder Mobilität der Tiere.

Die Ergebnisse aus Fallenfängen im Stadtwald Ettlingen haben gezeigt, daß die Laufaktivität der Oribatiden eine wesentliche Rolle bei ihrer Verteilung im Buchenwald spielt. Voraussetzung für die Bewegungsaktivität sind günstige Feuchtigkeits- und Wärmeverhältnisse. BERTHET (1964) verfolgte die täglichen Bewegungen radioaktiv markierter Oribatiden im Freiland und beobachtete eine hohe Mobilität der Tiere bei hohem Wassergehalt des Substrats, im Winter allerdings nahm die Mobilität stark ab. Auch im Stadtwald Ettlingen zeigen die Tiere in den Wintermonaten nur eine geringe Laufaktivität und nur bestimmte Arten werden in den Fallen gefangen. Die einzelnen Oribatidenarten zeigen ihre maximale Laufaktivität zu unterschiedlichen Jahreszeiten, was Rückschlüsse auf ihre spezifischen Temperaturoptima zuläßt. BÄUMLER (1970) stellte für *H. gibba* im Laborversuch ein Aktivitätsmaximum bei 22°C fest, bei *A. coleoprata* lag das Aktivitätsmaximum bei 30°C und bei *T. velatus* sogar bei 45°C.

Bei günstiger Witterung können die Oribatiden beträchtliche Wegstrecken zurücklegen. So könnte ein *C. labyrinthicus* bei einer im Labor gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit von 1 cm/min und ohne eine Pause einzulegen, über 14 m an einem Tag laufen. Unter natürlichen Bedingungen sind die zurückgelegten Wege sehr viel kürzer. Nach BERTHET (1964) bewältigte ein *Xenillus tegeocranus* in der Streu maximal eine Strecke von 42 cm am Tag. Auf jeden Fall ist bei diesen Möglichkeiten der Tiere ein aktiver Ortswechsel über längere Distanzen, zumindest zwischen den verschiedenen Habitaten in einem Lebensraum, als Antwort auf

veränderte Umweltbedingungen denkbar.

Trotz der durchaus beachtlichen Fortbewegungsleistungen der Oribatiden gehen WOODRING & COOK (1962) davon aus, daß für die Dispersion der von ihnen beobachteten Arten aus Wiesenböden über kurze Strecken (cm bis m) vor allem Säugetiere und Vögel verantwortlich sind, die die Oribatiden zusammen mit trockenem Gras für den Nestbau transportieren. Die Verfrachtung von Substrat in abfließendem Regenwasser trägt zur passiven Ausbreitung der Oribatiden auch über größere Distanzen bei, zumal viele Oribatidenarten außerordentlich überflutungsresistent sind (BECK 1968, 1972; SOLHÖY & WUNDERLE in Vorb.).

Eine weitere Möglichkeit der passiven Ortsveränderung und damit auch zur Kolonisierung neuer und weiter entfernter Lebensräume bietet die Phoresie, bei der ein anderes Tier als Transportmittel benutzt wird.

NORTON (1980) gibt eine Zusammenstellung der bisher bekannten Fälle von Phoresie bei Oribatiden. Aus den relativ seltenen Funden phoretischer Oribatiden auf Käfern kann man dennoch für einige Arten eine aktive Gast-Wirts-Beziehung herleiten, wobei die Wirtsspezifität nicht sehr groß zu sein scheint. Es ist auffallend, daß die phoretischen Oribatiden und die Wirtskäfer ausnahmslos Holzbewohner sind, die ihr ganzes Leben oder den größten Teil ihres Lebenszyklus in lebendem Holz, unter Rinde oder in verrottem Holz verbringen. Im Stadtwald Ettlingen kommt in Totholz *Paraleius leontonycha* vor, der zuerst von VITZTHUM (1926) als Kommensale in den Brutgängen von Borkenkäfern (*Orthotomicus laricis*) gefunden wurde und in der Aufstellung von NORTON mehrfach als Gast auf Borkenkäfern (Scolytidae) auftritt. *P. leontonycha* besitzt sehr eigentümlich geformte Krallen, die möglicherweise zum Festhaken an Oberflächenstrukturen oder Borsten des Transportwirts dienen.

7.2. Diskussion der Biologie einzelner Arten

Die saisonalen Alterstrukturen, d.h. die Abundanzen der einzelnen Entwicklungsstadien einer Art zu verschiedenen Jahreszeiten bilden die Grundlage für eine Darstellung der phänologischen Abläufe in einer Population. Die Anzahl der in der Population noch vorhandenen toten Adulttiere (Leichen) im Vergleich zur Anzahl der lebenden Adulti gibt Hinweise über die Mortalität und damit auch über die Lebensdauer einer Art. Die Zahl der Eier pro Weibchen kann einen Einblick in den Fortpflanzungsrythmus geben. Beide Angaben sind aber mit Unsicherheiten behaftet und der genaue Zeitpunkt oder Zeitraum des Absterbens bzw. der Eireife und Eiablage kann kaum festgestellt werden.

Die Struktur der Milbencuticula, v. a. der Procuticula und der äußeren Sekretschicht (Cerotegument), kann von Art zu Art variieren (ALBERTI et al. 1981). Das läßt auch einen unterschiedlich schnellen Abbau der Cuticula vermuten, so daß man nicht sagen kann, wie lange ein Milbenpanzer nach dem Absterben des Tieres in seiner Form im Substrat bestehen bleibt. Ebenso wenig weiß

man, wie lange ein gravidies Weibchen die Eier vor der Eiablage trägt und ob ein Weibchen, das keine Eier trägt, die Eier bereits abgelegt hat oder sie noch gar nicht entwickelt hat.

Carabodes labyrinthicus

In den Populationen von *Carabodes labyrinthicus* im Stadtwald Ettlingen sind im Untersuchungszeitraum immer alle Jugendstadien in hoher Anzahl vorhanden und es gibt immer Weibchen, die Eier tragen. Betrachtet man zu jedem Probenentwurf nur die Entwicklungsstadien, die den höchsten Anteil an der Gesamtpopulation haben, so läßt sich dennoch ein zeitlicher Verlauf des Lebenszyklus erkennen (Abb. 15).

Zu Beginn der Untersuchung im Oktober 1987 haben die Deutonymphen ihr Abundanzmaximum. Im Laufe des folgenden Jahres geht die Entwicklung weiter bis zu einem Maximum der Adulti im Spätsommer, das bis in den Februar des zweiten Jahres hineinreicht. Im September des zweiten Jahres sind die jüngeren Juvenilstadien - Larven und Protonymphen - in großer Zahl vorhanden. Wenn man davon ausgeht, daß daraus noch im gleichen Jahr Deutonymphen schlüpfen, dann ist der Kreis wieder geschlossen. *C. labyrinthicus* scheint also in diesem Habitat einen 2jährigen Entwicklungszyklus zu haben, der überwiegend synchron in der Population abläuft.

ANDRÉ (1975) stellt in einem Laubmischwald in Belgien nur geringe Änderungen der Abundanz der einzelnen Stadien während eines Untersuchungsjahres fest. Lediglich der Entwicklungsschritt von den Tritonymphen zu den Adulten zwischen Juni und September ist deutlich zu erkennen. Diese Beobachtung wird durch die Funde mehrerer Tritonymphen in Häutungsstarre und zwei frisch geschlüpfter Adulti bekräftigt. Die Entwicklung der Population bei ANDRÉ stimmt gut mit dem Verlauf im ersten Untersuchungsjahr im Stadtwald Ettlingen überein. Sehr unterschiedlich ist jedoch das Verhältnis von juvenilen zu adulten Tieren: während ANDRÉ immer weniger Juvenile als Adulte in der Population findet, sind im Untersuchungsgebiet zu jedem Zeitpunkt wesentlich mehr Juvenile als Adulte vorhanden ($J/A = 1,6 - 4,4$). Es stellt sich die Frage, ob die Juvenilen auf Bäumen der stärker strukturierten Rinde, wie sie von ANDRÉ untersucht wurden, tiefer gelegene Stellen der Borke als Aufenthaltsort bevorzugen und dann nicht quantitativ erfaßt werden können.

Während der Wintermonate ist bei *C. labyrinthicus* im Stadtwald Ettlingen keine Weiterentwicklung zu verzeichnen, die Populationsstruktur im Februar gleicht jeweils der Struktur im Spätherbst des Vorjahres. Daß bei den Oribatiden die Entwicklung in kalten Monaten stagniert, wird durch verschiedene Untersuchungen bestätigt. Nach WEIGMANN (1975) entwickeln sich Eier von *Hermannia subglabra* BERLESE, 1910 bei Temperaturen unter 12°C nicht mehr weiter. Er stellt fest, daß Eier und Tritonymphen dieser Art die höchsten Temperaturansprüche haben und ihre Entwicklung bei sinkenden

Temperaturen am frühesten eingestellt wird. Für *Oromurcia sudetica* WILLMANN, 1929 ermittelte SCHATZ (1985) in einer Hochgebirgsregion in den österreichischen Alpen eine Dauer der Gesamtentwicklung von 2-4 Jahren, abhängig davon ob die Individuen eines Stadiums sich jeweils noch vor dem Winter häuten oder erst nach einer Überwinterung weiterentwickeln.

SOLHÖY (1975) bestimmte die mittlere Anzahl von Eiern in den Weibchen von *C. labyrinthicus* in einer montanen Flechtenheide in Süd-Norwegen während der schneefreien Periode (Juni-Oktober). Nur 12 % der Weibchen überwinterten mit Eiern, so daß sie bereits im Mai mit Eiern gefunden werden konnten. Nach der Schneeschmelze im Juni wurde sofort mit der Eiproduktion begonnen. Im Juli fand er die höchste Eizahl mit durchschnittlich 3 Eiern pro Weibchen und bis zum September hatte ihre Anzahl wieder stark abgenommen, d.h. der Großteil der Eier war zu diesem Zeitpunkt bereits abgelegt. Die Eiproduktion ist hier an die kurze Vegetationsperiode angepaßt. Nur sehr früh entwickelte Eier haben die Chance, sich über die Larve bis zur Protomymphe weiterzuentwickeln. Wenn man die Entwicklungsruhe im Winter in Rechnung stellt, kann man davon ausgehen, daß die Gesamtentwicklung von *C. labyrinthicus* in diesem Habitat ein bis zwei Jahre länger dauert als in Süd-Deutschland. Auch scheint die Eiproduktion bei den Tieren im Stadtwald Ettligen nicht so stark an die Jahreszeiten gebunden.

Im Zuchtschrank bei 15°C dauerte die Entwicklung von Deuto- und Tritonymphen im Mittel 133 Tage (110-160 Tage)(Tab. 27). Die jüngeren Stadien entwickeln sich normalerweise schneller, so daß die Gesamtdauer der Entwicklung vom Ei bis zum Adultus bei 15°C schätzungsweise 250 Tage beträgt. Diese Temperaturvorgabe ist aber für Oribatiden in unseren Breiten noch verhältnismäßig hoch, die mittlere Jahrestemperatur liegt im Stadtwald Ettligen bei 8,5°C. Als Temperaturkoeffizient (Q_{10}) der Entwicklung wurde für Oribatiden ein Wert zwischen 1,5 und 4 berechnet (LUXTON 1981a), bei gleichbleibender Temperatur von 8,5°C wären demnach Entwicklungszeiten von 330-740 Tagen bzw. 1-2 Jahren zu erwarten.

Zusammenfassend wird durch die Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus Belgien und den Abweichungen von den Beobachtungen in Norwegen deutlich, daß *C. labyrinthicus* seinen Entwicklungszyklus an die klimatischen Bedingungen in verschiedenen Höhenstufen und geographischen Breiten anpaßt. Diese Plastizität der Lebensansprüche zusammen mit einer weitgefächerten Habitatwahl ist für die weite Verbreitung der Art verantwortlich.

Die Phänologie einer anderen *Carabodes*-Art, *Carabodes willmanni* BERNINI, 1975, wurde von BELLIDO (1979) in *Cladonia*-Rasen in der Bretagne studiert. Sie ist die kleinste europäische Art dieser Gattung und hat, zumindest in der Bretagne, einen 1-jährigen Entwicklungszyklus. Dies bestätigt die Beobachtung, daß innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe die kleinen Arten meist kürzere

Entwicklungszeiten aufweisen als größere Arten (LUXTON 1981a).

Cymbaeremaeus cymba

Bei *Cymbaeremaeus cymba*, der dominanten Art aus dem mittleren Stammbereich, kann man deutliche Parallelen zwischen den Populationsstrukturen aus dem ersten und dem zweiten Untersuchungsjaar erkennen. Die Entwicklung ruht während der Wintermonate, die Februarproben enthalten nahezu die gleichen Prozentanteile der einzelnen Stadien wie die Proben aus dem vorangegangenen Herbst. Es überwintern fast keine Tritonymphen. Die Tritonymphen erreichen im Mai ein Abundanzmaximum, im Spätsommer ist ihr Anteil wieder stark zurückgegangen und die jüngeren Juvenilstadien nehmen zahlenmäßig wieder zu. Die Tritonymphen nutzen die wärmste Zeit des Jahres für ihre Entwicklung. ANDRÉ (1984) fand ebenfalls im Sommer einen sehr hohen Prozentsatz an Tritonymphen in der Population von *C. cymba* in foliosen Flechten auf verschiedenen Laubbäumen in Süd-Belgien. Das paßt zu der Beobachtung von WEIGMANN (1975) bei *Hermannia subglabra*, wo außer den Eiern die Tritonymphen die höchsten Temperaturansprüche aufwiesen.

Der Generationszyklus von *C. cymba* ist im Untersuchungsgebiet 1jährig. Es überwintern vor allem die jüngeren Juvenilstadien und die graviden Weibchen (Abb. 15). Gravide Weibchen treten zwar im ganzen Jahr auf, die meisten Eier tragen sie aber im Herbst. Im Vergleich zu *C. labyrinthicus* ist die Mortalität bei *C. cymba* immer recht hoch, die größte Zahl von Leichen wird im frühen Frühjahr und im Mai des zweiten Jahres gefunden. Entweder steigt bei dieser Art die Mortalitätsrate im Winter oder viele Adulti sterben nach der Eiablage im Frühjahr. ANDRÉ (1984) folgert aus seinen Beobachtungen, daß *C. cymba* die trockene Sommerperiode hauptsächlich in juvenilen Stadien verbringt, über 80 % der Individuen sind im Sommer juvenil. Für die Population im Stadtwald Ettligen konnten keine saisonalen Unterschiede im Verhältnis von Juvenilen zu Adulti festgestellt werden, im Sommer des ersten Untersuchungsjares ist die relative Anzahl der Juvenilen sogar am geringsten.

Micreremus brevipes

Bei *M. brevipes* kann man nach dem Verlauf der Populationsentwicklung im Stadtwald Ettligen auf einen 1-jährigen Zyklus schließen, die Entwicklungsschritte im ersten Beobachtungsjaar finden im zweiten Jahr ihre Entsprechung (Abb. 15). Auch hier findet während der kalten Jahreszeit eine Entwicklungspause statt. In beiden Jahren überwintern vor allem die Protonymphen. Die Eiproduktion beschränkt sich auf den Sommer. Zeitgleich mit der maximalen Eiproduktion sinkt wie bei *C. labyrinthicus* der Anteil der lebenden Adulttiere, was ein Hinweis auf steigende Mortalität nach der Fortpflanzungsperiode sein kann.

M. brevipes hat im Vergleich zu den anderen untersuchten Arten immer einen auffallend hohen Adult-Anteil in

der Population. Dafür gibt es verschiedene Interpretationen: Entweder ist die Mortalität bei den Juvenilen sehr hoch oder die Adulti sind besonders langlebig, dagegen spricht allerdings der hohe Anteil von Leichen während des ganzen Jahres. Eine dritte Möglichkeit wäre, daß sich die Jugendstadien mit ihrer ausgeprägten Tendenz zum Verkriechen mehr als die Adulttiere unter der Rinde verstecken und so durch das Bürsten nicht repräsentativ erfaßt werden.

Ommatocepheus ocellatus

Bei *Ommatocepheus ocellatus* ist ein zyklischer Entwicklungsverlauf kaum zu erkennen. Im zweiten Untersuchungs-jahr finden wenig Veränderungen der Populationsstruktur statt. Gravide Weibchen findet man zu jeder Jahreszeit. Im Februar des ersten Winters kann man ein Abundanzmaximum der Larven und einen Rückgang der Tritonymphen beobachten (Abb. 15). Im Gegensatz zu den anderen Arten mit ihrer Entwicklungsruhe im Winter, hat bei *O. ocellatus* hier ein Entwicklungsschub stattgefunden, der möglicherweise durch die milden Temperaturen und hohen Niederschläge in den ersten Monaten des Jahres 1988 ausgelöst wurde. Ein weiterer Entwicklungsschub ist im Mai 1989 daran zu erkennen, daß ein Großteil der Juvenilen aller Stadien sich kurz vor der Häutung befindet. Auch hier gab es im Monat davor hohe Niederschläge (Abb. 1).

TRAVÉ (1963) beobachtete bei seinen Untersuchungen in den Ost-Pyrenäen, daß sowohl die Adulti als auch die Jugendstadien dieser Art bei Trockenheit tagelang völlig regungslos im Flechtenrasen saßen. Wenige Augenblicke nachdem die Flechten befeuchtet wurden, begannen die Tiere herumzulaufen und zu fressen. Die Juvenilen zeigten eine stärkere Trockenresistenz als die Adulttiere. Diese Beobachtungen bestärken die Annahme, daß die Lebensäußerungen von *O. ocellatus* in hohem Maß vom Feuchteregime des Lebensraums gesteuert werden.

COLLOFF (1984) studierte die geographische Verbreitung von *O. ocellatus* und fand, daß die Vertikalverbreitung vom Breitengrad abhängig ist, d.h. je weiter im Norden, desto niedriger sind die Höhenlagen, in denen die Art noch gefunden wird. Er vermutet, daß dieses Verbreitungsmuster durch die optimale Temperatur für den Lebenszyklus bedingt ist.

D. plantivaga*, *S. ascendens* und *L. humerata

Diese drei Arten waren nicht auf allen untersuchten Bäumen in ausreichend hoher Individuenzahl zu finden, um den Verlauf der Populationsentwicklung im Beobachtungszeitraum verfolgen zu können. Aus den verstreuten Daten sind aber einige interessante Aspekte zu ihrer Biologie abzulesen.

Dometorina plantivaga

TRAVÉ (1969) beobachtete eine kleine Population der saxicolon Unterart *D. plantivaga insularis* von den Iles Salvages, einer kleinen Inselgruppe unweit der Kana-

rischen Inseln. Die Tiere wurden in ihrem natürlichen Mikrohabitat, einer Krustenflechte auf einem Felsbruchstück, im Labor gehalten. In den Flechtenthallus eingegraben, können die Juvenilen 20-30 Tage Trockenheit überdauern. Trotz der künstlichen Laborbedingungen lassen sich die Beobachtungen von TRAVÉ zur Entwicklungsbiologie dieser Art erstaunlich gut mit den Daten aus dem Stadtwald Ettlingen in Einklang bringen.

1) TRAVÉ setzte im März Deutonymphen in Zuchtkammern, aus denen sich bis Mitte Mai bzw. Anfang Juni Adulti entwickelt hatten.

In der vorliegenden Untersuchung gibt es im Februar (1989) ein Abundanzmaximum der Deutonymphen, gefolgt von einem Maximum der Tritonymphen bei gleichzeitig geringer Zahl adulter Tiere im Mai (1989) und im August (1988) findet man viele Adulti und wenig Tritonymphen.

2) TRAVÉ findet zwischen August und Dezember keine Larven und nur eine Protonymphen.

In der vorliegenden Untersuchung gibt es im Oktober (1987) fast keine Larven und nur wenige Protonymphen. TRAVÉ konstatiert einen 1jährigen Entwicklungszyklus. Dem widersprechen auch die Befunde aus dem Stadtwald Ettlingen nicht.

In der Untersuchung von ANDRÉ (1984) in Süd-Belgien findet man auch im Sommer ein Abundanzmaximum der Tritonymphen bei gleichzeitigem Minimum der Adulti. ANDRÉ schließt daraus, daß diese Art den trockenen Sommer in Juvenilstadien überdauert. Im Stadtwald Ettlingen findet man im Februar und Mai 1989 eine sehr geringe Anzahl an Adulttieren, während im August (1988) und Oktober (1987) die Adulti wieder mehr als ein Drittel der Gesamtpopulation stellen. Eine Saisonalität des Verhältnisses zwischen Juvenilen und Adulti ist daraus aber noch nicht abzuleiten.

Bei *D. plantivaga* gibt es einige Hinweise darauf, daß die adulten Tiere relativ kurzlebig sind:

– Die Zahl der Leichen in der Population ist immer ziemlich hoch.

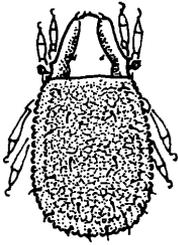
– In der Zucht wurde beobachtet, daß die Weibchen wenige Tage nach der Eiablage starben.

– In den Proben wurden häufig weibliche Leichen mit Eiern und Larven darin gefunden.

LIONS (1973, zit. in ANDRÉ 1975) fand, daß die Eier von *D. plantivaga* schon vor der Ablage eine weitentwickelte Prälarve enthalten.

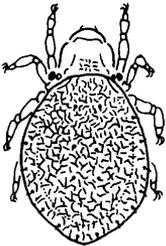
Scheloribates ascendens* und *Liebstadia humerata

Bei *S. ascendens* und *L. humerata* haben in den Monaten, in denen sie gefunden wurden, die Larven den höchsten Anteil an den gesamten Juvenilen, nur im Mai 1989 ist eine größere Zahl von Tritonymphen von *S. ascendens* zu verzeichnen. Dies kann bedeuten, daß diese beiden Arten in der warmen Jahreszeit eine hohe Fortpflanzungsrate haben, die Überlebensrate der Juvenilen jedoch nicht sehr hoch ist. Ab September/Oktober sind in den Weibchen beider Arten keine Eier mehr vorhanden. MITCHELL (1977) studierte die Populations-



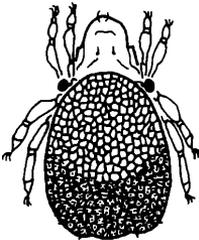
Carabodes labyrinthicus

| 1987 | | 1988 | | | 1989 | | |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Okt. | Feb. | Mai | Aug. | Nov. | Feb. | Mai | Sep. |
| | Ei | | | Ei | | | + |
| D | D | T | A | A | A | L | LP |



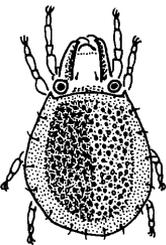
Cymbaeremaeus cymba

| 1987 | | 1988 | | | 1989 | | |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Okt. | Feb. | Mai | Aug. | Nov. | Feb. | Mai | Sep. |
| Ei | + | | | Ei | + | + | Ei |
| P D | D | T A | A L | D | D | L T | P |



Micreremus brevipes

| 1987 | | 1988 | | | 1989 | | |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Okt. | Feb. | Mai | Aug. | Nov. | Feb. | Mai | Sep. |
| | + | Ei | Ei | | | Ei | + |
| P T | P T | D | T | P | P | D | P T |



Ommatocephus ocellatus

| 1987 | | 1988 | | | 1989 | | |
|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Okt. | Feb. | Mai | Aug. | Nov. | Feb. | Mai | Sep. |
| | | + | Ei | | + | | |
| T | L | P | D | D | P D | D | P |

Abkürzungen: A = Adulti, Ei = Eier in Weibchen, L = Larven, + = Leichen, P,D,T = Proto-, Deuto-, Tritonymphen

Abbildung 15. Darstellung der Populationsentwicklung der arboricolen Arten *C. labyrinthicus*, *C. cymba*, *M. brevipes* und *O. ocellatus* im Stadtwald Ettlingen. Zu jedem Probestern werden nur die Entwicklungsstadien aufgeführt, die zu diesem Zeitpunkt den größten prozentualen Anteil an der Gesamtpopulation einer Art aufweisen.

dynamik einer *Scheloribates*-Art in einem Espenwald in Kanada. Hier trugen die Weibchen von September bis Januar keine Eier, im Juni/Juli war die Eiproduktion am höchsten.

Bei der subcorticalen Lebensweise von *L. humerata* (CHRISTENSEN 1980) ist eine Interpretation der Ergebnisse aus Bürstproben aber problematisch, der gefundene Populationsausschnitt muß nicht repräsentativ sein.

Scheloribates-Arten haben verhältnismäßig kurze Entwicklungszeiten. Von *Scheloribates laevigatus* (C. L. KOCH, 1836) können bei Zimmertemperatur im Labor bis zu drei Generationen im Jahr erzielt werden (LUXTON 1981a).

In der eigenen Laborzucht dauerte die Entwicklung von *S. pallidulus* von der Protonymph bis zum Schlüpfen des Adulttieres bei 15°C durchschnittlich 47 Tage (Tab. 27), für den gesamten Zyklus vom Ei bis zum Adultus kann man 2-3 Monate annehmen. Bei günstiger Witterung können kleinere Arten aus diese Verwandtschaftsgruppe im Freiland bestimmt 2-3 Generationen in einer Vegetationsperiode hervorbringen.

Schlußfolgerungen

Der Ablauf und die Länge des Lebenszyklus ist für die einzelnen Oribatidenarten und für die Individuen sehr verschieden. Innerhalb einer Verwandtschaftsgruppe ist die Entwicklungsdauer bei kleinen Arten meist kürzer als bei größeren Arten. Die Entwicklungsdauer wird von klimatischen Faktoren und von der Ernährung beeinflusst. Dabei hat die Temperatur einen indirekten Einfluß auf die Entwicklungsdauer durch die Regulation von verschiedenen Stoffwechselfvorgängen, während ein Ansteigen der Luft- und Substratfeuchtigkeit direkt als Auslöser von Fortpflanzungsaktivitäten und Entwicklungsschritten fungieren kann (LUXTON 1981a).

Prinzipiell ist bei Tieren in gemäßigten Breiten eine synchrone, an den Wechsel der Jahreszeiten gekoppelte Entwicklung zu erwarten. Dies ist bei den baumbewohnenden Oribatiden auch insofern der Fall, als bei fast allen Arten eine Winterpause in der Entwicklung nachgewiesen werden kann. Die Hauptfortpflanzungszeit ist im Frühjahr und Sommer.

Eine saisonale Eiproduktion und -ablage zeigen *M. brevipes* und wahrscheinlich auch *D. plantivaga*, *S. ascendens* und *L. humerata*. Diese Arten scheinen keine besonders hohe Resistenz gegenüber klimatischen Faktoren zu haben, sie weisen eine hohe Mortalitätsrate auf. An das Leben auf den Buchen sind sie durch ihre versteckte Lebensweise im Flechtenthallus, unter der Rinde und in Totholz angepaßt.

Bei allen untersuchten Arten gab es Hinweise, daß die Mortalität der Adulti nach einer Fortpflanzungsperiode ansteigt.

Bei den drei Arten *C. labyrinthicus*, *C. cymba* und *O. ocellatus* tragen die Weibchen zu jeder Jahreszeit Eier. Wann sie die Eier ablegen, hängt von deren Reifezustand und von den äußeren Bedingungen ab. Je nachdem, ob die Eier früh oder spät im Jahr abgelegt werden

bzw. ob ein Jugendstadium früh oder spät im Jahr schlüpft und dann überwintert, ist die Entwicklungsdauer bis zum nächsten Stadium unterschiedlich lang. Dadurch kommt es zu Überschneidungen der verschiedenen Stadien. Dennoch ist bei diesen Arten ein synchroner zyklischer Verlauf der Populationsentwicklung mehr oder weniger gut erkennbar. Die graviden Weibchen und die verschiedenen Jugendstadien befinden sich nach ihrer Reifung sozusagen in einer Warteposition bis zum Eintreten günstiger Klimabedingungen. Die notwendigen Temperatur- und Feuchteverhältnisse können dann bei dem Teil der Population, der eine entsprechende Reife erlangt hat, kollektive Eiablage, kollektiven Starrebeginn oder kollektives Schlüpfen auslösen (vergl. Kap. 6.2.2.), wobei die einzelnen Individuen eines Stadiums ein unterschiedliches "Wartealter" haben. Auf diese Weise werden Entwicklungsschritte wieder synchronisiert und sind in den Abundanzmaxima der einzelnen Stadien sichtbar.

In Habitaten mit extremen Klimaschwankungen ist es bestimmt von Vorteil, wenn von allen Entwicklungsstadien immer ein gewisser Grundstock in einer Population vorhanden ist und wenn synchrone Ereignisse als relativ schnelle Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen eintreten können. SCHAEFER (1987) ist der Meinung, daß Variationsmöglichkeiten der Wachstumsrate und Reife bei Spinnenpopulationen zu wachsenden Überlebenschancen in räumlich und zeitlich heterogenen Habitaten führen.

8. Zusammenfassung

In einem Moderbuchenwald im Nord-Schwarzwald wurde die Oribatidenfauna verschiedener Habitats untersucht. Dabei wurden 119 Arten im Laufe dieser Untersuchung erfaßt.

Aus der Bodenstreu, aus Moospolstern, aus Totholz, von Pilzfruchtkörpern und aus dem Laub der Baumkronen wurden die Tiere mit Hilfe des Berlese-Verfahrens extrahiert. Die Oribatidenfauna aus dem Epiphytenbewuchs der Buchen wurde durch Abbürsten der Rindenoberfläche gewonnen.

Aus den Berlese-Proben wurden nur die adulten Tiere bis zur Art bestimmt. Beim Abbürsten der Buchenrinde wurden außer den Adulttieren auch sämtliche Juvenilstadien und inaktive Stadien der Oribatiden erfaßt.

Zur Darstellung und zum Vergleich der Oribatidengemeinschaften in den verschiedenen Lebensräumen im Buchenwald wurden für jedes Habitat die Dominanzstruktur, die Artenzahl, die Siedlungsdichte, die Diversität, die Evenness und die Art- und Dominanzidentität bestimmt.

Die Bodenstreu in der freien Fläche zwischen den Bäumen und die Streu am Stammfuß der Buchen sind mit 82 bzw. 90 Arten die artenreichsten Habitats im Buchenwald. In der L-Schicht sind davon nur die Hälfte bzw.

zwei Drittel der Arten vertreten, während in der darunterliegenden F- und H-Schicht fast das gesamte Arteninventar der Bodenstreu auftritt. Die durchschnittliche Siedlungsdichte liegt bei 61500 adulten Individuen/m² Bodenstreu. In der Streu am Stammfuß wurden die meisten Arten gefunden. Durch seine Lage vermittelt dieses Habitat zwischen den beiden Lebensräumen Waldboden und Baum. Hier findet man hauptsächlich Arten aus der Bodenstreu, aber auch zönoseeigene Arten und einige Arten vom Baum und aus Moospolstern.

Die Fauna der Moospolster wird charakterisiert durch eine hohe Artenzahl und niedrige Diversitätswerte. Die Zönose wird von der Art *M. pseudofusiger* beherrscht, die einen Dominanzanteil von über 70 % hat. Trotz vieler Gemeinsamkeiten lassen sich die zwei Habitate Moos auf Holz und Moos auf Stein im Buchenwald anhand ihrer Arten- und Dominanzstruktur voneinander abgrenzen. Die Moospolster auf Holz werden durch die Art *Z. exilis* charakterisiert, die am Stammfuß mit einer Dominanz von 15 % die zweithäufigste Art ist und im Moos auf Steinen mit weit weniger als 1 % der Individuen nur subrezent vertreten ist.

In Totholz leben ein paar sehr spezialisierte Arten, die meisten der gefundenen Arten stammen jedoch aus benachbarten Lebensräumen. Bei relativ geringer Artenzahl ist die Diversität in diesem Habitat recht hoch. In Totholz am Boden sind sowohl die Artenzahl als auch die Siedlungsdichte der adulten Oribatiden wesentlich höher als in Totholz am Buchenstamm.

Die gesamte Rindenzönose wird von *C. labyrinthicus* beherrscht, der 80 % der adulten Oribatiden stellt. Die charakteristischen Baumbewohner haben ihre Hauptvorkommen in unterschiedlichen Höhenstufen am Stamm oder in speziellen Kleinhabitaten, so daß die Oribatidengemeinschaft in jeder Höhenstufe eine andere Dominanzstruktur aufweist.

Die Daten, die aus Fallenfängen (Barberfallen, Baumfotoklektoren, Laubsammler) ermittelt wurden, geben Auskunft über die Ausbreitungsmechanismen der Oribatiden, ihre Wanderungen von einem Lebensraum zum anderen und ihre Aktivitätsphasen im Jahresverlauf. Die einzelnen Arten zeigen ihre maximale Laufaktivität zu unterschiedlichen Jahreszeiten, im Winter ist die Mobilität der Oribatiden am geringsten. Im Laborversuch wurde die Laufgeschwindigkeit verschiedener Arten gemessen.

Von den sieben häufigsten Arten der Rindenzönose wurde die Populationsentwicklung über einen Zeitraum von zwei Jahren aus 3-monatlicher Probennahme verfolgt. Die Individuenzahlen der einzelnen Jugendstadien und der adulten Männchen und Weibchen in den verschiedenen Jahreszeiten zeigen dabei den Verlauf des Lebenszyklus, die Anzahl der reifen Eier in den Weibchen und das Verhältnis von lebenden zu toten Adulttieren geben Hinweise über Änderungen der Natalität und Mortalität im Jahresverlauf.

Bei fast allen untersuchten Arten findet eine Winterpause in der Entwicklung statt, die Hauptfortpflanzungszeit

ist im Frühjahr und Sommer. *C. labyrinthicus* scheint in diesem Habitat einen 2-jährigen Entwicklungszyklus zu haben, während bei *C. cymba* und *M. brevipes* der gesamte Entwicklungszyklus im Verlauf eines Jahres vollendet werden kann.

Die Informationen aus den Freilanddaten werden ergänzt durch Laborbeobachtungen zum Verhalten, zur Entwicklungsdauer und zur Futterwahl.

9. Literatur

- ALBERTI, G., STORCH, V. & RENNER, H. (1981): Über den feinstrukturellen Aufbau der Milbencuticula (Acari, Arachnida). – Zool. Jb. Anat., **105**: 183-236; Jena.
- ANDERSON, J. M. (1971): Observations on the vertical distribution of Oribatei (Acarina) in two woodland soils. – IV. Coll. Int. Zool. Sol. Dijon, 1970: 257-272; Paris.
- ANDERSON, J. M. (1977): The organization of soil animal communities. – Ecol. Bull., **25**: 15-23; Stockholm.
- ANDERSON, J. M. (1978): Inter- and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. – Oecologia, **32**: 341-348; Berlin.
- ANDRÉ, H. (1975): Observations sur les Acariens corticoles de Belgique. – Fond. Univ. Lux., Notes de recherche, **4**: 1-31; Arlon.
- ANDRÉ, H. (1979): Notes on the ecology of corticolous epiphyte dwellers. 1. The mite fauna of fruticose lichens. – In: RODRIGUEZ, J. G. (ed.): Recent advances in acarology: 551-557; New York (Academic Press).
- ANDRÉ, H. M. (1980): Description of *Camisia carrolli* n. sp., with a comparison to two other arboreal *Camisia* (Acari, Oribatida). – Internat. J. Acarol., **6** (2): 141-146; Oak Park, Michigan.
- ANDRÉ, H. M. (1984): Notes on the ecology of corticolous epiphyte dwellers. 3. Oribatida. – Acarologia, **15** (4): 385-395; Paris.
- ANDRÉ, H. & LEBRUN, P. (1979): Quantitative comparison of the funnel and the brushing methods for extracting corticolous microarthropods. – Ent. exp. et appl., **26**: 252-258; Ned. Entomol. Ver. Amsterdam.
- ANDRÉ, H. M. & LEBRUN, P. (1982): Effects of air pollution on corticolous microarthropods in the urban district of Charleroi (Belgium). – In: BORNKAMM, R., LEE, J. A. & SEAWARD, M. R. D. (Eds.): Urban Ecology: 191-200; London (Blackwell).
- AOKI, J. (1959): Zur Kenntnis der Oribatiden im Pilz. I. Berichte über einige Arten aus Nikko. – Ann. Zool. Japon., **32** (3): 156-161; Tokio.
- ARLIAN, L. G. & WOOLLEY, T. A. (1970): Observations on the biology of *Liacarus cidarus* (Acari: Cryptostigmata, Liacaridae). – J. Kansas Ent. Soc., **43** (3): 297-301; Kansas.
- BÄUMLER, W. (1970): Zur Morphologie, Biologie und Ökologie von *Hermannia gibba* (C. L. KOCH) (Acarina: Oribatei) unter Berücksichtigung einiger Begleitarten. – Zeitschr. f. angew. Entomol., **66**: 257-277 und 337-362; München.
- BECK, L. (1968): Zum jahreszeitlichen Massenwechsel zweier Oribatidenarten (Acari) im neotropischen Überschwemmungswald. – Verh. dtsh. Zool. Ges. Innsbruck: 535-540; Stuttgart.
- BECK, L. (1972): Der Einfluß der jahresperiodischen Überflutungen auf den Massenwechsel der Bodenarthropoden im zentral-amazonischen Regenwaldgebiet. Pedobiologia, **12**: 133-148; Jena.

- BECK, L. (1988): Bestandes- und Bodenklima eines Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwaldvorland. – *Carolinea*, **46**: 141-144; Karlsruhe.
- BECK, L. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden. 1. Bodenfauna und Streuabbau – eine Übersicht. – *Verh. Ges. Ökol.*, **17**: 47-54; Göttingen.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolinea*, **40**: 59-90; Karlsruhe.
- BECK, L., DUMPERT, K., FRANKE, U., MITTMANN, H.-W., RÖMBKE, J. & SCHÖNBORN, W. (1988): Vergleichende ökologische Untersuchungen in einem Buchenwald nach Einwirkung von Umweltchemikalien. – *Spez. Ber. KFA Jülich*, **439**: 548-701; Jülich.
- BECK, L. & WOAS, S. (1991): Die Oribatiden-Arten (Acari) eines südwestdeutschen Buchenwaldes I. – *Carolinea*, **49**: 37-82; Karlsruhe.
- BEHAN, V. M. & HILL, S. B. (1978): Feeding habits and spore dispersal of oribatid mites in the North American arctic. – *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **15** (4): 497-516; Paris.
- BEHAN-PELLETIER, V. M. (1991): Observations on genital papillae of pycnonotic brachypylina (Acari: Oribatida). – *Acarologia*, **32** (1): 71-78; Paris.
- BEHAN-PELLETIER, V. M. & Hill, S. B. (1983): Feeding habits of sixteen species of Oribatei (Acari) from an acid peat bog, Glenamoy, Ireland. – *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **20** (2): 221-267; Paris.
- BELLIDO, A. (1979): Écologie de *Carabodes willmanni* BERNINI, 1975 (Acari, Oribatei) dans les formations pionnières de la lande armoricaine. – *Rev. Écol. Biol. Sol.*, **16** (2): 195-218; Paris.
- BERG, J. (1989): Zur Biologie und Taxonomie der Phthiracaroida (Acari: Oribatei) in einem Buchenwald. 151 S.; Diplomarbeit Karlsruhe.
- BERG, J., WOAS, S. & BECK, L. (1990): Zur Taxonomie der *Phthiracarus*-Arten (Acari, Oribatei) eines südwestdeutschen Buchenwaldes. – *Andrias*, **7**: 91-168; Karlsruhe.
- BERTHET, P. L. (1964): Field study of the mobility of Oribatei (Acari), using radioactive tagging. – *J. Anim. Ecol.*, **33**: 443-449; Cambridge.
- BONNET, L., CASSAGNAU, P. & TRAVÉ, J. (1975): L'Écologie des arthropodes muscicoles à la lumière de l'analyse des correspondances: Collemboles et Oribates du Sidobre (Tarn, France). – *Oecologia*, **21**: 359-373; Berlin.
- BÜCHS, W. (1988): Stamm- und Rindenzönosen verschiedener Baumarten des Hartholzauenwaldes und ihr Indikatorwert für die Früherkennung von Baumschäden. – 813 S.; Dissertation Bonn.
- CHRISTENSEN, O. (1977): Estimation of standing crop and turnover of dead wood in a Danish oak forest. – *Oikos*, **28**: 177-186; Kopenhagen.
- CHRISTENSEN, O. (1980): Aspects of the distribution pattern of *Liebstadia humerata* (Acari, Cryptostigmata) in a Danish oak forest. – *Pedobiologia*, **20**: 24-30; Jena.
- CHRISTENSEN, O. (1984): The states of decay of woody litter determined by relative density. – *Oikos*, **42**: 211-219; Kopenhagen.
- COLLOFF, M. J. (1984): Notes on two lichenophagous oribatid mites from Ailsa Craig (Acari: Cryptostigmata). – *Glasg. Nat.*, **20** (5): 451-457; Glasgow.
- ELBOURN, C. A. (1970): Influence of substrate and structure on the colonization of an artifact simulating decaying oak wood on oak trunks. – *Oikos*, **21**: 32-41; Kopenhagen.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (Hrsg.) (1986): Ökosystemforschung – Ergebnisse des Solingprojekts: 1966-1986. – 507 S.; Stuttgart (Ulmer).
- FAGER, E. W. (1968): The community of invertebrates in decaying oak wood. – *J. Anim. Ecol.*, **37**: 121-142; Cambridge.
- FÜHRER, E. (1961): Der Einfluß von Pflanzenwurzeln auf die Verteilung der Kleinarthropoden im Boden, untersucht an *Pseudotritia ardua* (Oribatei). – *Pedobiologia*, **1**: 99-112; Jena.
- GERSON, U. (1973): Lichen-arthropod associations. – *Lichenologist*, **5**: 434-443; London.
- GERSON, U. & SEAWARD, M. R. D. (1977): Lichen-invertebrate associations. – In: SEAWARD, M. R. D. (ed.): *Lichen Ecology*: 69-119; London, New York (Academic Press).
- GJELSTRUP, P. (1979): Epiphytic cryptostigmatid mites on some beech- and birch-trees in Denmark. – *Pedobiologia*, **19** (1): 1-8; Jena.
- GRANDJEAN, F. (1950): Sur deux espèces du genre *Domotriana* n. g. et les moeurs de *D. plantivaga* (BERL.) (Acariens, Oribates). – *Bull. Soc. Zool. France*, **75** (5/6): 224-242; Paris.
- GRANDJEAN, F. (1953): Essai de classification des Oribates (Acariens). – *Bull. Soc. Zool. France*, **78** (5-6): 421-446; Paris.
- GRANDJEAN, F. (1956): Observations sur les Oribates (33e série). *Bull. Mus. Nat. Hist. Natur.*, **28** (1): 111-118; Paris.
- HAMMER, M. (1972): Microhabitats of oribatid mites on a Danish woodland floor. – *Pedobiologia*, **12**: 412-423; Jena.
- ITO, M. (1987): Occurrence of six oribatid mite species (Acari: Oribatida) in relation to decomposition of dead branches on forest floor. – *Edaphologia*, **37**: 1-7; Tokio.
- JACOT, A. P. (1933): Aparity among the Oribatidae (Acarina). – *Can. Entomol.*, **65** (12): 263-264; Ottawa.
- JOGER, H. G. (1988): Untersuchungen über die Tierwelt einer Stadtmauer. – *Zool. Jb. Syst.*, **115**: 69-91; Jena.
- KANEKO, N. (1985): A comparison of oribatid mite communities in two different soil types in a cool temperate forest in Japan. – *Pedobiologia*, **28**: 255-264; Jena.
- KNÜLLE, W. (1957): Die Verteilung der Acari: Oribatei im Boden. – *Z. Morph. Ökol. Tiere*, **46**: 397-432; Berlin.
- LEBRUN, P. (1971): Écologie et biocénétique de quelques peuplements d'arthropodes édaphiques. – *Mém. Inst. Roy. Sc. nat. de Belgique*, **165**: 1-203; Brüssel.
- LEBRUN, P. (1974): Écologie du développement de *Damaeus onustus* et *Damaeus clavipes*, influence de la température. – *Acarologia*, **16** (2): 343-357; Paris.
- LEBRUN, P. (1976): Effets écologiques de la pollution atmosphérique sur les populations et communautés de microarthropodes corticoles (Acariens, Collemboles et Ptérygotes). – *Bull. Écol.*, **7** (4): 417-430; Paris.
- LOSSE, G. (1986): Zoocenosen und Bodenstruktur im Stammfußbereich von Altbuchen des Eggegebirges. – 172 S.; Diplomarbeit Münster.
- LUXTON, M. (1972): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. I. Nutritional biology. – *Pedobiologia*, **12**: 434-463; Jena.
- LUXTON, M. (1981a): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. IV. Developmental biology. – *Pedobiologia*, **21**: 312-340; Jena.
- LUXTON, M. (1981b): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. V. Vertical distribution. – *Pedobiologia*, **21**: 365-386; Jena.
- LUXTON, M. (1982): The biology of mites from beech woodland soil. – *Pedobiologia*, **23**: 1-8; Jena.
- MAGURRAN, A. E. (1988): Ecological diversity and its measurement. – 179 S.; London, Sydney (Croom Helm).
- MÄRKEL, K. (1958): Über die Hornmilben (Oribatei) in der Roh-

- humusaufiage älterer Fichtenbestände des Ostierzgebirges. – Arch. Forstw., **7** (6/7): 459-501; Berlin.
- MICHAEL, A. D. (1982): Further Notes on British Oribatidae. – J. Roy. Micr. Soc., **2**: 1-18, Taf. 1-2; London.
- MICHAEL, A. D. (1984): British Oribatidae. – Vol. 1: 1-336, Taf. 1-24; London (Ray Society).
- MICHAEL, A. D. (1988): British Oribatidae. – Vol. 2: 337-657, Taf. 25-54; London (Ray Society).
- MITCHELL, M. J. (1977): Population dynamics of oribatid mites (Acari, Cryptostigmata) in an aspen woodland soil. – Pedobiologia, **17**: 305-319; Jena
- MITTMANN, H.-W. (1980): Zum Abbau der Laubstreu und zur Rolle der Oribatiden (Acari) in einem Buchenwaldboden. – 117 S.; Dissertation Karlsruhe.
- MORITZ, M. (1963): Über Oribatidengemeinschaften (Acari: Oribatei) norddeutscher Laubwaldböden, unter besonderer Berücksichtigung der die Verteilung regelnden Milieubedingungen. – Pedobiologia, **3**: 142-243; Jena.
- MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. – 2. Aufl., 431 S.; Heidelberg, Wiesbaden (Quelle & Meyer).
- NICOLAI, V. (1985): Die ökologische Bedeutung verschiedener Rindentypen bei Bäumen. – 200 S.; Dissertation Marburg/Lahn.
- NICOLAI, V. (1986): The bark of trees: thermal properties, microclimate and fauna. – Oecologia, **69**: 148-160; Berlin.
- NICOLET, H. (1855): Histoire naturelle des Acariens qui se trouvent aux environs de Paris. – Arch. Mus. Hist. Nat., **7**: 381-482; Paris.
- NIEDBALA, W. (1969): Arboreal moss-mite fauna (Acari, Oribatei) in Poznan environs. – Bull. Entomol. Pologne, **34**: 83-94; Warschau.
- NORTON, R. A. (1980): Observations on phoresy by oribatid mites (Acari: Oribatei). – Internat. J. Acarol., **6** (2): 121-130; Oak Park, Michigan.
- O'DOWD, D. J. & WILLSON, M. F. (1991): Associations between mites and leaf domatia. – Tree, **6** (6): 179-182; Cambridge.
- PANDE, Y.D. & BERTHET, P. (1975): Observations on the vertical distribution of soil Oribatei in a woodland soil. – Trans. R. ent. Soc. Lond., **127** (3): 259-275; London.
- PSCHORN-WALCHER, H. & GUNHOLD, P. (1957): Zur Kenntnis der Tiergemeinschaft in Moos- und Flechtenrasen an Park- und Waldbäumen. – Z. Morph. Ökol. Tiere, **46**: 342-354; Berlin.
- PURRINI, K. & BÄUMLER, W. (1977): *Nosema hermannia* n.sp. – eine neue Mikrosporidie aus *Hermannia gibba* C. L. KOCH (Fam. Hermannidae, Oribatei, Acari) in Fichtenwaldböden. – Zool. Anz., **199** (1/2): 107-112; Jena.
- PURRINI, K., BUKVA, V. & BÄUMLER, W. (1979): Sporozoen in Hornmilben (Oribatei, Acarina) aus Waldböden Süddeutschlands nebst Beschreibung von *Gregarina postneri* n. sp. und *G. fuscozetis* n. sp. (Gregarinida, Sporozoa, Protozoa). Pedobiologia, **19**: 329-339; Jena.
- PURRINI, K. & ORMIERES, R. (1981): Über vier neue Eugregarinen-Arten (Eugregarinida, Sporozoa) der Hornmilben (Oribatei, Acarina). – Zool. Beitr. N.F., **28** (1): 123-133; Berlin.
- SCHAEFER, M. (1987): Life cycles and diapause. – In: NENTWIG, W. (Ed.): Ecophysiology of spiders: 331-350; Berlin, Heidelberg (Springer).
- SCHAEFER, M. & SCHAUERMANN, J. (1990): The soil fauna of beech forests: comparison between a mull and a moder soil. – Pedobiologia, **34**: 299-314; Jena.
- SCHATZ, H. (1985): The life cycle of an alpine oribatid mite *Oromurcia sudetica* WILLMANN. – Acarologia, **16** (1): 95-100; Paris.
- SCHENKER, R. (1984): Spatial and seasonal distribution patterns of oribatid mites (Acari: Oribatei) in a forest soil ecosystem. – Pedobiologia, **27**: 133-149; Jena.
- SCHMUTTERER, H. (1952): Die Ökologie der Cocciden (Homoptera, Coccoidea) Frankens. – Z. ang. Ent., **34** (1): 65-100; Hamburg.
- SCHNEBELE, B. (1986): Charakterarten der Flechtenfauna und ihre Abhängigkeit von abiotischen Faktoren. – 180 S.; Diplomarbeit Freiburg/Brsg.
- SCHUSTER, R. (1956): Der Anteil der Oribatiden an den Zersetzungsvorgängen im Boden. – Z. Morph. u. Ökol. Tiere, **45**: 1-33; Berlin.
- SEASTEDT, T. R., REDDY, M. V. & CLINE, S. P. (1989): Microarthropods in decaying wood from temperate coniferous and deciduous forests. – Pedobiologia, **33**: 69-77; Jena.
- SELLNICK, M. (1928): Formenkreis: Hornmilben, Oribatei. – In: BROHMER, EHRMANN & ULMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, **3** (9): 1-42; Leipzig.
- SELLNICK, M. (1960): Nachtrag zu Formenkreis: Hornmilben, Oribatei. – In: BROHMER, EHRMANN & ULMER (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, **3** Lfg. 4: 45-134; Leipzig.
- SENICZAK, S. (1973): Pionowe rozmieszczenie roztoczy nadrzewnych na niektórych gatunkach drzew w różnych typach siedliskowych lasu. – Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Lesn. PTPN, **36**: 171-189; Poznan.
- SENICZAK, S. (1990): The morphology of the juvenile stages of moss mites of the family Scheloribatidae (Acarida, Oribatida), II. – Ann. Zool., **43** (13): 301-310; Warschau.
- SENICZAK, S. (1991): The morphology of juvenile stages of moss mites of the family Camisiidae (Acari: Oribatida) IV. – Zool. Anz., **226** (5/6): 267-279; Jena.
- SEYD, E. L. & SEAWARD, M. R. D. (1984): The association of oribatid mites with lichens. – Zool. J. Linn. Soc., **80**: 369-420; London.
- SOLHÖY, T. (1975): Dynamics of Oribatei populations on Hardangervidda. – In: Fennoscandian Tundra Ecosystems, Part II, (ed. F. E. WIELGOLASKI): 60-65; Berlin, Heidelberg (Springer).
- SOLHÖY, T. & WUNDERLE, I. (in Vorb.): Plastron respiration in the terrestrial mite *Carabodes labyrinthicus* (MICHAEL) (Acari: Oribatei).
- STEINER, W. (1990): The influence of air pollution on moss-dwelling animals. – 200 S.; Dissertation Zürich.
- STRENZKE, K. (1949): Zur Fortpflanzung der Moosmilben. Mikrokosmos, **38** (8): 1-4; Stuttgart.
- STRENZKE, K. (1952): Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des Bodens: Die Oribatiden und ihre Synusien in den Böden Norddeutschlands. – Zoologica, **104**: 1-172; Stuttgart.
- TRAVÉ, J. (1960): Contribution à l'étude de la Faune de la Massane. Oribates (Acariens). – Vie Milieu, **11** (2): 209-232; Paris.
- TRAVÉ, J. (1963): Écologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricoles. – Vie Milieu, **14**: 1-267; Paris.
- TRAVÉ, J. (1964): Importance des stases immatures des Oribates en systématique et en écologie. – Acarologia, h.s. 1964 (C.R. I. Int. Congr. Acarol., Fort Collins, Col., USA 1963): 47-54; Paris.
- TRAVÉ, J. (1969): Sur le peuplement des Lichens crustacés des Iles Salvaiges par les Oribates (Acariens). – Rev. Écol. Biol. Sol, **6** (2): 239-248; Paris.
- USHER, M. B. (1975): Seasonal and vertical distribution of a population of soil arthropods: Cryptostigmata. – Pedobiologia, **15**: 364-374; Jena.

- VITZTHUM, H. (1918/19): Gäste unserer Schildläuse. – Mikrokosmos: 123-126; Stuttgart.
- VITZTHUM, H. (1926): Acari als Commensalen von Ipiden. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Ökol. Geogr. Tiere, **52**: 407-503; Jena.
- VITZTHUM, H. (1940/43): Acarina. – In: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 1011 S.; Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft).
- WEIGMANN, G. (1975): Labor- und Freilanduntersuchungen zur Generationsdauer von Oribatiden (Acari: Oribatei). – Pedobiologia, **15**: 133-148; Jena.
- WEIGMANN, G. (1991): Oribatid communities in transects from bogs to forests in Berlin indicating the biotope qualities. – In: DUSBABEK, F. & BUKVA, V. (eds.): Modern Acarology, **2**: 359-364; Prag.
- WEIGMANN, G. & KRATZ, W. (1981): Die deutschen Hornmilbenarten und ihre ökologische Charakteristik. – Zool. Beitr. N. F., **27**: 459-489; Berlin.
- WEIGMANN, G. & KRATZ, W. (1987): Oribatid mites in urban zones of West Berlin. – Biol. Fert. Soils, **3**: 81-84; Berlin.
- WEIGMANN, G. & WUNDERLE, I. (1990): Zur Taxonomie der europäischen Scheloribatidae (Acari, Oribatei) II. Beschreibung des baumbewohnenden *Scheloribates ascendens* n.sp. – Andrias, **7**: 9-14; Karlsruhe.
- WILLMANN, C. (1931): Moosmilben oder Oribatiden (Oribatei). – In: DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, **22**: 79-200; Jena.
- WIRTH, V. (1980): Flechtenflora – 552 S.; Stuttgart (Ulmer).
- WOAS, S. (1986): Beitrag zur Revision der Oppioidea sensu BALOGH, 1972 (Acari, Oribatei). – Andrias, **5**: 21-224; Karlsruhe.
- WOAS, S., WUNDERLE, I. & BECK, L. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden. 12. Die Oribatiden. – Verh. Ges. Ökol., **17**: 117-123; Göttingen.
- WOLTEMADE, H. (1982): Zur Ökologie baumrindenzubewohnender Hornmilben (Acari, Oribatei). – Sitz. Ber. Ges. Naturf. Fr. Berlin NF, **22**: 118-139; Berlin.
- WOODRING, J. P. & COOK, E. F. (1962): The biology of *Ceratozetes cisalpinus* BERLESE, *Scheloribates laevigatus* KOCH, and *Oppia neerlandica* OUDEMANS (Oribatei), with a description of all stages. – Acarologia, **4** (1): 101-137; Paris.
- WUNDERLE, I. (1991a): Vertical distribution and life stages of oribatid communities on beech trees. – In: SCHUSTER, R. & MURPHY, P. W. (eds.): The Acari. Reproduction, development and life-history strategies: 437-440; London, Graz.
- WUNDERLE, I. (1991b): Life-histories and notes on the behaviour of tree-living oribatid mites. – In: DUSBABEK, F. & BUKVA, V. (eds.): Modern Acarology, **2**: 529-535; Prag.
- WUNDERLE, I., BECK, L. & WOAS, S. (1990): Zur Taxonomie und Ökologie der Oribatulidae und Scheloribatidae (Acari, Oribatei) in Südwestdeutschland. – Andrias, **7**: 15-60; Karlsruhe.
- ZIMMERMANN, R.-D. & PLANKENHORN, W. E. (1986): Methodik der Blattprobennahme an der Rotbuche unter immissions-ökologischem Aspekt. – Allg. Forst Zeitschrift, **3**: 33-35; München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [50](#)

Autor(en)/Author(s): Wunderle Ingrid

Artikel/Article: [Die Oribatiden-Gemeinschaften \(Acari\) der verschiedenen Habitate eines Buchenwaldes 79-144](#)