

ULRICH FRANKE & HARTMUT GREVEN

Zur Biologie eines Buchenwaldbodens

13. Die Schnecken

Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprogrammes „Zur Biologie eines Buchenwaldbodens“ wurde in einem Moderbuchenwald im Nordschwarzwald seit 1977 auch die Schneckenfauna untersucht.

Die einzelnen Fangmethoden erbrachten insgesamt 167 Exemplare in den Quadratproben (1977–1987), 108 Tiere in den Barberfallen (1977–1985) und 38 Schnecken in den Fotoelektoren (1982–1985). Sie gehören 10 Arten, fast nur Nacktschnecken, an. Die häufigsten Schnecken waren Vertreter des *Arion hortensis*-Komplexes in den Quadratproben und *A. rufus* in den Barberfallen. Die durchschnittliche Siedlungsdichte der Gesamtschneckenfauna betrug rund 4 Ind./m². Angaben zur Einstufung im Nahrungsnetz werden gegeben, ebenso Abschätzungen zur Menge der konsumierten Nahrung (in Energieeinheiten) und zur Respirationsgröße der Schneckenpopulation.

Abstract

Studies on the biology of a beech wood soil.

13. The Gastropoda

As part of a research program entitled „Studies on the biology of a beech wood soil“ the gastropod fauna was investigated between 1977 and 1987. 167 specimens were caught by square samples (1977–1987), 108 by pitfall traps (1977–1985) and only 38 by groundphotoelectors (1982–1985). All captured specimens belong to 10 species. The dominant species were members of the *Arion hortensis*-complex in the square samples and *Arion rufus* in pitfall traps.

The population density was about 4 Ind./m². Distribution, position in nutrition-network and energetic values of consumption and respiration are given and discussed.

Autoren

Dr. ULRICH FRANKE, Altbohlstraße 25, D-7760 Radolfzell, Prof. Dr. HARTMUT GREVEN, Institut für Zoologie II, Universität Düsseldorf, Universitätsstraße 1, D-4000 Düsseldorf 1.

Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Zur Biologie eines Buchenwaldbodens 12.: Carolinea, 47: 55–92 (1989).

1. Einleitung

Der Abbau der Bodenstreu und die Rückführung der in ihr gebundenen Nährstoffe ist das Ergebnis vielfältiger bodenbiologischer Aktivitäten, an denen auch die Bodenfauna beteiligt ist. Der Abbau geschieht in mehreren Stufen. Jeder dieser Stufen können bestimmte Organismen zugeordnet werden. Für die Bodenfauna ergibt sich folgende grobe Einteilung: Die saprophagen Primärzersetzer greifen den Bestandesabfall direkt an. Saprophag sind auch die Sekundärzersetzer, die entweder Faeces der Primärzersetzer oder aber z. B. abgestorbene Mikroflora aufnehmen und verwerten, welche ihrerseits den Bestandesabfall besiedelt und direkt als Nahrung nutzt. Die Zoophagen ernähren sich von Saprophagen

und ihresgleichen. Die Aasfresser stehen als verbindendes Glied zwischen den Saprophagen und Zoophagen. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einer in bodensauren Wäldern weniger bedeutsamen Gruppe der Makrofauna, den Schnecken. Ihre Vertreter sind hauptsächlich auf der Stufe der herbivoren, saprophagen und mycophagen Primärzersetzer und der saprophagen Sekundärzersetzer anzusiedeln. An die Lebensbedingungen eines Moderbuchenwaldbodens sind nur wenige Schneckenarten angepaßt. Selbst diese dürften hier trotz fehlender Konkurrenz im Pessimum leben, so daß ihr Beitrag am Abbau des Bestandesabfalls insgesamt gering ist. Neben der Populationsdynamik der Schnecken im Untersuchungsgebiet soll auch annäherungsweise abgeschätzt werden, wieviel Prozent von der jährlich anfallenden Laubstreu von ihnen direkt oder indirekt konsumiert und veratmet wird.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Stadtwald Ettlingen auf den nordwestlichen Ausläufern des Schwarzwaldes und liegt 310 bis 340 m ü. N. N. Der Untergrund besteht aus mittlerem Buntsandstein. Der bei Untersuchungsbeginn (1976) 136jährige Rotbuchenwald wird pflanzensoziologisch als Luzulo-Fagetum charakterisiert, dem eine Kraut- und Strauchschicht fast vollständig fehlt. Die mittlere Jahreslufttemperatur in 50 cm über dem Boden beträgt 8,5° C und der mittlere Jahresniederschlag ergab für die Jahre 1979–1986 1042 mm. Der Boden ist eine mit Steinen durchsetzte, tiefgründige oligotrophe Braunerde mit pH-Werten zwischen 3,1 und 4,2. Die Streuauflage entspricht einem zum Rohhumus tendierenden Moder mit pH-Werten zwischen 3,8 und 4,7 (H₂O). Weitere Angaben zum Untersuchungsgebiet siehe BECK & MITTMANN (1982) und BECK (1988).

Fangmethoden

Die Makrofauna, also auch die Gastropoda, wurde mit drei verschiedenen Methoden erfaßt, Quadratproben-Handauslese (QH), Barberfallen (BF) und Boden-Fotoelektoren (FE). Eine Beschreibung der Sammelmethode gibt FRIEBE (1983). Für die Quadratproben wurden monatlich an drei Stellen der Versuchsfäche je 1/5 m² der organischen Bodenaufflage entnommen, getrennt nach L-, F- und H-Schicht. Diese drei Schichtproben von dann je 1/3 m² wurden im Labor von Hand ausgelesen. Mit Barberfallen werden oberflächenaktive Tiere gefangen. Die Fangbecher hatten einen Öffnungsdurchmesser von 7 cm und waren mit etwa 4 %igem Formalin beschickt und überdacht. Monatlich wurden 12 Barberfallen eine Woche lang exponiert. Zur Erfassung der Aktivitätsdichte oberflächenaktiver, kletternder und flugfähiger Tiere wurden mehrere Boden-Fotoelektoren verwendet. Sie überdeckten zusammen eine Bodenfläche von 2 m², und ihre mit gesättigter Pikrinsäurelösung beschickten Fanggefäße wurden alle 4 Wochen gewechselt.

Zusätzliche Fangmethoden, wie z. B. das in malakologischen Untersuchungen häufig angewandte Schlemmverfahren, wur-

den nicht eingesetzt, dürften in unserem Fall auch kaum weitere Tiere erbringen. Dafür spricht die für Schnecken eindeutig 100 %ige Effektivität der Handauslese (siehe unten).

Biomasse

Zur Bestimmung der Biomasse dienten einerseits lebende Tiere aus der Handauslese der Quadratproben und andererseits die in Barberfallen gefangenen und in Alkohol konservierten großen Arion-Arten. Die Alkoholtiere wurden vor der Wägung oberflächlich getrocknet, nach der Wägung in mehr oder weniger gestrecktem Zustand auf 0,5 mm genau vermessen. Abbildung 1 gibt den Zusammenhang zwischen Körperlänge und Gewicht wieder und zeigt deutlich, daß sich die Alkohol-Werte hervorragend in die Lebendgewichtswerte einfügen.

Für flächenbezogene Angaben lassen sich nur die Quadratpro-

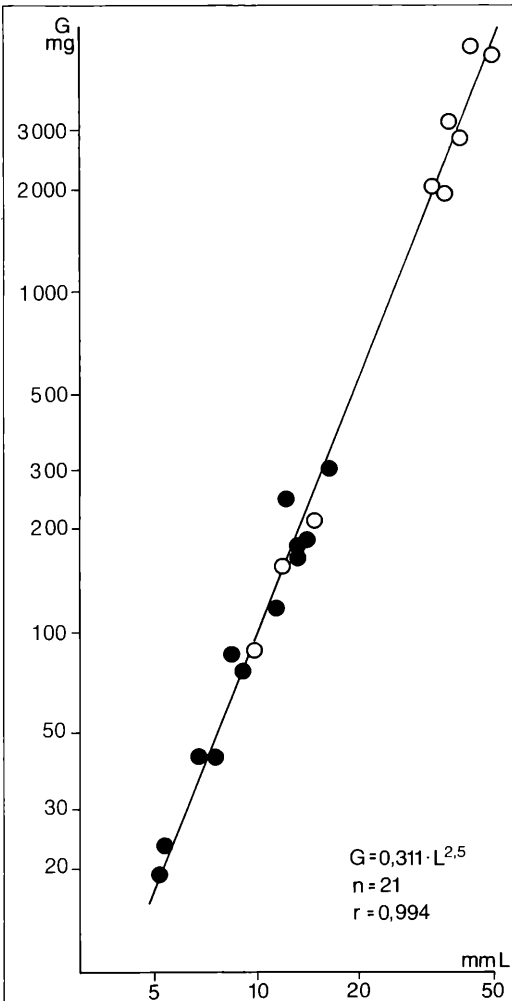


Abbildung 1. Zusammenhang zwischen Länge und Gewicht der Nacktschnecken im Moderbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen. Punkte = Lebendmaterial, Kreise = alkoholkonserviertes Material.

ben heranziehen. Wegen der in Moderbuchenwäldern üblichen geringen Individuenzahlen lassen sich aus den Aktivitätsdichten der Barberfallenfänge keine Siedlungsdichten berechnen.

Wie die methodenkritische Arbeit von FRANKE, FRIEBE & BECK (1988) zeigt, werden mit der Handauslese zwar alle Schnecken der Probe erfaßt – Effektivität der Handauslese für Schnecken ist gleich 100 % ($E = 1$) –, demgegenüber repräsentiert eine Probe von nur $3 \times \frac{1}{9} \text{ m}^2$ die Besiedlung der Probenfläche schlecht ($R = 0,01$). Aus diesem Grund ist die Betrachtung der Populationsdichteentwicklung über den gesamten Untersuchungszeitraum im Monatsraster nicht sinnvoll.

Der Probenumfang läßt sich durch Zusammenfassung vergleichbarer Proben vergrößern. Hierfür ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Zusammenfassung aller Januar-, aller Februarwerte usw. Das führt zu durchschnittlichen Monatswerten bzw. zur Populationsdichtedynamik eines Durchschnitts- oder Standardjahres.
2. Zusammenfassung aller 12 Monatswerte eines Jahres. Das führt zu Jahresdurchschnittswerten.

Bei der Darstellung der Ergebnisse werden beide Wege beschriftet.

Die wenigen Gehäuse-schnecken wurden anhand der Schalen, die Nacktschnecken bisher nur nach äußeren Merkmalen bestimmt (EHRMANN 1933, KERNEY et al. 1983). Die Determination einiger Nacktschnecken war schwierig oder sogar unmöglich, da einige Tiere zu lange in Bouin gelegen hatten und andere vollständig eingetrocknet waren.

Die Belegsammlung befindet sich am Staatlichen Museum für Naturkunde in Karlsruhe.

Herrn Prof. L. BECK danken wir für Anregungen und Diskussion sowie allen Mitarbeitern der bodenzoologischen Arbeitsgruppe am Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe für die unermüdete Hilfe bei den Freiland- und Laborarbeiten.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Gastropodenausbeute im Moderbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen ist recht bescheiden. Gefangen wurden mit der Quadratprobe (1977–1987) 167, mit Barberfallen (1977–1985) 108 und mit Fotoelektoren (1982–1985) 38 Exemplare. Umgerechnet wurden 44 % aller durchschnittlich in einem Jahr erbeuteten Schnecken mit der Quadratproben-Handauslese, 31 % in Barberfallen und 25 % in Fotoelektoren gefangen. Für den untersuchten Buchenwald konnten insgesamt 10 Schneckenarten nachgewiesen werden.

Die folgende Artenauflistung wird ergänzt durch Hinweise zu Verbreitung und Lebensraum nach verschiedenen Autoren (EHRMANN 1933, VOGEL 1938, ZILCH & JAECKEL 1962, KIMNEY et al. 1983).

Artenliste

Endodontidae – Schüsselschnecken

Discus rotundatus (O. F. MÜLLER, 1774)

Gefleckte Schüsselschnecke

D. rotundatus ist eine west- und mitteleuropäische (subatlantische) Schneckenart, die überall in Deutschland anzutreffen ist. Sie stellt keine besonderen Ansprüche an den mineralischen Untergrund und toleriert pH-Werte von 5–8. Sie lebt im Wald unter Laub, Holz und Steinen. Im Stadtwald Ettlingen konnte die kleine Gehäuse-

schnecke hauptsächlich in den Quadratproben nachgewiesen werden.

Arionidae – Wegschnecken

Arion rufus (LINNAEUS, 1758)

Große rote Wegschnecke

Arion ater L. und *Arion rufus* L. lassen sich nach der äußeren Morphologie nicht unterscheiden. Nach BÜRK & JUNGBLUTH (1982) ist *A. ater* für Baden-Württemberg noch nicht nachgewiesen. Bei KERNY et al. (1983) erhalten beide Taxa den Rang von Unterarten, nämlich *Arion ater ater* und *Arion ater rufus*. Mit größter Wahrscheinlichkeit handelt es sich bei den Tieren aus dem Ettlinger Forst um *Arion rufus* bzw. *Arion ater rufus*. Eine endgültige Klärung hinsichtlich der taxonomischen Ranges wie der Zugehörigkeit unserer Tiere steht noch aus.

A. rufus ist eine europäische Art und lebt am häufigsten in Wäldern, aber auch in Gärten und Weinbergen. Bei Berücksichtigung der beiden Unterarten ist *A. a. ater* mehr in den borealen, nordwesteuropäischen, kälteren und *A. a. rufus* mehr in den wärmeren west- und mitteleuropäischen Wäldern beheimatet. Ihre Areale überlappen sich.

A. rufus wurde fast ausschließlich mit Barberfallen gefangen.

Arion subfuscus (DRAPARNAUD, 1805)

Braune Wegschnecke

A. subfuscus besitzt eine weite europäische Verbreitung, ist aber nirgends häufig. So konnten auch bei uns jährlich nur 3 Exemplare in den Barberfallen und zwei in den Fotoektoren gefunden werden. *A. subfuscus* bewohnt Nadel- und Buchenwälder und ernährt sich von Pilzen und deren Mycelien sowie von Kräutern und Früchten. Die Art ist wärme- und trockenheits-empfindlich.

Im Ettlinger Forst verhindert das geschlossene Kronendach zwar ein übermäßiges Erwärmen des Waldbodens, in niederschlagsarmen Jahren aber nicht ein sommerliches, zeitweises Austrocknen. Das Untersuchungsgebiet bietet der Art also keine optimalen Lebensbedingungen.

Arion hortensis-(Komplex) (FERUSSAC, 1819)

Gartenwegschnecke

Nach G. SCHMID in JUNGBLUTH & BÜRK (1985) besteht dieser Komplex in Baden-Württemberg aus mindestens 2 Arten: *A. hortensis* s. str. und *A. distinctus* MABILLE 1868. *A. hortensis* lebt in Gärten und Parkanlagen, in Gebüsch wie in Auenwäldern. Als Kulturfolger hat sie ihr Areal über die ursprünglichen Grenzen des südwesteuropäischen Raumes weit ausgedehnt.

In den Quadratproben war *A. hortensis* die häufigste Art. Dagegen kam sie in den Barberfallen fast nie vor.

Arion silvaticus (LOHMANDER, 1937)

Waldwegschnecke

A. silvaticus ist eine Schnecke west- und mitteleuropäischer Laubwälder und feuchter Täler.

Die Art konnte nur in einem Exemplar nachgewiesen werden.

Zonitidae – Glanzschnecken

Nicht weiter determiniert, im Untersuchungsgebiet sehr selten in den Quadratproben.

Limacidae – Schneegel

Limax cinereoniger (WOLF, 1803)

Schwarzer Schneegel

L. cinereoniger ist ein Bewohner nord- und mitteleuropäischer Laubwälder und lebt dort in der Laubstreu, unter Steinen und Baumstubben. Im Ettlinger Stadtwald wurde die Art nur in wenigen Exemplaren in Fotoektoren gefangen.

Lehmannia marginata (O. F. MÜLLER, 1774) ?

Baumschneegel

L. marginata, eine europäische Art, lebt in niederschlagsreichen Wäldern, aber auch in offenem Gelände. Oft ist sie unter der Rinde abgestorbener Bäume anzutreffen. Sie steigt gerne den Stamm hinauf, besonders bei feuchter Witterung bis ins Geäst.

Wie die vorige Art konnte auch *L. marginata* nur in wenigen Exemplaren in den Fotoektoren nachgewiesen werden.

Malacolimax tenellus (O. F. MÜLLER, 1774) ?

Pilzschneegel

Die in Mittel- und Nordeuropa verbreitete *M. tenellus* bewohnt Wälder, besonders Nadelwälder, wo sie sich von Pilzen und deren Mycel ernährt.

M. tenellus wurde nur in wenigen Exemplaren in den Quadratproben vorgefunden.

Agriolimacidae – Ackerschnecken

Deroceras spec.

Selten in Handauslese-Proben nachgewiesen.

Im Moderbuchenwald fehlen weitgehend die Gehäuseschnecken. Dem Boden mangelt es an Kalk, der für den Gehäusebau notwendig ist.

Charakteristisch für saure Buchenwälder ist die generelle Arten- und Individuenarmut der Schneckenfauna. So fand BLESS (1977) im Kottenforst auf der Probenfläche im sauren Rotbuchenwald (pH = 4,45) ebenfalls nur 9 Schneckenarten. Die Populationsdichte schwankte jedoch zwischen 6 Ind./m² im Juli und 33 Ind./m² im April. Im Vergleich dazu wurden von CORSMANN (1981) im Kalkbuchenwald bei Göttingen (pH = 6,4) 30 Schneckenarten nachgewiesen, die es im Jahresmittel zu einer Gesamtindividuen-dichte von 120 Schnecken/m² brachten. ANT (1969) bezeichnete bei seiner malakologischen Gliederung einiger Buchenwälder in Nordwest-Deutschland die Sauerhumusbuchenwälder als jenen Buchenwaldtyp mit den wenigsten Schneckenarten bei spärlichster Siedlungsdichte.

Die Dominanzstruktur der untersuchten Schneckenpopulation ist in Tabelle 1 ersichtlich. Dominierend in allen drei Methoden sind die Arioniden. Wie schon FRIEBE (1983) für die Käfer und FRANKE (1985) für die Weberknechte desselben Standortes nachwies, ist auch für die Schnecken die qualitative und quantitative Artenzu-

Tabelle 1. Dominanzverhältnisse der Gastropodentauna im Moderbuchenwald bei Etilingen getrennt nach Fangmethoden. Sternchen bedeuten Nachweise außerhalb der angegebenen Zeitspanne.

Art	QH (1980–1982)	BF (1980–1982)	FE (1982–1983)
Arionidae indet.	20	3	
<i>Arion rufus</i>	2	74	23
<i>Arion subfuscus</i>		24	31
<i>Arion hortensis</i> -Komplex	62		8
<i>Arion silvaticus</i>			
Arionidae (Summe)	84	100	62
Limacidae indet.	10		
<i>Limax cinereoniger</i>			23
<i>Lehmannia marginata</i>	2		15
<i>Deroceras spec.</i>	2		
<i>Malacolimax tenellus</i> ??	2		
Limacidae (Summe)	16		38
<i>Discus rotundatus</i>			
Zonotidae indet.			
Gastropoda (Summe) %	100	100	100
Individuen	50	38	13
Arten	9	5	5

sammensetzung abhängig von der angewandten Methode. Mit der Quadratprobe konnten 9 Arten nachgewiesen werden; 62 % der Individuen gehören zum *Arion hortensis*-Komplex. Mit den Barberfallen konnten wie mit den Fotoelektoren nur 5 Arten erbeutet werden. Das größte Kontingent stellen die großen oberflächenaktiven Arten, nämlich *Arion rufus* mit 74 % und *A. subfuscus* mit 24 % in den Barberfallen. In den Fotoelektoren waren beide Arten mit 23 % bzw. 31 % vertreten. Zu ihnen gesellten sich noch die Limaciden *Limax cinereoniger* mit 23 % und *Lehmannia marginata* mit 15 %, welche beide zu den kletternden Formen gezählt werden können. Die tatsächlich höhere Mobilität der großen Arioniden gegenüber ihren kleineren Verwandten wird durch das umgekehrte Verhältnis ihrer Siedlungsdichten in den Quadratproben bekräftigt. Die Verteilung der Schnecken auf die drei Streuschichten L-, F- und H-Schicht ist aus Abbildung 2 ersichtlich. Über 60 % der Schnecken halten sich in der L-Schicht auf. Sie vereinigen etwa den gleichen Anteil an Biomasse in sich. Diese jeweils annäherungsweise Gleichverteilung von Individuen und Biomasse in den drei Bodenschichten deutet auf eine etwa gleiche Größenverteilung innerhalb der einzelnen Schichten hin. Es ist also bei den Schnecken nicht so, wie Erfahrungen aus anderen Bodentiergruppen vermuten lassen, daß in der L-Schicht besonders die großen Schnecken und in den Schichten darunter

wegen des größeren Raumwiderstandes hauptsächlich die kleinen Exemplare anzutreffen sind. Würde man die oberflächenaktiven *Arion rufus*-Exemplare aus den Barberfallen mit einbeziehen dürfen, würde sich das Bild wegen der sicherlich geringen Siedlungsdichte dieser Art nur geringfügig zugunsten eines höheren Biomasseanteils der L-Schicht verschieben.

Die Siedlungsdichte der Gesamtschneckenfauna im Verlaufe eines Jahres (Durchschnitt von 1977–1987) ist in Abbildung 3 a dargestellt. Auffällig sind die beiden kräftigen Maxima im Frühsommer und im Spätherbst. Diese Populationsdynamik wird geprägt von den Angehörigen des *Arion hortensis*-Komplexes (Abb. 4 a).

Auch die Aktivitätsdichte der Schneckenpopulation ist im Juni am höchsten und beträgt im Durchschnitt der Jahre 1977–1985 nur 3–4 Tiere pro 10 Barberfallen und Woche (Abb. 3 b). Dieses Sommermaximum in den Barberfallen wird gebildet von den beiden *Arion*-Arten *A. rufus* und *A. subfuscus* (Abb. 4 b, c). Der Jahresverlauf der Aktivitätsdichte von *A. rufus* stimmt sehr gut mit dem univoltinen Entwicklungsrhythmus der Art überein, deren Adulti im Herbst nach der Eiablage absterben, so daß nur Eier und juvenile Exemplare überwintern.

Die Fangzahlen der Fotoelektoren waren das ganze Jahr über sehr niedrig und lagen im Spätwinter und Frühjahr nahe Null (Abb. 3 c).

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Siedlungs- und

Aktivitätsdichte der einzelnen Jahre (Abb. 5) fällt die relativ gute Parallelität zwischen den Fangzahlen der Quadratproben und denen der Barberfallen auf. Diese Abhängigkeit ist nur in den Jahren 1981 und 1982 „gestört“ Gleichzeitig ist zu beobachten, daß 1980 und die Jahre 1984–1986 schwache Schneckenjahre waren, was sich teilweise auf die relativ trockene und gleichzeitig kühle Witterung dieser Jahre zurückführen läßt. 1981 und 1982 dagegen waren feuchtwarme Jahre. Für die Zeit vor 1979 und nach 1986 liegen keine Klimadaten aus dem Untersuchungsgebiet vor. Die Werte der Wetterstation Karlsruhe lassen sich jedoch zu einem groben Vergleich heranziehen, da die mittlere Jahrestemperatur im Untersuchungsgebiet sehr gut und auch die Jahressumme der Niederschläge noch einigermaßen mit den entsprechenden Werten in Karlsruhe korreliert sind (BECK 1988). Danach ergibt sich für die beiden Abundanzmaxima 1978 und 1987 zumindest kein Widerspruch in der Argumentation: 1978 war zwar etwas kälter, dafür aber niederschlagsreicher als im Mittel und 1987 war ein „Durchschnittsjahr“

Die Rolle der Schnecken beim Abbaugeschehen im Buchenwaldboden bemißt sich weitgehend nach ihrer Ernährung. Entsprechend den Angaben von FRÖMMING (1958) und ZILCH & JAECKEL (1962) werden *A. rufus* als

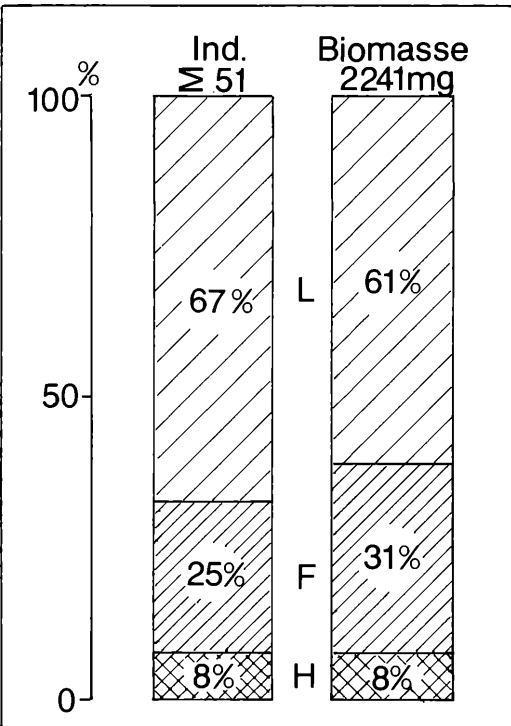


Abbildung 2. Prozentuale Verteilung der Schnecken und deren Biomasse auf die drei Bodenschichten (L-, F- und H-Schicht) im Moderbuchenwald des Stadtwaldes Ettlingen im Durchschnitt der Jahre 1980–1982.

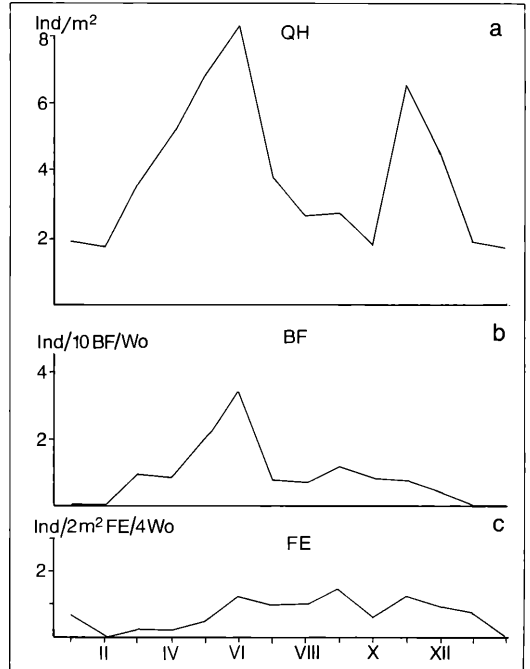


Abbildung 3. Durchschnittliche jahreszeitliche Entwicklung der Gesamtschneckenfauna im Ettlinger Buchenwald. a = Siedlungsdichte aus Quadratproben, b = Aktivitätsdichte ermittelt mit Barberfallen, c = Aktivitätsdichte in Fotoelektroden.

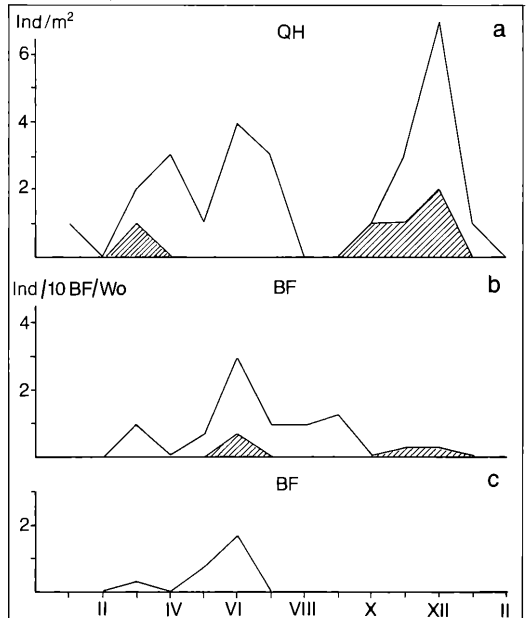


Abbildung 4. Populationsdynamik einzelner Arten (schraffierte Fläche = Jungtiere). a = Siedlungsdichte von *Arion hortensis* (-Komplex); b = Aktivitätsdichte von *Arion rufus*, c = Aktivitätsdichte von *Arion subfuscus*.

omnivor und *A. hortensis*(-Komplex) als herbivor und mycophag eingestuft. Die Limaciden sind ebenfalls weitgehend Pilzfresser, der relativ seltene *Discus rotundatus* ist saprophag. Wie SCHÖNBORN & DUMPERT (1986) für den Ettlinger Moderbuchenwald nachweisen konnten, beträgt der Anteil der Pilze an der Mikroflora über 95 %, so daß die mycophagen Arten eine genügend große Nahrungsgrundlage vorfinden.

Über die Menge der aufgenommenen Nahrung und deren Verwertung wurden keine Untersuchungen ange-

stellt. Um derartige Angaben wenigstens näherungsweise anführen zu können, wird auf die Stoff- bzw. Energiebilanzgleichungen zurückgegriffen:

$$C = P + R + F \text{ und } P + R = A$$

Es bedeuten: A = Assimilation; C = Konsumtion; F = Faeces (Exkretion); P = Produktion; R = Respiration.

Als Meßdaten liegen die Individuendichte, die Biomassendichte und die Temperatur vor. Mit diesen Daten läßt sich die Respiration (R) nach der Gleichung von RYSZKOWSKI (1975) in LUXTON (1982) berechnen (FRANKE

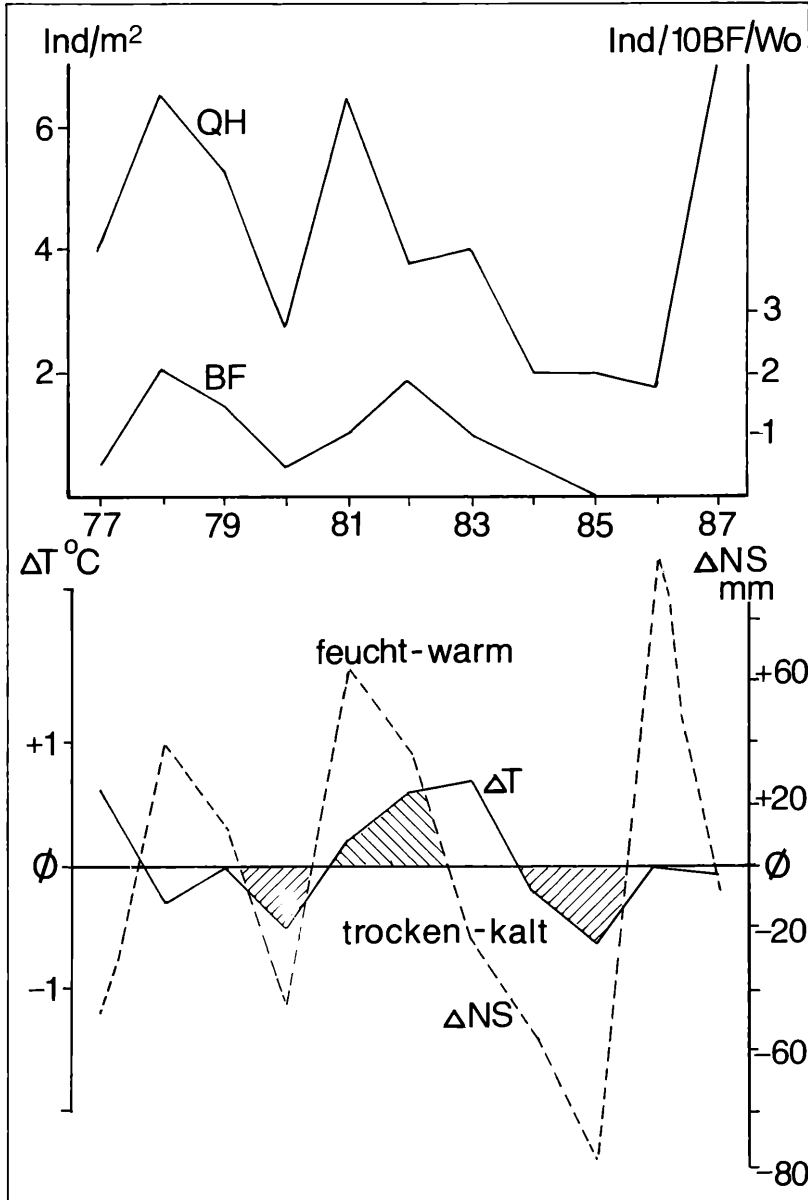


Abbildung 5. Jahresdurchschnittliche Siedlungs- bzw. Aktivitätsdichte der Gesamtschneckenfauna (oben) sowie die Abweichungen der Jahresdurchschnittstemperatur und des Jahresniederschlages vom jeweiligen Durchschnitt des gesamten Untersuchungszeitraumes (unten). Die Wetterdaten für 1977, 1978 und 1987 wurden aus Werten des Wetteramtes Karlsruhe abgeleitet (s. Text).

1989). Sie lautet:

$$R_{15} = 0,357 \cdot FG^{0,813} \text{ [}\mu\text{l O}_2\text{/mg FG h]}$$

Individuenabundanz, Biomassenabundanz und Respiration ($\bar{\sigma}$ 1980–1982) sind in Abbildung 6 dargestellt. Auffällig sind wiederum die beiden kräftigen Maxima im Frühsommer und Spätherbst. Die Respirationwerte im Herbst sind trotz etwa gleich hoher Individuen- und Biomassendichte deutlich niedriger als im Frühsommer, was auf die geringere Aktivität in der um etwa 10° kälteren Jahreszeit hinweist; der Berechnung liegt ein Q_{10} -Wert von 2 zugrunde.

Die in einem Jahr im Durchschnitt von den Schnecken veratmete Energie beträgt nach Addition der 12 Monatswerte $3,78 \text{ kJ/m}^2/\text{a}$, das sind $0,04 \%$ des alljährlich durch Laubfall eingetragenen Energieangebots von $10250 \text{ kJ/m}^2/\text{a}$.

Unter Verwendung des an *Arion ater* ermittelten R/A-Wertes (Assimilationsleistung) von $0,7$ (JENNING & BARKHAM, 1976) und dem an *Discus rotundatus* ermittelten A/C-Wertes von $0,5$ bis $0,7$ (MASON 1970) ergibt sich entsprechend der Bilanzgleichungen eine Jahreskonsumtion von $10,8$ bis $7,1 \text{ kJ/m}^2$. Diesen Berechnungen liegen die Abundanzwerte aus den Quadratproben zugrunde, in denen die großen *Arion rufus*-Tiere fehlen. Mit einer Biomasse von $2\text{--}5 \text{ g/Ind.}$ sind sie jedoch mindestens 15mal schwerer als der Durchschnitt der übrigen Arten. Leider läßt sich die Siedlungsdichte von *Arion rufus* aus unseren Fängen nicht berechnen und auch kaum ab-

schätzen. Doch dürfte sie immerhin so groß sein, um den unteren Wert der Jahreskonsumtion von $7,1 \text{ kJ/m}^2$ auszuschließen.

Damit läßt sich abschätzen, daß die Schneckenpopulation in unserem Buchenwald etwa 1% , maximal 2% des jährlichen Energieeintrags in Form von Fallaub oder von bereits z. B. in Pilzbiomasse überführtem Fallaub veratmet. Der Beitrag der Schnecken beim Abbau des Streueintrages und bei der Nährstoffrückführung im untersuchten Moderbuchenwald spielt somit nur eine untergeordnete Rolle.

4. Literatur

- ANT, H. (1969): Die malakologische Gliederung einiger Buchenwaldtypen in Nordwest-Deutschland. – *Vegetatio*, **18**: 374–386; Dordrecht.
- BECK, L. & MITTMANN, H.-W. (1982): Zur Biologie eines Buchenwaldes. 2. Klima, Streuproduktion und Bodenstreu. – *Carolina*, **40**: 65–90; Karlsruhe.
- BECK, L. (1988): Bestandes- und Bodenklima eines Buchenwaldes im nördlichen Schwarzwald. – *Carolina*, **46**: 141–144; Karlsruhe.
- BLESS, R. (1977): Die Schneckenfauna des Kottenforstes bei Bonn (Mollusca: Gastropoda). – *Decheniana*, **130**: 77–100; Bonn.
- BÜRK, R. & JUNGBLUTH, J. H. (1982): Erfassung der westpalaarktischen Tiergruppen. Fundortkataster der Bundesrepublik Deutschland. Teil 14. Regionalkataster des Landes Baden-Württemberg. Prodrum zu einem Atlas der Mollusken

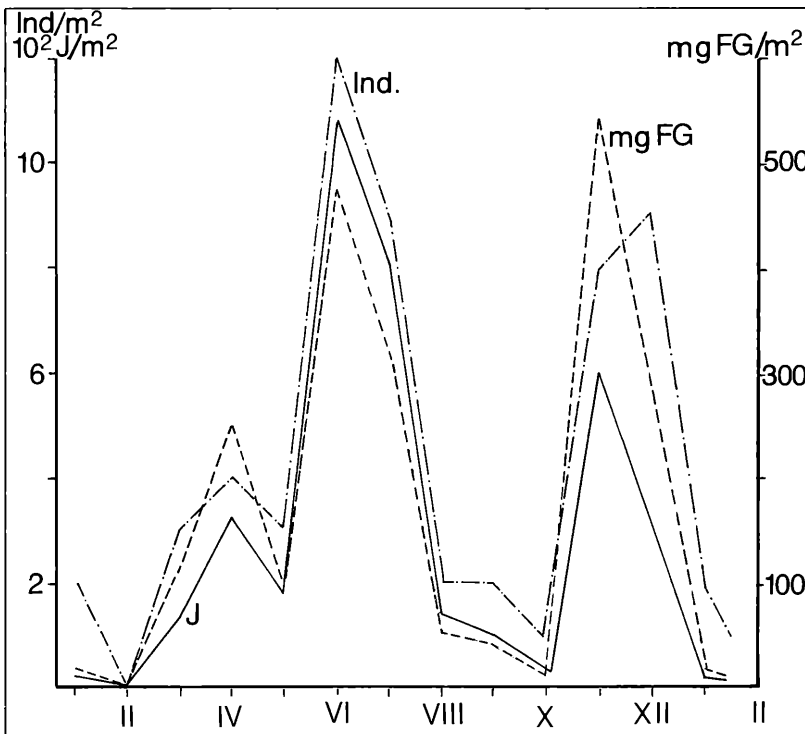


Abbildung 6. Individuenabundanz, Biomassenabundanz und Respiration der Schneckenfauna aus den Quadratproben im Verlaufe eines Jahres ($\bar{\sigma}$ 1980–1982).

- von Baden-Württemberg.
- CORSMANN, M. (1981): Untersuchungen zur Ökologie der Schnecken (Gastropoda) eines Kalkbuchenwaldes: Populationsdichte, Phänologie und kleinräumige Verteilung. – *Drosera*, **81**: 75–92; Oldenburg.
- EHRMANN, P. (1933): Weichtiere, Mollusca. – In: Die Tierwelt Mitteleuropas. II, 1 (Tl. I–II), 264 S.; Leipzig (Nachdruck 1956).
- FRANKE, U. (1985): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 5. Die Weberknechte. – *Carolinea*, **42**: 107–114; Karlsruhe.
- FRANKE, U., FRIEBE, B. & BECK, L. (1988): Methodisches zur Ermittlung der Siedlungsdichte von Bodentieren aus Quadratproben und Barberfallen. – *Pedobiologia*, **32**: 253–264; Jena.
- FRANKE, U. (1989): Lebensraum Buchenwaldboden. 5. Die Makrofauna. – *Verh. Ges. Ökol. Göttingen*, **1987**: 71–75; Göttingen.
- FRIEBE, B. (1983): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 3. Die Käferfauna. – *Carolinea*, **41**: 45–80; Karlsruhe.
- FRÖMMING, E. (1958): Die Rolle unserer Landschnecken bei der Stoffumwandlung und Humusbildung. – *Z. angew. Zoologie*, **45**: 341–350; Berlin.
- JENNINGS, T. J. & BARKHAM, J. P. (1976): Quantitative study of feeding in woodland by the slug *Arion ater*. – *Oikos*, **27**: 168–173; Copenhagen.
- JUNGBLUTH, H. J. & BÜRK, R. (1985): Vorläufige „Rote Liste“ der bestandsgefährdeten Schnecken und Muscheln in Baden-Württemberg. – *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.*, **59/60**: 121–142; Karlsruhe.
- KERNEY, M. P., CAMERON, R. A. D. & JUNGBLUTH, J. H. (1983): Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – 384 S.; Hamburg (P. Parey).
- LUXTON, M. (1982): Quantitative utilization of energy by soil fauna. – *Oikos*, **39**: 342–354; Copenhagen.
- MASON, C. F. (1970): Food, Feeding Rates and Assimilation in Woodland Snails. – *Oecologia*, **4**: 358–373; Berlin.
- SCHÖNBORN, W. & DUMPERT, K. (1986): Zur Biologie eines Buchenwaldbodens. 8. Die Mikroflora. – *Carolinea*, **44**: 129–138; Karlsruhe.
- VOGEL, R. (1938): Zur Kenntnis der Nachtschnecken, insbesondere ihrer Verbreitung in Württemberg. – *Jh. Ver. vaterl. Naturkde. Württ.*, **94**: 169–179; Stuttgart.
- ZILCH, A. & JAECKEL, S. G. A. (1962): Ergänzungen und Berichtigungen zum rezenten und quartären Vorkommen mitteleuropäischer Mollusken. – In: Die Tierwelt Mitteleuropas. II, 1 (Ergänzungen): 25–294, 111 Abb.; Leipzig.