©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

ULRICH FRANKE

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 5. Die Weberknechte

Kurzfassung
Im Rahmen des Forschungsprogramms „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens" wurde in einem Moderbuchenwald im Nordschwarzwald von 1977 bis 1983 auch die Weberknechtfauna untersucht. Seit 1982 läuft im gleichen Biotop parallel dazu ein Begleitprogramm, welches die Erforschung der Auswirkungen von Umweltchemikalien als Streßfaktor auf das Ökosystem zum Ziel hat.
92 % aller 728 erbeuteten Tiere wurden mit Barberfallen gefangen, 7 % mit Boden-Fotoeklektoren und nur 1 % durch Handauslese von Quadratproben. Insgesamt konnten 8 Weberknechtarten aus vier Familien nachgewiesen werden. Am häufigsten waren die beiden Phalangiidae *Lophopilio palpinalis* mit 50 % und *Mitopus morio* mit 38 % aller Individuen. Beide Arten werden durch Anwendung sowohl von PCP als auch von 2,4,5-T stark dezimiert. Als Seltenheit wurde der Schneckenkanker *Ischyropsalis h. hellwigi* in 6 Exemplaren gefangen.
Verbreitung, ökologische Ansprüche und Phänologie der Arten werden beschrieben und in Zusammenhang mit unseren Funden diskutiert.

Abstract
Studies on the biology of a beech wood soil.
5. Opiliones
As part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil", the opilionid fauna was investigated between 1977 and 1983. Since 1982 we also examined the reaction of an ecosystem to stress due to environmental chemicals.
92 % of the total 728 harvestmen were caught by pitfall traps, the rest by ground-photoeclectors and by square-samples. All captured specimens belong to 8 species of 4 families. Two Phalangiidae were eudominant: *Lophopilio palpinalis* and *Mitopus morio.* Six *Ischyropsalis h. hellwigi* were found, although this species is rarely reported for Southwest-Germany. Captures of *L. palpinalis* and *M. morio* were significantly reduced by PCP and 2,4,5-T.
Distribution, ecology and life-history of all species found, are described and discussed.

Autor
DR. ULRICH FRANKE, Landessammlungen für Naturkunde, Postfach 4045, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe 1.

Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Bundesministeriums für Forschung und Technologie.

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 4.: Carolinea, **42**: 75–106 (1985).

1. Einleitung

Der Abbau der Bodenstreu ist das Ergebnis vielfältiger bodenbiologischer Prozesse, an denen die Bodenfauna einen erheblichen Anteil hat. Wir können die Bodenfauna drei Trophiestufen zuordnen: Die erste Stufe bilden die saprophagen Primärzersetzer, die den pflanzlichen Bestandesabfall wie Blätter, Zweige und Früchte direkt angreifen. Saprophag im weiteren Sinne sind auch die Sekundärzersetzer, die entweder als Koprophage von den Faeces der Primärzersetzer leben, oder als Mikrophytophage die Mikroflora fressen, die auf dem Blatt- und Holzmaterial gedeiht; mikrophytophag bedeutet in einem Sauerhumus-Buchenwald überwiegend mykophag, da hier die Pilze als Primärzersetzer dominieren. Beide Gruppen von Saprophagen bilden die Nahrungsgrundlage der Zoophagen oder Räuber, die durch die Nekrophagen oder Aasfresser mit den Saprophagen verbunden sind (BECK 1983). Jede dieser drei großen Funktionsgruppen umfaßt in einem mitteleuropäischen Laubwald 200 bis 400 Tierarten, und allein diese große Anzahl spricht dafür, daß die Bodentiere nicht nur eine wichtige, sondern auch sehr differenzierte Rolle im Boden spielen.
Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind die Weberknechte, mit 8 Arten im Untersuchungsgebiet eine der kleinen Gruppen der Bodenmakrofauna. Das Untersuchungsgebiet ist ein Sauerhumus-Buchenwald im Stadtwald Ettlingen, ca. 15 km südlich von Karlsruhe.
Die Weberknechte sind sämtlich als Räuber einzustufen; jede ihrer Arten ist damit sowohl auf andere Tierarten als Nahrungsgrundlage angewiesen als auch der Konkurrenz durch andere Arten ausgesetzt. Daraus sollten sich entsprechende Anpassungen oder ökologische Nischen ergeben, und gerade eine so überschaubare Gruppe wie die Weberknechte eignet sich gut, die Differenzierung der ökologischen Nischen zu untersuchen. Dies ist neben der Bestandsaufnahme der Weberknechtarten und ihrer ökologischen Charakterisierung das Ziel der vorliegenden Arbeit.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Stadtwald Ettlingen auf den nordwestlichen Ausläufern des Schwarzwaldes und liegt 310 bis 340 m ü. NN. Der Untergrund besteht aus mittleren Buntsandstein. Der etwa 100jährige Rotbuchenwald wird pflanzensoziologisch als Luzulo-Fagetum charakterisiert, dem eine Kraut- und Strauchschicht fast vollständig fehlt. Die mittlere Jahres-Lufttemperatur in 50 cm über dem Boden beträgt 8,3 °C und der mittlere Jahresniederschlag ergab für die Jahre 1979

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

bis 1983 rund 1050 mm. Der Boden ist mit pH-Werten zwischen 3,2 und 4,7 als Sauerhumus anzusprechen. Weitere Angaben zum Untersuchungsgebiet siehe BECK & MITTMANN (1982).
Den seit 1977 laufenden Standard-Untersuchungen (BECK 1978) ist seit 1981/82 ein „Chemikalienprogramm" angeschlossen, welches die Reaktion von Ökosystemen auf Umweltbelastungen erfassen soll. Im Chemikalienprogramm wurden das Fungizid Pentachlorphenol (PCP) und das Herbizid Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T) eingesetzt, welche beide zwei Jahre lang alle zwei Monate in den Konzentrationen von 5 g/m^2 und 1 g/m^2 ausgebracht wurden. Die fünf Flächen des Begleitprogramms werden mit PCP_5, PCP_1, 2,4,5-T_5, 2,4,5-T_1 und Kontrolle bezeichnet. Ihre Biotopstruktur ist weitgehend identisch mit derjenigen der Standardfläche.

Die Makrofauna, also auch die Weberknechte, wurde mit drei verschiedenen Methoden erfaßt: Quadratproben-Handauslese (QH), Barberfallen (BF) und Boden-Fotoeklektoren (FE), wobei die erste Methode nur im Standardprogramm eingesetzt wurde. Eine Beschreibung der Sammelmethoden gibt FRIEBE (1983).
Für die Quadratproben wurden monatlich an drei Stellen der Versuchsfläche je $^1/_9$ m^2 der organischen Bodenauflage entnommen, getrennt nach L-, F- und H-Schicht. Diese drei Schichtproben von dann je $^1/_3$ m^2 wurden im Labor von Hand ausgelesen. Mit dieser Methode werden Weberknechte zwar nur selten, dann aber quantitativ erfaßt (FRANKE & FRIEBE, 1983).
Mit Barberfallen werden oberflächenaktive Tiere gefangen. Die Fangbecher hatten einen Öffnungsdurchmesser von 7 cm und waren mit etwa 4%igem Formalin beschickt und überdacht. Auf der Standardfläche wurden monatlich 12 Barberfallen eine Woche lang und auf den Flächen des Chemikalienprogramms je 10 Barberfallen zwei Wochen lang exponiert. Untersuchungen, bei denen auf vier Flächen von jeweils 9 m^2 nebeneinander 5, 9, 25 bzw. 41 Barberfallen exponiert wurden, zeigten z. B. für größere Spinnen und Käfer in den beiden dicht mit Barberfallen besetzten Flächen Leerfangeffekte. Aus den Wertepaaren Barberfallendichte und der Zahl gefangener Tiere entsprechender Fläche konnten wir für die größeren Käfer und Spinnen die Fläche berechnen, welche von einer Barberfalle leergefangen wird. Unter der Annahme, daß Weberknechte eine ähnliche Aktivität aufweisen wie größere Spinnen, läßt sich damit die Fangfläche einer Barberfalle für Weberknechte auf 0,75 m^2 schätzen (FRANKE, FRIEBE & BECK in Vorb.).

Zur Erfassung der Schlüpfdichte der Stratenwechsler und der Aktivitätsdichte anderer oberflächenaktiver, kletternder und flugfähiger Formen wurden Boden-Fotoeklektoren verwendet. Ihre auswechselbaren Fanggefäße enthielten gesättigte Pikrinsäure. Zwei Typen von Eklektoren, deren Effektivitätsvergleich noch aussteht, wurden aufgestellt: Umgekehrte, innen mit Sand aufgerauhte, kreisrunde große Plastiktrichter mit 0,2 m^2 Grundfläche und quadratische Fotoeklektoren mit 1,0 m^2 Grundfläche; beide Typen entsprechen den von FUNKE, Ulm und Mitarbeitern angewandten Fotoeklektoren. Die Eklektoren fingen kontinuierlich und wurden in monatlichem Abstand geleert.
Die Weberknechte wurden im Labor in 70%igen Alkohol überführt und nach Methode und Fangdatum getrennt bearbeitet und aufbewahrt. Das Material befindet sich in den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe. Die Determination erfolgte nach MARTENS (1978).
Herrn Prof. L. BECK danke ich für Anregungen und Diskussion, Herrn Prof. J. MARTENS für die freundliche Nachbestimmung kritischer Exemplare sowie allen Mitarbeitern der bodenzoologischen Arbeitsgruppe an den Landessammlungen für Naturkunde Karlsruhe für die unermüdliche Mithilfe bei den Freiland- und Laborarbeiten.

3. Fangergebnisse

Die Anzahl der gefangenen Individuen und ihre Dominanz sind nach Arten und Methoden getrennt in Tab. 1 aufgeführt. Auch wenn sie unterschiedlich lange eingesetzt wurden – 1977/78 keine FE, im Chemikalienprogramm keine QH –, läßt sich feststellen, daß die Barberfallen die weitaus meisten Weberknechte erbrachten. Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei Käfern (FRIEBE 1983) und Spinnen (DUMPERT 1984), wo sich das Artenspektrum der einzelnen Methoden deutlich unterscheidet, tragen Handauslese und Boden-Fotoeklektoren nicht nur quantitativ wenig zum Gesamtergebnis bei, sondern geben auch ähnliche Dominanzverhältnisse wie die Barberfallenfänge wieder. So läßt sich hier tatsächlich eine methodenunabhängige Dominanzstruktur der Opilionidenfauna des Buchenwaldbodens im Stadtwald Ettlingen angeben. Sie ist gekennzeichnet durch zwei hochdominante Arten, *Lophopilio palpinalis* und *Mitopus morio*, die zusammen fast 90 % ausmachen; nimmt man die beiden nächst häufigen, die dominant-subdominanten Arten *Platybunus pinetorum* und *Amilenus aurantiacus* hinzu, dann stellen die vier Arten der Echten Weberknechte oder Phalangiidae rund 97 % der Opilionidenfauna. Die ebenfalls vier Arten der Faden-, Brett- und Schneckenkanker erreichen nur einen rezedent-subrezedenten Anteil, der sicher nicht nur ihre verstecktere Lebensweise, sondern eine tatsächlich weit geringere Siedlungsdichte widerspiegeln dürfte.

4. Ökologie und Verbreitung

4.1 Die einzelnen Arten

In der folgenden Besprechung der einzelnen Arten beziehe ich mich bei den Angaben über allgemeine Verbreitung, ökologische Ansprüche und teils auch der Aktivitätsmaxima auf VON HELVERSEN & MARTENS (1971), MARTENS (1978) und PFEIFER (1956).

Nemastomatidae – Fadenkanker

Nemastoma lugubre (MÜLLER, 1776)
Dieser nur 2 mm Körperlänge messende mitteleuropäische Fadenkanker ist ein euryöker, mehr oder weniger hygrophiler Bewohner der Bodenstreu vorzugsweise schattiger Laubwälder. Seine Verbreitung reicht bis in höhere Lagen der Mittelgebirge (1300 m). Auf der Versuchsfläche wurden nur 4 Exemplare gefangen, zwei davon mit Boden-Fotoeklektoren.

Paranemastoma quadripunctatum (PETRY, 1833)
P. quadripunctatum ist ein mitteleuropäisch-montaner Weberknecht, welcher in der Bodendecke von Wäldern lebt. Sein Areal reicht vom Flachland bis ins höhere Mittelgebirge. Sein Entwicklungszyklus ist einjährig mit einem Hauptreifemaximum im Frühjahr. Im untersuchten Buchenwald wurde er mit Barberfallen in 8 Exemplaren

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

gefangen, womit er gerade noch als rezedent eingestuft werden kann.

Trogulidae – Brettkanker

Anelasmocephalus cambridgei (WESTWOOD, 1874)
Dieser atlantisch-submediterrane Brettkanker lebt in der obersten Bodenstreu von Laub- und Mischwäldern. Er toleriert geringere Luftfeuchtigkeit als die vorige Art und bewohnt auch warmexponierte Biotope. Brettkanker sind Nahrungsspezialisten für Mollusken und deshalb auf Kalkböden in höherer Dichte anzutreffen als in unserem Moderbuchenwald. Die Fortpflanzung findet wahrscheinlich nur im Sommerhalbjahr statt. Gefangen wurden nur 4 Exemplare, alle im Rahmen des Chemikalienprogrammes.

Ischyropsalididae – Schneckenkanker

Ischyropsalis hellwigi hellwigi (PANZER, 1794)
Der Schneckenkanker ist mitteleuropäisch-montan verbreitet und lebt in geschlossenen Laub- und Nadelwäldern der Mittelgebirge bis in die subalpine Stufe der Alpen. Der Boden muß ständig durchfeuchtet und reich strukturiert sein; letzteres wird meist schon durch eine dickere Streuschicht gewährleistet. Seine Fortpflanzungszeit fällt in den Sommer/Herbst. Die Eier überwintern, manchmal offensichtlich auch Jungtiere, wofür der Fund eines juvenilen Exemplares in den Barberfallen vom 27 12. 1982 bis 10. 1. 1983 spricht.
Wie der Name sagt, ist der Schneckenkanker mit seinen über körperlangen Cheliceren Nahrungsspezialist für Schnecken, insbesondere für Gehäuseschnecken. In unserem Sauerhumus-Buchenwald muß er sich wahrscheinlich mit Nacktschnecken bescheiden, da Gehäuseschnecken äußerst spärlich sind. Wegen der allgemeinen Seltenheit dieses Kankers, besonders jedoch in Südwestdeutschland (Erstnachweis für Baden-Württemberg 1958!) werden die bisherigen Funde für Baden-Württemberg in Abb. 1 zusammengefaßt. Für den Südwesten Deutschlands sind das bescheidene 12 Individuen, allein 6 davon entstammen unserer Versuchsfläche (3♂, 1♀, 2 jv.). Aus der Tatsache, daß 6 der 7 Fundorte in der Nähe von Universitätsstädten liegen, die Funde also eher die Sammelaktivität als die wirkliche Verbreitung widerspiegeln, läßt sich schließen, daß das Areal geschlossener ist, als es die wenigen zerstreuten Fundpunkte vermuten lassen. Das Auffinden des Schneckenkankers ist wegen seiner geringen Populationsdichte und seiner versteckten Lebensweise selbst in geeigneten Biotopen offenbar sehr vom Zufall abhängig.

Tabelle 1. Anzahl aller im Untersuchungsgebiet von 1977–83 im Standard- und Chemikalienprogramm gefangenen Weberknechte. QH = Quadratprobe-Handauslese, BF = Barberfalle, FE = Boden-Fotoeklektor.

	Anzahl der gefangenen Individuen			
	QH	BF	FE	gesamt
Nemastoma lugubre	1	1	2	4
Paranemastoma quadripunctatum		8		8
Anelasmocephalus cambridgei		4		4
Ischyropsalis h. hellwigi		6		6
Platybunus pinetorum		36	4	40
Lophopilio palpinalis	2	342	22	366
Mitopus morio	4	256	18	278
Amilenus aurantiacus		18	4	22
	7	671	50	728
	1 %	92 %	7 %	100 %

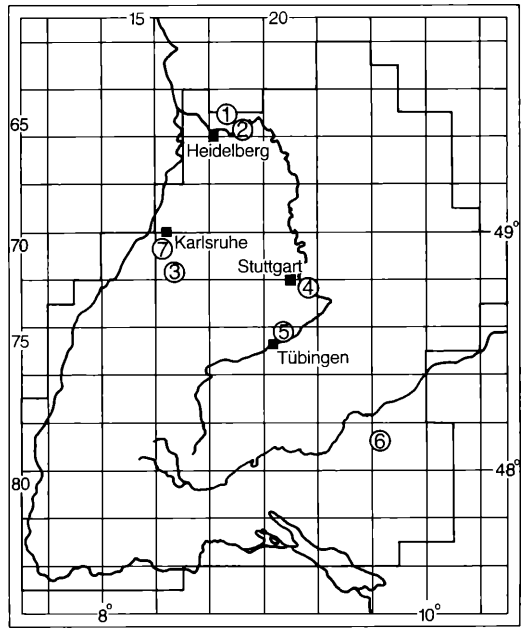

Abbildung 1. Bisherige Fundorte von *Ischyropsalis hellwigi hellwigi* in Baden-Württemberg. 1 = HEINZ leg. in: MARTENS (1965); 2 = WIDER leg. in: MARTENS (1965); 3 = VON HAGEN (1973); 4 = WEHRMAKER (1977); 5 = BAEHR (1979); 6 = SCHWERDTLE & SCHNEIDER (im Druck); 7 = FRIEBE (1978) und vorliegende Arbeit.

Phalangiidae – Echte Weberknechte, Schneider

Platybunus pinetorum (C. L. KOCH, 1839)
Der europäisch-montane *P. pinetorum* lebt hauptsächlich in Laub- und Mischwäldern unserer Mittelgebirge sowie in den Alpen bis ca. 1800 m. Er liebt das schattige,

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

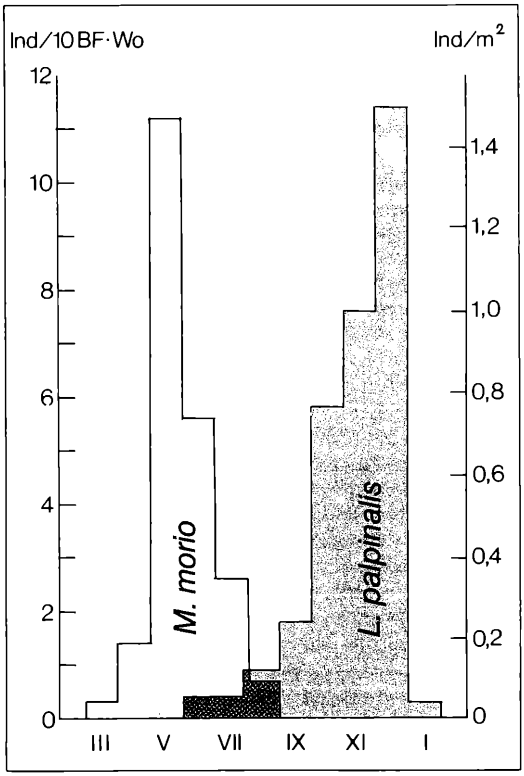

Abbildung 2. Aktivitätsdichte in Barberfallen und daraus berechnete Siedlungsdichte von *Mitopus morio* und *Lophopilio palpinalis* im Jahreslauf; angegeben sind die Monatsmittel der Jahre 1977–1983.

feuchtkühle Waldesinnere. Jungtiere leben am Boden in der Laubstreu, subadulte und adulte Tiere in der Kraut- und Strauchschicht (wenn vorhanden) und an Baumstämmen. Die Fortpflanzung vollzieht sich im Sommer. Jungtiere schlüpfen im Spätsommer/Herbst und überwintern. In unserem Untersuchungsgebiet ist *P. pinetorum* insgesamt als dominant einzustufen, wenn auch die sehr unterschiedlichen Fangergebnisse im Standard- und Chemikalienprogramm für eine sehr ungleichmäßige räumliche und/oder zeitliche Verteilung sprechen.

Lophopilio palpinalis (Herbst, 1799)
Der europäisch-atlantische *L. palpinalis* lebt in der feuchten, organischen Bodenauflage verschiedener Waldtypen, auch in Buchenwäldern. Unter den Weberknechten unseres Moderbuchenwaldes ist *L. palpinalis* mit 366 Exemplaren (50,3 %) die häufigste Art und eudominant. Seine Häufigkeitsverteilung, dargestellt als Monatsmittel der Jahre 1977–1983, zeigt Abb. 2. Die ersten Jungtiere treten im Juni auf. Das Maximum der Aktivitätsdichte fällt in den Dezember, wo hauptsächlich Imagines gefangen wurden. In dieser Zeit werden auch die Eier in den Boden abgelegt. Im Januar bricht die Population durch Tod der Imagines zusammen. Erst im Sommer wird aus den Eiern eine neue Population aufgebaut. Die höchste Aktivitätsdichte dieser Art wurde im Dezember 1978 mit 40 juvenilen Exemplaren in 10 Barberfallen festgestellt; das ergibt einen Schätzwert für die maximale Siedlungsdichte von 5 Ind./m². Das durchschnittliche Dezember-Maximum in den Jahren 1977 bis 1983 betrug etwa 1,5 Ind./m² und liegt damit noch deutlich unter der mittleren Jahrespopulationsdichte, welche Bachmann & Schaefer (1983) für *L. palpinalis* in einem Kalkbuchenwald bei Göttingen festgestellt haben.

Mitopus morio (Fabricius, 1799)
Der euryöke *M. morio* ist holarktisch verbreitet. In Mitteleuropa besiedelt er bevorzugt schattige Wälder mit ausgeglichener Luftfeuchtigkeit. Seine vertikale Verteilung reicht von der Küste bis in die Polsterpflanzenstufe der Alpen (max. 3000 m). Die Juvenilen leben am Boden, die Subadulti und Adulti in der Strauch- und Baumschicht. Die Reifezeit fällt in den Sommer bis Herbst. Mit 278 Exemplaren (38,2 %) ist *M. morio* in unserem Buchenwald die zweithäufigste Art und ebenfalls eudominant. Im Gegensatz zu anderen Weberknechten, die ihre Eier in den Boden legen, legen die Weibchen von *M. morio* ihre Eier in Hohlräume von Pflanzen, wo sie überwintern (Tischler 1967). Das jahreszeitliche Auftreten ist in Abb. 2 ersichtlich. Erste Jungtiere erscheinen im März; die höchste Aktivitätsdichte wird im Juni erreicht. Das Abwandern der Subadulti und Adulti in die Baumschicht ist indirekt aus der Abnahme der Aktivitätsdichte in den Barberfallen im Sommer zu ersehen, aber auch daraus, daß insgesamt sehr wenige Imagines dieser Art gefangen wurden.

Amilenus aurantiacus (Simon, 1881)
Der langbeinige, europäisch-montane *Amilenus* lebt in Wäldern aller Art, in den Alpen hauptsächlich in den montanen Buchenwäldern. Unser Untersuchungsgebiet dürfte an der untersten Verbreitungsgrenze liegen. Die Reifezeit von *A. aurantiacus* reicht vom Winter bis in den Frühsommer. Dieser Schneider überwintert also als Imago in Spaltensystemen und Höhlen bei Temperaturen um 0° C (Dobat 1975). Mit 33 erbeuteten Exemplaren (3 %) ist diese auf Sträuchern und Bäumen lebende Art im Buchenwald unseres Untersuchungsgebietes subdominant.

4.2 Ökologische Differenzierung der Weberknechtfauna

Die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten sind in Abb. 3 zusammenfassend dargestellt; sie zeigt, daß sich die Arten in ihren Ansprüchen an Stratum, Nahrung und Feuchtigkeit mehr oder weniger deutlich unterscheiden.
Hinsichtlich des Stratum, in dem die Tiere leben, lassen sich 5 Arten als Bodenbewohner von einem Bewohner der Baumschicht unterscheiden; die beiden übrigen Ar-

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

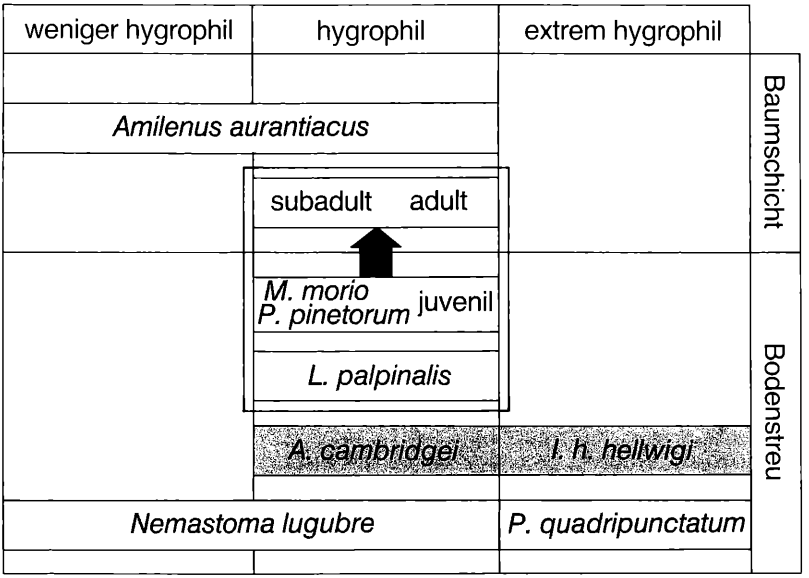

Abbildung 3. Ökologische Ansprüche der Weberknechte bezüglich Stratum, Bodenfeuchte und Nahrung. Hell gerastert: Kleinarthropodenfresser, dunkel gerastert: Schneckenfresser. Ökologische Differenzierung der Arten im eingerahmten Feld siehe Abb. 5.

ten nehmen insofern eine Mittelstellung ein, als sie im Verlaufe ihrer Individualentwicklung das Stratum wechseln. Die 5 bodenlebenden Arten sind die 4 gefundenen Faden-, Brett- und Schneckenkanker sowie der Phalangiide *Lophopilio palpinalis.* Vergleicht man die Länge der Beine mit der Körperlänge (Abb. 4), dann ergibt sich ein eindeutiger Unterschied zwischen diesen kurzbeinigen Bodenbewohnern und der langbeinigen Bewohner höherer Strata, die alle zur Familie der Phalangiidae gehören. Der bodenbewohnende Phalangiide *L. palpinalis* dagegen hat nicht die relative Beinlänge der übrigen Phalangiiden, sondern die der Bodenbewohner, woraus man schließen kann, daß die relative Länge der Extremitäten auch bei den Weberknechten einen hohen Anpassungswert an die räumliche Gegebenheit des Milieus hat.

Den Nahrungsansprüchen nach lassen sich der Brett- und der Schneckenkanker von allen anderen Weberknechten trennen; sie sind beide ausgesprochene Nahrungsspezialisten und ernähren sich von Schnecken, wohingegen die Fadenkanker und die Echten Weberknechte hauptsächlich Kleinarthropoden wie Collembolen, Homopteren, Dipteren, Psocopteren und deren Larven fressen (ADAMS 1984 und PHILLIPSON 1960). Mit ähnlichen Nahrungsansprüchen im gleichen Stratum leben damit *A. cambridgei* und *I. hellwigi* einerseits und *N. lugubre, P. quadripunctatum* und *L. palpinalis* sowie die Jugendstadien von *P. pinetorum* und *M. morio* andererseits.

Der Feuchtigkeitsanspruch der Arten erlaubt eine weitere ökologische Differenzierung. Von den beiden Nahrungsspezialisten braucht *I. hellwigi* ein ständig kühles und gut durchfeuchtetes Milieu, während *A. cambridgei* auch wärmere Biotope mit geringerer Luftfeuchtigkeit

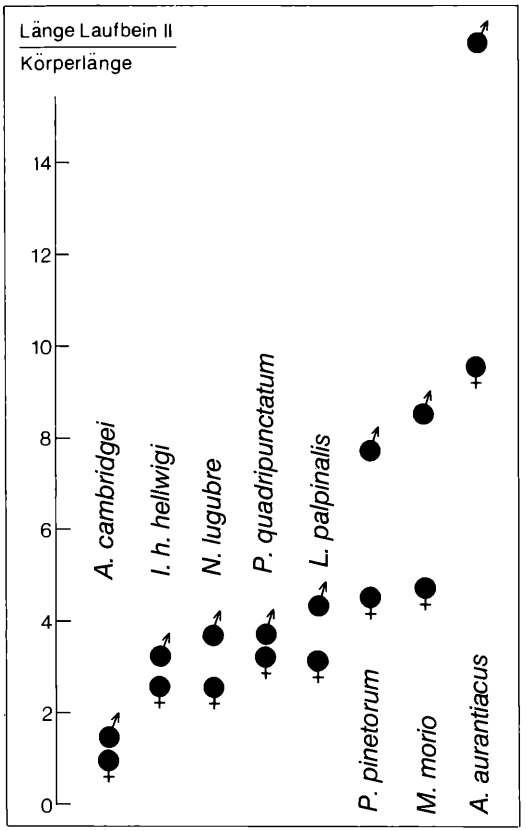

Abbildung 4. Verhältnis der Länge von Laufbein II zu Körperlänge der 8 gefundenen Weberknechtarten (Mittelwerte).

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

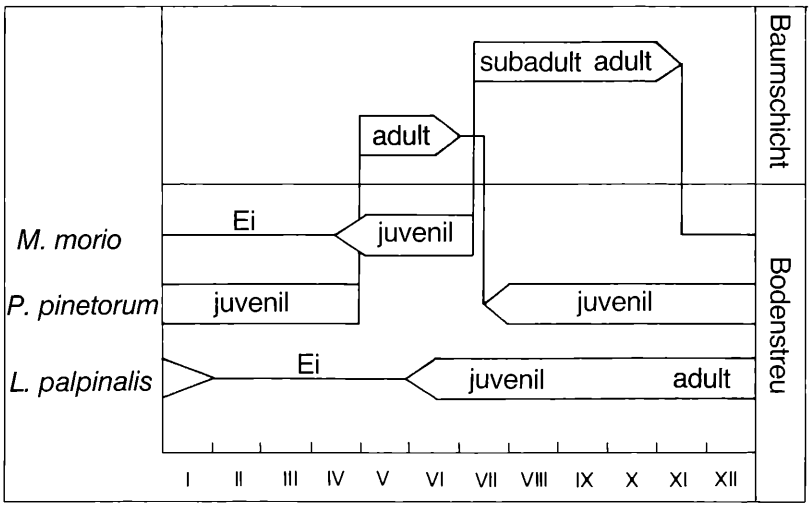

Abbildung 5. Entwicklungszyklus und Stratenwechsel von *Lophopilio palpinalis*, *Platybunus pinetorum* und *Mitopus morio*.

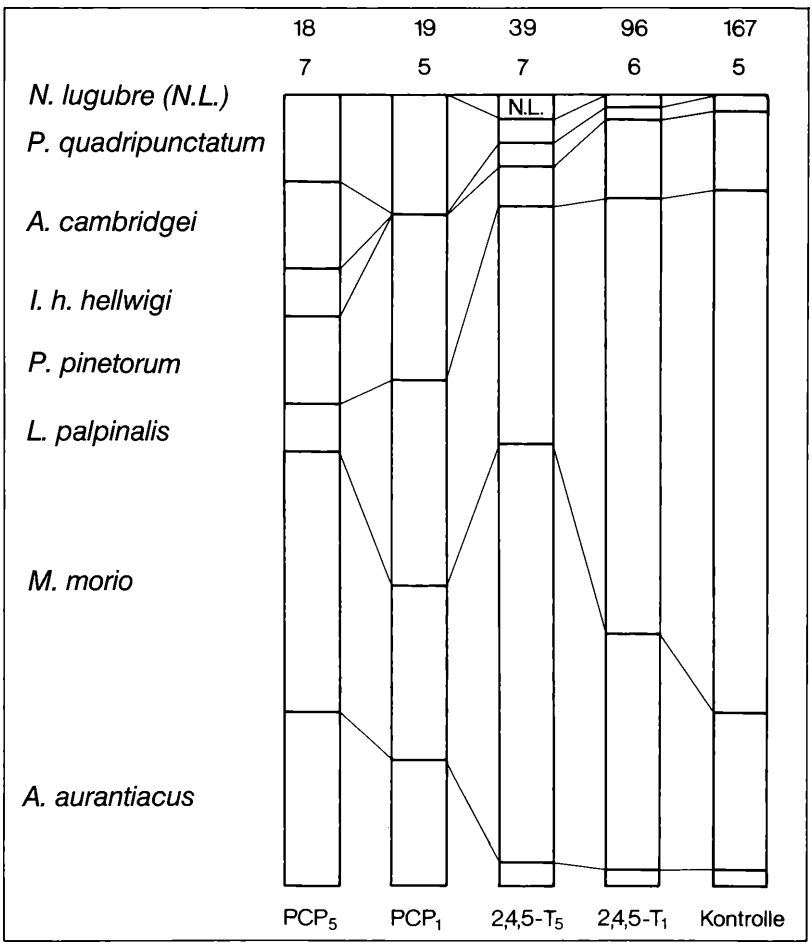

Abbildung 6. Dominanz der Weberknechtarten auf den 4 behandelten Flächen und der unbehandelten Kontrollfläche des Chemikalienprogramms. Über jeder Säule steht die Gesamtzahl der gefundenen Individuen und Arten.

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

bewohnt. Die übrigen bodenlebenden Weberknechte stellen nur teilweise unterschiedliche Anforderungen an die Luftfeuchtigkeit. Die beiden Fadenkanker heben sich von den bodenlebenden Phalangiiden dadurch ab, daß *P. quadripunctatum* extrem hygrophil ist, *N. lugubre* dagegen auch in trockenere Biotope vordringt.

Die mehr oder weniger hygrophilen Echten Weberknechte *L. palpinalis* und die Jugendformen von *P. pinetorum* und *M. morio* unterscheiden sich nicht in ihren Feuchtigkeitsansprüchen, wohl aber durch Stratenwechsel und unterschiedliches jahreszeitliches Auftreten (Abb. 5). Während im Frühjahr die Eier von *L. palpinalis* und *M. morio* im Boden ruhen, wachsen bereits die Jungstadien von *P. pinetorum* heran, deren Imagines im April/Mai den Boden verlassen, welcher dann von den jungen *M. morio* eingenommen wird. Wenn deren Subadulti und Adulti im Sommer das Stratum wechseln, legt *P. pinetorum* bereits wieder seine Eier in den Boden, aus denen bald die ersten Larven schlüpfen. Die alte Generation geht zugrunde. Im Frühsommer erscheinen die Jungtiere von *L. palpinalis,* so daß diese und im Herbst/Winter auch ihre Imagines zusammen mit den Jungtieren von *P. pinetorum* den Boden bewohnen und miteinander konkurrieren. Aus den Individuenzahlen zu schließen, ist *L. palpinalis* der erfolgreichere Weberknecht.

Mit Hilfe der aufgeführten Kriterien – Ansprüche an Stratum, Feuchtigkeit, Nahrung sowie Entwicklungszyklen und Phänologie – lassen sich die ökologischen Nischen der Weberknechte unseres Buchenwaldes abgrenzen. Ihre Nischen überlappen sich zwar in weiten Bereichen, d. h. meist in mehreren Faktoren, unterscheiden sich aber mit Ausnahme der juvenilen *P. pinetorum* und der juvenilen bis adulten *L. palpinalis* in wenigstens einem Faktor; dadurch wird der Konkurrenzdruck gemildert und die Koexistenz von Arten ermöglicht, die in Bau und ökologischen Ansprüchen sehr ähnlich sind.

5. Die Wirkung von Umweltchemikalien auf die Weberknecht-Populationen

Der Einsatz der beiden Substanzen PCP und 2,4,5-T in jeweils zwei Konzentrationen diente nicht dazu, die Toxizität dieser Substanzen auf einzelne Arten zu testen; vielmehr sollten die Reaktionen der Bodentierpopulationen in ihren Beziehungen zueinander geprüft werden, um Aufschluß über Reaktion und Regulationsfähigkeit und damit Belastbarkeit des Ökosystems zu erhalten.

Die ausgewertete Laufzeit des Chemikalienprogramms beträgt zwei Jahre. Von insgesamt 728 Weberknechten wurden rund die Hälfte, nämlich 365, in diesem Programm gefangen. Auch hier war die Ergiebigkeit der Boden-Fotoeklektoren mit 26 Individuen (7 %) so gering, daß nur die Barberfallenfänge mit 339 Individuen (93 %) der Gesamtfänge berücksichtigt werden. Quadratproben-Handauslese, die schon im Standardprogramm nur 7 Tiere in 7 Jahren erbrachte, wurde nicht vorgenom-

Tabelle 2. Barberfallenfänge der Weberknechte im Chemikalienprogramm (1982–83) und im Standardprogramm (1977–83).

	Chemikalienprogramm (1982–1983)										Standardprogramm	
	PCP_5		PCP_1		2,4,5-T_5		2,4,5-T_1		Kontrolle		(1977-1983)	
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
Nemastoma lugubre					1	3						
Paranemastoma quadripunctatum	2	11	3	16	1	3	1	1			1	0,3
Anelasmocephalus cambridgei	2	11			1	3	1	1				
Ischyropsalis h. hellwigi	1	6							3	2	2	0,6
Platybunus pinetorum	2	11	4	21	2	5	10	10	16	10	2	0,6
Lophopilio palpinalis	1	6	5	26	12	30	53	55	111	66	160	48,2
Mitopus morio	6	33	4	22	21	53	29	30	34	20	162	48,8
Amilenus aurantiacus	4	22	3	16	1	3	2	2	3	2	5	1,5
Summe Ind. und Dominanz	18	100	19	100	39	100	96	100	167	100	332	100
Anzahl der Arten	7		5		7		6		5		6	
Anzahl BF·d	3900		3900		3900		3900		3900		7056	
Summe Ind./Anzahl BF·d	0,005		0,005		0,010		0,025		0,043		0,047	
Ind./BF·d in %	11		11		22		55		100		100	
Diversität	1,75		1,59		1,22		1,10		0,96		0,84	
Eveness	0,90		0,99		0,63		0,61		0,60		0,40	

©Staatl. Mus. f. Naturkde Karlsruhe & Naturwiss. Ver. Karlsruhe e.V.; download unter www.zobodat.at

men. Daß bei der kurzen Laufzeit von nur zwei Jahren mit Barberfallen etwa gleichviele Weberknechte wie in den 7 Jahren Standardprogramm gefangen wurden, erklärt sich aus der Anzahl der ausgebrachten Barberfallen und ihrer Expositionszeiten. Berechnet man für jede Fläche die Anzahl der Barberfallentage (BF·d) und mit diesen die Anzahl der Individuen, die pro Tag und Barberfalle gefangen wurden (Tab. 2 unten), so zeigt sich, daß die einzelnen Barberfallen der unbehandelten Kontrollfläche und der Standardfläche pro Tag durchschnittlich gleichviele Tiere fingen, unabhängig davon, ob sie wie im Standardprogramm eine Woche oder wie im Chemikalienprogramm zwei Wochen im Gelände standen.

Die Werte in Tab. 2 und die Abb. 6 lassen deutliche Reaktionen der Weberknechtfauna auf die Umweltchemikalien erkennen. Die Individuenzahlen nehmen von der Kontrolle über 2,4,5-T_1, 2,4,5-T_5, PCP_1 nach PCP_5 drastisch ab. Diese Abnahme betrifft besonders die dominanten Phalangiiden *L. palpinalis* und *M. morio.* Die Artenzahlen bleiben jedoch gleich, so daß sich die Dominanzen verschieben.

Ähnlich wie bei den Collembolen im selben Untersuchungsgebiet läßt sich dies mit einem Antagonismus von Konkurrenzstärke und Resistenz erklären (BECK 1983 und KOGLIN & BECK 1983): Die beiden Phalangiiden *L. palpinalis* und *M. morio* sind unter Normalbedingungen offenbar sehr konkurrenzstark aber wenig resistent gegenüber den ausgebrachten Substanzen, wobei die Resistenzschwäche bei *L. palpinalis* größer scheint als bei *M. morio.* Dagegen sind die in der Kontrollfläche konkurrenzschwachen Faden- und Brettkanker offensichtlich ausreichend resistent, so daß sie ihre Aktivitätsdichte auch in den belasteten Flächen aufrechterhalten oder sogar erhöhen, sofern hier die geringen Zahlen eine solche Aussage zulassen. Durch den Rückgang der Dominanz der konkurrenzstarken Arten steigt die Dominanz der resistenzstarken Weberknechte. Die Dominanzen gleichen sich an. Dies spiegelt sich in den Werten der Diversität und Eveness (Tab. 2) wider. Die Diversität steigt in der gleichen Reihenfolge, wie die Individuenzahlen abnehmen, von 0,96 (Kontrolle) bis 1,75 (PCP_5). Damit wird deutlich, daß die Diversität allein kein sicheres Maß für die Bewertung und den Vergleich intakter und belasteter Ökosysteme ist.

6. Literatur

ADAMS, J. (1984): The habitat and feeding ecology of woodland harvestmen (Opiliones) in England. – Oikos, **42**: 361–370; Copenhagen.

BACHMANN, E. & SCHAEFER, M. (1983): The Opilionid Fauna of a Beech Wood and Dry Grassland on Limestone (Arachnida: Opilionida). – Verh. naturwiss. Ver. Hamburg, NF, **26**: 141–149; Hamburg.

BAEHR, M. (1979): Ein Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* PANZER bei Tübingen (Opiliones, Ischyropsalidae). – Jh. Ges. Naturkde. Württ., **134**: 244–246; Stuttgart.

BECK, L. (1978): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 1. Einleitender Überblick und Forschungsprogramm. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **37**: 93–101; Karlsruhe.

BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – Carolinea, **40**: 65–90; Karlsruhe.

BECK, L. (1983): Zur Bodenbiologie des Laubwaldes. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 37–54; Stuttgart.

DOBAT, K. (1975): Die Höhlenfauna der Schwäbischen Alb. – Jh. Ges. Naturkde. Württ., **130**: 260–381; Stuttgart.

DUMPERT, K. & PLATEN, R. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 4. Die Spinnenfauna. – Carolinea, **42**: 75–106; Karlsruhe.

FRANKE, U. & FRIEBE, B. (1983): Erfassung der Makrofauna eines Buchenwaldbodens mittels Handauslese und Barberfallen. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 216; Stuttgart.

FRIEBE, B. (1978): Ein weiterer Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* PANZER 1794 (Opiliones) im Nordschwarzwald. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **37**: 109–111; Karlsruhe.

FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – Carolinea, **41**: 45–80; Karlsruhe.

HAGEN, H.-O. VON (1973): Ein Fund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* (Opiliones) aus dem nördlichen Schwarzwald. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **32**: 159–160; Karlsruhe.

HELVERSEN, O. VON & MARTENS, J. (1971): Pseudoskorpione und Weberknechte. – In: Die Wutach. Naturkundliche Monographie einer Flußlandschaft. – Natur- u. Landschaftsschutzgeb. Bad.-Württ., **6**: 377–385; Freiburg.

KOGLIN, J. & BECK, L. (1983): Wirkung von Umweltänderungen auf die Collembolenfauna (Insecta, Apterygota) eines Buchenwaldbodens. – Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1983: 218; Stuttgart.

MARTENS, J. (1965): Verbreitung und Biologie des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi.* – Natur und Museum, **95**: 143–149; Frankfurt/M.

MARTENS, J. (1978): Spinnentiere, Arachnida – Weberknechte, Opiliones. – Die Tierwelt Deutschlands 64. Tl.: 464 S.; VEB Gustav Fischer/Jena.

PFEIFER, H. (1956): Zur Ökologie und Larvalsystematik der Weberknechte. – Mitt. Zool. Mus. Berlin, **32**: 59–104; Berlin.

PHILLIPSON, J. (1960): The food consumption of different instars of *Mitopus morio* (F.) (Phalangiida) under natural conditions. – J. anim. Ecol., **29**: 299–307; Oxford.

SCHWERDTLE, C. & SCHNEIDER, M. (im Druck): Erstfund des Schneckenkankers *Ischyropsalis hellwigi* PANZER (Opiliones, Ischyropsalidae) im Landkreis Biberach/Riß (Oberschwaben). – Jh. Ges. Naturkde. Württ., **140**; Stuttgart.

TISCHLER, W. (1967): Zur Biologie und Ökologie des Opilioniden *Mitopus morio* F. – Biol. Zbl., **86**: 473–484; Leipzig.

WEHRMAKER, A. (1977): Erstfund des Schneckenkankers, *Ischyropsalis hellwigi* PANZER (Opiliones: Ischyropsalidae), im Gebiet von Stuttgart. – Jh. Ges. Naturkde. Württ., **132**: 183–187; Stuttgart.

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: 1985

Band/Volume: 42

Autor(en)/Author(s): Franke Ulrich

Artikel/Article: Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 5. Die Weberknechte 107-114