© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

MITT. ZOOL. GES. BRAUNAU	Bd. 8, Nr. 4: 379 - 428	Braunau a.I., November 2004	ISSN 0250-3603

Vergleichende malakologische Untersuchungen in mittelschwäbischen Waldlebensräumen unterschiedlicher Naturnähe.

von HANS UTSCHICK und CLAUDIA SUMMERER

Gewidmet Prof. Konsulent Fritz Seidl †, meinem ZGB- "Schnecken-Mentor"

1. Zielsetzung

Landschnecken weisen sehr geringe Aktionsradien bzw. Ausbreitungskapazitäten aus und gehören daher zu den Tiergruppen, die am intensivsten von Veränderungen ihres Lebensraums getroffen werden. In Waldökosystemen ermöglicht diese geringe Mobilität meist direkte Schlüsse auf ihre Wechselwirkungen mit der lokalen Umwelt (Standort, Vegetation, Waldstruktur etc.). Vergleichweise hohe Lebenserwartungen bei vielen Arten (z.B. Windelschnecken etwa 5, Schließmundschnecken 10 Jahre) sowie als Folge der Zwittrigkeit vergleichweise hohe Fitness auch sehr kleiner Populationen (FALKNER 1990) sorgen zudem dafür, dass Reaktionen auf Umweltveränderungen mit einer charakteristischen Verzögerung erfolgen und sich nur nachhaltige Lebensraumveränderungen in den Zönosestrukturen abbilden (hohe Pufferkapazitäten; stochastische Effekte vor allem gegenüber Arthropoden erheblich geringer). Gleichzeitig fallen einjährige Arten (wie z.B. Schnegel oder Vitriniden) sehr schnell aus, sodass auch Kurzzeiteffekte erkennbar werden. Auch historische Aspekte können mittels Leergehäusefunden rekonstruiert werden. Dies alles macht Mollusken zu einer idealen Indikatorgruppe für naturschutzfachliche Studien und Bewertungen.

Im Rahmen eines vom deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und vom Kuratorium der Bayer. Staatsforstverwaltung geförderten Projekts (vgl. AMMER et al. 2002) sollte 1999 und 2000 analysiert werden, wie sich in der mittelschwäbischen Fichtenforstregion auf Normalstandorten Bewirtschaftungsintensität bzw. fehlende Naturnähe von Waldbeständen (Naturnähegradient vom Naturwaldreservat bis zum Douglasienforst) auf Reichtum und Zusammensetzung terrestrischer Waldschneckenzönosen auswirken. Dabei waren vor allem folgende waldspezifischen Fragestellungen von Interesse:

- Lassen sich aus meist auf wenige Testbestände beschränkten Untersuchungen allgemeingültige Aussagen zu Waldflächen ableiten? Oder sind hierfür wegen der geringen Mobilität von Molluskenpopulationen die Ähnlichkeiten von Schnecken-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zönosen vergleichbarer Waldbestände schon bei benachbarten Untersuchungsgebieten zu gering? Sind dabei eventuelle Unterschiede eher auf waldstrukturelle oder auf standörtliche/klimatische Effekte zurückzuführen?

- Kommt es in Abhängigkeit von Bestandsform, Naturnähe und Bewirtschaftungsintensität zu unterschiedliche Schneckenzönosen (Artenreichtum, Abundanzen, Gefährdung, Habitatpräferenzen, Größenverteilung, Altersstrukturen, Vitalität etc.)? Sind etwaige Unterschiede über mehrere Jahre hinweg stabil?
- Wie gleichmäßig sind Schneckenarten verschiedener Straten in den Testbeständen verteilt? Sind bei abweichenden Verteilungen eher Sonderbedingungen des Standorts oder in der Bestandsausprägung (z.B. Totholzreichtum) dafür verantwortlich zu machen? Werden von Schnekken bestimmte Baumarten oder Totholzformen als Substrat bevorzugt? Ist diese Bevorzugung witterungsabhängig?
- Unterscheiden sich die Schneckenzönosen von Neophytenbeständen (Douglasie) von denen einheimischer Bestandsformen? Wie stark werden Douglasien als Substrat angenommen?
- Verhalten sich früh bzw. eher spät im Jahr aktive Arten im Naturnähegradienten unterschiedlich? Welche Rolle spielt dabei der Jahreswettergang?
- Lassen sich aus der Verteilung von Einzelarten in Testbeständen lokal oder gebietsübergreifend naturschutzfachliche Schlüssel- oder Zielarten ableiten?

2. Untersuchungsgebiete und Methoden

Die Untersuchungsgebiete lagen rund 90 km westlich von München in bayerischen Schotterriedel- und Hügelland Mittelschwabens. Malakologisch vergleichend untersucht wurden 10 jeweils 4 ha große Testflächen (Charakteristik siehe Tab. 1 und AMMER et al. 2002, Teil 1/1) in je 2 Naturwaldreservaten (NW), Laubholzbeständen (LB), Fichten-Buchen-Beständen (MI), Fichten-Reinbeständen (FI) und Douglasien-Beständen (DFI, DOU; hier nur auf 2 bzw. 1 ha) der mittelschwäbischen Forstämter Krumbach (K) und Ottobeuren (O) bzw. der Fürstlich Esterhazy´schen Domänenverwaltung (DFI, DOU), wobei, wenn möglich, eher strukturarme Altbestände auf regionstypischen „Normalstandorten" (meist oberflächlich stark versauerte Lehme mit relativ guter Wasserversorgung) ausgewählt wurden. Vom Klima her vermitteln die zwischen 530 m (Krumbach) und 640 m (Ottobeuren) hoch gelegenen Flächen tiefmontane Aspekte im Übergang vom atlantischen zum subkontinentalen Bereich (mit Durchschnittstemperaturen von 7–8 °C mäßig warm bei Jahresniederschlagssummen von rund 1000 mm und ausgeprägtem Sommermaximum). Die beiden Untersuchungsjahre unterschieden sich vor allem durch die sehr hohen Niederschläge im Spätsommer und Herbst 2000, die zu besonders günstigen Lebensraum- und Nahrungsbedingungen für viele Schneckenarten führten (u.a. durch hohe Pilzdichten; vgl. AMMER et al. 2002, Teil 2/3).

Die Bestandsaufnahme der Schnecken erfolgte zum einen über Fallen-Beifänge in einem zur Bearbeitung der Arthropodenfauna eingesetzten Fangprogramm (Bodenfallen, Bodenphotoeklektoren, Stammeklektoren, Luftraum- und Kronen-Fensterfallen), zum anderen in Anlehnung an COLLING (1991) und STRÄTZ (1999) durch standardisierte, zeitnormierte Methoden wie Handfang (am Bodenvegetation bzw. an Baumstämmen),

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Klopfproben und Siebungen (Humus, Bodenstreu, Baumbehänge etc.). Bei den Fallenfängen wurden pro Testbestand mit 8 Bodenfallen gearbeitet (1999 von Mai bis Oktober, 2000 von März bis Oktober). Dieser Fallentyp stellte naturgemäß den Großteil der Schnekkenfänge, wobei es sich überwiegend um Nacktschnecken handelte. Die übrigen Fallentypen ergaben aufgrund des kleinen Einzugsbereichs bzw. meist nur dünn besiedelter Waldstraten (Stamm, Kronen) lediglich Abrundungen. Als Fangflüssigkeit wurde bis zum August 1999 Äthylenglykol eingesetzt, das auf Schnecken stark attrahierend wirkt. Die dadurch verursachten Probleme bei der Arthropodenkonservierung führten ab September 1999 zu einem Wechsel der Fangflüssigkeit (Kupfersulfatlösung), wodurch die Sommerfänge (Jun.-Aug.) von 1999 und 2000 nur bedingt vergleichbar sind.

Handfänge erfolgten im Rahmen von 2 Begehungen (5.5.-5.6. und 25.9.-13.10. 2000), bei denen pro Flächeneinheit (je Testbestand 4 x 1 ha, in DOU 4 x 0,25 ha) zunächst ein etwa 20 m² großes Areal (Bodenvegetation, Baumstämme) 15 min lang sorgfältig abgesucht und dann weitere 10 min die Restfläche selektiv überprüft wurde. Letzteres war vor allem für Nachweise von *Aegopinella nitens, Arion silvaticus, Malacolimax tenellus* und *Macrogastra ventriculosa* wichtig. Je nach Fundort wurden die Schnecken verschiedenen Straten (Streu und bodennahe Baumbehänge, Boden, Vegetation, Baumschicht) und Unterstraten (Baumart, Totholz stehend/liegend, Zersetzungsgrad) zugeordnet, wobei nach Alt- und Jungtieren unterschieden wurde. Leergehäuse fehlten weitgehend aufgrund der überwiegend saueren Bodenverhältnisse (rasche Zersetzung; vgl. STRÄTZ 1999).

Ergänzt wurden die Befunde im Bereich der Bodenvegetation durch 25 Klopfschläge in ein Streifnetz (keine Käscherschläge; vgl. STRÄTZ 1999) sowie (nur im Frühjahr) durch die Siebanalyse einer 2-Liter-Mischprobe aus oberster Bodenauflage, Bodenstreu, bodennahen Baumbehängen (Moose etc.) und Mulm (aus Astlöchern bzw. von Baumstümpfen oder Totholz etc.). Diese Mischproben sind in Waldhabitaten naturschutzfachlich erfolgversprechender als die viel aufwendigeren Bodensubstratanalysen, wie sie z.B. in Auen unabdingbar sind (AMMER et al. 1994, AMMER & UTSCHICK 1997). Mit den Streusiebungen gelang eine Abrundung der Artenlisten bei naturschutzfachlich bedeutsameren Arten im Kleinschneckenbereich (*Vertigo-*, *Carychium-*, *Punctum*-Arten etc.). Die Streifnetz-Klopfproben dienten zur Erfassung von typischen Schneckenarten der Zwergstrauch- und Krautschicht wie etwa der *Columella*-Arten, aber auch von Jungtieren von *Trichia sericea* oder *Monachoides incarnatus*, die an der Bodenoberfläche z.T. nur schwer zu finden sind.

Im Gegensatz zu den Fallen-Beifängen wurden die händisch gesammelten Schnekken bis auf Artniveau determiniert, wobei auf genitalmorphologische Überprüfungen, wie sie z.B. beim *Aegopinella*-Komplex oder bei Nacktschnecken häufig nötig wären, aus Kostengründen verzichtet werden musste. Dafür erfolgte bei problematischen Jungtieren zum Teil Aufzucht bis zu determinierbaren Stadien, wobei vor allem Jungtiere der eher für basenreiche, meist frische bis feuchte Laubwälder typischen *Columella edentula* nicht immer sicher von der in bodensauren Waldbeständen und Nadelforsten nicht seltenen *C. aspera* zu unterscheiden waren. Ähnliches gilt bei den Schnegelarten (im Zweifel Auflistung unter *Lehmannia* spec. bzw. *Limax* spec.).

Mit den Sammelterminen im Mai und September/Oktober konnten sowohl jahreszeitlich früh aktive, einjährige Arten (z.B. *Deroceras rodnae*) als auch eher spät aktive Arten ausreichend erfasst werden. Die meisten Begänge konnten auf optimale Tage mit feuchtwarmer Witterung gelegt werden. Weniger günstige Aufnahmebedingungen

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

waren nur bei den Frühjahrsaufnahmen in DOU, KFI, KMI, OFI, OMI und OLB gegeben, wodurch in diesen Aufnahmen vor allem Nacktschnecken unterrepräsentiert sein dürften. Sehr kleine Jungtiere dieser Gruppe, die an Optimaltagen massenhaft auftreten können, wurden daher schon aus stochastischen Gründen bei den Bestandsaufnahmen nicht berücksichtigt. In die gleiche Richtung geht die Begrenzung der Sammelzeit pro Baumstamm auf maximal eine Minute, um zu verhindern, dass die Repräsentanz einer Flächenstichprobe durch Konzentration auf lokale Massenvorkommen verloren geht. Bei besonders ungünstigen Aufnahmebedingungen wurde zudem durch die Verlängerung von Suchzeiten ein gewisser Ausgleich versucht. Bei Handaufsammlungen wurde dabei der Suchmodus witterungsabhängig variiert, indem die von den zu erwartenden Arten bevorzugten Mikrohabitate gezielt abgesucht wurden. *Arion silvativus* wurde z.B. bei Regen verstärkt an Baumstämmen gesucht, während bei Trockenheit nur Falllaub überprüft wurde. Ein weiteres Beispiel ist *Lehmannia marginata*, der sich bei Trockenheit tief in Astlöcher von stehenden Bäumen zurückziehen kann.

Die Fläche DFI, die im Dezember 1999 dem Orkan Lothar zum Opfer fiel, wurde im Jahr 2000 nicht mehr beprobt. In KFI mussten infolge Sturmschäden Fallenstandorte zum Teil verändert bzw. aufgelassen werden.

Tab. 1: Flächenübersicht für die Gradientenanalyse (Naturwaldreservat bis Douglasienforst).
Test stands and test areas following a gradient of naturality from forest nature reserves to Douglas fir stands.

Fläche	Waldgebiet	Forstliche Nutzungsart	Bestandsform	Waldort
KNW	Mittelschwaben (K=Krumbach, D=Esterhazy, „Douglasien" O=Ottobeuren)	Naturwaldreservat	Eiche-Buche	Seeben-$7a^0$/$7a^3$
ONW			Buche-Fichte	Krebswiese-Langerjergen
KLB		laubholzbetonter Wirtschaftswald	Buche-Eiche	Buchberg-$3c^1$
OLB			Buche	Kohlstattkopf-$10a^1$
KMI		nadelholzbetonter Wirtschaftswald mit 30 % Laubholz	Fichte-Buche	Seeben-$7c^3$
OMI			Fichte-Buche	Seeben-$7c^0$
KFI		reiner Fichtenforst	Fichte	Zachersmahd-$7a^0$/$7b^0$
OFI			Fichte	Kohlstattkopf-$10b^0$
DFI		Fichtenforst mit Neophyten	Fichte-Douglasie	Oberes Buch-$9a^{12}$
DOU		Neophytenforst	Douglasie	Oberes Buch $4d^9$

3. Ergebnisse

3.1 Fangzahlen und Gesamtartenspektrum

1999 wurden in den 5 Monaten von Mitte Mai bis Mitte Oktober in den 80 Bodenfallen 2933, in den 30 Bodenphotoeklektoren 142, in den 60 Stammeklektoren 56 und in den 120 (freihängenden!) Fensterfallen (Stammraum, Krone) 9 Schnecken gefangen. 2000 kamen in 72 Bodenfallen (7 Leerungen von Mitte März bis Mitte Oktober) noch weitere 2013 Tiere hinzu. Die übrigen Fallentypen wurden für dieses Jahr nicht mehr berücksichtigt. Tab. 2 zeigt die Verteilung der Fänge auf die beiden Testgebiete und die 10 Test-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bestände.

Im Rahmen der Handaufsammlungen wurden 2000 insgesamt 7297 Schnecken in 53 Arten (2310 Datensätze) erfasst, 3262 davon im Frühjahr (Handaufsammlungen und Bodenstreu-Siebungen) und 4035 im Herbst (nur Handaufsammlungen). Dabei ergaben die Bodenstreu-Siebungen 1703, die Handaufsammlungen im Bodenbereich 914, die Bodenvegetation-Klopfproben mit dem Streifnetz 2016 und die Handaufsammlungen an Bäumen 2664 Tiere. Auf 2850 adulte Schekken kamen 4447 Jungtiere aller Stadien. Eine Übersicht der Gesamtfänge gibt Tab. 3.

Tab. 2: Fangsummen von Schnecken aus den bodennahen Fallentypen des Fangprogramms für Arthropoden den in 10 Testbeständen (vgl. Tab. 1). Mit Ausnahme der Bodenfallen wurden alle Fallentypen baumartenspezifisch an Eiche, Buche, Fichte und Douglasie eingesetzt. Hinzu kommen 5 Schnecken aus 90 Fensterfallen des Kronenraums (1 x Buche, 3 x Fichte, 1 x Douglasie) bzw. 4 Schnecken aus 30 Fensterfallen des Stammraums (3 x Buche, 1 x Fichte). Die im Jahr 2000 geringen Beifänge in den Bodenfallen erklären sich aus dem Fangflüssigkeitswechsel im September 1999 (statt dem gut schneckenfängigen Äthanolglykol weniger stark attrahierende Kupfersulphatlösung).
Snail numbers in floor and stem traps from 1999 (may-oct) and 2000 (mar-oct). Floor-tent and stem traps are combined with tree species (oak, beech, spruce, Douglas fir).

	Fallentyp	Bodenfallen		Bodenphotoeklektoren	Stammeklektoren	Summe
	Jahr	1999	2000	1999	1999	1999
	Fallenzahl	80	72	30	60	
	Monate	5 (V-X)	7 (III-X)	5 (V-X)	5 (V-X)	5 (V-X)
	Leerungen	400	504	150	180	
Gebiet	Testbestand					
Douglasien	DOU	219	110	12	3	234
	DFI	164	-	12	8	186
Krumbach	KFI	218	115	20	0	239
	KMI	255	266	9	2	268
	KLB	457	501	21	12	492
	KNW	538	437	19	19	577
Ottobeuren	OFI	210	176	11	3	224
	OMI	288	180	9	2	299
	OLB	276	118	21	3	301
	ONW	308	225	8	4	320
	Summe	2933	2013	142	56	3140
Baumarten	Fallensets					
Eiche	3			13	18	31
Buche	8			39	15	58
Fichte	11			55	13	72
Douglasie	8			31	10	42

In Tab. 2 sind vor allem die Ergebnisse der Bodenfallen relevant (vgl. 3.2.2). Bei den baumbezogenen Fallenfängen ist vor allem die Tatsache bemerkenswert, dass selbst in frei hängenden Fensterfallen des Stamm- bzw. Kronenraums Schnecken auftraten. Diese Fallen müssen entweder kriechend über die Halteleine oder durch Absturz aus

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 3: Liste und Häufigkeiten der im Jahr 2000 in Handaufsammlungen (Areal-, Baumabsuche, Klopfnetzfänge = Nachweisart A) und Bodenstreu-Siebungen (Nachweisart B) auf den mittelschwäbischen Testflächen nachgewiesenen Arten sowie Angaben zu deren Gefährdung (RLB = Rote Liste Bayern; FALKNER 1992; RLD = Rote Liste Deutschland; JUNGBLUTH & VON KNORRE 1998) und Ökologie (FALKNER 1990). Code = Artencode nach FALKNER 1990).

Results of pick-up sampling (A = by hand, sweep-net; B = litter-screening) for may and sep 2000 with ecological species-characters (distribution, habitat, size).

Code	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gefährung		Kenngrößen				Nachweis		Alter		Summe
			RLB	RLD	Arealtyp	Verbreitung	Habitattyp	Größe	A	B	a	j	
31	Carychium minimum	Bauchige Zwerghornschnecke	4R	-	eur-sibir	M,D,AV	P	1		12	5	7	12
32	Carychium tridentatum	Schlanke Zwerghornschnecke	-	-	(s-)eur		H(Mf)	1		27	21	6	27
69	Cochlicopa lubrica	Gemeine Glattschnecke	-	-	hol		H(M)	3	1	1	1	1	2
74	Columella edentula	Zahnlose Windelschnecke	4R	-	hol	J,OG,AV,A	H	2	479		139	340	479
76	Columella aspera	Rauhe Windelschnecke	4S	-	w-eur	OG	W	1	1004	19	264	759	1023
81	Vertigo pusilla	Linksgewundene Windelschnecke	3	V	eur	M,J,OG,AV	W(Ws)	1	40	7	45	2	47
83	Vertigo substriata	Gestreifte Windelschnecke	2	3	bor-alp	J,OG,AV	W(H)	1	16	36	29	23	52
91	Vertigo alpestris	Alpen-Windelschnecke	2	3	sibir-bor-alp	J,OG,A	Wf	1	1		1		1
112	Acanthinula aculeata	Stachelige Grasschnecke	4R	-	w-pal	M,J,OG,AV	W	1	2	105	20	87	107
118	Cochlodina laminata	Glatte Schließmundschnecke	-	-	eur		W	4	350	26	238	138	376
119	Cochlodina fimbriata	Bleiche Schließmundschnecke	3	3	alp	S-A	W	4	2		2		2
121	Cochlodina orthostoma	Geradmund-Schließmundschnecke	2	3	m-o-eur	J,A	W	4	37		34	3	37
125	Macrogastra ventricosa	Bauchige Schließmundschnecke	-	-	eur		W(H)	4	2		2		2
126	Macrogastra lineolata	Mittlere Schließmundschnecke	-	-	w-m-eur		W	4	5		5		5
128	Macrogastra badia	Kastanienbraune Schließmundschnecke	4S	R	o-alp	A	W(Wf)	4		4	2	2	4
129	Macrogastra plicatula	Gefältelte Schießmundschnecke	-	-	(m-)eur		W	4	134	5	97	42	139
132	Clausilia cruciata	Scharfgerippte Schließmundschnecke	3	V	bor-alp	J,OG,AV,A	W	3	540	20	422	138	560
137	Balea biplicata	Gemeine Schließmundschnecke	-	-	m-eur		W(M)	4	13		8	5	13
140	Bulgarica cana	Graue Schließmundschnecke	2	2	so-o-eur	J,AV	W	4	12		10	2	12
147	Punctum pygmaeum	Punktschnecke	-	-	pal		M(W)	1	4	398	56	346	402
148	Discus rotundatus	Gefleckte Knopfschnecke	-	-	w-m-eur		W(M)	3	190	199	156	233	389
150	Discus ruderatus	Braune Knopfschnecke	2	2	sibir-bor-alp	OG,A	W	3	1	1	2		2
152	Euconulus fulvus	Helles Kegelchen	-	-	hol		W(M)	2	133	101	58	176	234
154	Semilimax semilimax	Weitmündige Glasschnecke	-	-	alp-m-eur		W(H)	2	3	21	10	14	24
163	Vitrina pellucida	Kugelige Glasschnecke	-	-	hol		M	3	7	1	5	3	8
167	Vitrea crystallina	Gemeine Kristallschnecke	-	-	eur		W(M)	2		14	2	12	14
170	Aegopinella pura	Kleine Glanzschnecke	-	-	eur		W	2	3	11	13	1	14
171	Aegopinella nitidula	Rötliche Glanzschnecke	3	-	atl	N-M,J	W	3	3	35	4	34	38
173	Aegopinella nitens	Weitmündige Glanzschnecke	-	-	alp-m-eur		W	3	45	19	49	15	64
176	Nesovitrea hammonis	Streifenglanzschnecke	-	-	w-pal		W(M)	2	41	612	59	594	653
190	Limax maximus	Tigerschnegel	-	-	med-w-eur		M	4	1		1		1
191	Limax cinereoniger	Schwarzer Schnegel	-	-	eur		W	4	294		116	178	294
	Limax spec.	Schnegel spec.			?		?		4			4	4

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Code	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Gefährung		Kenngrößen				Nachweis		Alter		Summe
			RLB	RLD	Arealtyp	Verbreitung	Habitattyp	Größe	A	B	a	j	
193	Malacolimax tenellus	Pilzschnegel	-	-	n-m-eur		W	2	248		241	7	248
195	Lehmannia marginata	Baumschnegel	-	-	m-eur		W	3	136		59	77	136
196	Lehmannia rupicola	Bergschnegel	4S	R	alp(-sw-eur)	S-A	W(Wf)	3	1		1		1
	Lehmannia spec.	Schnegel spec.			?		?		88			88	88
201	Deroceras agreste	Einfarbige Ackerschnecke	3	V	n-w-eur, no-alp	M,D	H(Wh)	2	13		13		13
204	Deroceras rodnae	Heller Schnegel	3	-	alp-karp	AV,A	Wh	2	154		19	135	154
205a	Arion ater	Schwarze Wegschnecke	4R	V	w-m-eur	J,OG,AV,A	M(W)	3	1		1		1
205b	Arion rufus	Rote Wegschnecke	4R	V	w-m-eur	J,OG,AV,A	M(W)	3	379	2	119	262	381
207	Arion subfuscus	Braune Wegschnecke	-	-	eur		W(M)	3	487	1	299	189	488
210	Arion silvaticus	Wald-Wegschnecke	-	-	n-m-eur		W(H)	2	87	3	79	11	90
212	Arion distinctus	Gemeine Gartenschnecke	-	-	w-m-eur		O	2	1		1		1
214	Arion intermedius	Igel-Wegschnecke	4S	-	w-eur	M,D	W(Wh)	1	3	1	4		4
215	Fruticicola fruticum	Strauchschnecke	-	-	w-as-(m)-eur		W(M)	4	24		3	21	24
216	Trichia hispida	Gemeine Haarschnecke	-	-	eur		M	3	2			2	2
217	Trichia sericea	Seidige Haarschnecke	-	-	alp-m-eur		W(M)	3	1		1		1
218	Trichia rufescens	Gestreifte Haarschnecke	4S	-	nw-eur-n-alp	D,AV	W(H)	4	3		1	2	3
220	Trichia villosa	Zottige Haarschnecke	-	V	nw-alp		W(H)	4	2			2	2
225	Monachoides (Perforatella) incarnatus	Inkarnatschnecke	-	-	m-eur		W	4	336	18	84	270	354
237	Arianta arbustorum	Baumschnecke	-	-	m-n-eur		W(M)	4	252	4	43	213	256
242	Isognomostoma isognomostoma	Maskenschnecke	-	-	alp-karp		W	3	5		5		5
244	Cepaea nemoralis	Hain-Bänderschnecke	-	-	w-eur		M	5	1		1		1
245	Cepaea hortensis	Garten-Bänderschnecke	-	-	w-m-eur		W(M)	4	3			3	3
Summe									5594	1703	2850	4447	7297

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

dem Kronenraum erreicht worden sein. Auch in den Stammeklektoren traten vor allem in den eichenreichen Beständen KNW und KLB überraschend häufig Schnecken in den Fallen auf. Dass dies kein Zufall ist bestätigen in KLB zusätzlich eingesetzte Asteklektoren, in denen 4 mal Schnecken auftraten, alle an Eichen und alle an deren Nordseiten. Asteklektoren an Buche oder Roteiche oder solche an den Südseiten von Eichen blieben dagegen schneckenfrei.

Der Artenreichtum aller Untersuchungsflächen ist mit 53 Arten und rund 28 % der bisher in Bayern nachgewiesenen Arten als durchschnittlich anzusprechen (Tab. 3). In vergleichbaren Untersuchungen von sehr heterogenen Auwäldern an der Unteren Alz (AMMER & UTSCHICK 1997) bzw. vergleichsweise homogenen Feuchtwäldern im Seeholz (AMMER et al. 1994) wurden 67 bzw. 46 Arten nachgewiesen. Auffällig war das Fehlen der hochinvasiven Wegschnecke *Arion lusitanicus*. Vermutlich ist dies eine Folge der in der mittelschwäbischen Fichtenwaldlandschaft traditionell großen, geschlossenen Waldkomplexe.

3.2 Vergleich der Untersuchungsgebiete

Durch einen Vergleich von Schneckenzönosen der beiden Bestandssets in den Forstämtern Krumbach bzw. Ottobeuren (je 4 Bestände; Naturnähegradienten) sowie der beiden Douglasienbestände (Esterhazy-Wälder) soll geklärt werden, ob die Ergebnisse regionale Bewertungen zumindest für Mittelschwaben zulassen. Geeignete Vergleichsparameter sind vor allem Artenzahlen, Gesamtabundanzen, Gefährdungspotentiale, ökologische Kenngrößen wie Arealtyp, Verbreitungsmuster in Bayern, Habitatpräferenzen oder Größenklassenverteilungen sowie auf die Qualität von Nahrungs- bzw. Fortpflanzungsbedingungen hinweisende Altersklassenverteilungen und Frühjahr-Herbst-Vergleiche.

3.2.1 Artenreichtum und Artenzusammensetzung

Bei einem Vergleich des Artenreichtums (nur Handfänge) ist eine Beschränkung auf die Parallelserien in Krumbach und Ottobeuren sinnvoll (Flächenbezug je 16 ha; im Douglasiengebiet nur 1 ha). Tab. 4 zeigt, dass die Artenzahlen zwischen diesen beiden Gebieten sehr ähnlich sind. Dies gilt auch für die meisten Waldstraten. Lediglich bei den Klopfproben (Bodenvegetation) sind in Krumbach erheblich mehr Arten nachgewiesen worden. Dies ist im wesentlichen auf Sonderbedingungen im Naturwaldreservat Seeben (KNW) mit seiner besonders üppigen Bodenvegetation (Seegras) zurückzuführen.

Aus Tab. 5 geht hervor, welche Schnekkenarten welche Gebiete zu bevorzugen scheinen. 20 meist waldtypische Arten bilden den „Grundstock" aller 3 Gebiete. Auf besondere Standortbedingungen im Douglasiengebiet (DOU) weisen 3 weitgehend auf diesen Bestand beschränkte, überwiegend hygrophile Arten (*Vitrina pellucida, Deroceras agreste, Carychium minimum*) hin. Weitere 12 Arten kommen in meist gut vergleichbaren Dichten sowohl in Krumbach als auch in Ottobeuren vor. Von den 7 auf Krumbach bzw. 13 auf Ottobeuren beschränkten Arten sind 17 so selten, dass sie für Gebietsver-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

gleiche nicht relevant sind, auch wenn die meisten dieser seltenen Arten in Ottobeuren im Gegensatz zu Krumbach auf alpine Zuordnungen hinweisen und damit den vergleichsweise feucht-kühlen Charakter der Ottobeurer Flächen andeuten. Damit unterscheiden sich die beiden Gebiete hauptsächlich durch die Vorkommen von *Vertigo pusilla* (Krumbach) und *Bulgarica cana* bzw. *Cochlodina orthostoma* (Ottobeuren) deutlich, was bei den oft sehr kleinräumigen Populationsarealen von Schnecken eine erstaunlich gute Übereinstimmung bedeutet. Auch im Frühjahrs- und Herbstaspekt bleibt diese gute Vergleichbarkeit bestehen (in Handaufsammlungen in Krumbach 32, in Ottobeuren 33 Arten), obwohl hier nur wenige Arten wie etwa *Arion rufus, A. silvaticus, A. subfuscus, Lehmannia marginata, Limax cinereoniger* und *Macrogastra plicatula* in beiden Aufnahmeperioden vergleichbare Suchergebnisse lieferten. Alle anderen Arten (ausgenommen die überwiegend in Streusiebungen nachweisbaren Arten, die nur im Frühjahr erfasst wurden) nahmen zum Herbst hin zum Teil erheblich zu.

Tab. 4: Artenzahlen in verschiedenen Straten und bei verschiedenen Aufnahmemethoden in den untersuchten Testgebieten Krumbach und Ottobeuren (bei Gesamtflächen einschließlich Douglasienbeständen).
Species numbers in the test areas of Krumbach (without Douglas fir stands), Ottobeuren and both (Douglas fir stands included) due to sampling method (litter-screening, floor-pick-up, sweep-net, stem-pick-up).

Gebiet	Bodenstreu Siebung	Bodenoberfläche Handaufsammlung	Bodenvegetation Klopfproben	Baumschicht Handaufsammlung	Gesamtarten
Krumbach	22	19	17	29	40
Ottobeuren	21	21	11	31	42
Gesamtflächen	28	30	24	42	53

3.2.2 Abundanzen

Insgesamt sind die Fangzahlen aus dem Boden-Fallenprogramm laut Tab. 2 in Krumbach mit 2787 Schnecken erheblich höher als in Ottobeuren mit 1781 Schnecken und im Douglasiengebiet mit 1316 Schnecken (nur DOU; auf vergleichbare Fallenzahlen hochgerechnet). Somit bestehen hier beträchtliche Unterschiede zwischen den Gebieten, die sich aber im wesentlichen auf die Dichteunterschiede zwischen den jeweiligen Naturwaldreservaten bzw. Laubholzbeständen zurückführen lassen. Auch bei den Handaufsammlungen bzw. Streusiebungen ist Krumbach fast doppelt so schneckenreich wie Ottobeuren (Tab. 5). Der Douglasienbestand DOU weist standortsbedingt eine vergleichsweise hohe Dichte von kleinen Gehäuseschnecken. Von den Schneckendichten her sind die Untersuchungsgebiete daher nur bedingt vergleichbar.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5: Fangzahlen von Schneckenarten in den 3 Untersuchungsgebieten Mittelschwabens. Im Douglasiengebiet (Nebengebiet zu Krumbach) Zahlen der besseren Vergleichbarkeit wegen mit dem Faktor 4 multipliziert (vgl. Zeitnormierung). Gebietsanteile von über 40 % der Gesamtnachweise durch Fettdruck hervorgehoben. Auf Krumbach beschränkt waren *Vertigo pusilla* (47), *Macrogastra badia* und *Limax spec.* (je 4), *Macrogastra ventricosa* (2) sowie *Arion ater, Cepaea nemoralis* und *Vertigo alpestris* (je 1). Ausschließlich im höher gelegenen Ottobeuren fanden sich *Cochlodina orthostoma* (37), *Bulgarica cana* (12), *Isognomostoma isognomostoma* und *Macrogastra lineolata* (je 5), *Cochlodina fimbriata, Discus ruderatus, Trichia hispida* und *T. villosa* (je 2) sowie *Arion distinctus, Lehmannia rupicola, Limax maximus* und *Trichia sericea* (je 1).
Species distribution in pick-up-samples of Krumbach, Ottobeuren and the Douglas fir area (special area near Krumbach). Species restricted to Krumbach or Ottobeuren not included (see above).

Art	Krumbach	Douglasien	Ottobeuren
Arion intermedius	3		1
Cepaea hortensis	2		1
Trichia rufescens	2		1
Macrogastra plicatula	**91**		48
Fruticicola fruticum	14		10
Clausilia cruciata	**316**		**244**
Lehmannia marginata	**73**		**63**
Balea biplicata	7		6
Arianta arbustorum	**132**		**124**
Cochlicopa lubrica	1		1
Discus rotundatus	**264**	44	**114**
Arion subfuscus	**282**	40	**196**
Limax cinereoniger	**141**	64	**137**
Aegopinella nitens	58	12	3
Arion rufus	**264**	**112**	89
Euconulus fulvus	**132**	**112**	74
Perforatella incarnata	**174**	**168**	**138**
Vitrea crystallina	12	8	
Carychium tridentatum	19	16	4
Columella aspera	**616**	**664**	**241**
Punctum pygmaeum	**197**	**368**	**113**
Nesovitrea hammonis	**387**	**696**	**92**
Vertigo substriata	34	68	1
Aegopinella pura	5	16	5
Aegopinella nitidula	20	44	7
Columella edentula	**318**	**644**	
Acanthinula aculeata	41	**252**	3
Vitrina pellucida	1	28	
Deroceras agreste		52	
Carychium minimum		48	
Semilimax semilimax	3	16	17
Deroceras rodnae	54	68	83
Lehmannia spec.	14	28	67
Malacolimax tenellus	97	36	**142**
Arion silvaticus	**42**		48
Cochlodina laminata	**150**		**226**
Summe	4026	3604	2370

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3.2.3 Gefährdungspotentiale und ökologische Kennwerte

Noch deutlicher unterscheiden sich die Gebiete beim Gefährungspotential und bei verschiedenen ökologischen Kennwerten (Tab. 6), wie sie zur Beurteilung von naturschutzfachlichen Indikationen herangezogen werden können. Im Untersuchungsraum weisen vor allem Vorkommen von Arten mit alpin orientiertem Arealtyp (bzw. von Arten, die in Bayern schwerpunktmäßig im Alpenraum verbreitet sind) sowie von Feuchtbiotope bevorzugenden Arten (Bezug zu §13d Bay NatSchG) auf naturschutzfachlich bedeutsame Sonderbedingungen hin.

Bezüglich der Anteile von Rote-Liste-Arten (vgl. Tab. 3) an der Gesamtzönose sind in allen Untersuchungsgebieten die Werte relativ hoch, was aber im wesentlichen auf die Windelschneckenarten aus den Klopfproben zurückzuführen ist. Ohne diese bisher nur selten eingesetzte Analysenmethode lägen die Anteile nur bei rund 20 % und damit im Bereich vergleichbarer Untersuchungen wie z.B. an der Unteren Alz (17%; vgl. AMMER & UTSCHICK 1997). Dies gilt besonders für Krumbach. Das Douglasiengebiet weist dagegen deutlich höhere Anteile auf, diese aber fast ausschließlich bei nur potentiell gefährdeten Arten der Gefährungsstufe 4. Im Gegensatz dazu sind die Anteile gefährdeter Arten in feuchtkühleren und näher an den Alpen gelegenen Ottobeuren vergleichsweise gering. Bei den dort auftretenden Tieren handelt es sich dafür aber viel häufiger um stark gefährdete Arten bzw. solche mit schwerpunktmäßig alpiner Verbreitung. Ansonsten erreichen hier weitverbreitete, europäisch-kontinentale Arten vergleichsweise hohe Anteile. Im Douglasiengebiet fallen dagegen höhere Anteile eher atlantisch-westeuropäischer Arten auf, die nicht selten auch in anderen wichtigen „Schneckenregionen" Bayerns wie etwa dem Jura oder im Donau- und Maintal auftreten.

Über den von den einzelnen Schneckenarten bevorzugten Habitattyp sind vor allem Hinweise zu erhalten, wie sich standorts- und waldstrukturbedingte Gebietsunterschiede auf die Schneckenzönosen auswirken. Tab. 6 zeigt deutlich, dass der Douglasien-Testbestand DOU besonders viele Tiere vorhält, die auf Sümpfe oder Feuchtlebensräume angewiesen sind bzw. offene Waldstrukturen bevorzugen. Tatsächlich ist dieser Testbestand relativ offen und weist randlich eine große Sturmwurflücke auf. In Ottobeuren mit seinen reifen, geschlossenen Waldarealen erreichen dagegen obligate Waldschnecken und Feuchtwaldarten überdurchschnittlich hohe Anteile. In Krumbach fallen Schneckenarten wie *Vertigo pusilla* oder *Magrogastra badia* auf, die nach FALKNER (1990) schluchtartige bzw. felsdurchsetzte, reife Wälder (W(Wf/Ws)) bevorzugen. Diese Gruppe konzentriert sich aber fast ausschließlich auf die sehr starken Bäume im Naturwaldreservat Seeben.

Bei der Größenklassenverteilung ausgewachsener Schnecken weist im Douglasiengebiet die auffällig hohe Dominanz kleiner bis sehr kleiner Arten und der weitgehende Ausfall von größeren Nacktschnecken trotz der für Schnecken nicht ungünstigen, relativ feichten und offenen Verhältnisse auf klassische Probleme mit einem Neophyten hin. Ähnliche Effekte eine Miniaturisierung zeigten sich bei Anthropoden (vgl. AMMER et al. 2002, Teil 4). In Ottobeuren mit seinen oberflächlich durchschnittlich stärker versauerten Standorten erreichen dagegen große Arten vergleichsweise hohe Anteile.

In Hinblick auf Gefährdungspotentiale und ökologische Typisierungen sind somit die Ergebnisse in den Einzelgebieten nur bedingt regionalisierbar.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 6: Gefährdungspotentiale und ökologische Kennwerte (vgl. Tab. 3) der Schneckenzönosen in den 3 mittelschwäbischen Untersuchungsgebieten. Im Douglasiengebiet Individuenzahlen der besseren Vergleichbarkeit wegen (zeitnormierte Bestandsaufnahme) mit dem Faktor 4 multipliziert (nicht Artenzahlen). Größen mit überdurchschnittlich hoher Repräsentanz in einem Gebiet durch Fettdruck hervorgehoben.
Endangered and indicator species (numbers, proportions) in pick-up-samples of Krumbach, Ottobeuren, the Douglas fir area (special area near Krumbach) and in total. Diagnostic values bold.

	Krumbach		Douglasien		Ottobeuren		Gesamtgebiet	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Gefährdungspotential								
Zahl gefährdeter Arten	14		9		15		21	
gefährdete Individuen	1721	43	1952	54	726	31	2935	40
Gefährdungsstufe 2	35	0,9	68	1,9	52	2,2	104	1,4
Gefährdungsstufe 3	437	11	164	5	336	14	814	11
Gefährdungsstufe 4	1249	31	1720	48	338	14	2017	28
Arealtyp								
alpin (kühl und feucht)	472	12	216	6	362	16	888	12
atlantisch-westeuropäisch (feucht)	1613	40	1812	51	565	25	2631	37
europäisch-holarktisch (kontinental)	1923	48	1548	43	1376	60	3686	51
Verbreitungsschwerpunkt in Bayern								
Alpenraum	60	1,5	68	1,9	136	5,9	213	3
andere Schwerpunktgebiete Restbayerns	1661	41	1884	53	588	25	2720	38
Arten ohne Verbreitungsschwerpunkte	2287	57	1624	45	1579	69	4272	59
Habitattyp								
Sümpfe			25	3			25	0
Feuchtlebensräume	338	8	660	18	5	0	508	7
Feuchtwälder	57	1	68	2	84	4	158	2
Wald mit Felsen (hier Starkbäumen)	52	1			1	0	53	1
Wald allgemein	3097	77	2240	63	2007	87	5664	79
offener Wald, Waldränder (Ubiquisten)	464	12	508	14	206	9	797	11
Größenklassen								
Arten bis 2,5 mm	958	24	1416	40	363	16	1675	23
Arten bis 5 mm	1050	26	1648	46	462	20	1924	27
Arten bis 10 mm	1280	32	280	8	728	32	2078	29
Arten über 10 mm	720	18	232	6	750	33	1528	21

3.2.4 Stratifizierung

Eine Stratifizierung der Fänge (Tab. 7) kann helfen, die bei den ökologischen Kenngrößen vorgefundenen Unterschiede zu erklären. Im Douglasiengebiet wurden von den überwiegend sehr kleinen Arten nur Bodenstreu und Bodenvegetation intensiv besiedelt. Die Handaufsammlungen ergaben dagegen kaum Schnecken, was am Boden vermutlich auch eine Folge der erschwerten Einsehbarkeit (dichtes Seegras) war. Da aber auch an Bäumen kaum Schnecken angetroffen wurden, muss von einem Ausfall vieler Schneckenarten in beiden Straten ausgegangen werden.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

In Ottobeuren waren die Verhältnisse umgekehrt. Hier waren die für die Schnecken wichtigsten Waldstraten Bodenoberfläche und Baumschicht. Letztere ist anscheinend bei den feucht-kühleren Verhältnissen im Durchschnitt leichter nutzbar ist als im trokken-wärmeren Krumbach (relativ ausgeglichene Besiedlung aller Straten), obwohl die Klimaunterschiede nicht sonderlich stark sind.

Zusammenfassend zeigt es sich, dass die Schneckenzönosen der untersuchten Teilgebiete zwar von der Artenzusammensetzung her sehr ähnlich sind, sich aber in naturschutzfachlich entscheidenden Komponenten wie etwa Populationsgrößen, Gefährdungspotentialen, ökologischen Kennwerten, Stratifizierung (vertikale Nischenverteilung) oder Größenklassen zum Teil beträchtlich unterscheiden. Aus den einzelnen Teilgebieten gewonnene Erkenntnisse und Bewertungen sind damit nur bedingt regionalisierbar. Analysen auf Bestandsniveau müssen klären, ob dies grundsätzlich gilt oder nur die Folge von Sonderbedingungen bei einzelnen Testbeständen ist. In diesem Fall könnten Ergebnisse wenigstens in Teilbereichen (z.B. nur Nadel- und Mischwald) allgemeingültig sein.

Tab. 7: Häufigkeit von Schnecken in verschiedenen Straten der drei Testgebiete. Im Douglasiengebiet Zahlen der besseren Vergleichbarkeit wegen (zeitnormierte Bestandsaufnahme) mit dem Faktor 4 multipliziert. Straten mit überdurchschnittlich hoher Repräsentanz in einem Gebiet durch Fettdruck hervorgehoben.
Snail abundances in the test areas of Krumbach, Ottobeuren, the Douglas fir area and in total due to sampling method (litter-screening, floor-pick-up, sweep-net, stem-pick-up). Diagnostic values bold.

	Krumbach		Douglasien		Ottobeuren		Gesamtgebiet	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Bodenstreu-Siebungen	926	23	1568	44	385	16	1703	23
Handaufsammlungen Boden	368	9	336	9	462	19	914	13
Bodenvegetation-Klopfproben	1235	31	1544	43	395	17	2016	28
Handaufsammlungen Baumschicht	1497	37	156	4	1128	48	2664	36
Summe	4026		3604		2370		7297	

3. 3 Vergleich der einzelnen Testbestände

Durch einen Vergleich der Schneckenzönosen der Testbestände soll geklärt werden, wie sich Bestandsform, Naturnähe und Bewirtschaftungsintensität in einem Waldtyp-Gradienten von Naturwaldreservaten bis hin zu Neophytenforsten auf Schnecken auswirken. Durch Paarvergleiche (z.B. Fichtenbestände KFI/OFI) lassen sich zudem die in 3.2 vorgefundenen Ergebnisse weiter diversifizieren.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3.3.1 Artenzahlen

Der malakologische Artenreichtum (Handaufsammlungen, Streusiebungen) ist im Prinzip in allen Bestandstypen relativ ähnlich (Tab. 8). Lediglich im Naturwaldreservat Seeben (KNW) und im Ottobeurer Laubholzbestand (OLB) sind die Artenzahlen deutlich höher und in einem Bereich, wie er in bodensaueren nordfränkischen Naturwaldreservaten durchaus üblich ist (z.B. HELFER 2000). Hinzu kommt zumindest im Bodenstreubereich der Douglasienbestand (DOU). Diese drei Bestände sind innerhalb des mittelschwäbischen Testflächensets von ihren Standorteigenschaften her als besonders gut nährstoffversorgt anzusprechen (hohe pH-Werte, Basensättigung und Kationenaustauschkapazität für Ca bei geringem C/N-Verhältnis; vgl. AMMER et al. 2002, Teile 1/2 und 3/1), während die übrigen Krumbacher Testflächen deutlich, die restlichen Ottobeurer Bestände und DFI erheblich ungünstigere Standortbedingungen im Oberboden aufweisen. Überregional wirkt sich der Standort offensichtlich massiv auf den Schneckenartenreichtum aus. So können auf basischen Böden in bayerischen Naturwaldreservaten sogar bis zu 57 Arten nachgewiesen werden (STRÄTZ 1999).

In KNW und OLB sind die hohen Artenzahlen vor allem auf die reichhaltigere Fauna in Bodenstreu, Mulm und Moosbehängen (Streusiebungen) zurückzuführen bzw., wie auch im Ottobeurer Naturwaldreservat, auf die verstärkte Nutzbarkeit starker Laubbäume (Handaufsammlung Baumschicht). Auffällig artenarm ist die Baumschneckenfauna im Douglasienbestand. Ansonsten sind die Artenzahlen besonders in den nadelholzreichen Beständen mit 20 bis 26 Arten überraschend hoch. In montanen Fichtenforsten der Schwäbischen Alb lagen die Artenzahlen trotz der kalkreichen Böden nur bei 13 bis 20, gegenüber 28 bis 30 Arten in benachbarten Buchenbeständen (LA FRANCE et al. 1996), in der Rhön zum Teil nur bei 8 Arten (HELFER 2000). STRÄTZ (1999) geht in Fichten-Reinbeständen wegen der hier schneckenfeindlichen, bodensaueren Nadelstreu und dem weitgehenden Fehlen verwertbarer Nahrung (am ehesten noch Pilze) von um bis zu 90 % reduzierten Artenspektren aus, wobei die Schnecken hier auch ungleichmäßiger verbreitet sind als in Laubholzbeständen und meist nur 1/3 der Dichten von Laubholzflächen erreichen (LA FRANCE et al. 1996). Auch bei den Gehäuseschnecken, die in buchenbe-

Tab. 8: Schnecken-Artenzahlen in verschiedenen Straten der 9 Testbestände. Überdurchschnittlich hohe Werte durch Fettdruck hervorgehoben.
Species numbers in the test stands due to sampling method (litter-screening, floor-pick-up, sweep-net, stem-pick-up). Diagnostic values bold.

Bestand	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
Bodenstreu-Siebungen	**15**	12	11	10	**19**	8	6	**18**	10
Handaufsammlung Boden	13	11	14	**16**	13	12	10	**20**	13
Klopfproben Bodenvegetation	8	7	9	8	**14**	3	7	9	5
Handaufsammlung Baumschicht	10	17	16	15	**20**	16	17	**25**	**22**
Summe	23	26	21	24	**31**	20	21	**35**	25

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

stimmten europäischen Laubwäldern meist 10 bis 27 Arten aufweisen (FUCHS 1990), liegen die mittelschwäbischen Testflächen mit 12 (OFI) bis 23 Arten (KNW, OLB) im Durchschnittsbereich. Möglicherweise ist der relativ hohe Artenreichtum der hochproduktiven, mittelschwäbischer Fichtenwälder auf die hier durchaus wirtschaftlichen, großen, geschlossenen Waldkomplexe zurückzuführen, während Wälder andernorts mit agrarischen Landnutzungsformen nicht konkurrieren konnten und daher stark zergliedert wurden. Für die meisten waldspezifischen Schneckenarten sind große Waldareale unabdingbar für nachhaltig vitale Populationen. Schon Waldweide kann zu massiven Ausfällen führen (vgl. HELFER 2000).

3.3.2 Abundanzen

Während der Artenreichtum eher die Nischenvielfalt in einem Bestand charakterisiert, spiegeln die Schneckenabundanzen die Qualität dieser Nischen wider. Im Nacktschneckenbereich sind besonders die Bodenfallenfänge geeignet, quantitative Bewertungen vorzunehmen. **Abb. 1** zeigt die Fangergebnisse der 10 Testflächen für die Jahre 1999 und 2000. Nur das Naturwaldreservat Seeben (KNW) und der davon ca. 300 m entfernte Laubholzbestand (KLB) weisen unabhängig von der witterungsbedingten Gunst einzelner Jahre hohe Nacktschneckendichten auf, wobei hier im Jahr 2000 in Glykolfallen sicher noch erheblich höhere Dichten aufgetreten wären. Ob dies bei KLB eine Folge des hohen Eichenanteils oder eines Verbundeffekts mit KNW als Spenderfläche ist, läßt sich ohne Zusatzuntersuchungen (Markierungen, Schneckendichten in Nachbarbeständen etc.) nicht klären. Im Gegensatz zu den meisten kleinen Gehäuseschnecken können Nacktschnecken rasch relativ große Distanzen überwinden (vgl. z.B. UTSCHICK 1990).

Verglichen mit diesen beiden Laubholzbeständen sind vor allem die Nadelholz-Reinbestände (DOU, DFI, KFI, OFI) schnekkenarm. Die Mischbestände (KMI, OMI) und auch das Ottobeurer Naturwaldreservat (ONW) stehen dazwischen. Somit ist eine sehr deutliche Reaktion der Schneckendichten in Bodenfallen auf den untersuchten Naturnähegradienten nachzuweisen, vor allem im Bereich Krumbach (KFI, KMI, KLB, KNW). In Douglasien- und relativ offenen, waldrandnahen Fichtenbeständen wie KFI können Nacktschnecken nicht von günstigen Jahreswettergängen wie im Jahr 2000 profitieren. In KFI bleibt dabei unklar, ob die 2000 niedrigeren Bestände die Folgen eines Sturmwurfes mit zahlreichen Lücken (stärkere Oberboden-Austrocknung) sind oder ob 1999 die Zahlen leicht überhöht waren, weil eventuell im trockenen Herbst dieses Jahres vermehrt Schnecken aus dem angrenzenden Agrarland eingewandert sind. Bei OLB sind die sehr geringen Schneckendichten des Jahres 2000 vermutlich eine direkte Folge einer flächigen Bodenabdekkung (Matten zur Saatgutgewinnung im Spätherbst 1999). Die Bodenqualität selbst scheint dagegen für die dominanten Nacktschnecken von eher untergeordneter Bedeutung zu sein, wie die niedrigen Schneckendichten an den „guten" Standorten DOU und OLB zeigen.

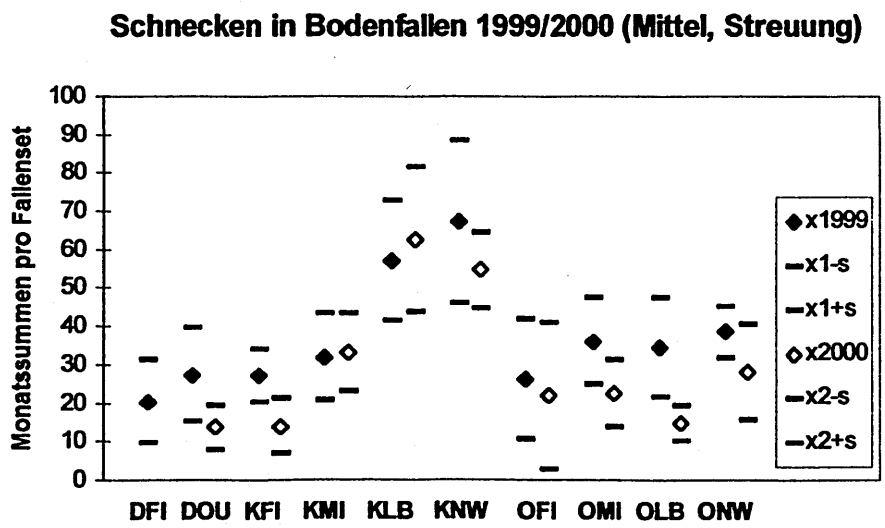
Die Handaufsammlungen und Streusiebungen weisen ebenfalls KNW mit zusammen 1576 Tieren als den mit Abstand schneckenreichsten Bestand aus (Abb. 2), wobei hier vor allem Schnecken in der Bodenvegetation und an Bäumen den Wert bestimmen. Die Bodenoberfläche ist beson-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ders in Laubholzbeständen (KLB mit insgesamt 807, OLB 915 Tieren) dicht mit Schnekken besiedelt, eventuell eine Folge der flächigen Laubstreuauflage, während die Laub- bzw. Nadelstreuauflagen in KNW und auch DOU (insgesamt 901 Schnecken) durch dichte Seegrasvegetation überschirmt werden. Bei den Streusiebungen weisen die pro Gebiet sehr ähnlichen Werte in Fichten-Rein- und Mischbeständen (KFI/KMI, OFI/OMI) darauf hin, dass hier die unterschiedlichen Gebietsbedingungen eine Rolle spielen. Hohe Standortsqualitäten sind dagegen für die hohen Schneckendichten aus dieser Schicht in DOU und OLB verantwortlich (Vergleich mit ONW; insgesamt 642 Schnecken), während sich diese Standortunterschiede erstaunlicherweise bei KNW (Vergleich mit KLB) kaum niederzuschlagen scheinen. Bei OFI/OMI sind die tatsächlichen Dichten aufgrund methodischer Probleme bei der Datenerhebung (Klopfproben) vermutlich etwas höher als angegeben (insgesamt 459 bzw. 354 Schnecken). Die Dichten in KFI/KMI (insgesamt 689 bzw. 952 Tiere) werden aber sicher nicht erreicht.

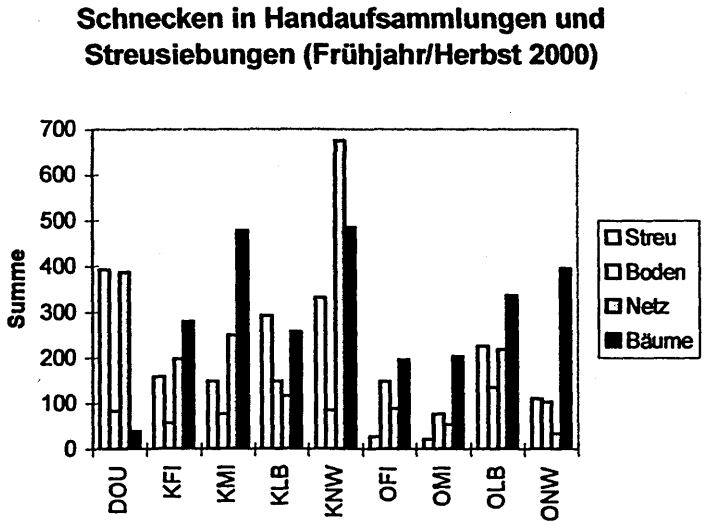
In Ottobeuren nehmen baumbewohnende Schnecken mit steigenden Laubholzanteilen bzw. höheren Totholzvorräten (Naturwaldreservat) deutlich zu. Der vergleichsweise geringe Baumschnecken-Wert in KLB deutet wie schon bei den Pilzen (vgl. AMMER et al. 2002, Teil 2/3) auf Mängel beim Totholzangebot hin.

Abb. 1: Vergleich der Schneckendichten in je 8 Bodenfallen der 9 Testbestände 1999 (5 Leerungen, Fangflüssigkeit Äthylenglykol) und 2000 (7 Leerungen, Fangflüssigkeit Kupfersulphat). x = Mittelwerte, s = Standardabweichung. Leider wurde im September 1999 die Fangflüssigkeit gewechselt (Ersatz des Schnecken attrahierenden Äthylenglykols durch eher schnekkenneutrale Kupfersulfatlösung), was die beiden Serien nur bedingt vergleichbar macht. Außerdem wurde 2000 auch im Frühjahr gefangen (7 statt 1999 nur 5 Fangmonate).
Snail abundance (mean, standard deviation) within the test stands (80 barber traps; in 1999 may-oct, in 2000 mar-oct; in 1999 from may-jul a snail attracting conservation liquid was used).



© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2: Schneckenabundanzen in verschiedenen Straten der Testbestände. Unter „Streu" sind sowohl Bodenstreu als auch oberste Bodenschichten, Moosbehänge von Stubben und Stammfüßen als auch Mulmproben zusammengefasst (Kleinschnecken aus Siebungen). „Boden" und „Bäume" beziehen sich auf Handaufsammlungen an Bodenoberfläche bzw. Baumstämmen. Klopffänge mit dem Netz charakterisieren die Schneckendichte in der Bodenvegetation.
Snail abundance within the pick-up-samples (litter-screening, floor, sweep-net, stems).



3.3.3 Ähnlichkeit der Schneckenzönosen

Um die Ähnlichkeit der Schneckenzönosen (kombinierte Handaufsammlungen, Klopfproben und Streusiebungen) zwischen den verschiedenen Testbeständen visualieren zu können wurden im Rahmen einer multidimensionalen Skalierung deren Euklidische Distanzen ermittelt (Abb. 3). Die Berechnungen erfolgten auf der Basis von 22 häufigeren Arten sowie 7 Artengruppen mit zusammen 31 Arten, die mit Hilfe taxonomischer und ökologischer Kenngrößen klassifiziert wurden. Stresswert (unter 0,2) und RSQ-Wert (nahe 1,0) zeigen die Zuverlässigkeit der Ordination an.

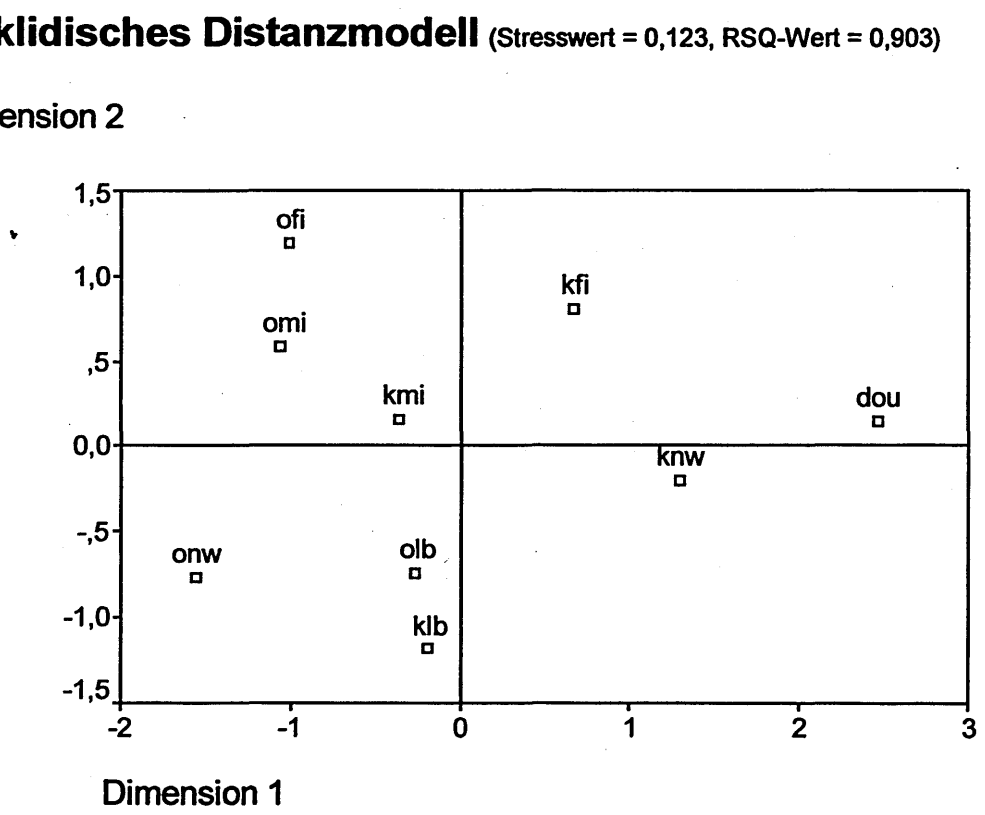
Das Distanzmodell sortiert in Dimension 2 laubholzreiche und nadelholzreiche Bestände auseinander, wobei gebietsübergreifend vor allem die beiden Laubholzbestände und Mischbestände hohe Ähnlichkeiten aufweisen, die damit auf für diese Waldbestandskategorien allgemein gültige Parameter zurückzuführen sein dürften. In Dimension 1 wird vor allem die Dichte und Höhe der Bodenvegetion als Ausdruck der Standortqualität abgebildet. KNW und DOU kommen sich wegen ihrer hier großen Ähnlichkeit (Seegrasbestände) sehr nahe, wobei dieses Stratum, das durch die Klopfproben sehr effektiv abgefangen werden kann, sicher im Vergleich mit den anderen Straten überproportional in die Analyse eingeht. Bei Ausschluss dieses Stratums rückt KNW an die Laubholzbestän-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

de heran und DOU erscheint wie schon bei den Vögeln (vgl. AMMER et al. 2002, Teil 5/2) stark isoliert. Die relativ große Distanz zwischen OFI und KFI ist eventuell auf Auswirkungen des Orkans Lothar in KFI zurückzuführen.

Insgesamt unterstreicht aber Abb. 3, dass im Gegensatz zu den Gesamtabundanzen (vgl. Abb. 1, Abb. 2) weniger gebietstypische Parameter die Zusammensetzung von Schneckenzönosen bestimmen (keine Sortierung nach Krumbach und Ottobeuren), sonders vielmehr Bestandsausprägungen (Bestandspaare) mit ihren Folgen für schneckenrelevante Mikrohabitate, wobei vor allem dichte Bodenvegetation stark beeinflussend wirken kann.

Abb. 3: Multidimensionale Skalierung der 9 Testbestände anhand ihren Schneckendichten (Ganzjahresaspekt über alle Straten; Handaufsammlungen und Bodenstreu-Siebungen).
Snail community analysis to evaluate the similiarity between the test stand communities (total pick-up-samples).



© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 9: Häufigkeit gefährdeter Arten in den 9 Testbeständen (Handaufsammlungen und Siebungen). RLB bzw. RLD: Gefährdung nach der Roten Liste für Bayern bzw. Deutschland.
Abundance of endangered species (Bavarian and German Red data books) in the test stands (pick-up-samples).

Art	RLB	RLD	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW	Summe
Bulgarica cana	2	2								3	9	12
Discus ruderatus	2	2						2				2
Vertigo alpestris	2	3		1								1
Vertigo substriata	2	3	17	7			27		1			52
Cochlodina orthostoma	2	3						2	2	11	22	37
Cochlodina fimbriata	3	3						1		1		2
Vertigo pusilla	3	V			1		46					47
Clausilia cruciata	3	V		30	143	63	80	10	18	129	87	560
Deroceras agreste	3	V	13									13
Deroceras rodnae	3		17	3			51	7	12	38	26	154
Aegopinella nitidula	3		11	4	3	5	8			7		38
Lehmannia rupicola ?	4S	R						1				1
Macrogastra badia	4S	R					4					4
Arion ater	4R	V					1					1
Arion rufus	4R	V	28	8	79	112	65	40	23	9	17	381
Acanthinula aculeata	4R		63	1		18	22			3		107
Carychium minimum	4R		12									12
Columella edentula	4R		161	5	3		310					479
Columella aspera	4S		166	157	212	72	175	88	31	106	16	1023
Arion intermedius	4S			3						1		4
Trichia rufescens	4S				2						1	3
Trichia villosa		V								1	1	2
Artenzahl			9	10	7	5	11	8	6	11	8	21
Summe gefährdeter Individuen			488	219	443	270	789	151	87	309	179	2935
Anteil gefährdeter Individuen (%)			54	32	47	33	50	33	25	34	28	40
Summe Gefährdungsstufe 2			17	8	0	0	27	4	3	14	31	104
Summe Gefährdungsstufe 3			41	37	147	68	185	18	30	175	113	814
Summe Gefährdungsstufe 4			430	174	296	202	577	129	54	120	35	2017

3.3.4 Gefährdungspotentiale und ökologische Kennwerte

Reich an gefährdeten Arten sind vor allem das Naturwaldreservat Seeben (KNW) und der Ottobeurer Laubwaldbestand (OLB). Hohe Anteile an der Zönose erreichen gefährdete Arten aber nur in KNW sowie in DOU und KMI (Tab. 9), wobei bei den nadelholzreichen Beständen nur potentiell gefährdete Arten wie etwa *Columella aspera* dominieren. Stark gefährdete Arten haben dagegen ihren Schwerpunkt in den Naturwaldreservaten (ONW, KNW), wobei sich die Artenspektren zwischen den beiden Gebieten stark unterscheiden.

Auch die Verteilung ökologischer Kennwerte von Schneckenarten (vgl. Tab. 3) ist gut geeignet, die unterschiedliche Bedeutung der 5 untersuchten Waldbestandskategorien für Schnecken zu beleuchten. So fehlen z.B. in Mittelschwaben Schnecken mit alpinem Arealtyp in Douglasien- oder Fichten-Rein-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

beständen weitgehend, und Schneckenarten unterschiedlicher Arealtypen, deren Verbreitungsschwerpunkt in Bayern im Alpenraum liegt, finden sich auf den Untersuchungsflächen fast nur in den beiden Naturwaldreservaten und in OLB (Abb. 4, Tab. 10). Arten besonders wertvoller Feucht- oder Felswaldtypen besiedeln vor allem DOU (Feuchtstandorte) und KNW (Refugium infolge der hohen Starkholzvorräte), Ubiquisten aus offenen Wäldern und Waldrändern KLB (vgl. ähnliche Effekte bei Pilzen im Nahbereich der Forststraße in AMMER et al. 2000, Teil 2/3) und DOU (weitständige, unterholzarme Bestandstruktur mit verjüngten Sturmwurflücken).

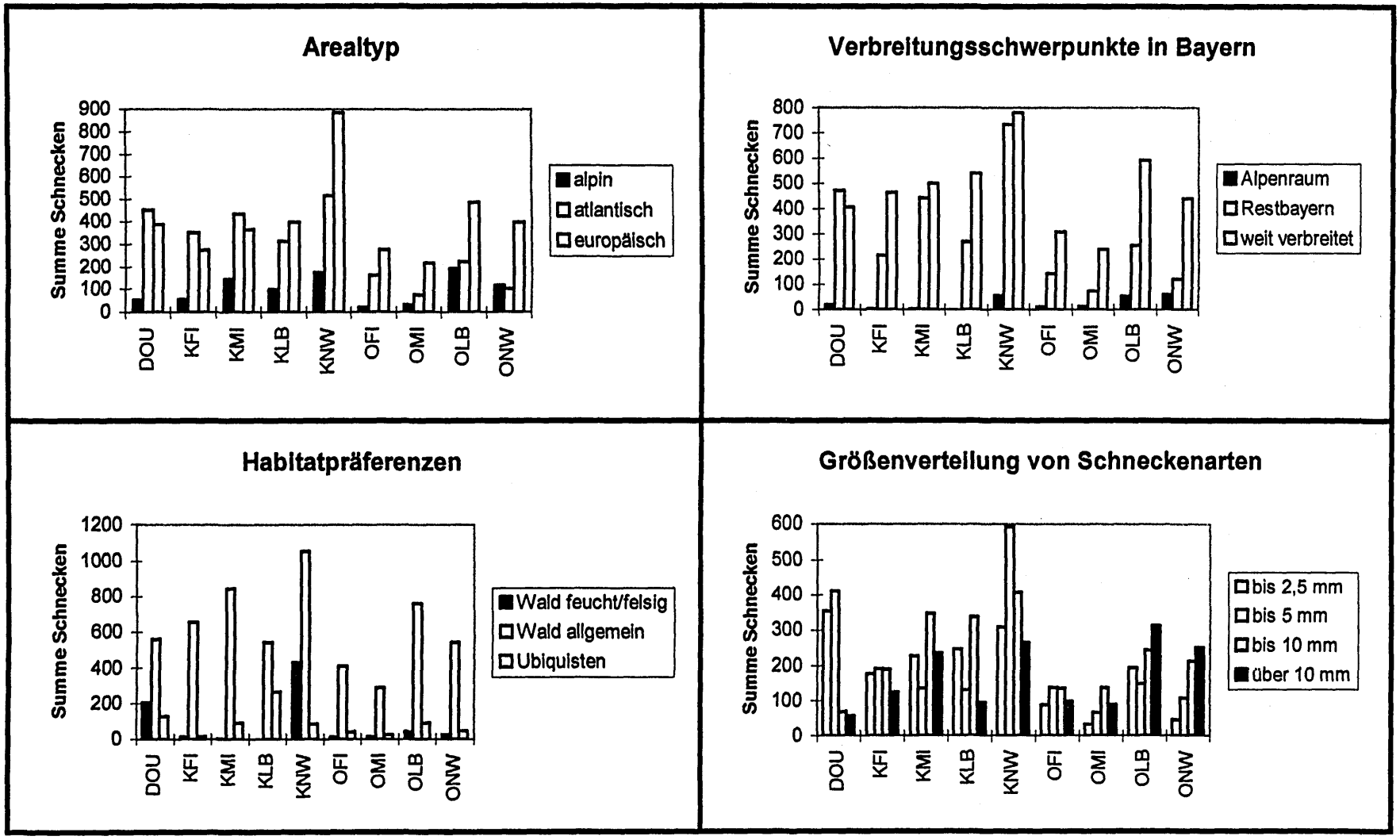
Für diese Präferenzunterschiede sind sowohl standörtliche als auch reifebedingte und vom Waldtyp abhängige Parameter verantwortlich. Typische Waldarten, darunter viele typisch europäische oder kontinentale Arten, dominieren sehr stark im Krumbacher Fichten-Rein- bzw. Fichten-Mischbestand sowie in den Ottobeurer Flächen. In feuchtkühlen, nadelholzreichen Waldbeständen scheinen neben eher dem Offenland zuzuordnenden Schnecken sogar viele ubiquitäre Arten Probleme zu bekommen, besonders, wenn die Waldkomplexe wie in Ottobeuren sehr groß sind. Bei der Verteilung von Größenklassen ist eine deutliche Konzentration großer Schnekken auf die beiden Naturwaldreservate und OLB erkennbar, sodass eventuell diese gut regionalisierbare Variable zur Charakterisierung von Schneckenlebensräumen in Wäldern herangezogen werden könnte.

Tab. 10: Prozentanteile von Schneckengruppen mit ähnlichem Ökotyp in den 9 Testbeständen Mittelschwabens. Überdurchschnittliche Werte durch Fettdruck hervorgehoben.
Proportions of ecological snail guilds in the test stands (european and bavarian distribution type, habitat preferencies, size classes). Diagnostic values bold.

	Summe	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
Arealtyp										
alpin	12	6	8	15	12	11	5	10	21	19
atlantisch-westeuropäisch	37	51	51	46	39	33	35	24	25	17
europäisch-kontinental	51	43	40	39	49	56	60	67	54	64
Verbreitung in Bayern										
Alpenraum	3,0	1,9	0,4	0,2		3,5	2,4	4,3	5,9	9,4
andere Schwerpunktgebiete	38	53	32	47	33	47	31	22	28	19
Habitatpräferenzen										
Sümpfe	0	3								
Feuchtlebensräume	7	18	1	0		21			0	0
Wald mit Felsen	1		0	0		3	0			
Feuchtwälder	2	2	1			3	2	4	4	4
Wald allgemein	79	63	96	90	67	67	90	89	85	88
Ubiquisten	11	14	2	10	33	5	9	7	10	8
Größenklassen										
bis 2,5 mm	23	40	26	24	30	20	19	10	22	8
bis 5 mm	27	46	28	14	16	38	30	20	17	18
bis 10 mm	29	8	28	37	42	26	29	42	27	34
über 10 mm	21	6	18	25	12	17	21	28	35	41

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 4: Verteilung ökologischer Kennwerte (Abundanzen von Schneckengruppen) in den 9 Testbeständen Mittelschwabens (Handaufsammlungen und Siebungen).
Ecological characteristics (european and bavarian distribution, habitat preference, size class distribution) of the snail communties in the test stands.



© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

3.3.5 Altersstrukturen

Inwieweit die Dynamik in Schneckenzönosen vom Waldbestandstyp mitbestimmt wird läßt sich durch den Vergleich von Adult- und Juvenilanteilen in Frühjahr und Herbst abschätzen (Tab. 11). Besonders hohe Jungschneckenanteile haben ganzjährig vor allem DOU und KMI, wobei die stark rückläufige Entwicklung dieser Anteile bis zum Herbst in DOU auf hohe Juvenilmortalitäten und geringe Anteile von sich eher spät entwickelnden Arten hinweisen. Ähnliches gilt wohl auch für KLB, das wie DOU eine größere Lücke im Bestand aufweist. Die Fichten-Rein- und Fichten-Mischbestände unterscheiden sich von allen übrigen Beständen durch im Herbst stark zunehmende Adultdichten, bei den Mischbeständen auch Juvenildichten. Bei den Adulten kann dies auch auf herbstliche Zuwanderung aus Waldrand-/Agrarlandpopulationen zurückgegehen. Allerdings liegen nur die Krumbacher Flächen in Waldrandnähe. Wahrscheinlicher ist, dass sich die Schnecken in nadelholzreichen Beständen später und langsamer entwickeln (vgl. Hinweis auf trophische Probleme in STRÄTZ 1999). Dafür spricht auch, dass die Jungschneckenzahlen im kühleren und feuchteren Ottobeuren auf allen Flächen zum Herbst hin überdurchschnittlich stark ansteigen. Vor allem in spät austreibenden Laubholzbeständen sorgen dagegen, ausreichende Bodenfeuchte wie hier in Mittelschwaben vorausgesetzt, im Frühjahr besonnte, feuchtwarme Laubstreulagen für einen optimalen Schnekkenstart in die Vegetationsperiode (HELFER 2000).

Tab. 11: Dynamik (Quotienten) in der Altersstruktur von Schneckenzönosen der 9 Testbestände. Wichtigste Kenngrößen der Bestände durch Fettdruck hervorgehoben.
Population dynamics (age structure, spring and autumn aspects) within the test stands. Diagnostic values bold.

Quotienten	Summe	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
juvenil/adult (Frühjahr)	2,0	**4,7**	2,6	2,2	**3,0**	1,8	1,0	0,8	1,6	0,9
juvenil/adult (Herbst)	1,3	**1,7**	1,1	1,7	0,7	1,7	0,4	2,0	1,3	1,1
juvenil/adult (Summe)	1,6	**2,8**	1,6	1,8	1,7	1,7	0,6	1,5	1,4	1,0
adult (Herbst/Frühjahr)	1,6	1,7	2,0	2,6	1,3	1,2	3,2	2,8	1,2	1,4
juvenil (Herbst/Frühjahr)	1,0	0,6	0,9	2,0	0,3	1,2	1,4	2,8	1,2	1,4

3.3.6 Saisonale Aspekte

Im Zusammenhang mit den populationsdynamischen Vorgängen ist es auch von Interesse, die Waldstraten zu bestimmen, in denen Verschiebungen besonders stark waren (Tab. 12) bzw. welche ökologischen Gruppen davon besonders betroffen sind (Tab. 13). Am Boden nahmen Schnecken von Frühjahr bis Herbst vor allem in Douglasienbeständen, Fichtenbeständen und Naturwaldreservaten zu (Tab. 12), in der Bodenvegetation und an Bäumen in KMI und den Ottobeurer Flächen, wobei in Ottobeuren die starken Zunahmen von Kleinstschnecken im Bereich der Bodenvegetation vermutlich zum

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Teil methodisch bedingt sind (reduzierte Klopfprobenqualität im Frühjahr). Das verstärkte Auftreten in bodenferneren Waldstraten im Herbst kann nur in Ottobeuren mit den feuchteren Bedingungen zusammenhängen, die vor allem bei gegen Austrocknung sensiblen Nacktschnecken eine Besiedlung exponierter Straten erleichtern.

Ob bei den stärker auf die Bodenoberfläche fixierten Schnecken für die Zunahmen in Naturwaldreservaten und Nadelwäldern unterschiedliche Mechanismen verantwortlich sind, war nicht zu klären. Eventuell spielt dabei der Totholzfaktor eine Rolle. Dafür spricht zumindest die besonders starke Zunahme von Feucht- bzw. Schlucht/Fels-Waldarten in KNW (Tab. 13). In KMI und DOU gehen die herbstlichen Zunahmen dagegen auf höhere Zahlen bei Wald- und ubiquitären Waldrandarten (Zuwanderer?) zurück, wobei es sich wie auch beim ebenfalls waldrandnahen KFI vor allem um große Schnecken (meist Nacktschnecken) handelt. In den Krumbacher Laubholzbeständen (KNW, KLB) sind dagegen eher bis 5 mm Schnecken für hohe Herbstdichten verantwortlich, in den entsprechenden Ottobeurer Beständen solche bis 10 mm.

Zu den bodennahen Nacktschnecken können auch die Barber-Fallenfänge auf ihre dynamische Komponente überprüft werden (Abb. 5). Vergleicht man die Schneckenabundanzen 1999 bzw. 2000 mit den entsprechenden Monatsniederschlägen der Station Neuburg/Kammel (1999 hohe Niederschläge vor allem im Juli/August, 2000 sehr hohe besonders von August bis Oktober; siehe AMMER et al. 2002, Band 1/2;), so korrelieren im 8 km entfernten Untersuchungsgebiet "Krumbach" die Zahlen der epigäisch aktiven Schnecken mit den Wetterdaten relativ gut, während die Niederschlagsverteilung auf den nur 4 km entfernten Douglasienbeständen des Esterhazy-Waldes und auf die 25 km entfernten "Ottobeurer" Flächen kaum Einfluss auf die Bodenfallenfänge zu nehmen scheinen (Rangsummendifferenzen über die Fangmonate beider Perioden; Interpolation der Wetterdaten als Anpassung an die um die Monatsmitte streuenden Leerungstermine). Auffällig dabei ist aber, dass in Krumbacher Naturwaldreservat KNW (und in den beiden Mischbeständen) in beiden Jahren im Juli die höchsten Schneckendichten erreicht werden, während dies im KLB oder im Ottobeurer Naturwaldreservat erst im September geschieht. Die Korrelation mit den Wetterdaten ist dabei in KNW (und in den beiden Mischbeständen) für 1999 besser als für 2000, in KLB, ONW und reinen Nadelholzbeständen wie OFI oder DOU aber umgekehrt. OLB ähnelt hier 1999 KLB (2000 durch Mattenverlegung zur Abschöpfung einer Buchenmast epigäische Schneckendichte gering). Gut zu erkennen ist in Abb. 5 auch die Bedeutung laubholzreicher Bestände (abnehmende Fangaktivitäten von den Naturwaldreservaten bis zu den Douglasienbeständen) und die schon in Mischbeständen im Frühjahr verzögerte Aktivierung der im Boden ruhenden Nacktschnecken (geringe April- und Maidichten vermutlich infolge reduzierter Sonneneinstrahlung bei Nadelholz).

Die Aktivitätsverschiebungen zwischen 1999 und 2000 lassen auch vermuten, dass in naturnahen Beständen wie KNW die Schneckendichten relativ witterungsunabhängig und damit "stabiler" sind als in "suboptimalen", bewirtschafteten Laub- und Mischwäldern, wodurch die Schnecken dort von einen trockenen Sommer wie 1999 viel härter getroffen werden als im naturnahen Bereich. Auch in reinen Nadelholzbeständen profitieren sie von nassen Sommern, dies allerdings erst relativ spät im Jahr (hohe Dichten in OFI 2000 erst im Aug/Sep, 1999 sogar erst im Sep/Okt; vgl. auch herbstliche Optimumsverschiebung in DOU). Da dies im sehr dunklen, dichten OFI und im lichten DOU ähnlich ist, scheinen dafür eher Streuaspekte als Lichteffekte verantwortlich zu sein.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 12: Herbst-Frühjahrs-Quotienten der Schneckendichten in verschiedenen Straten der 9 Testbestände. Überdurchschnittliche Werte durch Fettdruck hervorgehoben.
Population dynamics (spring numbers / autumn numbers) within the test stands due to pick-up-method (floor, sweep-net, stems). Diagnostic values bold.

Quotient Herbst/Frühjahr	Summe	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
Aufsammlung Boden	1,3	2,8	1,5	0,8	1,2	1,5	1,7	0,8	1,1	1,5
Netzfänge	5,1	4,8	3,8	**11,5**	1,3	4,9	7,9	**25,5**	8,5	7,8
Aufsammlung Bäume	2,2	2,0	2,0	4,7	1,4	1,0	3,1	2,8	3,2	2,3

Tab. 13: Veränderungen der Schneckenabundanzen verschiedener ökologischer Gruppen im Jahresverlauf (Quotient Herbst-/Frühjahrszahlen). H = Auftreten nur im Herbst und nur in sehr kleinen Zahlen.
Relation from autumn to spring numbers in pick-up-samples due to habitat preferencies and size class distribution within the test stands. Diagnostic values bold.

Quotient Herbst/Frühjahr	Summe	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
Habitatpräferenzen										
Wald feucht/felsig	7,5	5,4	H	H	-	8,8	1,7	H	**11,7**	5,8
Wald allgemein	2,5	3,7	2,4	4,7	1,5	1,5	3,8	2,2	3,0	2,1
Wald offen / Ubiquisten	1,1	2,6	0,6	3,9	0,9	0,9	0,4	0,6	0,6	0,6
Größenklassen										
bis 2,5 mm	4,6	4,6	3,0	9,6	0,9	3,7	7,5	**30,0**	**25,3**	**12,0**
bis 5 mm	5,4	4,9	4,3	4,8	6,0	6,5	6,5	7,3	3,7	3,5
bis 10 mm	1,6	2,5	1,8	3,0	1,4	0,8	1,1	1,2	2,8	1,9
über 10 mm	2,1	2,7	2,3	5,4	0,6	1,5	2,8	1,8	2,2	1,9

3.3.7 Naturschutzfachliche Orientierungswerte und Zielarten

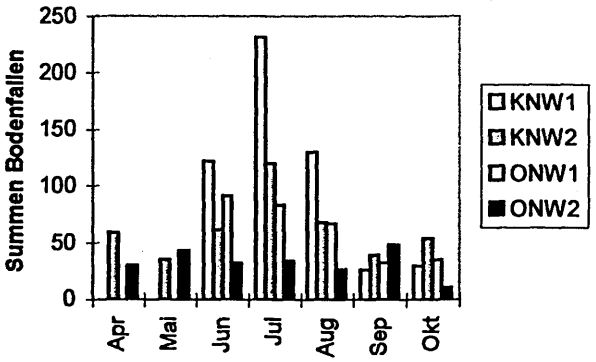
Die Analyse naturschutzfachlicher Zielarten in mittelschwäbischen Fichtenwaldlandschaften muss sich sowohl an Naturnähe-, Seltenheits-, Biodiversitäts- und Nachhaltigkeitskriterien der Schneckenzönosen als auch an Präferenzen von Einzelarten für naturnahe Waldausprägungen (z.B. Habitattypen der FFH-Richtlinie) bzw. Sonderstandorte (z.B. Lebensräume nach §13d BayNatSchG) orientieren.

Zunächst ist zu prüfen, ob sich in Mittelschwaben Schnecken mit hoher Naturnähe-indikation oder solche mit hohem Gefährdungspotential tatsächlich vor allem in den naturnahen Bestandsformen wiederfinden. Welche Arten im Wald als Naturnähezeiger anzusprechen sind definieren vor allem FALKNER (1990) bzw. SSYMANK et al. (1998) in ihrer Zusammenstellung der für FFH-Lebensräume wertbestimmenden Artengruppen (Anhang). Über die Gefährdungspotentiale geben die Roten Listen für Bayern und Deutschland Auskunft (FALKNER 1990, JUNGBLUTH & von KNORRE 1998).

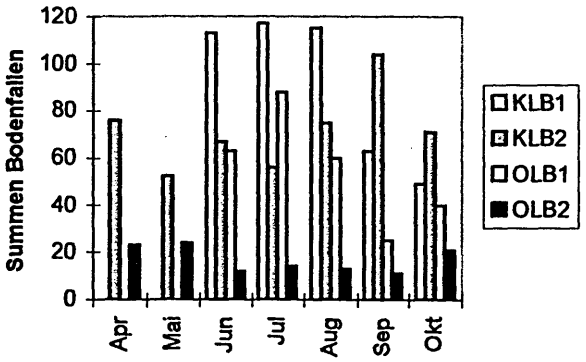
© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 5: Bodenfallen-Schneckenfänge (8 Fallen pro Bestand und Monat) in den 10 Testbeständen Krumbachs (weiß/dunkelgrau) und Ottobeurens (hellgrau/schwarz) in den Jahren 1999 (1) und 2000 (2). Zahlen für Jun-Aug 1999 einer attrahierenden Fangflüssigkeit wegen überhöht.
Development of snail abundance within test stands of the same stand category of naturality (gradient) in 1999 (1) and 2000 (2). Results for jun-aug 1999 (1) oversized due to an snail attracting trap liquid.

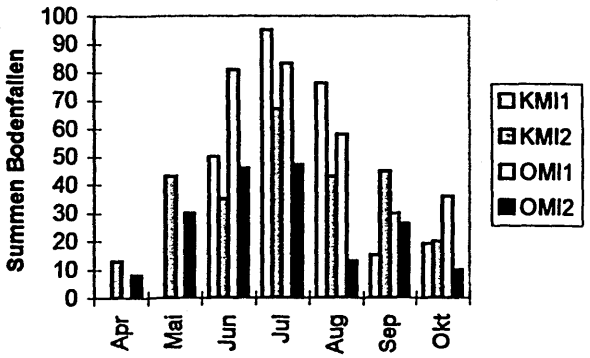
Schnecken in Naturwaldreservaten 1999/2000



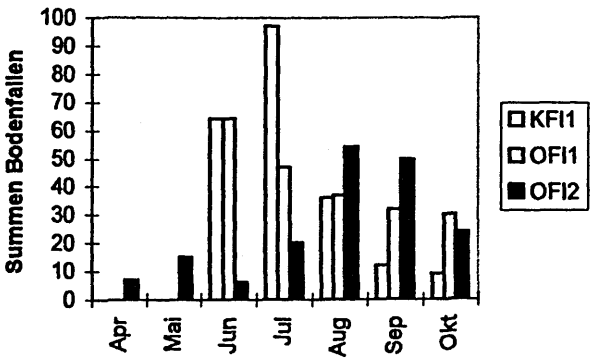
Schnecken in Laubholzbeständen 1999/2000



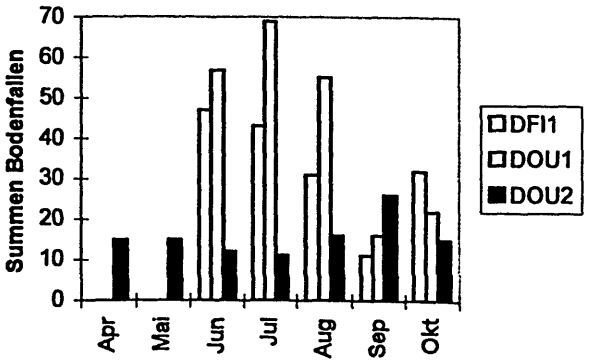
Schnecken in Fichten-Buchen-Mischbeständen 1999/2000



Schnecken in Fichten-Reinbeständen 1999/2000



Schnecken in Douglasienbeständen 1999/2000



© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6 vergleicht die Artenzahlen bzw. Individuensummen aus den Testserien innerhalb des Naturnähegradienten vom Naturwaldreservat bis zum Douglasienforst. Nur in Naturwaldreservaten, aber schon nicht mehr in bewirtschafteten Laubholzbeständen, ist der Artenreichtum an Naturnähezeigern höher als in nadelholzreicheren Waldformen, während man an gefährdeten Arten in Fichten-Reinbeständen fast genauso viele antrifft wie in Naturwaldreservaten. Nimmt man den Individuenreichtum hinzu, dann wird deutlich, dass Naturnähezeiger in fichtendominierten Wäldern nur noch in sehr geringen Dichten erscheinen, gefährdete Arten ohne Naturnähiindikation hier aber sogar häufiger sind als in Laubholzbeständen. Klar wird auch, dass wie im Douglasienbestand Sonderstandorte relativ unabhängig vom Bestandstyp für vergleichweise hohe Dichten von Naturnähezeigern und Rote-Liste-Arten sorgen können.

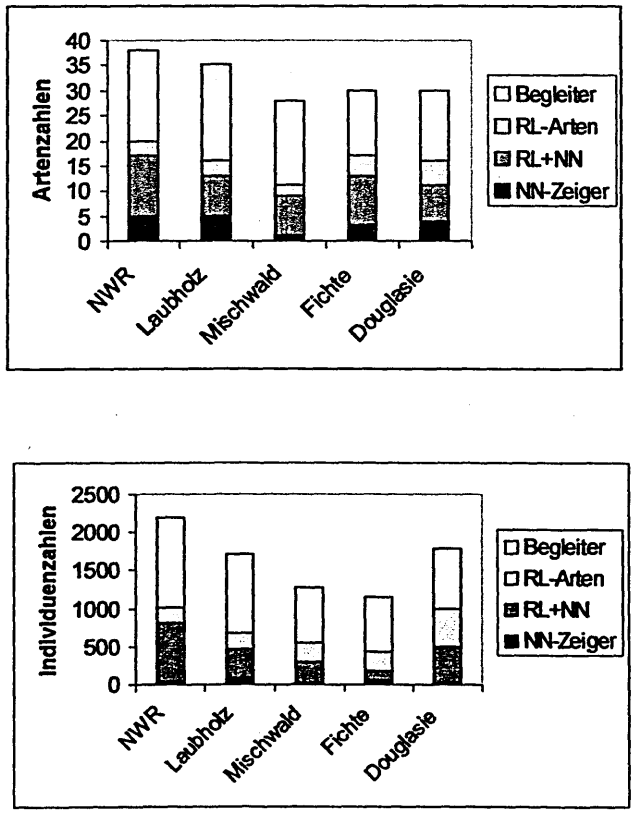
Vom Douglasienbestand abgesehen korrelieren die Individuensummen von Naturnähezeigern und gefährdeten Arten auffällig eng mit den Schneckendichten der ganzen Zönose. Dies lässt vermuten, dass viele anspruchsvollere Arten bereits aus der mittelschwäbischen Fichtenwaldlandschaft verschwunden sind bzw. nur noch in stark ausgedünnten Populationen existieren. Bestätigen lässt sich dies durch das Verhalten von Einzelarten in den getesteten Naturnähegradienten (Tab. 14). Aus diesem sollten sich auch jene Arten ableiten lassen, die sich als Leit- bzw. Zielarten für den Schneckenschutz in Mittelschwaben anbieten. Als Schlüsselarten kommen dabei nur Arten in Frage, die Zeigerfunktion für Naturwaldreservate oder zumindest Laubwaldbestände besitzen und gleichzeitig möglichst vielen der folgenden Kriterien entsprechen, wobei aus Praktikabilitätsgründen eine Reduktion auf wenige Zielarten anzustreben ist:

- starke Affinität zu Wald; Wald sollte wenigstens der Hauptlebensraum dieser Art sein; besondere Bedeutung kommt dabei seltenen oder gefährdeten Waldformen wie Feucht- oder Fels-Wald zu;
- Berücksichtigung regionaler „Spezialitäten"; beim im Voralpenland gelegenen Mittelschwaben erlangen z.B. Arten mit alpinen Arealtyp oder Arten mit anderen Arealtypen, deren bayerischer Verbreitungsschwerpunkt im Voralpenland liegt, besonderen naturschutzfachlichen Wert;
- möglichst stetes Erscheinen in Aufsammlungen ohne Tendenz zu Massenvorkommen (vgl. z.B. RÜETSCHI 1999 im Anhang);
- einfacher, kostengünstiger Nachweis (Handaufsammlung nur von mindestens 5 mm großen Arten statt aufwendigen Boden- oder Streusiebungen mit vielen Kleinstschnecken; Kleinschnecken allenfalls in besonders geeigneten Substraten durch Ausklopfen von Bodenvegetation und Moosbehängen etc.);
- Auftreten einer Art in möglichst vielen naturnahen Testflächen bzw. Waldlebensräumen (vgl. Anhang);
- bei gleichwertigen Schlüsselarten-Alternativen Bevorzugung gefährdeter Arten (Rote Liste).

Von den 11 „Reservatszeigern" in Tab. 14, die ausschließlich oder mit sehr großen Anteilen in den beiden Reservaten erscheinen, erfüllen nur 4 Arten mehrere dieser Bedingungen, von den 13 Laubwaldzeigern nur *Deroceras rodnae*. Auffällig ist dabei, dass bei den Reservatszeigern keine einzige Art in beiden Reservaten, ja nicht einmal in beiden Untersuchungsgebieten auftaucht. Die seltene *Macrogastra badia* und *Vertigo pusilla* sind dabei gute Zielarten für die Krumbacher Untersuchungsflächen, *Cochlodina orthostoma* und *Bulgarica cana* für die Ottobeurer. Dies demonstriert aber auch deutlich, dass Zielartenkonzepte bei Schnecken nur schwer regionalisierbar sein dürften. Die einzige Art, bei der man sich dieses vorstellen könnte, wäre hier der Helle Schnegel *Deroceras rodnae*.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 6: Naturnähezeiger (NN), gefährdete Arten der Roten Listen (RL) und Artenreichtum bzw. Schneckendichten (Gesamtartenspektrum einschließlich Begleiter) in verschiedenen Waldbestandskategorien Mittelschwabens (NWR = Naturwaldreservat). RL+NN = gefährdete Naturnähezeiger.
Indicator species for natural conditions (NN) and from Red-Data-Books (RL), species numbers, and snail abundance within stand categories (gradient) from nature reserve (NWR) to Douglas fir stand.



Bei den übrigen Reservats- und Laubwaldzeigern in Tab. 14 handelt es sich überwiegend um ungefährdete Arten, die häufig neben dem Wald auch offenere Habitate nutzen. Nur wenige von ihren zeigen wenigstens Tendenzen zu Sonderstandorten oder Affinitäten zum Alpenraum (z.B. *Carychium tridentatum, Aegopinella nitens, Isognomostoma isognomostoma, Semilimax semilimax*). Gleiches gilt für die meist weit verbreiteten Arten der nächsten beiden Gruppen in Tab. 14, die auf den Untersuchungsflächen zu reservatsartigen Waldformen bzw. auch nadelholzreicheren Wirtschaftswäldern zu tendieren scheinen. Viele gefährdete Arten mit potentieller Indikatorfunktion weisen die beiden letzten Gruppen auf, die aber zumindest in Mittelschwaben nicht für die naturschutzfachliche Beurteilung von Waldbeständen herangezogen werden sollten. Denn zum einen sind diese Arten nur Zeiger für eine standortbedingt besonders gut ausgeprägte Bodenvegetation (vor allem DOU und KNW) mit überwiegend nur durch

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Siebungen nachweisbaren, sehr kleinen Arten. Zum anderen ist der Waldbezug bei „Sumpfschnecken" mit weiter Habitatamplitude wie *Carychium minimum* (DOU) vergleichsweise gering.

Möchte man trotz dieser Probleme für Mittelschwaben einen „Korb" mit Zielarten zusammenstellen, der etwa bei Artenschutzmaßnahmen oder bei der naturschutzfachlichen Bewertung von Waldbaumaßnahmen Orientierungshilfen anbieten kann, so hilft ein Blick auf die wertbestimmenden Schnekkenarten von FFH-Waldlebensraumtypen weiter (vgl. Anhang).

Durchsucht man diese Artenlisten nach für naturnahe Laubwälder allgemein aussagekräftigen Schlüsselarten (Leitart in mehreren FFH-Lebensräumen), so finden sich nur 11 Arten mit mehr als 3 Nennungen, was auf eine relativ geringe Vergleichbarkeit der Schneckenzönosen verschiedener Laubwaldtypen hindeutet. Dies erschwert die Auswahl von universalen Schlüsselarten natürlich erheblich. Arten wie *Discus rotundatus*, *Punctum pygmaeum*, *Carychium tridentatum*, *Eucobresia diaphana* und die *Aegopinella*-Gruppe sind zudem meist nur über Bodenanalysen quantitativ nachweisbar, in denen sie dann zu Massenvorkommen neigen (hoher Arbeitsaufwand). Nur *Cochlodina laminata* und die auf den mittelschwäbischen Testflächen 2000 nicht nachweisbare *Merdigera obscura* bieten sich sofort als Schlüsselarten an. Hinzu kommen große, nicht zu häufige, stets in Laubwäldern auftretende, stenöke Waldarten wie *Ena montana* und *Clausilia cruciata*, zumindest in Bayern vermutlich auch *Bulgarica cana*. Da mit Ausnahme von *Clausilia rugosa* auch alle anderen Schließmundschnecken zumindest regional bzw. gebietsspezifisch als Schlüsselarten von Bedeutung sein können (vor allem solche mit enger Bindung an Wälder wie die *Cochlodina*- und *Macrogastra*-Arten, *Ruthenica filograna* und *Clausilia dubia*) könnte man alle im Anhang aufgelisteten Vielfraß- und Schließmundschnecken einem gemeinsamen Schlüsselartenkorb (Korb 1) zuordnen, innerhalb dem noch zwischen allgemein (Korb1a) und nur regional (Korb 1b) wichtigen Arten unterschieden wird. Da dieser Korb nur Arten mit meist verhältnismäßig großen Tieren umfasst, die zudem häufig klettern, wäre er besonders effektiv zu überprüfen (Reduzierung des Monitoring auf normierte Stamm- und Holzabsammlungen).

Diesen „Baumschnecken" entsprechen bei den Nacktschnecken neben einigen *Arion*-Arten Baum-, Pilz- und Schwarzer Schnegel (Korb 2a) sowie bei den sich eher bodennah aufhaltenden Gehäuseschnecken einige große, waldtypische Arten wie *Aegopis verticillus*, *Perforella bidentata*, *Monachoides incarnatus*, *Urticicola umbrosa*, *Helicodonta obvoluta* und *Helicigona lapicida* (Korb 2b). Diese Arten müssen im wesentlichen über Handaufsammlungen oder Bodenfallenfänge überprüft werden, wobei man sich auf adulte Tiere beschränken sollte. Kleine Arten (< 5 mm) sind effektiv nur in Streifnetz-Klopfproben (Bodenvegetation/ Moose etc.) erfassbar (Korb 3). Schlüsselarten wären hier besonders *Platyla polita*, *Vertigo alpestris*, *Semilimax kotulae* und einige *Vitrea*-Arten (vor allem *V. diaphana*).

Versucht man nun ein für Mittelschwaben spezifisches Schlüsselarten-Paket zu schnüren, das sowohl auf überregionale Grundbewertungen (Anhang) als auch auf die lokale Feineinnischung im Naturnähegradienten Rücksicht nimmt, so kommt man rasch in Schwierigkeiten (Tab. 15). Insgesamt bieten sich nur 12 Arten als Schlüsselarten an, 3 davon nur bedingt. 8 laut Anhang zu erwartenden Arten stehen 4 regionsspezifische gegenüber, und 4 der in Tab. 14 allgemein mit stärkeren Indikatoreigenschaften bedachten Arten sind in mittelschwäbischen Nadelwäldern eher häufiger als im naturnahen Laubwald, also „negative" Naturnähezeiger. Möglicherweise ist dies aber darauf zurückzuführen, dass in Mittelschwaben mittlerweile

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

als Folge des intensiven Fichtenanbaus und der z.T. tiefgründigen Bodenversauerung bei den auf naturnahe Laubwälder angewiesenen Arten viele Schneckenvorkommen stark isoliert wurden bzw. erloschen sind. So kamen etwa aus dem Artenkorb 2b (siehe oben) auf den mittelschwäbischen Testflächen nur *Monachoides* (*Perforatella*) *incarnatus* bzw. (ausschließlich in OLB) *Isognomostoma isognomostomos* vor. In großflächigen Laubwaldgebieten sieht dies sicher anders aus. Eventuell sind nur dort Schnecken als Schlüsselarten für naturnahe Waldfaunen sinnvoll einsetzbar, nicht aber z.B. in kleinen, isolierten Laubwaldbeständen.

Sollte für Mittelschwaben, wo sich wertvolle Waldschneckenzönosen mit großer Wahrscheinlichkeit nur noch auf laubholzreiche Flusstaleinhänge und Auen konzentrieren, auch auf den "Normalstandorten" ein Arten-Paket erwünscht sein, so bietet es sich an, sich auf die Baum- und große Nacktschnecken zu beschränken. Dadurch wird der Arbeitsaufwand erheblich geringer.

Außerhalb dieser Schlüsselartendiskussion ist es bei Schneckenzönosen auch denkbar, nur über die Artenzahlen aus normierten Handaufsammlungen (Baumabsammlungen) die malakologische Lebensraumqualität von Wäldern zu beurteilen. Eine weitere Möglichkeit wäre eventuell der Vergleich von *Columella edentula* und *C. aspera*-Abundanzen aus Streifnetzproben. Da *C. edentula* auf Waldstandorten eher für basenreiche, meist frische bis feuchte Laubwälder und *C. aspera* für bodensaure, auch trockene Waldbestände und Nadelforste typisch ist, müssten naturnahe Laubwaldflächen durch hohe *edentula-aspera*-Quotienten gekennzeichnet sein. In Mittelschwaben schwankten die Quotienten auf den Flächen mit Vorkommen beider Arten zwischen 1,8 für das Naturwaldreservat Seeben, 1,0 für den Douglasienbestand und 0,02 für Fichten- und Fichten-Mischbestände. Bei diesen stark von Standorteigenschaften abhängigen „Bodenschnecken" würde aber vermutlich ein Monitoring der Standortentwicklung (ph, Humusauflage etc.) erheblich kostengünstiger ganz ähnliche Ergebnisse liefern. Für „Baumschnecken" gilt das nicht. Hier ist eher ein Zusammenhang mit der Flechtenbesiedlung von Bäumen zu vermuten, die wiederum mit der lufthygienischen Situation eines Gebiets und mit dem Bestandsinnenklima (Lichtgenuss, Luftfeuchte etc.) zusammenhängt. Darauf weisen zumindest Untersuchungen aus der Fränkischen Alb bei Hienheim hin, wo Baumschnecken im flechtenreichen Buchberg (bewirtschafteter Laubwald) höhere Dichten erreichten als im aufgrund seines Lokalklimas flechtenärmeren Buchen-Naturwaldreservats Platte (DETSCH 1999). Damit ist eventuell zumindest in Laubwäldern der Deckungsgrad von Baumflechten ein geeigneter Strukturparameter zum Monitoring schneckenrelevanter Lebensraumqualitäten.

Tab. 14: Präferenzen von Einzelarten für Waldausprägungen als Grundlage für die Analyse naturschutzfachlicher Zielarten in mittelschwäbischen Fichtenwaldlandschaften. Verbreitungsschwerpunkte im Waldgradienten durch Fettdruck hervorgehoben. Arten mit naturschutzfachlich wichtigen Kenngrößen-Kombinationen (enge Wald- bzw. Feuchtgebietsbindung, alpiner Arealtyp bzw. alpennaher regionaler Verbreitungsschwerpunkt in Bayern, Rote-Liste-Art) unterstrichen; wichtigste Zeigerarten zusätzlich durch Fettdruck hervorgehoben.
Species preferencies für forest habitats used for analysing flagg species for mid-swabian spruce-dominated landscapes. Species with narrow relations to stands of the same category (gradient) bold. Indicator species typical for a combination of important evaluation constraints like forest specifity, specifity to humid conditions, alpine distribution, red data book status underlined. Diagnostic values bold.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Code	Art	DOU	OFI	KFI	OMI	KMI	OLB	KLB	ONW	KNW
Naturwaldreservatszeiger										
128	Macrogastra badia									4
205a	Arion ater									1
244	Cepaea nemoralis									1
81	Vertigo pusilla					1				46
32	Carychium tridentatum	4					4			19
167	Vitrea crystallina	2				1				11
190	Limax maximus								1	
140	Bulgarica cana						3		9	
220	Trichia villosa						1		1	
126	Macrogastra lineolata						4		1	
121	Cochlodina orthostoma		2		2		11		22	
Laubwaldzeiger										
204	Deroceras rodnae	17	7	3	12		38		26	51
237	Arianta arbustorum		13	22	14	22	65	23	32	65
152	Euconulus fulvus	28	2	24	15	15	43	23	14	70
225	Perforatella incarnata	42	10	37	9	27	97	29	22	81
173	Aegopinella nitens	3		16			3	35		7
205b	Arion rufus	28	40	8	23	79	9	112	17	65
215	Fruticicola fruticum				3	1	7	7		6
245	Cepaea hortensis						1	2		
242	Isognomostoma isognomostoma						5			
216	Trichia hispida						2			
212	Arion distinctus						1			
154	Semilimax semilimax	4					15		2	3
170	Aegopinella pura	4					5	3		2
Tendenz zu Reservaten										
191	Limax cinereoniger	16	34	26	32	29	32	30	39	56
148	Discus rotundatus	11	19	52	4	50	58	49	33	113
207	Arion subfuscus	10	35	77	76	49	24	46	61	110
129	Macrogastra plicatula		3	12	10	39	20		15	40
118	Cochlodina laminata		35	28	20	106	64	4	107	12
Tendenz zu Wirtschaftswäldern										
132	Clausilia cruciata		10	30	18	143	129	63	87	80
76	Columella aspera	166	88	157	31	212	106	72	16	175
137	Balea biplicata					7	6			
210	Arion silvaticus		28	3	5	4	9	15	6	20
195	Lehmannia marginata		28	1	15	23	7	26	13	23
193	Malacolimax tenellus	9	86	30	19	22	12	44	25	1
214	Arion intermedius			3			1			
69	Cochlicopa lubrica			1					1	
119	Cochlodina fimbriata		1				1			
218	Trichia rufescens					2			1	
125	Macrogastra ventricosa					2				
217	Trichia sericea				1					
91	Vertigo alpestris			1						
196	Lehmannia rupicola		1							
150	Discus ruderatus		2							
Bodenvegetation-Zeiger										
74	Columella edentula	161		5		3				310
83	Vertigo substriata	17		7	1					27
147	Punctum pygmaeum	92		8	1	14	81	156	31	19
171	Aegopinella nitidula	11		4		3	7	5		8
112	Acanthinula aculeata	63		1			3	18		22
176	Nesovitrea hammonis	174	15	126	16	90	26	47	35	124
Hygrophile Offenlandarten										
163	Vitrina pellucida	7		1						
31	Carychium minimum	12								
201	Deroceras agreste	13								

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 15: Arten-Korb für die Grundlagenerfassung oder das Monitoring von Waldschneckenzönosen in den Mittelschwaben. Kursiv: Arten nur bedingt geeignet. In Klammern Vorschläge zur Art der zu ermittelnden Größen: A = quantitative Erfassung erforderlich; B = qualitative Erfassung ausreichend.
Flagg-species-basket for evaluating and monitoring forest snail communities in the mid-swabian region.

Schlüsselarten-Paket	Schlüsselarten laut Anhang	Lokale Ergänzung nach Tab. 14	lokal ungeeignet trotz Eignung lt. Anhang
Korb 1a (Baumschnecken I)	Clausilia cruciata A Bulgarica cana B Cochlodina laminata A	Cochlodina orthostoma A	
Korb 1b (Baumschnecken II)	Macrogastra plicatula A Macrogastra ventricosa B	Macrogastra badia B	
Korb 2a (Nacktschnecken)	Arion ater B Limax cineroniger (A)	Dercoceras rodnae A	Malacolimax tenellus Lehmannia marginata Arion silvaticus
Korb 2b (Gehäuseschnecken)	Isognomostoma isogn B		
Korb 3 (Kleinschnecken)		Vertigo pusilla B	Vertigo alpestris

3.4 Baumartenpräferenzen

Die Hauptlebensräume vieler Schneckenarten befinden sich zwar auch in Wäldern vor allem im Oberboden und bodennahen Bereich. Bei geeigneten Witterungsbedingungen, besonders in feuchten Perioden, stellen aber Bäume, die bis in den Kronenraum hinauf besiedelt werden können, einen wichtigen Zusatzlebensraum. Hinzu kommt das Totholz, das in Wäldern auch für Schnecken ein besonders wichtiges Substrat darstellt. So übersteht z.B. *Lehmannia marginata* Trockenperioden bevorzugt tief in ausgefaulten Astlöchern, und viele Arten verstecken sich gerne unter liegendem Holz. STRÄTZ (1999) geht in bewirtschafteten Laubwäldern von einem gegenüber Naturwaldreservaten um bis zu 50 % reduzierten Artenspektrum aus und führt dies ausschließlich auf das fehlende Totholz zurück.
Baumartenpräferenzen von Schnecken können ermittelt und normiert werden, indem man die relativen Häufigkeit einzelner Baumarten (innerhalb des Untersuchungsgebiets bzw. in einzelnen Beständen) mit den relativen Abundanzen von Schnecken an diesen Bäumen vergleicht.

3.4.1 Bodenphotoeklektoren und Baumfallen

Bei den Fängen aus Bodenphotoeklektoren bzw. Stammeklektoren (vgl. Tab. 2) deutet Tab. 16 unterschiedliche Affinitäten zu einzelnen Baumarten an. Bei den eher dem Wurzelraum von Bäumen zuzuordnenden Bodenphotoeklektoren sind noch keine Präfe-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

renzen für Eiche, Buche oder Fichte erkennbar sind (Quotienten im Bereich von 1), wohl aber im Stammbereich (Stammeklektoren), wo Eichen stark bevorzugt, Fichten oder Douglasien eher gemieden zu werden scheinen.

Diese starke Präferenz für die Eiche ist wohl zum Teil nur eine statistische Folge der in den eichenreichen Flächen (KNW, KLB) besonders hohen Schneckendichten (vgl. Abb. 2), wobei „Kleinstrukturen" wie starke, tote, liegende Eichen sicher eine größere Rolle spielen. Denn die eher schneckenfeindliche Eichenstreu mit ihren hohen Gerbstoffgehalten ist sicher nicht dafür verantwortlich. Eventuell handelt es sich auch nur um eine positive Reaktion auf reinen Laubwald, da diese beiden Testbestände gleichzeitig die größten homogenen Laubwaldkomplexe des Untersuchungsgebiets darstellen. Andererseits zeichnen sich Eichen, vor allem in reifem Zustand, durch reichhaltige Algen-, Flechten- und Moosbehänge aus, was sie besonders in KLB für Schnecken sehr attraktiv macht. Der etwas niedrigere Wert der Douglasie bei den Bodeneklektoren deutet eventuell auf ungünstige Verhältnisse bei den Destruenten (Mykorrhizapilze etc.) und damit reduzierte Schneckennahrung hin.

Tab. 16: Baumartenpräferenzen von Schnecken aus Bodenphotoeklektoren und Stammeklektoren (vgl. Tab. 2). Quotienten (% Schnecken eines Fallentyps / % Fallensets) > 1 zeigen positive, < 1 negative Präferenzen an.
Tree preferencies of snail communities from traps (proportion within a trap category; standardizised proportion considerating differences in tree-specific trap set numbers) due to trap form (floor-tents, stem collectors).

Baumart	Fallensets		Bodenphotoeklektoren		Stammeklektoren	
	Anzahl	%	%	Quotient	%	Quotient
Eiche	3	10	10	1,00	32	3,21
Buche	8	27	28	1,04	27	1,00
Fichte	11	37	40	1,08	23	0,63
Douglasie	8	27	22	0,82	18	0,67

3.4.2 Baumabsammlungen

Während bei den Schnecken-Beifängen im Arthropoden-Standardprogamm die Normierung auf Fallenzahlen bzw. Fallensets einen Vergleich ermöglichen sollte war dies bei den Handaufsammlungen die Zeitnormierung. Bei der Auswahl der pro Zeiteinheit überprüften Bäume wurde zwar versucht, möglichst das Baumartenverhältnis innerhalb eines Testbestandes nachzustellen; trotzdem sind hier unbewusste Bevorzugungen einzelner Baumarten nicht ganz auszuschließen, vor allem in den Herbstzählungen, wo aufgrund zunehmender Erfahrung typische Schnecken-Verstecke gezielter überprüft werden konnten.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 17 und Abb. 7 vergleichen die Baumartenanteile in allen 9 Testbeständen mit den relativen Schneckenabundanzen an lebenden und toten Bäumen jeder Baumart, wobei sich dieser Vergleich auf immerhin 2664 Tiere bezieht. Die höchsten Präferenzen finden sich für Weichlaubholzarten wie die Birke und vermutlich auch die Erle (wegen zu geringer Anteile im Gebiet nicht auswertbar), und hier fast ausschließlich an totem Holz. Wie in Tab. 16 werden Eiche (und Hainbuche) der Buche vorgezogen, wobei letztere vermutlich durch methodische Effekte (glatte, gut überprüfbare Rinde; überdurchschnittlich häufige Absuche) sogar leicht überbewertet ist. Auffällig ist dabei aber, dass die Schnekken an der Eiche (wie auch bei der Fichte und Douglasie, nicht aber bei Lärche und Tanne) eher an Totholz gefunden wurden, während sie an Buche und am Edellaubholz (Bergahorn, Esche) vor allem an lebendem Holz nachzuweisen waren. Gleiches gilt für die Hainbuche (und vermutlich auch Hasel; beide auf KNW beschränkt). Gegenüber Nadelbäumen haben alle Laubbaumarten den Vorteil, dass ihr Stammabfluss größer ist. Dies ermöglicht dichtere Flechten- und Moosrasen und damit bessere Nahrungsgrundlagen bzw. Verstecke für Baumschnecken. In der Literatur werden vor allem Edellaubholzarten wie die Esche als besonders vorteilhafte Schnekkenbäume genannt (STRÄTZ 1999, HELFER 2000), die zudem aufgrund ihrer basen- und nährstoffreichen Laubstreu auch für Bodenschnecken sehr interessant sind. Am stärksten gemieden wurde die Douglasie, eventuell eine Folge der oft stark bröselnden Außenrinde, auf der Schnecken zur Fortbewegung viel Schleim investieren müssten.

Schlüsselt man diese Befunde für die 4 Hauptbaumarten nach Einzelbeständen auf (nur lebende Bäume), so bestätigt sich die oben vermutete hohe Attraktivität der Buche in KNW (Tab. 18), wobei der Quotient wegen des geringen Buchenanteils nur eine Tendenz wiedergeben kann. Auffällig sind auch die hohen Buchenpräferenzen in den reinen Nadelholzbeständen (DOU, KFI, OFI), die beweisen, dass wie bei den Pilzen (vgl. AMMER et al. 2002, Teil 2/3) schon wenige eingemischte, stärkere Buchen wichtige Rückzugslebensräume darstellen.

Welche Schneckenarten zeigen nun besonders deutliche Präferenzen für einzelne Baumarten oder sind eventuell sogar auf diese angewiesen? Aus Tab. 19 ist zu ersehen, dass Nacktschnecken (Schnegel außer *Lehmannia marginata*, *Arion*-Arten) die Eiche, Schließmundschnecken die Buche besonders stark bevorzugen. Dies erklärt auch, warum bei der Eiche eher Totholz (vgl. auch Abb. 7; Refugialfunktion), bei der Buche der lebende Stamm (Felsersatz) das wichtigste Substrat darstellt.

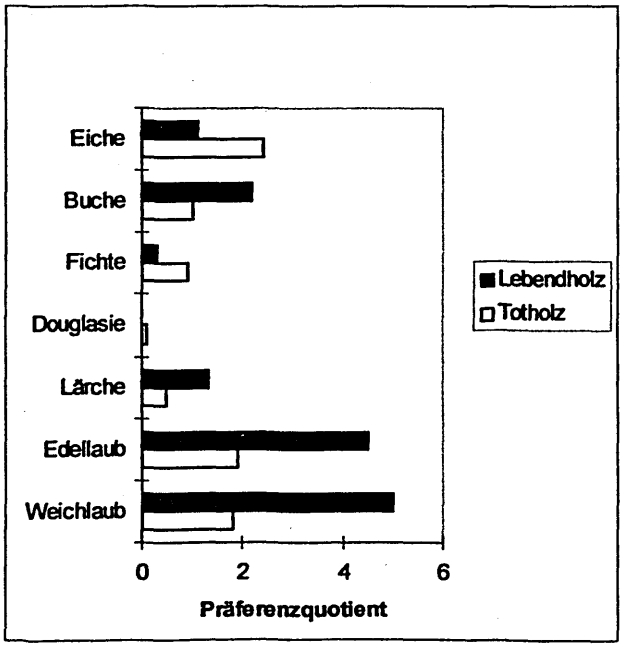
An der Douglasie waren nur 4 Arten nachweisbar (ausnahmslos Nacktschnekken), davon fast 90 % an Totholz (Tab. 20). Lebende Douglasien werden weitgehend gemieden (vgl. Tab. 17).

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 17: Baumartenpräferenzen von Schnecken an lebendem bzw. stehendem und liegendem totem Holz (Handaufsammlungen). Quotient = %-Anteil Schnecken pro Baumart / %-Anteil Baumart im Untersuchungsgebiet. Auffällige Bevorzugungen bestimmter Zustände einer Baumart bzw. hohe Präferenzen durch Fettdruck hervorgehoben.
Tree species preferencies for alive and dead wooden materials in upright or floor position. Diagnostic values bold.

Baumart	Anzahl Schnecken	% lebend	% tot stehend	% tot liegend	% Schnecken	% Baumart	Q
Buche	1185	**68**	9	23	44,5	27,9	**1,6**
Esche	5	**100**			0,2	0,3	0,6
Bergahorn	49	**86**	14		1,8	0,5	**3,7**
Kirsche	13			**100**	0,5	< 0,1	
Birke	33	15		**85**	1,2	0,1	**12,4**
Erle	5	20	**80**		0,2	< 0,1	
Hasel	11	**100**			0,4	< 0,1	
Hainbuche	149	**85**	9	6	5,6	2,0	**2,8**
Eiche	433	30	22	**48**	16,3	9,2	**1,8**
Fichte	748	22	16	**62**	28,1	47,4	0,6
Douglasie	16	13		**88**	0,6	9,2	0,1
Lärche	10	**70**	10	20	0,4	0,4	0,9
Tanne	5	71	14	14	0,3	< 0,1	
Summe	2664	**49**	13	**38**			

Abb. 7: Baumartenpräferenzen von Schneckenzönosen (vgl. Tab. 18).
Tree species preferencies of snail communities (alive and dead tree aspects).



© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 18: Baumartenpräferenzen für die Hauptbaumarten in den 9 Testbeständen (Handaufsammlungen an lebenden Bäumen). Präferenz = Quotient aus %-Anteil Schnecken / %-Anteil Baumart. Douglasie weitgehend schneckenfrei (vgl. Tab. 20). Hohe Präferenzen durch Fettdruck hervorgehoben.
Tree species preferencies (proportion of snails / proportion of tree species) within the test stands (stem-pick-ups). Douglas fir nearly without snails. Diagnostic values bold.

	Summe	DOU	KFI	KMI	KLB	KNW	OFI	OMI	OLB	ONW
Schnecken (Anzahl)										
Eiche	132				37	91			4	
Buche	807	6	3	191	136	25	74	88	177	107
Fichte	164	3	27	49		7	19	22	9	28
Schnecken (%)										
Eiche	12				21	74			2	
Buche	73	67	10	80	79	20	80	80	93	79
Fichte	15	33	90	20		6	20	20	5	21
Bäume (%)										
Eiche	9,2	0,4		0,4	30,8	53,3			1,0	
Buche	27,9	8,8	0,6	20,1	64,0	3,0	10,0	23,7	87,4	63,9
Fichte	47,4	35,1	99,4	71,1	0,2	6,0	88,2	71,4	7,0	34,0
Präferenz										
Eiche	1,3				0,7	1,4			2,1	
Buche	2,6	7,6	16,7	4,0	1,2	6,7	8,0	3,4	1,1	1,2
Fichte	0,3	0,9	0,9	0,3		1,0	0,2	0,3	0,7	0,6

Tab. 19: Baumartenpräferenzen von Einzelarten (Handaufsammlungen an lebenden Bäumen) für Eiche, Buche und Fichte. Präferenz = Quotient aus %-Anteil Schnecken auf einer Baumart / %-Anteil dieser Baumart im Untersuchungsgebiet. Einzelnachweise nur auf Buche von *Macrogastra lineolata, M. lineolata, Aegopinella nitidula, Nesovitrea hammonis, Lehmannia rupicola, Fruticicola fruticum, Trichia rufescens, T. villosa, Isognomostoma isognomostoma, Cepaea hortensis*, nur auf Eiche von *Arion ater*, nur auf Fichte von *Semilimax semilimax* und *Arion intermedius*. Überdurchschnittlich starke Präferenzen durch Fettdruck hervorgehoben.
Tree species preferencies of snail species (stem-pick-ups; proportion of snails / total proportion of tree species). Species restricted to only one tree species see above. Diagnostic values bold.

Art	Eiche	Buche	Fichte	Summe	Eiche	Buche	Fichte	Eiche	Buche	Fichte
Baumartenanteil	9,2	27,9	47,4		%	%	%		Präferenz	
Cochlodina laminata	2	111	17	130	2	85	13	0,1	2,6	0,2
Cochlodina orthostoma		17	1	18		94	6		2,9	0,1
Macrogastra plicatula		13	3	16		81	19		2,5	0,3
Clausilia cruciata	12	254	14	280	4	91	5	0,4	2,7	0,1
Balea biplicata		3		3		100			3,0	
Bulgarica cana		3		3		100			3,0	
Discus rotundatus		6		6		100			3,0	
Euconulus fulvus		3	1	4		75	25		2,3	0,4
Aegopinella nitens	1		2	3	33		67	3,1		1,2
Limax cinereoniger	23	55	12	90	26	61	13	2,3	1,9	0,2
Malacolimax tenellus	9	15	30	54	17	28	56	1,5	0,8	1,0
Lehmannia marginata	7	61	1	69	10	88	1	0,9	2,7	
Deroceras rodnae	18	30	5	53	34	57	9	3,1	1,7	0,2
Arion rufus	17	43	25	85	20	51	29	1,8	1,5	0,5
Arion subfuscus	31	120	46	197	16	61	23	1,4	1,8	0,4
Arion silvaticus	3	11	1	15	20	73	7	1,8	2,2	0,1
Perforatella incarnata	3	5	1	9	33	56	11	3,1	1,7	0,2
Arianta arbustorum	4	7	3	14	29	50	21	2,6	1,5	0,4

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 20: Schneckennachweise auf lebenden Douglasien sowie an leicht bzw. stark zersetztem Douglasien-Totholz. (Handaufsammlung). In Klammern Jungtiere. Mit wenigen Ausnahmen (siehe Bemerkungen) alle Nachweise in Bestand DOU und erst im September.
Snails in Douglas fir samples (mostly from stand DOU and restricted to september). Juveniles within brackets.

Art	lebend	leicht zersetzt	stark zersetzt	Bemerkungen
Limax cinereoniger	(1*)	1	2(2)	* in ONW
Arion rufus		3(2)	(2)	
Malacolimax tenellus	1		(1*)	* im Mai
Deroceras rodnae			(1)	

3.4.3 Totholz

Aus Tab. 17 ist auch die große Bedeutung von Totholz für Schnecken ablesbar, vor allem wenn man bedenkt, dass die Vorräte an lebendem Holz (z.T. über 1000 fm/ha) die Totholzvorräte (maximal 20 fm/ha) um ein Vielfaches übersteigen. Liegendes Totholz ist dabei erheblich wichtiger als stehendes, vor allem bei Eiche, Birke, Kirsche und Nadelholz. Tab. 21 zeigt, dass dabei meistens frühe Zersetzungsstadien besonders wertvoll sind. Nur bei Douglasie und Lärche, bei denen die Holzzersetzung vergleichsweise langsam abläuft (daher z.B. Nutzung für Verbauungen im Schutzwald) werden eher fortgeschrittene Zersetzungsstadien bevorzugt. Relativ groß sind bei diesem Stadium auch noch die Anteile bei der Eiche (ebenfalls Konservierungsstoffe) sowie der Birke. Besonders positiv auf Totholz reagieren von den häufigen Schnekkenarten vor allem *Macrogastra plicatula* (79 % auf Totholz), *Limax cinereoniger* (43 %), *Cochlodina laminata* (41 %), *Arion subfuscus* (39 %), *Arion rufus* (31 %), *Deroceras rodnae* (30 %) und *Discus rotundatus* (32 %). Weitere Arten, die an Totholz besonders oft gefunden wurden, insgesamt aber für eindeutige Aussagen bezüglich ihrer Totholzpräferenz zu selten waren, sind *Bulgarica cana* (75 %), *Macrogastra lineolata* (60 %), *Balea biplicata* (46 %) und *Cochlodina orthostoma* (43 %).

3.5 Standortspräferenzen

Abschließend ist noch zu klären, ob eventuell kleinere Standortsunterschiede innerhalb bzw. zwischen den 9 Testbeständen allein schon für die vorgefundenen Schnekkenverteilungen verantwortlich sein könnten. Dies läßt sich relativ leicht abschätzen, indem man die Verteilung von Standortseinheiten auf 1 ha - Gitterfeldbasis überprüft und nach Sonderstandorten bzw. Standortsgradienten sucht (Tab. 22). Sollten die Schneckenzönosen vor allem auf Standortsbedingungen reagieren, so müssten abweichende Gitterfelder auffällig unterschiedliche Werte etwa bei den Abundanzen in den verschiedenen Straten (Bodenstreu-Siebungen, Handaufsammlungen) oder auch bei dynamischen Größen wie der Abundanzentwicklung (vom Frühjahr zum Herbst) bzw. Alterklassenver-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 21: Prozentuale Verteilung der Schneckenfunde (Handaufsammlungen) auf Totholzstadien. Bevorzugte Stadien bei ausreichend großen Stichproben durch Fettdruck hervorgehoben. Proportion of snail numbers found on the dead wooden materials of tree species depending on the rotting stage. Diagnostic values bold.

Baumart	frisch tot	beginnende Zersetzung	fortgeschrittene Zersetzung	Moderholz
Buche	6	**18**	7	1
Bergahorn		12	2	
Kirsche		**100**		
Birke		**52**	33	
Erle			80	
Hainbuche		12	3	
Eiche	2	**44**	22	2
Fichte	2	**51**	18	6
Douglasie		**38**	50	
Lärche		10	20	
Tanne	14	14		

verteilungen aufweisen. Von der Standortsverteilung her „auffällige" Gitterfelder sind vor allem KFI4, OMI1 und OLB4. Ansonsten kommt es nur in KLB1, OFI3-4 und OMI2 zu kleineren Abweichungen vom Restbestand. Standortsgradienten innerhalb von Beständen sind vor allem bei DOU, KFI1-3 und OLB1-3 zu erkennen.

„Sonderstandorte" schlagen in den Schneckenzönosen nur in OMI1 (besonders niedrige Schneckenabundanzen bei der Arealabsuche; vergleichsweise wenig Schnecken vor allem im Herbst) und in OLB4 (besonders hohe Schneckenzahlen sowohl in Streuproben als auch Handaufsammlungen und vergleichsweise hohe Jungschneckenanteile) nieder. Allerdings sind die entsprechenden Standorte (Einheiten 103 bis 237; 429) keine klassischen Sonderstandorte und von ihren ökologischen Millieubedingungen her den vorherrschenden „Normalstandorten" recht ähnlich. In OMI2 sind die Standortsabweichungen vom Restbestand vermutlich für die leicht abweichenden Reaktionen der Schnekkenzönose nicht verantwortlich (hohe Abundanzen bei der Arealabsuche, hohe Herbstdichten, hohe Jungschneckenanteile), da es auf gleichem Standort (z.B. in OLB1) zu gegensätzlichen Reaktionen kommt. Auch von den Standortsgradienten in DOU, KFI und OLB wirkt sich keiner erkennbar auf die Schneckenzönosen aus. Weiterhin passt ins Bild, dass von den 12 in Homogenitätsanalysen statistisch „auffälligen" Gitterfeldern nur beim Gitterfeld OLB4 auch Standortsbedingungen für die Abweichungen verantwortlich gemacht werden könnten. Bei den anderen dort genannten Gitterfeldern gilt dies nicht, schon gar nicht bei den mehrfach genannten (KLB2, KMI1, KFI2, OFI4).

Versucht man, aus dem Standortscharakter eine malakologische Standortsrelevanz abzuleiten, so wären bei Bodenart und Schichtung (Ziffer 1 des Standortsschlüssels) lehmiger Sand oder Ton (Code 1 bzw. 4) eher negativ, bei besonderen Standortsmerkmalen (Ziffer 2) nährstoff- bzw. humusreiche Bedingungen (Code 2 und 3) eher positiv zu bewerten (vgl. z.B. Strätz 1999). Beim Wasserhaushalt (Ziffer 3) sind wohl die durchwegs frischen (Code 3 und 4) bzw. wechselfeuchten Böden (Code 7 und 8) als schneckenfreundlich zu werten. Damit sollten vor allem bei Standorten wie 223 oder 237 besonders

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

hohe Schneckendichten auftreten. Eher das Gegenteil ist der Fall (vgl. OMI in Tab. 22).

Dagegen spricht vieles dafür, dass reliefbedingte Mikrohabitatbedingungen eine gewisse Rolle spielen. So unterscheidet sich z.B. OMI1 von der restlichen Gitterfeldern des Testbestands durch sein kalte, nordexponierte Flachhanglage, die in einem Kältetal endet. OLB4 ist dagegen südexponiert mit raschem Kaltluftabfluss in das angrenzende Offenland.

Insgesamt gesehen scheinen Schnecken auf feinere Standortsunterschiede kaum zu reagieren, wenn auch überregional gesehen das Bodenmilieu (sauer/basisch) sicher noch stärker die Zönosen prägt als etwa der Dekkungsgrad der Bodenvegetation, zumindest in stammfernen Bereichen (vgl. LA FRANCE 1996). In Mittelschwaben werden ihre Zönosen in Wäldern offensichtlich vor allem durch Waldstrukturen und Mikroklima gesteuert. Da letzteres stark von der Waldstruktur geprägt wird sind Schnecken eine gute Indikatorgruppe für die naturschutzfachliche Bewertung waldbaulicher Strategien auf in Mittelschwaben gängigen Standorten. Zu berücksichtigen ist dabei besonders die nach langjährigem Fichtenanbau zum Teil tiefgründige Versauerung der Böden, unter der vor allem Gehäuseschnecken leiden dürften. Bei trockenen oder feuchten Sonderstandorten im Wald (z.B. nach § 13d BayNatSchG) dürfte grundsätzlich auch in malakologischer Hinsicht von einer Sonderstellung auszugehen sein (stark gefährdete hygrophile Spezialisten unter den Schneckenarten; STRÄTZ 1999).

4. Diskussion

4.1 Konsequenzen für die Forstwirtschaft

Will die Forstpraxis etwas zu Schutz wertvoller Wald-Schneckenzönosen tun, so kann dies auf zwei unterschiedlichen Ebenen geschehen:

- durch Raumordnungsverfahren mit der Festlegung von Waldfunktionen und der Optimierung von Verteilung bzw. Verbund naturschutzfachlich relevanter Bestandsformen und Bestandsausprägungen; geeignetes Instrument hierfür ist vor allem die Forsteinrichtung in Verbindung mit der Standortserkundung;
- durch die verstärkte Berücksichtigung naturschutzfachlicher Belange in den regionalen Waldbaurichtlinien.

Für wertvolle Schneckenzönosen sind nur stark- und totholzreiche, reine Laubwälder interessant, wobei bewirtschaftete Flächen gegenüber Naturwaldreservaten zwar ähnlich große Schneckendichten, aber meist geringere Anteile an gefährdeten Naturnähezeigern aufweisen. Wegen der engen Abhängigkeit von Schneckenpopulationen von der individuellen Geschichte von Einzelbeständen sollten daher Bestände in Mittelschwaben, die diesen Bedingungen noch entsprechen, durch Nutzungsaufgabe oder langfristige Behandlungen in diesem Zustand gehalten werden. Die Anlage eines entsprechenden Flächenkatasters sollte bald in Angriff genommen werden, auch im Hinblick auf die zu erwartenden Anforderungen des neuen deutschen Naturschutzgesetzes, das erheblich größere Prozessschutzflächen als bisher sowie deren Verbund vorsieht. In FFH-Gebieten ist die Forstpartie bereits zur Sicherung solcher Bestände gesetzlich verpflichtet, wobei dies nicht grundsätzlich Nutzungsverzicht bedeuten muss. Im Privatwald werden dagegen wertvolle Laubholz-Altbestände nur mittels Vertragsnaturschutz zu sichern sein.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 22: Standortseinheiten der Testflächen-Gitterfelder und Schneckenabundanzen (Summen, H/F = Quotient Herbst/Frühjahrsfänge, juv/ad = Quotient Jungtiere/Adulte) in den 9 Testbeständen (Bodenstreu-Siebungen, Handaufsammlungen). Standortsgradienten durch Unterstreichen, standörtliche Sonderbedingungen in einem Gitterfeld bzw. auffällige Schneckenabundanzen durch Fettdruck hervorgehoben.
Proportion of soil units within the sample units of the test stands (grid numbers) and snail abundance in the pick-up-samples (litter-screening, floor; autumn numbers / spring numbers; juveniles / adults). Soil gradients within a stand underlined, special soil conditions and diagnostic values bold.

Gitterfeld		Standortseinheit									Summe		H/F	juv/ad
Test-fläche	Feld-Nr.	103	203	223	273	303	307	308	374	429	Sieb-probe	Areal-Absuche	Areal-absuche	Gesamt-aufnahme
		104	204	237	274	304								
		137												
DOU	11		95			5					95	94	4,9	3,8
DOU	12		50			50					69	105	1,9	3,1
DOU	13		15			85					103	211	4,6	2,3
DOU	14					100					125	99	7,3	2,8
KFI	1						100				24	146	2,5	1,8
KFI	2						75		25		69	89	2,3	2,3
KFI	3						20		80		37	139	2,3	1,4
KFI	4	55				30			15		27	158	2,4	1,3
KMI	1						30		70		19	284	4,9	2,3
KMI	2						100				39	201	5,5	2,0
KMI	3						50		50		41	134	3,1	1,2
KMI	4						80	20			49	185	4,3	1,7
KLB	1						60	40			98	131	1,2	2,2
KLB	2						100				30	70	1,9	0,9
KLB	3						100				67	160	1,0	1,3
KLB	4						100				95	158	1,7	2,3
KNW	203						95	5			125	342	2,9	1,7
KNW	204						80	20			121	251	1,8	1,8
KNW	302	10					90				46	351	2,0	2,0
KNW	303						85	15			39	301	2,2	1,4
OFI	1								100		1	62	3,1	0,1
OFI	2					10			90		6	111	3,3	0,2
OFI	3					60			40		1	90	1,6	0,8
OFI	4					40			60		20	168	3,7	1,0
OMI	1	25	5	45	30					5	6	72	1,3	1,7
OMI	2		5		95						4	94	3,7	2,6
OMI	3			25	25				50		8	80	2,2	1,0
OMI	4			10	50				40		4	86	2,7	1,1
OLB	1				85				15		29	119	3,0	1,2
OLB	2				50				50		52	143	2,8	1,5
OLB	3				5				95		55	186	3,7	1,2
OLB	4	15		25	60						89	242	3,1	1,8
ONW	309				100						29	113	2,1	1,4
ONW	409				100						24	119	1,4	1,0
ONW	608				100						24	127	2,3	0,9
ONW	708				90				10		33	173	3,4	0,9

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Ansonsten hat es sich wie bei den Vögeln gezeigt (vgl. AMMER et al. 2002, Teil 5/2), dass größere, geschlossene Laubwaldbestände für Schnecken wichtiger sind als die Einbringung des entsprechenden Laubholzanteils in Nadelholzbestände mittels Einzelmischung. Wegen der geringen Mobilität von Schnecken ist es bei dieser Gruppe besonders nötig, die oben skizzierten Verbreitungszentren von wertvollen Schneckenzönosen durch Verbundelemente räumlich zusammenzuführen. Nur dann wird ein Austausch zwischen Populationen oder die Rückbesiedlung bereits aufgegebener Habitate wahrscheinlich. Solche Verbundelemente könnten aus „Mischwald-Korridoren" mit dominierendem Laubholz bestehen, die gezielt durch eine vom Grundcharakter her nadelholzreiche Waldlandschaft gezogen werden. Im Gegensatz zu anderen Verbundplanungen (wie etwa beim Altholzinselkonzept) müssen diese Korridore durchgängig sein, denn größere Nadelholzbereiche wie auch stark besonnte Kahlflächen sind für anspruchsvollere Schnekkenarten schon massive Ausbreitungsbarrieren.

Solche „Jahrhundertplanungen" sind bei Schnecken durchaus angebracht, denn Rückbesiedlungsprozesse können sich bei dieser Tiergruppe über Jahrhunderte erstrecken (STRÄTZ 1999), wobei die großen Waldkomplexe in Mittelschwaben die hohen Ansprüche typischer Waldarten an ein optimales Waldinnenklima noch relativ gut gewährleisten können. In vielen anderen Gebieten Mitteleuropas sind dagegen Rückbesiedlungen auch infolge der im letzten Jahrhundert drastischen Verschlechterungen passiver Ausbreitungswege für Schnecken extrem schwierig geworden (DRÖGE et al 1999). Zum Teil ist hier heute Försters Auto der wichtigste Schneckentransporteur. Wegen der überraschend geringen Abhängigkeit vieler Waldschnecken vom Standort stehen einer Raumplanung, die beim Molluskenschutz naturschutzfachliche und ökonomische Anforderungen unter einen Hut zu bringen versucht, alle Türen offen.

Nadelholz-Reinbestände und nadelholzreiche Mischbestände sind zumindest auf oberflächlich stark versauerten Standorten nur noch für wenige Schneckenarten (vor allem ubiquitäre Nacktschnecken) in größeren Zahlen nutzbar, und dies auch oft erst im Herbst. Anspruchsvolle Gehäuseschnecken fallen auch wegen des Kalkmangels häufig aus. Zum Teil sind hier nicht nur aus malakologischen Gründen Bodenverbesserungen angesagt, sondern auch wegen der sonst sinkenden Wasserqualität bei der Trinkwassergewinnung und für die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit auf diesen derzeit noch hochproduktiven Fichtenwaldstandorten. Daher wird mittlerweile intensiv über den Umbau von Fichten-Reinbeständen in Mischbestände nachgedacht (MATTHES 1998, ENGEL 1999). Hierbei sollte vor allem auf die wenigen, stärkeren Laubbäume solcher Bestände Rücksicht genommen werden, da es diese nicht selten spezialisierten Arten ermöglicht haben, die nadelholzreiche Phase in kleinen Populationen zu überstehen. Diese Bäume sollten auf jeden Fall in den Folgebestand übernommen werden.

Bei den Mischbeständen sind größere Laubholzgruppen kleinen Gruppen oder Einzelmischungen vorzuziehen, da sich nur dort individuenstarke Unterpopulationen wertvollerer Schneckenarten aufbauen können. Als gut geeignete Mischbaumarten sind unter malakologischen Aspekten vor allem Buche, Hainbuche, Weich- und Edellaubholz zu nennen, die von Schnecken, entsprechende Witterungsverhältnisse vorausgesetzt, bis in den Kronenraum hinauf beweidet werden (Flechten, Moose). Totholz ist vor allem in liegender, noch relativ fester Form interessant (Verstecke).

In Douglasienbeständen sind die höheren Straten schneckenarm. In den bodennahen dominieren zumindest auf günstigen Standorten sehr kleine Schnecken (neophytenty-

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

pische Miniaturisierung der Fauna), wenn auch negative Wechselbeziehungen mit der Douglasie nicht eindeutig belegbar sind. In Mischungen mit Laubholz dürften aber, zumindest bei Douglasienanteilen von maximal 30 %, die Auswirkungen auf Schnecken denen der Fichte vergleichbar sein. Bei flächigem Douglasienanbau sind dagegen naturschutzfachlich problematische Überraschungen nicht auszuschließen.

Forstliche Eingriffe in Verjüngungsbestände führen normalerweise zu einer verstärkten Entwicklung der Bodenvegetation, die unabhängig von der Naturnähe eines Bestandes Lebensraum für einige gefährdete Schnekkenarten bereit zu stellen scheint, und dies selbst in Douglasienbeständen. Genauere Untersuchungen hierzu fehlen noch. In naturnahen, reifen Eichenbeständen dürfte die Belichtung des Waldbodens für eine dichte Bodenvegetation meist ausreichen. In dunkleren Buchenbeständen, montanen Mischwäldern oder vergleichbaren Waldformen sollte dies aber (außer in Naturwaldreservaten und anderen Prozessschutzgebieten) bis zur Erarbeitung gesicherter Erkenntnisse durch eine entsprechende Bewirtschaftung der Altbestände gewährleistet werden.

Alle hier vorgestellten Befunde gelten zunächst nur für Altbestände. Sie sind nur begrenzt auf Jungbestände übertragbar. So wurden z.B. in Buchenbeständen mit dem Bestandsalter steigende Schneckenabundanzen nachgewiesen, die vor allem auf Zunahmen im Kleinschneckenbereich zurückzuführen waren (LA FRANCE 1996). Dichtstehende Laubholzkulturen sind vermutlich eher "schneckenfeindlich", bei den im Altersklassenwald üblichen Bestandsgrößenverteilungen aber wahrscheinlich kein Problem.

Maßnahmen, die auch anderen Tiergruppen zugute kommen, sind für forstpraktische und naturschutzfachliche Strategien besonders relevant. Daher ist vor allem auf die Konzeption eines funktionsfähigen Laubwaldverbunds, auf hohe Laub-, Stark- und Totholzanteile und auf eine Organisation des Laubholzes in möglichst großen Einheiten (große Reinbestände; große Gruppen in Mischbeständen) besonderen Wert zu legen.

4.2 Regionalisierbarkeit naturschutzfachlicher Werte in Planungsmodellen

Trotz einigermaßen vergleichbarer Artenspektren in den beiden Untersuchungsgebieten Krumbach und Ottobeuren sind die Unterschiede zwischen den Schneckenzönosen der nur 30 km und 100 Höhenmeter entfernten Testbestandssets erheblich. Dazu kommt die enge Bindung der Artenspektren und Dominanzstrukturen an individuelle Bestandshistorien, die wiederum stark von deren Stellung im Habitatverbund geprägt sind. Generalisierbare Aussagen zur typischen Ausprägung von Schneckenzönosen einer bestimmten Waldbestandskategorie sind somit schon innerhalb einer Region wie Mittelschwaben problematisch. Am ehesten gelingt dies wohl noch über die Beschreibung von Gildenstrukturen. Zönosestrukturen dieses Typs basieren auf artübergreifenden ökologischen Ansprüchen wie Affinität zu Laubholz, Starkholz, Totholz, Alpenraum oder zu Standorteigenschaften wie etwa hohem pH und bestimmten Humusformen. Auch definierte Größenklassenverteilungen kämen in Frage, wenn sie für bestimmte Bestandsausprägungen typisch sind (siehe Douglasienbestand).

Vermutlich stellen der Arten- und Individuenreichtum von an Bäumen fouragierenden Schließmundschnecken oder die Anzahl großer Schnegel in Bodenfallen bzw. Handaufsammlungen die besten grob auf vergleichbare Waldbestände übertragbaren Kennwerte

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

dar, die für eine grundsätzliche malakologisch-naturschutzfachliche Bewertung solcher Bestandskategorien verwendet werden können. Im Standortbereich ist dies eventuell das *Columella edentula* / *C. aspera*-Verhältnis. Für detailliertere Wertzuweisungen müssten allerdings zumindest Abstufungen des Lokalklimas mit berücksichtigt werden, was schon am nur dünnen Meßnetz der Waldklimastationen scheitern dürfte.

Da die wertbestimmenden Schneckenkontingente einer Zönose stark von besonders guten Ausprägungen bestimmter Habitatparameter abhängen, würde es bei sichergestelltem Biotopverbund langfristig gesehen vermutlich genügen, die naturschutzfachlichen Werte über:

- Waldstrukturparameter wie den Laubholzanteil, die Anzahl von Starkbaumgruppen, den Totholzvorrat in verschiedenen Substratkategorien oder den Deckungsgrad bzw. das Volumen von Flechtenrasen und Moosbehängen in Stamm- und Kronenraum etc.,
- das Waldinnenklima beeinflussender Parameter wie Beschirmungs- und Schlussgrad und
- Standortparametern wie etwa Boden-pH oder Austauschkapazität für Ca etc.

zu beurteilen. Eine ausreichende Justierung dieser Größen wäre sicher über ein Monitoring der Schneckenfaunen z.B. in FFH-Gebieten erreichbar.

Zusammenfassung

In der fichtendominierten Waldlandschaft Mittelschwabens (90 km westlich von München) wurden 1999/2000 einem Naturnähegradienten folgend die Schneckenverteilungen in mehreren Testgebieten (Bereich Krumbach bzw. Ottobeuren) mit zusammen 10 Testbeständen (je 2 Naturwaldreservate, Laubholzbestände, Fichten-Buchenbestände, Fichten-Reinbestände und Douglasienbestände) mittels Bodenfallen, Bodenphotoeklektoren, Stammeklektoren und Kroneneklektoren überprüft. Im Jahr 2000 wurden diese Untersuchungen im Mai und September durch zeitnormierte Handaufsammlungen (Bodenoberfläche, Bäume) bzw. Klopfproben (Streifnetz, Bodenvegetation) sowie Streusiebungen (Mischprobe aus 2 Liter Oberboden, Bodenstreu, Moosbehängen, Stubben-Moderholz) mit anschließender Art-Determination ergänzt. 1999 erbrachten 80 mit Äthylenglykol beschickte Bodenfallen in 5 Monaten rund 3000, im Jahr 2000 72 Bodenfallen mit Kupfersulphatlösung in 7 Monaten rund 2000 Tiere. Die übrigen Fallentypen enthielten nur wenige Schnecken. Bei den Handaufsammlungen und Streuproben wurden rund 7300 Tiere in 53 Arten erfasst.

Die Untersuchungsgebiete Krumbach und Ottobeuren waren zwar bezüglich ihrer Artenzahlen ähnlich, wobei mit 30 gemeinsamen Arten rund ¾ des gesamten Artenspektrums in beiden Gebieten vertreten war. Am artenreichsten waren ein Naturwaldreservat (Krumbach, KNW) und ein Laubholzbestand (Ottobeuren, OLB), letzterer vor allem aufgrund von Sonderbedingungen auf einer kleinen Teilfläche. Schon bei der Größe der Schneckenpopulationen und bei der Populationsdynamik unterscheiden sich aber die beiden nur 30 km voneinander entfernten Gebiete erheblich, und zwar vor allem bei den laubholzreichen Beständen. So waren im Krumbacher Naturwaldreservat bzw. Laubholzbestand (KLB) die Schneckendichten signifikant höher als in den vergleichbaren Ottobeurer Testbeständen, und dies nachhaltig (sowohl 1999 als auch 2000). Gebietsübergreifend gingen insgesamt sowohl bei

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

den Fallenfängen als auch bei den Handaufsammlungen (alle Waldstraten!) die Schnekkendichten von den Laubholzbeständen über die Mischbestände zu den Fichtenreinbeständen zurück, und auch innerhalb von Mischbeständen waren die laubholzreichen Teilareale schneckenreicher als die von Nadelholz dominierten. In Nadelholz-Reinbeständen wirkten schon wenige, eingestreute Altbuchen auf Schließmundschnecken wie Magneten.

Schnecken reagieren in ihren Dichten damit zumindest in Wäldern klar auf einen Naturnähegradienten. Größe und Stabilität ihrer Populationen bzw. der naturschutzfachliche Wert ihrer Zönosen ist eng an hohe Laub-, Stark- und Totholzanteile gebunden. Diese Abhängigkeit kann bei feuchtkühlen Verhältnissen bzw. bei üppiger Bodenvegetation, vielen in Regeneration stehenden Bestandslücken oder Waldrandnähe schwächer werden. In Krumbach ist die Schneckenreaktion im Naturnähegradienten daher eindeutiger als in Ottobeuren. Die starke Bindung an Laubholz geht soweit, dass Schnecken in für sie klimatisch günstigen Jahren nur in Laubholzbeständen schon früh und nachhaltig hohe Dichten aufbauen können, während sie in Fichten-Reinbeständen, vermutlich aufgrund verzögerter Entwicklung, auch in guten Jahren oft erst im Herbst ihre höchsten Dichten erreichen. Im etwas kühleren, feuchteren, hochwaldreicheren, geschlosseneren Ottobeuren ist dieser vermutlich sowohl mikroklimatisch als auch trophisch bedingte Verzögerungseffekt in allen Testbeständen (also auch im Laubholz) erkennbar (viele erst spät im Jahr häufig werdende Schneckenarten, vor allem im Bereich der Boden- und Baumvegetation). In klimatisch begünstigten Laubholzbeständen erreichen Schneckenpopulationen häufig schon im Juni/Juli ihr Maximum. Je luftfeuchter es wird, um so wichtiger werden Bäume als Substrat.

Noch größer sind die Gebietsunterschiede, wenn man Gefährdungspotentiale, Naturnäheindikation, vertikale Einnischung, Größenklassenverteilungen, Altersstrukturen oder dynamische Reaktionen im Jahresverlauf vergleicht. So fallen im Ottobeurer Testbestandsset vor allem stärker gefährdete, größere, zu den Alpen hin oder kontinental orientierte, waldtypische und besonders im Herbst bevorzugt an Bäumen nachweisbare Arten auf, während sich das Krumbacher Testgebiet hier als mittelschwäbische Durchschnitts-Waldlandschaft mit vielen naturschutzfachlich weniger interessanten ökologischen Artengruppen darstellt. Auch in Ottobeuren sind solche Arten aber weitgehend auf das Naturwaldreservat und den Laubholzbestand beschränkt, in Krumbach nur auf das Reservat. Dies hängt damit zusammen, dass viele dieser Arten auf Totholz (Refugium) oder stehendes Starkholz (Refugium in Moos- und Flechtenbehängen bzw. Faulhöhlen) angewiesen sind. Beim liegendem Totholz zeigen Schnecken höchste Präferenzen für starke Stämme mit geringen Zersetzungsgeschwindigkeiten (Eiche, Lärche), beim stehenden für glattrindige Baumarten wie Buche oder Hainbuche sowie Weich- und Edellaubholz.

Sonderbedingungen, die zu hohen Schneckendichten führen können, sind vor allem feuchtwarme Südhänge, unterholzreiche Bestandslücken (z.B. regenerierende Sturmwürfe oder Kleinkahlschläge) und eventuell Waldrandnähe. Häufig stellen sich bei offeneren Bedingungen überwiegend ubiquitäre Arten ein. Mit Ausnahme von echten Sonderstandorten (Trocken-, Feuchtbiotope nach §13d BayNatSchG) dürften demgegenüber Standortqualitäten in Mittelschwaben im Vergleich mit waldstrukturellen oder mikroklimatischen Habitatparametern für Schnecken relativ unbedeutend sein, zum Teil vermutlich eine Folge der Bodenversauerung durch Fichtenanbau (Probleme für Gehäuseschnecken).

Naturschutzfachliche Zielartenkonzepte sind allenfalls auf lokaler Basis sinnvoll. Gute

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Zeigerarten wären im Krumbacher Gebiet vor allem *Vertigo pusilla* und *Macrogastra badia*, in Ottobeuren *Cochlodina orthostoma* und *Bulgarica cana*. Gebietsübergreifend würde sich am ehesten *Deroceras rodnae* anbieten. Alle diese Arten sind spezialisierte, gefährdete Naturnähezeiger, deren bevorzugte Habitate nicht in der Bodenvegetation liegen. Letzteres läßt sich damit begründen, dass, nach den Ergebnissen multidimensionaler Skalierungen, der von den Schneckenzönosen der Testbestände gebietsübergreifend recht genau nachgezeichnete Naturnähegradient vom Naturwaldreservat bis zum Douglasienbestand vor allem durch die stark ausgeprägte Bodenvegetation in KNW und DOU (nach Sturmwürfen zum Teil auch in KFI) "verfälscht" wird. Die Schneckenzönosen der Douglasienbestände unterscheiden sich von denen der übrigen Testbestände vor allem durch ihre Miniaturisierung und die weitgehend fehlende Nutzung der Douglasie als Substrat (ungünstige Konsistenz der oft bröseligen Rinde lebender Bäume für Schleimbandaufbau; auch an Totholz selten). Ansonsten werden in diesen Beständen wie bei den anderen Nadelholzreinbeständen, denen ihre Zönosen ähneln, Schnecken erst im Herbst häufiger.

Wegen der im Laubholzbereich deutlich von Bestandsgeschichte und Gebietscharakter geprägten Zönosen und der geringen Dispersion vieler Arten eignen sich Waldschnecken trotz der starken Reaktion im Naturnähegradienten nur bedingt für eine Regionalisierung von naturschutzfachlichen Werten. Am ehesten dürfte dies noch mittels Artengruppierungen gelingen, die sich an hohen Gefährdungspotentialen oder bestimmten ökologischen Kennwerten (Affinität zum alpinen Raum, zu naturnahen Waldformen, zu Bäumen als Substrat etc.; nur obere Größenklassen) orientieren. Für eine üppige Bodenvegetation typische Arten sollten dagegen ausgeklammert werden. Für die Forstpraxis gilt, dass wertvolle Schneckenzönosen vor allem durch hohe Laubholzanteile bzw. flächige Einbringung von Laubholz, die Erziehung zu Starkholz sowie große Totholzvorräte gefördert werden können. Inwieweit die bisher nur für Altbestände geltenden Befunde auch auf jüngere Waldphasen übertragen werden dürfen bedarf der Prüfung.

Summary

Dependence of Mid-Swabian Snail Communities on Natural Forest Conditions.

From 10 forest stands situated within two spruce-dominated Mid-Swabian landscapes (near Krumbach and near Ottobeuren) 90 km west of Munich (Bavaria), we analysed the snail communities along a natural gradient of forest conditions (nature forest reserves, pure deciduous stands, mixed spruce-beech-stands, pure spruce stands, Douglas fir stands). For sampling, in 1999 (May-Oct) and 2000 (Mar-Oct) we used traps (from floor to tree crown; barber-traps, stem-collectors, flight interception traps), in 2000 completed with time-standardizised pick-ups by hand, sweep-net and litter-screening (May, Sep). For the trap-samples (about 5000 animals, mainly slugs) only quantitative analysis was done, while for the pick-ups (53 species with 7300 animals) the collections were evaluated qualitatively too.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Pooling all test stands of a test area, a comparison between Krumbach and Ottobeuren area (distance 30 km) showed similiar species composition. Species number was highest within the Krumbach nature reserve and the Ottobeuren pure deciduous stand. Substantial differences between the test areas existed mainly in snail abundance and population dynamics. Within stands close to natural conditions these differences seemed much clearer then within pure coniferous stands, where abundance was low and slugs dominate. Within mixed spruce-beech-stands snail abundance was higher in beech-dominated parts then in spruce-dominated, and within pure spruce stands, mature beech tree solitaries showed a strong attraction for Clausiliidae remaining from former, more broadleaved conditions many decades ago.

These results show, that forest snail abundance and community dynamics depend on the degree of naturality, mainly structural consequences from a high proportion of deciduous trees, mature trees and dead woody materials. The importance of natural conditions becomes smaller, when climate is more humid, soil vegetation more rampant, canopy closure more open or forest margins are near. Humid conditions rise the importance of trees as a snail habitat and in pure deciduous stands or in warmer regions like in Krumbach snail abundances rise earlier in the season than in pure coniferous stands or colder climate conditions like in Ottobeuren. In that „rougher" test area within deciduous stands the proportion of endangered and indicator species (Red Data books, alpine dispersion, typical forest species, big-shaped species,) was higher then in Krumbach (mainly generalistic species, but higher total abundance of the community). Snail preference for stand maturity or dead woody materials depends on tree species. Rotting-resistant trees with cracked bark structures like oak or larch were important habitat elements when lying dead on the floor, while smooth-barked trees like the beech were favoured as up-rising, living trees for rock compensation, especially, when they offer hides like rotting treeholes. In Douglas fir stands the snail communitiy contained many very small snails and the bark was mostly avoided presumably due to its crumbling consistence, which is very unfavourable for slime belt production.

Due to strong local differences between the diagnostic parts of snail communities (endangered species etc.), the evaluation of flagg species for nature conservancy purposes using forest snails may only be relevant on a local scale. In the species-impoverished Mid-Swabian region *Vertigo pusilla* and *Macrogastra badia* may be good flagg species for the Krumbach region, *Cochlodina orthostoma* and *Bulgarica cana* for the Ottobeuren region and *Deroceras rodnae* for both.

Alternative evaluating systems may be based on snail guild proportions (indicators for typical substrates of natural forests, tree species preferation, size classes, European distribution types etc.).

For forest managers our results show, that increasing leaf-tree area, stand age and dead wood will be good strategies to support high quality snail communities in economically used forests.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Dank

Der Bayerischen Staatsforstverwaltung und dem deutschen Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) danken wir für die finanzielle Förderung des Projekts, den Forstämtern Krumbach und Ottobeuren sowie Herrn H. WAGNER von der Fürstlich Esterhazy'schen Domänenverwaltung in Edelstetten für ihre Unterstützung und die Möglichkeit, auf ihren Flächen jahrelang waldökologische Untersuchungen durchführen zu dürfen, obwohl sich dadurch die dort geplanten Nutzungsmaßnahmen verzögerten. Zu danken haben wir auch Herr. C. STRÄTZ, Bayreuth für wertvolle methodische Hinweise und Herrn Mag. P. REISCHÜTZ, Horn, für viele konstruktiv-kritische Bemerkungen zu diesem Manuskript.

Literatur

AMMER, U., A. FISCHER, R. MÖßMER & H. UTSCHICK (1994): Das Seeholz bei Diessen am Ammersee - Pflege- und Entwicklungsplanung für ein waldreiches Naturschutzgebiet. Forstliche Forschungsberichte München 146. 277 S..

AMMER, U. & H. UTSCHICK (1997): Pflege- und Entwicklungsplanung für das NSG „Untere Alz". Fachgutachten. Reg. v. Obb., 689 S..

AMMER, U., K. ENGEL, B. FÖRSTER, M. GOßNER, M. KÖLBEL, R. LEITL, U. SIMON, U.E. SIMON & H. UTSCHICK (2002): Vergleichende waldökologische Untersuchungen in Naturwaldreservaten (ungenutzten Wäldern) und Wirtschaftswäldern unterschiedlicher Naturnähe (unter Einbeziehung der Douglasie) in Mittelschwaben. www.lrz-muenchen.de/~lnn/LNN_2002/lnn/forschung.htm (Forschungsbericht des BMBF und des Bayer. StMLF. 1005 S., Freising)..

COLLING, M. (1992): Muscheln und Schnecken - Einführung in die Untersuchungsmethodik. In TRAUTNER, J. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. Ökologie in Forschung und Anwendung 5: 111 - 118. Margraf, Weikersheim.

DETSCH, R. (1999): Der Beitrag von Wirtschaftswäldern zur Struktur- und Artenvielfalt. W & T Berlin. 208 S.

DRÖGE, N., C. WALTHER, B. BEINLICH & H. PLACHTER (1999): The significance of passive transport for dispersal in terrestrial snails (Gastropoda, Pulmonata). Z. Ökologie u. Naturschutz 8:1-10.

ENGEL, K. (1999): Analyse und Bewertung von Umbaumaßnahmen in Fichtenreinbeständen anhand ökologischer Gilden der Wirbellosen-Fauna. W&T-Verlag Berlin, 170 S.

ENGEL, K. & U. AMMER (2003): Vergleich verschiedener Fangflüssigkeiten. Faun.-Ökol.Mitt. 8:297-301.

FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken (Weichtiere). Schr.reihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 97: 61 - 112.

FALKNER, G. (1992): Rote Liste gefährdeter Schnecken und Muscheln (Mollusca) Bayerns. Schr.reihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 111: 47 - 55.

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

FUCHS, K. (1990): Quantitative Untersuchung der Gehäuseschneckenfauna eines Kalkbuchenwaldes. Beiträge zum Artenschutz 10. Schr.reihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz.

HELFER, W. (2000): Urwälder von Morgen. Naturwaldreservate in Bayern 5. IHW-Verlag, 160 S.

JUNGBLUTH, J.H. & D. VON KNORRE (1998): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)]. In Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schr.reihe f. Landschaftspfl. u. Naturschutz 55: 283 - 289.

LA FRANCE, M., M. REICH & H. PLACHTER (1996): Der Einfluss standortsfremden Fichtenanbaus auf die Landschneckengemeinschaften (Mollusca, Gastropoda) einer montanen Buchenregion. Verh. Ges. f. Ökologie, Band 26: 313 - 319.

MATTHES, U. (1998): Waldökologische Analyse und Bewertung von Umbaumaßnahmen im Bayerischen Staatswald als Beitrag für eine naturnahe Forstwirtschaft. Utz, München, 226 S..

RÜETSCHI, J. (1999): Weichtiere in Schweizer Eschenwäldern. Umwelt-Mat. Nr. 102. BUWAL, Bern, 62 S..

SSYMANK, A., U. HAUKE, C. RÜCKRIEM, E. SCHRÖDER & D. MESSER (1998): Das europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe Landesppf. Naturschutz H. 53. Bonn-Bad Godesberg, 560 S..

STRÄTZ, C. (1999): Landschnecken in Naturwaldreservaten Nordbayerns. AFZ/DerWald 54:388 - 389.

UTSCHICK, H. (1990): Reproduktion und Migration einer durch Bekämpfungsmaßnahmen reduzierten Gartenpopulation der Spanischen Wegschnecke (Arion lusitanicus). Mitt. Zool. Ges. Braunau 5: 175 - 182.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Hans Utschick
Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz der TU München
Am Hochanger 13
D-85354 Freising
E-mail: Hans.Utschick@lrz.tum.de

Claudia Summerer
Piechlerstr. 2
D-87724 Ottobeuren

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Anhang: Wertbestimmende Schneckenarten in bayerischen Laub- und Mischwäldern nach Angaben von SSYMANK et al. (1998; BfN-Handbuch mit Wald-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie). Code und Artennamen nach FALKNER (1990). Kennwerte: Typ = Ökotyp von Waldschnekkenarten nach FALKNER 1990 (W = obligate Waldart, Wh = Art feuchter Wälder, Wf = Art felsiger Wälder, Ws = Art trockener, lichter Wälder, p = Auwaldart, w = Art mit Wald als Hauptlebensraum, - = Wald nicht Hauptlebensraum); S/A = Stetigkeit und Abundanz in Schweizer Laubwäldern (A = Stetigkeit > 30 % bei eher geringen Dichten, B = bei eher hohen Dichten) nach RUETSCHI 1999; RLB/RLD = Rote-Liste-Status für Bayern/Deutschland (FALKNER 1990, JUNGBLUTH & VON KNORRE 1998); GKL = Größenklasse von adulten Tieren (1+2 = < 5 mm, 4-6 = > 1 cm); n = Anzahl der Nennungen im BfN-Handbuch. Arten mit hoher Schlüsselartenfunktion in Fettdruck, mit mäßiger Funktion unterstrichen.

Code	Art	Kennwerte						BfN-Handbuch									
		TYP	S/A	RLB	RLD	GKL	n	9110	9113	9140	9150	9160	9170	9180	9190	9E10	9F10
25	*Acicula lineata* Gestreifte Mulmnadel	wf	B	3	3	2	1							+			
26	*Acicula lineolata* Gekritzte Mulmnadel	wf		3	3	2	1			+							
27	*Platyla polita* Glatte Mulmnadel	W	A	3	3	2	3		+			+		+			
29	*Renea veneta* Gerippte Mulmnadel	w		S	R	2	1			+							
31	*Carychium minimum* Bauchige Zwerghornschnecke	p	B	R		1	2									+	+
32	*Carychium tridentatum* Schlanke Zwerghornschnecke	-	B			1	4		+			+	+				+
34	*Aplexa hypnorum* Moos-Blasenschnecke	p		2	3	3	1					+					
43	*Anisus leucostoma* Weißmündige Tellerschnecke	p		3		3	1					+					
57	*Omphiscola glabra* Längliche Sumpfschnecke	p		0	2	4	1					+					
69	*Cochlicopa lubrica* Gemeine Glattschnecke	-	B			3	1									+	
74	*Columella edentula* Zahnlose Windelschnecke	-	A	R		2	1									+	
76	*Columella aspera* Rauhe Windelschnecke	W		S		1	1								+		
79	*Truncatellina costulata* Wulstige Zylinderwinkelschn.	ws		0	3	1	1							+			
81	*Vertigo pusilla* Linksgewundene Windelschnecke	ws		3	V	1	1							+			
82	*Vertigo antivertigo* Sumpf-Windelschnecke	p		2	3	1	1									+	
91	*Vertigo alpestris* Alpen-Windelschnecke	Wf		2	3	1	1							+			
94	*Abida secale* Roggenkornschnecke	wf		R	V	3	1				+						
112	*Acanthinula aculeata* Stachelige Streuschnecke	W	B	R		1	3		+		+				+		
114	*Ena montana* Berg-Vielfraßschnecke	W	A			4	3	+	+								+
115	*Merdigera obscura* Kleine Vielfraßschnecke	W	A			3	5	+	+			+	+				+
118	*Cochlodina laminata* Glatte Schließmundschnecke	W	A			4	7	+	+		+	+	+			+	+
119	*Cochlodina fimbriata* Bleiche Schließmundschnecke	W		3	3	4	1							+			
120	*Cochlodina costata* Berg-Schließmundschnecke	Wf		2	2	4	1							+			
121	*Cochlodina orthostoma* Geradmund-Schließmunds.	W		2	3	4	1							+			
122	*Ruthenica filograna* Zierliche Schließmundschnecke	W		2	3	3	1							+			
125	*Macrogastra ventricosa* Bauchige Schließmundsch.	wh	A			4	2							+			+
126	*Macrogastra attenuata ssp. lineolata* Mittlere S.	W	A			4	1										+
129	*Macrogastra plicatula* Gefältelte Schließmundschn.	W	A			4	1						+				
130	*Clausilia rugosa ssp. parvula* Rauhe Schließmunds..	-				4	1				+						
131	*Clausilia bidentata* Zweizähnige Schließmundschn.	w		3		4	4	+	+		+	+					
132	*Clausilia cruciata* Scharfgerippte Schließmundschn.	W	A	3	V	3	2			+				+			
133	*Clausilia pumila* Keulige Schließmundschnecke	w		3		4	1										+
134	*Clausilia dubia* Gitterstreifige Schließmundschnecke	Wf	A		V	4	1										+
137	*Balea biplicata* Gemeine Schließmundschnecke	w				4	2		+								+
140	*Bulgarica cana* Graue Schließmundschnecke	W		2	2	4	1							+			

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Code	Art	Kennwerte						BfN-Handbuch									
		T Y P	S / A	R L B	R L D	G K L	n	9 1 1 0	9 1 3 0	9 1 4 0	9 1 5 0	9 1 6 0	9 1 7 0	9 1 8 0	9 1 9 0	9 1 E 0	9 1 F 0
143	*Succinea putris* Gemeine Bernsteinschnecke	p				4	1									+	
144	*Oxyloma elegans* Schlanke Bernsteinschnecke	p				4	1									+	
147	*Punctum pygmaeum* Punktschnecke	-	B			1	5		+		+	+	+		+		
148	*Discus rotundatus* Gefleckte Knopfschnecke	w	B			3	6	+	+		+	+	+				+
149	*Discus perspectivus* Gekielte Knopfschnecke	wh		3	3	3	2			+				+			
151	*Zonitoides nitidus* Glänzende Dolchschnecke	p				3	1									+	
152	*Euconulus fulvus* Helles Kegelchen	w	B			2	2				+						+
153	*Euconulus alderi* Dunkles Kegelchen	p		3	V	2	1									+	
154	*Semilimax semilimax* Weitmündige Glasschnecke	wh				2	3			+				+			+
155	*Semilimax kotulae* Berg-Glasschnecke	W		2	2	3	1							+			
156	*Vitrinobrachium breve* Kurze Glasschnecke	-			V	3	1										+
157	*Phenacolimax major* Große Glasschnecke	wh		3	V	3	1							+			
159	*Eucobresia diaphana* Ohrförmige Glasschnecke	wh	B			3	4			+				+		+	+
163	*Vitrina pellucida* Kugelige Glaschnecke	-	A			3	1				+						
164	*Vitrea diaphana* Ungenabelte Kristallschnecke	W	A	3		2	2			+				+			
165	*Vitrea transsylvanica* Siebenbürger Kristallschnecke	W			R	2	2			+				+			
166	*Vitrea subrimata* Enggenabelte Kristallschnecke	W	B	3	V	2	2			+				+			
167	*Vitrea crystallina* Gemeine Kristallschnecke	w	B			2	2									+	+
168	*Vitrea contracta* Weitgenabelte Kristallschnecke	Wf		2	V	1	1				+						
169	*Aegopis verticillus* Wirtelschnecke	W		3	3	5	1							+			
170	*Aegopinella pura* Kleine Glanzschnecke	W	B			2	5	+	+		+	+	+				
171	*Aegopinella nitidula* Rötliche Glanzschnecke	W		3		3	5	+	+		+	+					+
173	*Aegopinella nitens* Weitmündige Glanzschnecke	W	B			3	5	+	+		+		+				+
175	*Aegopinella minor* Wärmeliebende Glanzschnecke	Ws		S	3	3	1							+			
176	*Perpolita hammonis* Streifenglanzschnecke	w				2	3					+			+	+	
178	*Oxychilus cellarius* Keller-Glanzschnecke	-	A			4	3	+	+		+	+					
183	*Oxychilus glaber* Glatte Glanzschnecke	w		3	V	4	1							+			
184	*Oxychilus depressus* Flache Glanzschnecke	wf		3	3	3	1							+			
185	*Daudebardia rufa* Rötliche Daudebardie	wh		2	3	2	1							+			
186	*Daudebardia brevipes* Kleine Daudebardie	wh		2	3	2	1							+			
190	*Limax maximus* Tigerschnegel	-				4	2	+	+								
191	*Limax cinereoniger* Schwarzer Schnegel	W				4	3	+	+					+			
193	*Malacolimax tenellus* Pilzschnegel	W				2	2	+	+								
195	*Lehmannia marginata* Baumschnegel	W				3	3	+	+			+					
198	*Deroceras laeve* Wasserschnegel	p				1	1									+	
205a	*Arion ater* Schwarze Wegschnecke	W	A	R	V	3	2	+	+								
205b	*Arion rufus* Rote Wegschnecke	W	A	R	V	3	2	+	+								
207	*Arion subfuscus* Braune Wegschnecke	w	A			3	3					+				+	+
210	*Arion silvaticus* Wald-Wegschnecke	W	A			2	1										+
211	*Arion circumscriptus* Graue Wegschnecke	wh		3		2	1	+									
215	*Fruticicola fruticum* Strauchschnecke	w				4	1										+
216	*Trichia hispida* Gemeine Haarschnecke	-				3	1										+
217	*Trichia sericea* Seidige Haarschnecke	w	A			3	1										+
218	*Trichia rufescens* Gestreifte Haarschnecke	wh		S		4	1										+
219	*Trichia coelomphala* Augen-Haarschnecke	p		2	3	?	1										+
220	*Trichia villosa* Zottige Haarschnecke	wh	A		V	4	1										+
224	*Perforatella bidentata* Zweizähnige Laubschnecke	Wh		2	3	3	2									+	+
225	*Monachoides incarnatus* Inkarnatschnecke	W	A			4	4		+			+	+				+
227	*Pseudotrichia rubiginosa* Behaarte Laubschnecke	p		2	2	3	1									+	

© Mitt. Zool. Ges. Braunau/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Code	Art	Kennwerte						BfN-Handbuch									
		T Y P	S / A	R L B	R L D	G K L	n	9 1 1 0	9 1 3 0	9 1 4 0	9 1 5 0	9 1 6 0	9 1 7 0	9 1 8 0	9 1 9 0	9 1 E 0	9 1 F 0
228	*Urticicula umbrosa* Schatten-Laubschnecke	Wh			V	4	2			+							+
234	*Euomphalia strigella* Große Laubschnecke	ws		R	V	4	1							+			
236	*Helicodonta obvoluta* Riemenschnecke	W	A			4	3		+		+		+				
237	*Arianta arbustorum* Baumschnecke	w	B			4	3					+				+	+
238	*Helicigona lapicida* Steinpicker	Wf		R		4	3				+		+	+			
242	*Isognomostoma isognomostomos* Maskenschnecke	W	A			3	2		+					+			
245	*Cepaea hortensis* Garten-Bänderschnecke	w	A			4	3		+			+					+
247	*Cepaea sylvatica* Berg-Bänderschnecke	-		S	2	5	1										+
248	*Helix pomatia* Weinbergschnecke	w	A			5	3		+				+				+

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Summerer Claudia, Utschick Hans

Artikel/Article: Vergleichende malakologische Untersuchungen in mittelschwäbischen Waldlebensräumen unterschiedlicher Naturnähe. 379-428