Zeitschrift: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Entomologique Suisse = Journal of the Swiss Entomological Society

Herausgeber: Schweizerische Entomologische Gesellschaft

Band: 73 (2000)

Heft: 3-4

Artikel: Einfluss von Wasserstandsänderungen auf die Laufkäferzönose (Coleoptera, Carabidae) des direkten Uferbereiches

Autor: Rust, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-402786

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN DER SCHWEIZERISCHEN ENTOMOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE SUISSE
73, 321 – 331, 2000

Einfluss von Wasserstandsänderungen auf die Laufkäferzönose (Coleoptera, Carabidae) des direkten Uferbereiches

CHRISTIAN RUST[1]

Influence of changes of the water level on the species composition of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) along a river bank. – From April to Juli 1999, three gravel bank sites along the border of the main channel and of reconnected secondary channels in the Danube floodplain forest National Parc near Vienna were compared. Along a transect from the waterline to the height of the flood plain forest, ground beetles were collected for an inventory of the species as well as to study the dependence of the ground beetle species composition on water level fluctuations. Six ground beetle species dominate the species composition close to the water line. They show different reactions to increasing water-levels. Few non-dominant ground beetle species occur in a higher number of individuals only if some of the dominant species are missing. The least diverse site seems to be most important for typical riparian Carabids. A positive and resetting effect of flood events on the quality of gravel banks as habitat for typical riparian groundbeetles is shown.

Keywords: Danube floodplain forest, Carabidae, gravel bank sections, inundation.

EINLEITUNG

Noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts war ein reich verzweigtes Flusssystem mit grossräumigen Sand-, Schotter- und Verlandungsflächen charakteristisch für die Donau-Auen unterhalb Wiens zwischen Haslau und Regelsbrunn (DENK & VAASEN, 1992). Heutzutage sind die Prozesse der Erosion und Umlagerung durch Uferverstärkungen, Traversen und Dämme stark eingeschränkt. Das führte zu grossflächigen Verlandungen in der Aue und infolge Lebensraumverlustes auch zum Verschwinden oder Seltenwerden von speziell angepassten Tieren und Pflanzen. Im untersuchten Abschnitt der Donau-Auen werden oben erwähnte Prozesse durch die Wiederanbindung von Altarmen verstärkt gefördert, um den selten gewordenen Lebensraumtyp zu erhalten.

Ein Ziel dieser Arbeit ist die Erfassung der Laufkäferzönose des Uferbereichs an zwei Altarmbereichen und dem Donau-Hauptkanal. Laut SPANG (1996) beherbergen regelmässig überflutete Auenbiotope eine autochthone Laufkäferfauna mit jeweils habitattypischer Ausprägung. Entlang des Ufertransektes werden Reaktionen der Laufkäfergemeinschaft auf schwankende Wasserstände untersucht.

MATERIAL UND METHODE

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Osten Österreichs, ca. 20 km östlich von Wien bei Haslau a.d.Donau und ca. 146 Meter über Meer (Abb. 1) Die Landschaft ist geprägt durch das pannonische Klima mit einem trockenen und heissen Sommer und einem kalten Winter. Der durchschnittliche jährliche Abfluss der Donau beträgt hier 1950 m^3/s (TOCKNER *et al.*, 1999). Die monatlichen Mittelwerte des Wasserstandes in einer Langzeitbeobachtung sind im Juni an höchsten und im

[1] Eipeldauerstr. 38/27/7, A-1220 Wien (Österreich)

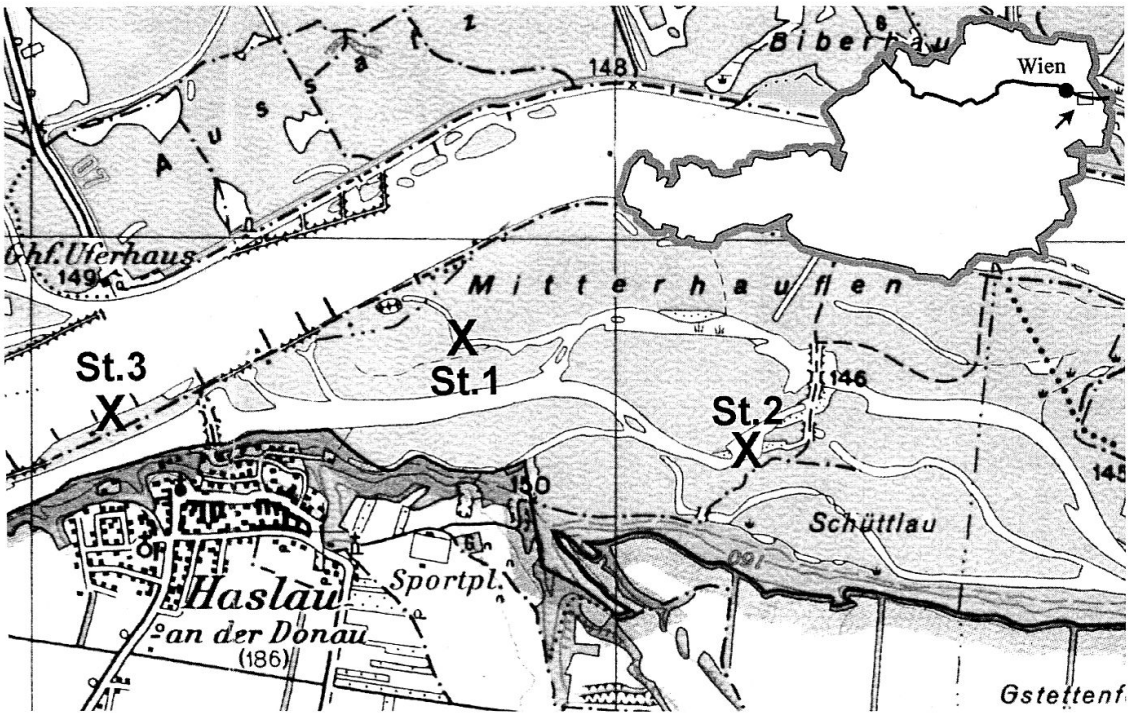

Abb. 1: Übersichtskarte mit den drei Probenahmestellen (Österreichische Karte 60 abgeändert durch den Autor, Rasterweite enspricht 2 km).

November am tiefsten, mit einer Amplitude von 2.5 m. Die Wasserstandsschwankungen treten zum Teil stark und zufällig auf (SCHIEMER *et al.*, 1999).

Von April bis Juli wurden an 4 Terminen (vgl. Tab. 2) zwei Schotterbereiche im verzweigten Nebenarmsystem (Stellen 1 und 2) und ein Schotterbereich am Donau-Hauptkanal (Stelle 3) untersucht (Abb. 1). Wegen dem hohen Wasserstand von Mitte bis Ende Mai konnten die Stellen 1 und 2 im Gegensatz zur Stelle 3 erst direkt nach dem Hochwasser begangen werden. Die genauen Standortangaben finden sich in Tab. 1.

Je Standort wurden drei Aufsammlungen (= Replikate) entlang von vorher vermessenen Transekten von der Wasserlinie zur Auwaldhöhe (Höhe mit Baumbewuchs) durchgeführt. Auf Auwaldhöhe wurden zusätzlich je Replikat eine Barber-

Tab. 1: Standortangaben (ÖK = Österreichische Karte 60 Bruck a. d. Leitha, BMN 7808 (1:50'000) vom Bundesamt für Vermessungswesen).

	ÖK	Kurzbeschrieb der Stellen	Uferstabilität	Vegetation in Auwaldhöhe
Stelle 1	48° 7,5′ N 16° 43,5′ E	Schotterzunge in einem Nebenarm	dynamisch, Erosionsprozesse	Salix sp., Acer negundo, Urtica dioeca
Stelle 2	48° 7′ N 16° 44,5′ E	Schotterzunge und -flächen entlang einem Nebenarm	dynamisch, Erosionsprozesse	Salix sp., Acer negundo, Typhoides arundinacea, Rubus sp., Impatiens glandulifera
Stelle 3	48° 7,3′ N 16° 42,7′ E	Schotterzunge und Schotterfläche am Hauptkanal	statisch, buhnengeschützt, z.T. blockwurfgesichert	Salix sp., Alnus sp., Sambucus nigra, Urtica dioeca, Rubus sp., Impatiens sp.

Tab. 2: Probetermine und Expositionsdauer der Trichterfallen.

	Handaufsammlungen	Trichterfallen-Exposition
Stelle 1	20.4., 8.6., 27.6., 20.7.99	20.-30.4., 7.-9.6., 27.6.-1.7., 19.- 22.7.99
Stelle 2	19.4., 7.6., 26.6., 22.7.99	19.-30.4., 6.-9.6., 26.6.-1.7., 19.- 22.7.99
Stelle 3	21.4., 12.5., 25.6., 21.7.99	16.-27.4, 12.-20.5., 25.-29.6., 19.- 22.7.99

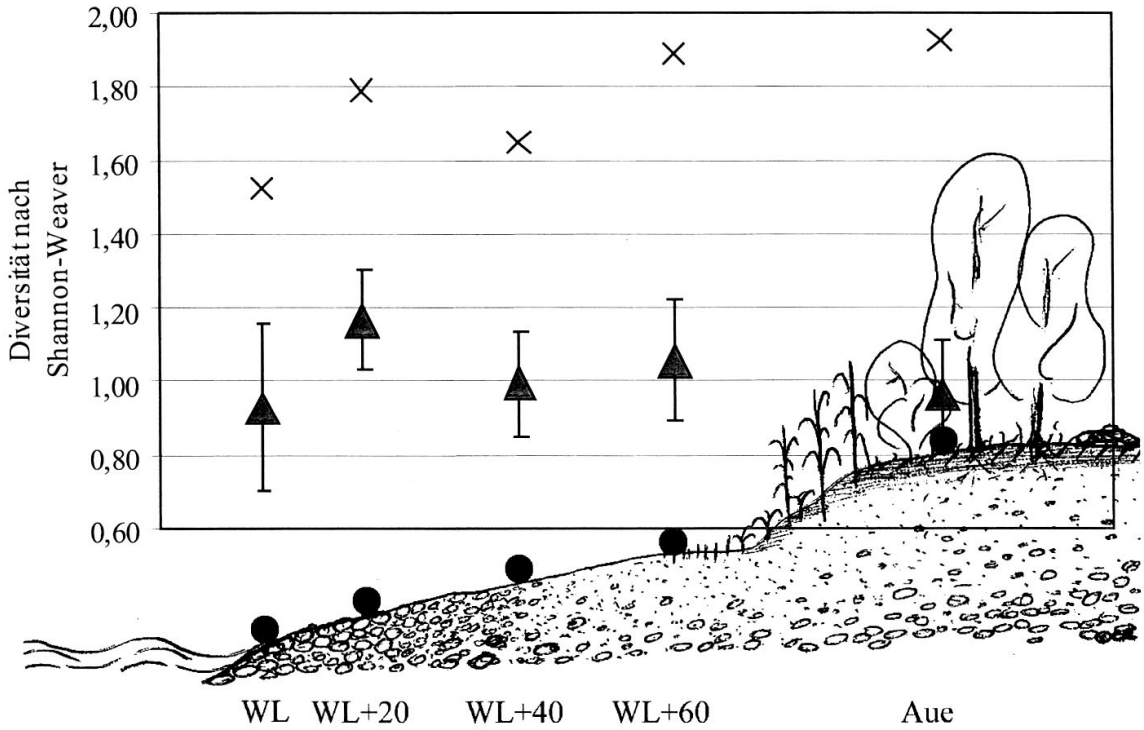

Abb. 2: Diversität nach Shannon-Weaver entlang dem Transekt von der Wasserlinie zur Auwaldhöhe (alle Termine und Stellen gepoolt, Mittelwert mit 95 % Vertrauensbereich und Maximalwert).

falle (OBRIST & DUELLI, 1996) aufgestellt und während 10 Minuten unterschiedliche Habitatstrukturen wie Sand, Lehm, Laubstreu oder Totholz abgesucht. Entlang den Transekten wurden, von der Wasserlinie aus beginnend, 4 kreisförmige Handaufsammlungen (0,25 m^2 Plastikrahmen) in Höhenabständen von 20 cm, und eine 5. Handaufsammlung auf Auwaldhöhe durchgeführt (Abb. 2). Die Trichterfallen wurden wegen den stark schwankenden Wasserständen und aus Zeitgründen (Bestimmungsaufwand) jeweils nur wenige Tage exponiert. Die genauen Probetermine und Expositionsdauer der Trichterfallen finden sich in Tab. 2. Die Tiere wurden mit FREUDE *et al.* (1976, 1989) bestimmt. Sehr hilfreich bei den Gattungen *Bembidion* und *Asaphidion* waren persönlichen Mitteilungen von Herrn W. MARGGI bzw. E. KIRSCHENHOFER. Die neueste Systematik wurde LUCHT *et al.* (1998) entnommen.

Die prozentuale Nischenüberlappung oder Ähnlichkeit der Laufkäferzönose wurde mit dem Sørensen-Index (KREBS, 1989) berechnet. Die Ähnlichkeit der Substratbedeckung wurde mit dem Horn-Index berechnet (KREBS, 1989, Programm: Similar). Evenness und Diversitätsberechnungen wurden MÜHLENBERG (1993) entnommen. Die Statistik wurde mit dem Programm Statistica 5.1 berechnet (ANOVA der Mittelwerte mittels Scheffé-Test und Signifikanzniveau $p = 0.05$).

RESULTATE

Artenliste und Artenvergleich

Insgesamt wurden 84 Laufkäferarten aus 2277 Individuen gefunden (Tab. 3). An Stelle 1 wurden 50 Arten, an Stelle 2 53 und an Stelle 3 48 Arten nachgewiesen. An der direkten Wasserlinie fanden sich mit der flächenbezogenen Fangme-

Tab. 3: Artenliste (alle Fangmethoden); WL, 20, 40, 60, Aue = Transektpunkte entlang dem Ufertransekt von der Wasserlinie (WL) zur Auenwaldhöhe (Aue); Artennachweis je Transektpunkt mit x = bis 20 %, xx = 20–40 %, xxx = >40 % der Individuen; ' = Einzelindividuenfund; * = noch zu überprüfen.

Art	WL	20	40	60	Aue	Art	WL	20	40	60	Aue
Abax carinatus (Duft.)					x	**Clivina collaris** (Herbst)		x	x	xx	xxx
Agonum fuliginosum (Panz.)					x'	**Clivina fossor** (L.)				xx	xx
Agonum marginatum (L.)		x'				**Drypta dentata** (Rossi)					x'
Agonum micans Nic.		x		x	xxx	**Dyschirius aeneus** (Dej.)					x'
Agonum moestum (Duft.)					x	**Dyschirius globosus** (Herbst)					x
Agonum viduum (Panz.)					x	**Dyschirius nitidus** (Dej.)					x
Amara anthobia Villa					x'	**Elaphrus aureus** Müller			x		xxx
Amara aulica (Panz.)					x'	**Elaphrus riparius** (L.)				x'	
Amara familiaris (Duft.)					x'	**Harpalus progrediens** Schaub				x	xx
Amara fulva (Müller)					x'	**Harpalus rufipes** (De Geer)					x
Amara ovata (Fabr.)				x	x	**Harpalus serripes** (Quens.)					x'
Anisodactylus binotatus (Fabr.)					x	**Lasiotrechus discus** (Fabr.)					x
Asaphidion austriacum Schweig.				x	xxx	**Lionychus quadrillum** (Duft.)		x		xx	
Asaphidion flavipes (L.)				x	xxx	**Loricera pilicornis** (Fabr.)					x
Badister bullatus (Schrank)					x'	**Nebria rufescens** (Stroem)					x'
Badister lacertosus Sturm					x	**Notiophilus palustris** (Duft.)					x'
Badister sodalis (Duft.)					x	**Notiophilus rufipes** Curt.					x
Bembidion cruciatum bualei Jacq. Du Val		x	xx	xx		**Panagaeus cruxmajor** (L.)					x'
Bembidion articulatum (Panz.)					x'	**Patrobus atrorufus** (Ström)					x'
Bembidion ascendens Dan.	x	xxx	xx	x		**Perileptus areolatus** (Creutz.)	x	xx	x		
Bembidion azurescens Dalla Torre			x	xx	x	**Platyderus rufus** (Duft.)					x
Bembidion bugnioni Dan. *				x'		**Platynus albipes** (Fabr.)		x			x
Bembidion decoratum (Duft.)					x'	**Platynus assimilis** (Payk.)	x	x		x	xxx
Bembidion decorum (Zenk.)	xx	xx	xx	xx	x	**Platynus obscurus** (Herbst)					x
Bembidion dentellum (Thunb.)					x	**Poecilus cupreus** (L.)					x
Bembidion fasciolatum (Duft.)	x	xxx	xx	x		**Pterostichus anthracinus** (Illig.)					x
Bembidion femoratum Sturm	x	xx	xx	xxx	x	**Pterostichus melanarius** (Illig.)					x
Bembidion geniculatum Heer				x'		**Pterostichus niger** (Schall.)					x
Bembidion minimum (Fabr.)		xx	x			**Pterostichus oblongopunctatus** (F.)					x
Bembidion modestum (Fabr.)	xx	xxx	x	x		**Pterostichus strenuus** (Panz.)					x
Bembidion octomaculatum (Goeze)	x'					**Pterostichus vernalis** (Panz.)					x
Bembidion prasinum (Duft.)	xxx	x	x	x		**Stomis pumicatus** (Panz.)					x
Bembidion properans Steph.				x	x	**Synuchus nivalis** (Illig.)					x'
Bembidion punctulatum Drap.	xxx	xxx	xx	xx	x	**Paratachys bistriatus** (Duft.)		x	xx	x	xx
Bembidion quadrimaculatum (L.)					x	**Paratachys micros** Fisch.-Waldh.	x	xx	xx	x	xx
Bembidion schueppeli Dej.					x	**Elaphropus bisbimaculatus** Chevr.		x	x	x	x
Bembidion semipunctatum (Don.)			x	x	xxx	**Elaphropus diabrachis** Kol.			x	x	x
Bembidion testaceum (Duft.)	x	xx	x	xx		**Elaphropus quadrisignatus** (Duft.)			x	x	xx
Bembidion tetracolum Say	x	x	x	xx	xxx	**Thalassophilus longicornis** (Sturm)	x'				
Bembidion varium (Oliv.)	x	xx	xx			**Trechoblemus micros** (Herbst)					x'
Calathus erratus Sahlb.					x'	**Trechus quadristriatus** (Schrank)					x'
Calathus fuscipes (Goetze)					x'						
Carabus granulatus L.					x	**2277 Individuen**	193	225	135	181	1543
Chlaenius nitidulus (Schrank)				x	x	**84 Arten**	15	23	21	29	29(67)

thode 15 Arten. Mit gleicher Methode waren es 20, 40 und 60 cm über der Wasserlinie 23, 21 bzw. 29 Arten, und auf Auwaldhöhe 29 Arten (67 Arten mit allen Fangmethoden). 45 der 84 Arten (54 %) wurden nur in Auwaldhöhe gefunden. 25 Arten wurden anhand von Einzelfunden nachgewiesen.

Die drei häufigsten Arten der nicht flächenbezogenen Fänge auf Auwaldhöhe stellen zusammen 57 % der so gefangenen Individuen (*Platynus assimilis* 23 %, *Elaphrus aureus* 20 % und *Bembidion tetracolum* 14%).

Die vier häufigsten Arten der flächenbezogenen Handaufsammlung stellen 50 % der mit dieser Methode gefangenen 859 Individuen (*B. decorum* und *B. punctulatum* je 16 %, *B. prasinum* und *B. tetracolum* je 9 %). Im Vergleich der Indivi-

Tab. 4: Ähnlichkeit des Substrates nach Stellen und Terminen aufgeschlüsselt (Horn-Index, Transektpunkte gepoolt, Farbschlüssel der Ähnlichkeit zwischen den Transektpunkten: weiss = 0–25 %, hellgrau = 25–50 %, dunkelgrau = 50–75 % und schwarz = 75–100 %).

Stelle 1		April					Anfang Juni					Ende Juni					Juli				
		WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue
April	WL																				
	20	.71																			
	40	.63	.50																		
	60	.48	.66	.59																	
	Aue	.00	.34	.43	.52																
Anfang Juni	WL	.54	.66	.53	.94	.40															
	20	.45	.58	.57	.98	.48	.97														
	40	.15	.47	.24	.74	.78	.64	.70													
	60	.32	.40	.46	.48	.67	.36	.43	.69												
	Aue	.21	.39	.46	.53	.76	.39	.48	.78	.94											
Ende Juni	WL	.81	.53	.65	.60	.00	.65	.63	.22	.37	.26										
	20	.72	.42	.56	.58	.00	.68	.67	.24	.32	.21	.95									
	40	.75	.48	.52	.58	.00	.61	.59	.25	.39	.25	.95	.91								
	60	.22	.52	.23	.76	.65	.70	.73	.93	.56	.65	.36	.37	.38							
	Aue	.00	.00	.50	.24	.72	.15	.22	.30	.31	.38	.01	.00	.00	.21						
Juli	WL	.94	.74	.65	.60	.00	.68	.59	.18	.28	.19	.88	.80	.83	.27	.00					
	20	.83	.72	.61	.67	.00	.72	.66	.21	.06	.05	.79	.73	.70	.31	.00	.89				
	40	.85	.69	.64	.68	.00	.73	.69	.23	.16	.12	.89	.84	.82	.35	.00	.93	.97			
	60	.76	.48	.77	.51	.31	.53	.50	.25	.45	.33	.81	.76	.79	.31	.44	.76	.63	.72		
	Aue	.00	.11	.47	.46	.84	.30	.41	.62	.60	.73	.00	.00	.00	.41	.74	.00	.00	.00	.29	

Stelle 2		April					Anfang Juni					Ende Juni					Juli				
		WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue
April	WL																				
	20	.85																			
	40	.94	.93																		
	60	.82	.68	.81																	
	Aue	.33	.36	.43	.69																
Anfang Juni	WL	.63	.37	.58	.88	.68															
	20	.76	.57	.73	.94	.69	.89														
	40	.69	.52	.68	.90	.73	.87	.98													
	60	.56	.55	.56	.68	.54	.54	.81	.81												
	Aue	.02	.28	.20	.10	.40	.00	.00	.00	.05											
Ende Juni	WL	.87	.72	.83	.91	.61	.79	.95	.94	.79	0										
	20	.82	.64	.78	.94	.62	.91	.96	.93	.74	.00	.95									
	40	.76	.58	.76	.89	.65	.87	.96	.96	.71	.00	.94	.93								
	60	.55	.35	.52	.79	.77	.84	.88	.93	.75	.07	.84	.86	.87							
	Aue	.03	.21	.17	.08	.29	.00	.00	.00	.06	.93	.00	.00	.00	.08						
Juli	WL	.62	.47	.63	.85	.71	.83	.97	.98	.87	.00	.88	.89	.93	.89	.00					
	20	.62	.44	.64	.84	.71	.90	.94	.96	.71	.00	.88	.91	.97	.92	.00	.94				
	40	.68	.48	.65	.91	.74	.92	.98	.99	.77	.00	.92	.95	.95	.94	.00	.96	.97			
	60	.76	.58	.71	.93	.68	.89	.97	.96	.81	.00	.95	.98	.91	.91	.00	.93	.91	.97		
	Aue	.00	.34	.20	.12	.49	.00	.00	.00	.04	.87	.00	.00	.00	.05	.66	.00	.00	.00	.00	

Stelle 3		April					Mai					Juni					Juli				
		WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue	WL	20	40	60	Aue
April	WL																				
	20	.96																			
	40	.83	.87																		
	60	.84	.84	.90																	
	Aue	.70	.69	.76	.75																
Mai	WL	.71	.66	.88	.80	.66															
	20	.85	.85	.89	.88	.84	.79														
	40	.59	.62	.62	.63	.92	.49	.82													
	60	.13	.21	.29	.19	.60	.16	.48	.74												
	Aue	.06	.13	.20	.13	.64	.11	.40	.79	.90											
Juni	WL	.78	.83	.58	.68	.43	.41	.63	.46	.00	.00										
	20	.91	.91	.73	.78	.79	.59	.90	.79	.36	.34	.80									
	40	.86	.89	.94	.83	.78	.78	.88	.65	.34	.25	.56	.80								
	60	.61	.66	.55	.54	.51	.43	.60	.53	.22	.21	.73	.68	.48							
	Aue	.07	.15	.21	.11	.48	.08	.37	.61	.86	.79	.00	.29	.25	.45						
Juli	WL	.81	.84	.66	.68	.52	.48	.83	.62	.35	.22	.79	.86	.68	.65	.28					
	20	.86	.88	.65	.75	.51	.49	.73	.54	.07	.05	.97	.87	.63	.74	.05	.87				
	40	.97	.97	.83	.88	.72	.69	.86	.64	.16	.11	.86	.94	.86	.65	.10	.81	.90			
	60	.96	.94	.80	.83	.67	.63	.90	.65	.28	.16	.77	.92	.84	.60	.20	.92	.86	.93		
	Aue	.06	.15	.22	.11	.55	.08	.35	.65	.92	.86	.00	.29	.25	.28	.85	.22	.05	.10	.16	

duenzahlen zu den 4 Probeterminen erfolgt eine Zunahme von 191 gefangenen Individuen im April (28 Arten) zu 194 im Mai (30 Arten), zu 235 Individuen im Juni (33 Arten) und 239 Individuen im Juli (29 Arten).

Diversitätsvergleich

An Stelle 2 beträgt die Diversität nach Shannon-Weaver (SW) 2.18 mit einer Evenness (E) von 0.65. Stelle 1 (SW = 2.74, E = 0.78) und Stelle 3 (SW = 2.78, E = 0.83) weisen ähnliche Werte auf. Der Sørensen-Index zwischen den Stellen 1 und 2 ergibt eine Ähnlichkeit von 72%. Die Ähnlichkeit von Stelle 3 mit Stelle 1 beträgt 51 % und mit Stelle 2 57 %.

Im Vergleich zwischen den gepoolten Transektpunkten finden sich 20 und 60 cm über der Wasserlinie mit SW = 1.17 bzw. 1.06 höhere Diversitäten als an der direkten Wasserlinie (SW = 0.93), 40 cm über Wasser (SW = 1.0) und auf Auwaldhöhe (SW=0.96, Abb. 2). Die höchste maximale Diversität eines Transektpunktes wird auf Auwaldhöhe mit 1.93 erreicht, die kleinste an der Wasserlinie mit 1.52 gemessen (Abb. 2). Die Evenness der einzelnen Transektpunkte beträgt an der direkten Wasserlinie 0.50, 20 cm über dem Wasser 0.61, 40 cm über dem Wasser 0.65, 60 über dem Wasser 0.60 und auf Auenhöhe 0.56.

Zeitliche Veränderung in der Substratzusammensetzung

Im Juli gleicht die Substratbedeckung des ganzen untersuchten Schotterkörpers von Stelle 1 derjenigen der direkten Wasserlinie von April mit über 75% (Tab. 4). An Stelle 2 deckt sich die Substratbedeckung 60 cm über der Wasserlinie im April jeweils zu mehr als 84 % mit der Schotterfläche bis 60 cm über Wasser im Juli. Im Juli ist hier die Schotterzusammensetzung von der Wasserlinie bis 60 cm darüber über 90 % identisch. An Stelle 3 gleicht sich die Substratbedeckung bis 20 cm über dem Wasser im April und Juli mit jeweils über 80 %. 40 und 60 cm darüber meist noch über 65 % (Tab. 4).

Zeitliche Veränderung der Laufkäferdichten und Artenzahlen im Ufertransekt

Die Laufkäferdichten von der Wasserlinie bis 20 cm über dem Wasser sind im April signifikant kleiner als diejenigen im Mai ($p < 0.02$), Juni ($p < 0.05$) und Juli ($p < 0.001$). Die Anzahl Arten je Probefläche auf den untersten 20 cm der Schotterfläche ist im April signifikant kleiner als im Juli ($p < 0.001$).

Die Rangkorrelation nach Spearman zeigt für die direkte Wasserlinie und 20 cm darüber einen signifikant positiven Zusammenhang zwischen Termin (April bis Juli) und Laufkäferdichte bzw. Artenzahl (Tab. 5). 60 cm über dem Wasser wird der Zusammenhang negativ, mit einem signifikanten Unterschied zwischen Termin und Laufkäferdichte.

Tab. 5. Spearman-Rangkorrelation zwischen Termin (April–Juli) und Laufkäferdichte (LD) bzw. Artenzahl (AZ) je Transektpunkt (Tr-P) (alle Stellen gepoolt, N = Anzahl Proben, r_{LD}/r_{AZ} = Korrelationskoeffizient zwischen Termin und LD/AZ, p_{LD}/p_{AZ} = Signifikanzlevel).

Tr-P.	N	r_{LD}	p_{LD}	r_{AZ}	p_{AZ}
WL	37	0.58	< 0.001	0.62	< 0.001
WL+20	34	0.38	0.027	0.45	0.008
WL+40	33	0.14	0.430	0.21	0.240
WL+60	33	-0.39	0.026	-0.34	0.051
Aue	39	-0.06	0.710	-0.11	0.490

Einzelartenvergleiche

B. decorum und *B. punctulatum* zeigen unterschiedliche Anpassungen an die wechselnden Wasserstände. Von *B. decorum* finden sich im April, Juni und Juli jeweils fast gleiche Individuenzahlen im Ufertransekt. Im Mai wurden deutlich weniger Individuen gefangen (Tab. 6). Von *B. punctulatum* wurden im Mai und Juni mit 40 bzw. 37 Individuen etwas mehr Individuen als im April und Juli gefangen.

Die sechs individuenstärksten Arten (neben den bereits erwähnten noch *B. fasciolatum* und *B. testaceum*) der quantitativen Handfänge stellen von April bis Juli von der Wasserlinie bis 40 cm darüber jeweils mehr als 63 % der Individuen eines Transektpunktes (einzige Ausnahme im April mit 47 % 40 cm über dem Wasser, Tab. 7). 60 cm über der Wasserlinie schwankt die Dominanz zwischen 74 % der Individuen im April und 23 % im Juli.

50 % aller Individuen dieser sechs Arten wurden an Stelle 2 gefangen. Bei *B. prasinum* und *B. punctulatum* sind es gar 83 % bzw. 78 % der Individuen. Von *B. decorum* und *B. testaceum* wurden an dieser Stelle 51 % bzw. 53 % der Individuen gefangen. An Stelle 1 wurden 73 % aller Individuen von *B. tetracolum* und an Stelle 3 79 % aller Individuen von *B. fasciolatum* gefangen.

DISKUSSION

Artenliste und Artenvergleich

Mit insgesamt 84 Arten wurde in der kurzen Untersuchungszeit eine hohe Artenzahl gefunden, vergleichbar mit der Studie von PLACHTER (1986b) an der Isar. Zusammen mit einer eigenen Beobachtung von *Omophron limbatum* und neueren Untersuchungen von JANK (1995) und SCHILLHAMMER (1989), bedeuten die 136 an diesem Donauabschnitt in den letzten Jahren nachgewiesenen Arten eine sehr hohe Artenzahl im Vergleich mit anderen Arbeiten über Laufkäferzönosen an mitteleuropäischen Auensystemen (GERKEN *et al.*, 1991; BEYER *et al.*, 1997; NIEMEIER *et al.*, 1997; RUST, 1998) und verdeutlichen den Artenreichtum in diesem Teil der Donau-Auen.

Die stark erhöhte Artenzahl auf Auwaldhöhe kommt aufgrund der zusätzlich getätigten Fangmethoden zum Ausdruck, andererseits ist ein Artenzuwachs aufgrund der veränderten Habitatstruktur und Substratbedeckung zu erwarten (THIELE, 1977; ANDERSEN, 1985). Nur mit der dichteabhängigen Aufsammlung wurden an diesem Transektpunkt 29 Arten nachgewiesen. Die geringste Artenzahl an der direkten Wasserlinie verdeutlicht möglicherweise die stärkere Dominanz einzelner Arten

Tab. 6. Monatsvergleich der Gesamtartenzahl und Individuensumme im Ufertransekt (gepoolte quantitative Handfänge) und Individuenzahlen ausgewählter Arten des Schotterbreiches.

Datum	Gesamt-Artenzahl	Ind.-Summe	Bembidion decorum	Bembidion prasinum	Bembidion punctulatum
April	28	191	42	5	30
Mai	31	194	10	14	40
Juni	34	235	41	14	37
Juli	30	239	47	47	28

Tab. 7. Prozentualer Individuenanteil der 6 dominanten Arten je Transektpunkt und Termin (N = Gesamtindividuenzahl der 6 Arten).

	% April	N	% Mai	N	% Juni	N	% Juli	N
WL	100	3	86	32	93	59	93	99
WL+20	67	36	63	57	80	61	77	71
WL+40	47	30	65	41	81	26	71	38
WL+60	74	88	22	27	55	53	23	13
Auwaldhöhe	6	34	14	37	9	36	0	18

an der Wasserlinie (LEHMANN, 1965; HERING *et al.*, 1997; SMIT *et al.*, 1997), andererseits sind vielleicht weniger Arten an dieses abdriftgefährdete Habitat angepasst.

Die Art *B. prasinum* wird in der Roten Liste der gefährdeten Tiere Österreichs (KIRSCHENHOFER *et al.*, 1994) als gefährdet taxiert. Die Funde vor allem in den wiedervernetzten Seitenarmbereichen und zum Teil in hoher Individuenzahl stimmen optimistisch, dass sich die Art hier erfolgreich halten wird. *B. prasinum* hält an Stelle 2 auch den Dichterekord von 35 Individuen pro ¼ Quadratmeter an der direkten Wasserlinie, bei einem Anteil von 64 % der dort gefundenen Individuen. Bei den Einzelindividuenfunden der beiden Uferarten *B. geniculatum* und *Nebria rufescens* handelt es sich wahrscheinlich um bei Hochwasser abgedriftete Individuen aus höheren Lagen. Andere Einzeltierfunde sind aufgrund der Fangmethodik zu erklären.

Ähnlichkeit- und Diversitätsvergleiche

Die Diversität und Evenness der drei Standorte anhand der Laufkäferzönose entspricht den hohen Werten von anderen Arbeiten über Uferbereiche (vgl. PLACHTER, 1986b; SCHATZ *et al.*, 1990). Die geringeren Werte an Stelle 2 gegenüber den anderen zwei Stellen sind auf deutlich mehr Individuenfänge vor allem an der direkten Wasserlinie zurückzuführen. Die vergleichsweise höheren durchschnittlichen und maximalen Diversitäten im Transektvergleich bei 20 und 60 cm über der Wasserlinie deuten möglicherweise auf einen Randeffekt zwischen den Extremen «direkte Wasserlinie», «offene Schotterfläche» und «Auwaldvegetation» hin (Abb. 2). Signifikante Unterschiede wurden, eventuell auch wegen der zum Teil geringen Datenmengen aufgrund von Leerfängen, jedoch keine gefunden.

Die höhere Übereinstimmung in der Artengarnitur (Sørensen-Index) zwischen den beiden Nebenarmstellen als im jeweiligen Vergleich zur Hauptkanalstelle ist mit mehr gemeinsamen Arten und nur halb so vielen Einzelartenfunden zu erklären (Einzelarten St. 1: 9, St. 2: 8 und St. 3: 17). Da die meisten der Einzelarten an Stelle 3 in wenigen Individuen und auf Auenwaldhöhe gefunden wurden, ist eine zufällige Häufung nicht auszuschliessen.

Sedimentumlagerung

Nicht nur zwischen den drei Stellen sondern auch innerhalb dieser sind im Verlaufe der Untersuchung durch Wasserstandsschwankungen hervorgerufene Veränderungen im Substrat festzustellen. Die starke Übereinstimmung in der Sedimentzusammensetzung der ufernahen Transektpunkte vor und nach dem Hochwasser bei gleichem Pegelstand ist an Stelle 3 einerseits durch das ständig fliessende Wasser zu erklären, wodurch oberflächlich kaum Feinsediment angelagert

wird (Tab. 4). Andererseits liegt die Kiesbank geschützt in einem Buhnenschatten, wodurch stärkere Sedimentumlagerungen verhindert werden. Der konstant interstitialreiche Uferbereich stellt für typische Uferlaufkäfer ein geeignetes Habitat zur Nahrungssuche und als Lebensraum dar. Die Eignung wird aber an der direkten Wasserlinie durch Wellenschlag herabgesetzt (eigene Beobachtungen). Die Verschlammung des Uferbereichs an Stelle 2 vor dem Hochwasser wird zum Teil aus Tab. 4 ersichtlich, wo der mehrheitlich feinsedimentfreie Schotter im Juli die höchste Ähnlichkeit mit der Bedeckung auf 60 cm über dem Wasser im April aufweist. Die deutlich höchsten Individuenfunde der sonst typisch ufernahen Art *B. punctulatum* (52 Ind./m^2) 60 cm über dem Wasser bei gleichzeitiger Abwesenheit an der direkten Wasserlinie verdeutlichen diese Substratverhältnisse.

Durch ein Hochwasser wird einerseits das Feinsediment wegerodiert und durch den Grundwasseranstieg auch das Porensystem im Schotter (Interstitial) von Feinsediment befreit (SCHIEMER *et al.*, 1997). Dieser Prozess widerspiegelt sich an Stelle 2 wie auch etwas weniger deutlich an Stelle 1 in der hohen Übereinstimmung der Substratbedeckung nach dem Hochwasser von Mai bis Juli (Tab. 4).

Laufkäferdichten und Artenzahlen

Die Wirkung des Hochwassers mit den zum Teil starken Sedimentverfrachtungen zeigt einen signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Laufkäferdichten entlang dem Ufertransekt (Tab. 4). Das Auswaschen von Feinsediment an der Wasserlinie ermöglicht eine Verschiebung der Laufkäferdichten aus höheren Transektpunkten vor dem Hochwasser zur Wasserlinie danach (Tab. 5). Gerade an Stelle 2 konnte dieses Resultat auch optisch mitverfolgt werden und es bestätigt die Indikatorfunktion von Laufkäfern für Substratunterschiede (THIELE & WEISS, 1976; PLACHTER, 1983, SIEPE, 1989). Die Zunahme der Laufkäferdichte im Schotterkörper ist auch aufgrund der zeitlich versetzten Häufigkeitsmaxima der einzelnen Arten zu erklären (Tab. 6), doch wird dadurch nicht die Verschiebungsbewegung wohl aber die Deutlichkeit des Resultats vermindert. Eine grössere Anzahl an Individuen lässt auch mehr Arten erwarten (Korrelationskoeffizient zwischen Laufkäferdichte und Artenzahl je Transektpunkt $r = 0.86$). Die signifikante Zunahme der Artenzahlen je Transektpunkt im Vergleich von April und Juli ist aber kaum aufgrund der Phänologie der Arten anzuzweifeln, da zu den zwei Probeterminen vergleichbare Artenzahlen gefunden wurden (Tab. 6). Das grössere Interstitial nach dem Hochwasser wird folglich von mehr Arten je Flächeneinheit bewohnt.

Einzelartenvergleich

Die Individuenfunde von *B. decorum* und *B. punctulatum* lassen vermuten, dass die beiden Arten zu allen vier Terminen mit vergleichbaren Individuenzahlen vorhanden waren (Tab. 6). Im April hatten beide Arten die höchsten mittleren Individuenfänge 60 cm über dem Wasser. Der Einbruch der Individuenzahlen von *B. decorum* im Mai bei sonst vergleichbarer Fangzahl je Termin könnte eine Migrationsbewegung aufgrund des Hochwassers darstellen. Dafür spricht auch das punktuelle Vorkommen von *B. decorum* nach der Hochwasserphase in Auwaldhöhe. Das Aufsuchen höher gelegener Habitate wie der Auwaldhöhe oder Kiesgruben ist bekannt (KOCH, 1977; PLACHTER, 1983, 1986a). *B. punctulatum* sowie auch *B. prasinum* scheinen durch den wechselnden Wasserstand nicht beeinflusst, und die leicht erhöhten Individuenzahlen von *B. punctulatum* im Mai und Juni deuten möglicherweise auf eine Verdichtung in den hochwasserbedingt, kleineren Schotterflächen

hin (Tab. 6). Beide Arten sind sowohl beim höchsten wie beim tiefsten untersuchten Wasserstand an der direkten Wasserlinie anzutreffen.

Sechs Arten der Gattung *Bembidion* beherrschen zu allen Terminen den ufernahen Schotterbereich bis 40 cm über der Wasserlinie. Die Dominanz mit mehr als 86 % der Individuen ist an der direkten Wasserlinie am stärksten. Die geringeren Prozentwerte während der Hochwasserphase sind eventuell durch den Rückgang oder das Verschwinden von geeignetem Substrat zu erklären. Zu den einzelnen Terminen sind es jeweils nur einzelne Arten die sich bei Abwesenheit mehrerer der sechs dominanten Arten hauptsächlich an höhergelegenen Transektpunkten in grösseren Individuenzahlen finden lassen (April: *Tachys micros*, Mai: Gattung *Clivina*, Juni: *B. femoratum*, Juli: *Elaphropus diabrachis* und *B. azurescens*). Eine abgeschwächte interspezifische Konkurrenz durch das Fehlen dominanter Arten ermöglicht es wahrscheinlich einzelnen Arten, in höheren Individuendichten aufzutreten (vgl. THIELE, 1964).

ZUSAMMENFASSUNG

Der untersuchte Abschnitt der Donauauen beherbergt im Vergleich mit anderen Flusssystemen Mitteleuropas einen hohen Artenreichtum. Pegelschwankungen sind in mehrfacher Hinsicht wichtig. Sie schaffen durch Umlagerungen des Substrates neuen Lebensraum für typische Uferarten und versorgen die Lebensgemeinschaft durch angeschwemmtes organisches Material mit Nahrung. Die «reinigende» und regenerierende Wirkung des Hochwassers ist wichtig für den Erhalt des Interstitials als Lebensraum für möglichst viele Laufkäferarten. Die Schotterflächen von Stelle 2 bieten im Vergleich zu den beiden anderen untersuchten Stellen vier typischen Schotteruferarten, und zugleich einer gefährdeten Art der Roten Liste, einen wichtigen Lebensraum. Bei ansonst vergleichbaren Ufertransekten scheint die, im Vergleich zu Stelle 1, grössere Ausdehnung der Schotterflächen sowie die höhere Geschiebedynamik verglichen mit Stelle 3 möglicherweise einen positiven Einfluss auszuüben. Die Anbindung der Nebenarme mit dem Hauptarm ist unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung auen-typischer Lebensräume sehr positiv zu bewerten und lässt Grund zur Hoffnung, nicht nur Laufkäfer, sondern auch anderen spezialisierten Tier- und Pflanzenarten geeigneten Lebensraum zu schaffen.

DANK

Herrn E. KIRSCHENHOFER (Wien) und W. MARGGI (Thun) möchte ich für die Hilfe beim Bestimmen danken. Für die freizügige Benutzung der Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien danke ich Herrn Dr. H. SCHÖNMANN. Die Realisierung dieser Arbeit verdanke ich Herrn Dr. Ch. BAUMGARTNER von der Nationalpark Donau-Auen GmbH. Herrn Dr. K. P. ZULKA danke ich für die Korrekturen und Anregungen.

LITERATUR

ANDERSEN, J. 1985. Low thigmo-kinesis, a key mechanism in habitat selection by riparian *Bembidion* (Carabidae) species. OIKOS 44: 499–505.

BEYER, W. & GRUBE, R. 1997. Einfluss des Überflutungsregimes auf die epigäische Spinnen und Laufkäferfauna an Uferabschnitten im Nationalpark «Unteres Odertal». *Verh. Ges. Ökol. 27*: 349–356.

DENK, W. & VAASEN, U. 1992. *Landschaftshistorische Entwicklung der Regelsbrunner Au, eine Karte mit fünf Zeitschnitten von 1750 bis zur Gegenwart*. Diplomarbeit, Fachhochschule Karlsruhe, im Auftrag des WWF-Auen-Institutes, Folder.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. 1976. *Die Käfer Mitteleuropas, Band 2 (Adephaga I)*. Goecke & Evers, Krefeld, 302 pp.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. 1989. *Die Käfer Mitteleuropas, Band 12*. Goecke & Evers, Krefeld, 346 pp.

GERKEN, B.K., DÖRFER, X. & BUSCHMANN, M. 1991. Composition and distribution of carabid communities along rivers and ponds in the region of upper Weser with respect to protection and management of a floodplain ecosystem. *Regul. Rivers 6*: 313–320.

HERING, D. & PLACHTER, H. 1997. Riparian ground beetles (Coleoptera, Carabidae) preying on aquatic invertebrates: a feeding strategy in alpine floodplains. *Oecologia 111*: 261–270.

JANK, W. 1995. *Laufkäfer als Bioindikatoren für forstwirtschaftliche Renaturierungsmassnahmen in der Regelsbrunner Au*. Diplomarbeit Universität Wien.

KIRSCHENHOFER, E. & REISER, P. 1994. Rote Liste der gefährdeten Käfer Österreichs, *In*: JÄCH, M. (ed.), *Rote Liste der gefährdeten Tiere Österreichs*, Band 2, pp. 107–200. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie.

KOCH, K. 1977. Zur unterschiedlichen Besiedlung von Kiesgruben am Niederrhein durch ripicole Käferarten. *Decheniana Beihefte (Bonn) 20*: 29–35.

KREBS, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York, 654 pp.

KROGERUS, H. 1948. Ökologische Untersuchungen über Uferinsekten. *Acta zool. fenn. 53*: 1–157.

LEHMANN, H. 1965. Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinufers in der Umbegung von Köln. *Z. Morph. Ökol. Tiere 55*: 597–630.

LUCHT, W. & KLAUSNITZER, B. 1998. *Die Käfer Mitteleuropas, 4. Supplement-Band*. Goecke & Evers, Krefeld, 398 pp.

MÜHLENBERG, M. 1993. *Freilandökologie*. UTB, Quelle & Meyer Heidelberg, 512 pp.

NIEMEIER, S., REICH, M. & PLACHTER, H. 1997. Ground beetle communities on the banks of two rivers in the eastern Carpathians, the Ukraine. *Verh. Ges. Ökol. 27*: 365–372.

OBRIST, M.K. & DUELLI. P. 1996. Trapping efficiency of funnel- and cup-traps for epigeal arthropods. *Mitt. schweiz. Ent. Ges. 69*: 361–369.

PLACHTER, H. 1983. *Die Lebensgemeinschaft aufgelassener Abbaustellen: Ökologie und Naturschutzaspekte von Trockenbaggerungen mit Feuchtbiotopen*. Schriftenreihe des Bayrischen Landesamtes für Umweltschutz 56, 112 pp.

PLACHTER, H. 1986a. Composition of the Carabid Beetle Fauna of Natural Riverbanks and of Manmade Secondary habitats. *In*: DEN BOER *et. al.* (ed.), *Carabid Beetles*, pp. 509–535. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York.

PLACHTER, H. 1986b. Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. *Ber. ANL 10*: 119–147.

RUST, Ch. 1998. *Die ökologische Bedeutung von Inseln und Schotterbänken im Tagliamento (Friaul, Italien) am Beispiel der Laufkäferzönose (Carabidae, Insecta)*. Unveröff. Diplomarbeit ETH Zürich, 85 pp.

SCHATZ, I., HAAS, S. & KAHLEN, M. 1990. Coleopterenzönosen im Naturschutz Kufsteiner und Langampfener Innauen (Tirol: Österreich). *Ber. nat.-med. Verein Innsbruck 77*: 199–224.

SCHIEMER, F., TOCKNER, K. & BAUMGARTNER, C. 1997. Restaurierungsmöglichkeiten von Flussauen. *In*: SCHIEMER, F. (ed.), *Gewässervernetzung Regelsbrunn: Limnologische Status-Quo Erhebung 1995–1996 (Endbericht)*. 21 pp. Abt. für Limnologie, Institut für Zoologie der Universität Wien.

SCHIEMER, F., BAUMGARTNER C. & TOCKNER, K. 1999. Restoration of floodplain rivers: The Danube Restoration Project. *Regul. Rivers: Res. Mgmt. 15*: 231–244.

SCHILLHAMMER, H. 1989. *Endbericht der Fachgruppe Zoologie, Fachbereich Coleoptera*. Interdisziplinäre Studie Donau, im Auftrag des Österreichischen Wasserwirtschaftverbandes, pp. 273–288.

SIEPE, A. 1989. *Untersuchung zur Besiedlung einer Auen-Catena am südlichen Oberrhein durch Laufkäfer*. Albert-Ldwigs-Universität Freiburg im Breisgau, Dissertation der Fakultät für Biologie, 420 pp.

SMIT, J., HÖPPNER, J., HERING, D. & PLACHTER, H. 1997. Kiesbänke und ihre Spinnen- und Laufkäferfauna (Araneae, Carabidae) an Mittelgebirgsbächen Nordhessens, *Verh. Ges. Ökologie 27*: 357–364.

SPANG, W.D. 1996. *Die Eignung von Regenwürmern (Lumbricidae), Schnecken (Gastropoda) und Laufkäfern (Carabidae) als Indikatoren für auentypische Standortbedingungen*. Dissertation, Heidelberger geographische Arbeiten, Universität Heidelberg, 242 pp.

THIELE, H.-U. 1964. Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. *Z. Morph. Ökol. Tiere 53*: 387–452.

THIELE, H.-U. 1977. *Carabid Beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptation in physiology and behaviour*. Berlin Heidelberg New York, Springer Verlag, 369 pp.

THIELE, H.-U. & WEISS, H.-E. 1976. Die Carabiden eines Auenwaldebietes als Bioindikatoren für anthropogen bedingte Änderungen des Mikroklimas. *Schriftenr. Vegetationkd. 10*: 359–374.

TOCKNER, K., PENNETZDORFER, D., REINER, N., SCHIEMER, F. & WARD, J.V. 1999. Hydrological connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system (Danube, Austria). *Freshwater Biol. 41*: 521–535.

(erhalten am 6. April 2000, angenommen nach Revision am 25. August 2000)