

Laufkäfer als Indikatoren hydrologischer Rahmenbedingungen in der Oberrheinaue

Werner D. SPANG

Abstract: Ground beetles as indicators of hydrological conditions in the Upper Rhine Valley. - The purpose of the present study is to examine and evaluate the feasibility of the Carabidae as bio-indicators for characterising and assessing the 'naturalness' of floodplain biotopes. A major emphasis is hereby placed on the comparative investigation of the faunae and coenoses from regularly and irregularly inundated floodplain habitats as well as those cut off from inundation. The study took place on 30 selected sites in the Upper Rhine Valley, representing five different major habitat types: forest, meadow, riverbank, reed bed, and flood levee. Regularly inundated floodplain sites can be differentiated from non-characteristic (not regularly inundated) floodplain sites through their carabid coenoses. The regularly inundated floodplain sites are inhabited by specific carabid populations, which differ qualitatively and quantitatively from those of other sites. Here the absence of regular inundation events encourages the occurrence of species not tolerant of inundation while the floodplain-typical species are simultaneously reduced. The results show that carabids are excellent indicators for the characterisation and assessment of the naturalness of floodplain biotopes. In practice, the combination of carabids and gastropods within a bio-indication spectrum is recommended. Both groups mutually contribute to a reliable indicatory description and assessment of floodplain biotopes.

1 Einleitung

1.1 Hydrologische Auenstandort-Typen

Der Ausbau des Oberrheins brachte eine Reihe von negativen Folgen für die Umwelt mit sich, die u.a. von KARRASCH (1988) zusammenfassend dargestellt werden:

- Grundwasserabsenkungen,
- Verstärkung der Tiefenerosion,
- Verringerung des natürlichen Retentionsvolumens,
- Verlust naturnaher Auen.

Die vegetationskundlich-hydrologischen Auswirkungen des Oberrheinausbaus werden in HÜGIN & HENRICHFREISE (1992), die die Vegetation und den Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes in der Oberrheinaue zwischen Neuenburg und Karlsruhe untersuchten, beschrieben. Die dort kartierten Standorte der morphologischen Aue werden differenziert in

- auenferne und auenfremde Standorte sowie
- Auenstandorte und auenartige Standorte.

Zu der erstgenannten Gruppe gehören Flächen, die im wesentlichen als Folge des Staustufenbaus durch einen Damm vom Rhein getrennt sind. Solche Flächen werden durch den Rhein

nicht mehr überflutet. 75 % der rechtsrheinischen rheinnahen Flächen zwischen Neuenburg und Karlsruhe sind auf diese Weise vom Rheinstrom abgeschnitten.

Zur zweitgenannten Gruppe der Auenstandorte und auenartigen Standorte gehören die rezente Aue, die Halbaue sowie die Bastardaue. Bei den rezenten Auenstandorten handelt es sich um regelmäßig, d. h. mehrmals im Jahr überflutete Bereiche, in denen sehr große Wasserstandsschwankungen von 2,50 m bis 3,50 m im Jahr auftreten, so daß fast alle Standorte einem periodischen Wechsel von Trockenfallen und Überflutung unterliegen. Selbst Flächen, die vorwiegend von Wasser bedeckt sind, wie z. B. Altrheine, Rinnen oder Tümpel, fallen regelmäßig trocken. Die Bastardauenstandorte liegen ausschließlich im Staustufenbereich und werden trotz der Staustufen noch mehr oder weniger regelmäßig vom Rhein und seinen Zuflüssen überflutet. Sie unterliegen jedoch gleichzeitig einem künstlichen Dauerstau mit geringen, regelmäßigen Wasserstandsschwankungen zwischen 1,0 m und 1,5 m. Über diesem erhöhten Dauerwasserstand laufen Hochwässer ab, die meist niedriger und nicht mehr so häufig, in allen Fällen aber kürzer sind als vor dem Staustufenbau (HÜGIN & HEN-

RICHFREISE 1992).

Neben der Häufigkeit, Dauer und Höhe von Überflutungen ist der u. a. von Grundwasserstandsschwankungen abhängige Bodenwasserhaushalt, insbesondere die biologisch verfügbare Wassermenge im Bereich der Deckschichten, von Bedeutung. Als Deckschicht wird der wasserhaltende, durchwurzelbare Boden über dem anstehenden Sand oder Kies bezeichnet. Für den Wasserhaushalt sind u. a. ihre absolute Mächtigkeit sowie die Bodenart relevant. Diese Faktoren kennzeichnen die Möglichkeit der Deckschicht Wasser, das z. B. für die Vegetation nutzbar ist, zu speichern. Gleichzeitig ist es für die biologisch nutzbare Wassermenge im Boden von elementarer Bedeutung, ob, zu welchen Zeitpunkten und wie lange wenigstens die Untergrenze der Deckschicht vom Grundwasser erreicht wird oder die entsprechenden Flächen gar vollständig überflutet werden (vgl. HÜGIN & HENRICHFREISE 1992). Nur bei Erreichen der Deckschicht kann durch kapillaren Aufstieg Wasser aufgenommen werden. Dies bedeutet, daß der Wasserhaushalt, insbesondere die biologisch verfügbare Wassermenge, nicht nur durch Überflutungen, sondern auch alleine durch das Schwanken der Grundwasserstände entscheidend beeinflußt werden kann.

1.2 Laufkäfer in Flußauen

Die mitteleuropäischen Auenökosysteme weisen einen hohen Anteil gefährdeter Laufkäferarten auf (GERKEN 1981; LEHMACHER 1978; PLACHTER 1986; SIEPE 1989). Auf der Roten Liste des Landes Baden-Württemberg (TRAUTNER 1996) sind über 68 % aller Ufer und dynamische Auenbiotope bewohnenden Laufkäferarten verzeichnet; diese stellen rund ein Viertel der in der Roten Liste geführten Arten. Auch aus bundesweiter Sicht gilt die fast vollständige Beseitigung von Wildflußlandschaften mit den charakteristischen Rohbodenstandorten als eine der wesentlichen Gefährdungsursachen der Laufkäfer (GEISER et al. 1984).

Zahlreiche Arbeiten beschäftigen sich mit der Biologie und Ökologie von Carabiden in Flußauen (u.a. GERKEN 1981, 1985; LEHMACHER 1978; LEHMANN 1962, 1965; PLACHTER 1986; POSPISCHIL 1982; SIEPE 1989; SOWIG 1986). Insbesondere durch die richtungsweisende Arbeit von SIEPE (1989) müssen zahlreiche Erkenntnisse zur Ökologie von Carabiden der Rheinaue revidiert werden.

Er untersuchte von 1979 bis 1985 die Carabidenfauna einer häufig überfluteten Auen-Catena am Südlichen Oberrhein. Nachdem besonders hohe Artenzahlen bereits von anderen Autoren (GERKEN 1981; LEHMACHER 1978; LEHMANN 1962) aus Auenbiotopen gemeldet wurden, stellt SIEPE (1989) mit 92 Arten eine der höchsten bisher bekannten Artenzahlen einer einzelnen Lokalität in Mitteleuropa fest.

Eine Belastung der Carabidenbestände durch das Hochwasser, wie von LEHMANN (1962) postuliert, wird von SIEPE (1989) in keinem Fall nachgewiesen. Dieser Befund wird durch die Ergebnisse von GERKEN (1981) und LEHMACHER (1978) bestätigt, die jeweils eine autochthone Auen-Carabidenfauna beschreiben. Auch PLACHTER (1986) weist bei seinen Untersuchungen zur Laufkäferfauna der Kiesbänke dealpiner Flüsse eigenständige Käferfaunen nach, die sich hinsichtlich Artbestand, Typenspektrum und Struktur deutlich von jenen anderer, auch relativ ähnlicher Lebensräume unterscheiden. Als wesentlichen Faktor, der zum Entstehen der Kiesbankfauna beiträgt, beschreibt er die Hochwässer, die das Lückensystem im Kies freihalten und zudem alle zuwandernden nicht auentypischen Arten eliminieren und damit den Auenarten einen Selektionsvorteil verschaffen.

Es kann davon ausgegangen werden, daß Auen-Carabiden physiologische und/oder ethologische Anpassungen an das Überflutungsgeschehen besitzen. SIEPE (1989) beschreibt als eine der Anpassungen flutbedingte Migration bzw. Habitatwechsel. *Paranchnus albipes* (syn. *Platynus ruficornis*) und *Agonum moestum* agg. pflanzen sich z.B. auf den vorher überschwemmten, tiefergelegenen Bereichen (feuchtere Bereiche für die Larvalentwicklung) fort und benutzen die höher gelegenen trockeneren Bereiche nur vorübergehend als Rückzugsgebiet während der Überflutungen. Freilanduntersuchungen und Laborversuche zum Flutverhalten der Laufkäfer zeigen verschiedene Verhaltensweisen wie das zielgerichtete Schwimmen, Abfliegen von der Wasseroberfläche und Abtauchen, wobei nicht nur artspezifische, sondern auch intra-individuell alternative Verhaltensunterschiede auftreten, die eine "flexible Reaktion" auf die heterogenen Lebensbedingungen in der Aue ermöglichen (SIEPE 1989).

Während die meisten einheimischen Laufkäfer ein ausgeprägtes "Flutverhalten" sensu SIEPE (1989, vgl. auch SIEPE 1994) besitzen, sind die phylogenetisch stärker abgeleiteten Formen, die kein

autochthones Element der Aue darstellen (z.B. *Carabus coriaceus*, *C. auronitens*, *Abax parallelepipedus*, *A. parallelus*, *Cybrus caraboides*), nicht mehr schwimm- oder tauchfähig (SIEPE 1989). Das Vorkommen solcher Arten in Auenbiotopen wird von SIEPE (1989) als Indikator anthropogener hydrologischer Veränderungen (fehlende Überflutungen) und damit als "Störungsindikator" angesehen. Diese Arten werden im Folgenden als auenuntypisch bezeichnet.

1.3 Ziele der vorliegenden Untersuchungen

Die vorliegende Arbeit betrachtet die Eignung von Laufkäfern als Indikatoren hydrologischer Rahmenbedingungen in der Aue. Hierzu wird die Laufkäferbesiedlung unterschiedlicher Habitattypen in Auen, Bastardauen und Altauen untersucht und das Vorkommen der Laufkäferarten und deren ökologische Anspruchstypen an den unterschiedlichen hydrologischen Auenstandort-Typen analysiert.

Ziel ist es, auf dieser Grundlage indikatorisch bedeutsame Kenngrößen abzuleiten, die zur naturschutzfachlichen Beurteilung der Auenstandort-Typen beitragen. Auf der Basis dieser Kenngrößen lassen sich, wie die bisherigen Erfahrungen zeigen (SPANG et al. 1997), z. B. bei Effizienzkontrollen (Wirkungskontrollen) zu Maßnahmen der Auenreaktivierung ausreichend präzise, in der Praxis gut handhabbare Arbeitshypothesen ableiten. Anhand solcher auf indikatorischen Kenngrößen basierender Bezugsmaßstäbe lassen sich im Rahmen von Effizienzkontrollen dokumentierte Entwicklungen beurteilen.

2 Untersuchungsflächen

Am baden-württembergischen Oberrhein wurden 30 Untersuchungsflächen, die fünf unterschiedlichen Habitattypen angehören, ausgewählt, wobei jeweils korrespondierende Habitattypen im Überflutungsbereich und außerhalb desselben berücksichtigt wurden (z.B. Grünland überflutet - Grünland nicht überflutet, Röhricht überflutet - Röhricht nicht überflutet etc.). Im Folgenden sind die 30 Untersuchungsflächen, geordnet nach Habitattypen, zusammengefaßt (Tab. 1). Die Namen der Flächen bestehen jeweils aus dem Anfangsbuchstaben des Habitattyps (Wald, Grünland, Ufer, Röhricht, Damm), einem Buchstaben, der die Lage der jeweiligen Untersuchungsfläche charakterisiert: "a"

= außendeichs, "i" = innendeichs (Dk steht für Dammkrone) sowie einer laufenden Nummer.

3 Methodik

Die Erfassung der Carabiden erfolgte mittels Bodenfallen mit einem Öffnungsdurchmesser von 7 cm. Je Untersuchungsfläche wurden sechs Fallen so in ein in den Boden eingegrabenes Führungsrohr eingesetzt, daß ihr Rand niveaugleich mit der Bodenoberfläche abschloß. Die Verwendung von Führungsrohren für die Bodenfallen hat den Vorteil, daß beim Leeren der Fallen die Kontaktstelle Boden/Falle nicht zerrissen wird und der Fallenwechsel dadurch schonend für den Untersuchungsstandort erfolgt. Alle Fallen wurden mit Ethylenglykol als Fang- und Konservierungsflüssigkeit versehen. Die Fallen waren in der Zeit von April bis Ende Oktober des Untersuchungsjahres 1991 bzw. 1992 exponiert. Die Leerung der Fallen erfolgte in dreiwöchigem Rhythmus. Die Einzelergebnisse der Carabidenerfassung sind als normierte Aktivitätsdichten bezogen auf jeweils 6 mal 21 Tage Expositionsdauer während eines Untersuchungsjahres angegeben.

4 Ergebnisse

Als Beispiele für die Laufkäferbesiedlung der o. g. hydrologischen Auenstandort-Typen sind in Tabelle 2 die normierten Aktivitätsdichten an den Walduntersuchungsflächen dargestellt.

Die Wälder der Altauen zeichnen sich z. B. durch einen hohen Anteil der auenuntypischen Arten *Abax parallelepipedus*, *A. parallelus* und *Carabus coriaceus* auf, die gemeinsam z. T. über 90 % der Dominanz erreichen. Weitere Laufkäferarten kommen insbesondere in den Bastardauen vereinzelt hinzu, jedoch das für rezente Auen mehrfach beschriebene arten- und individuenreiche Vorkommen von Laufkäfern (u.a. SIEPE 1989) wird auch in den Bastardauen des Rheins bei weitem nicht erreicht. Deren Besiedlung ist, entgegen der ursprünglichen Erwartung, nicht derjenigen der Auen sondern der Altauen sehr ähnlich. Sie ist immer arten- und individuenarm, fast ausschließlich von auenuntypischen Arten dominiert.

Eine Differenzierung der Auenstandort-Typen anhand ihrer Besiedlung ergibt sich durch die im Folgenden dargestellten ordinativen und klassifikatorischen Datenanalysen.

Das Ergebnis einer Hauptkomponentenanalyse

Untersuchungsfläche	Vegetation	hydrolog. Auenstandort-Typ Aueniveau*	Bodentyp	Bodenart	pH-Wert	Carbonatgehalt [%]
Wa1	Eichen-Eschenwald	r.A.: HHA	Allochthoner Brauner Auenboden	schluffiger Ton	8	16,5
Wa2	Silberwaidenwald	r.A.: WHA	Auengley-Auenboden	toniger Lehm	8	14
Wa3	Pappelwald	r.A.: HHA	Allochthoner Brauner Auenboden	schluffiger Ton	8	17,5
Wa4	Eschen-Pappelwald	B.-A.: HHA	Allochthoner Brauner Auenboden	toniger Lehm	8	19
Wa5	Silberwaiden-Pappelwald	B.-A.: WHA	Auengley-Auenboden	lehmgiger Ton	8	18
Wa6	Pappelwald	B.-A.: HHA	Allochthoner Brauner Auenboden	lehmgiger Ton	8	19
Wi1	Pappelwald	Altaue	Braunerde-Pseudogley	schluffiger Ton	8	2
Wi2	Pappel-Eschenwald	Altaue	Allochthoner Brauner Auenboden, relik	toniger Lehm	8	19,5
Wi3	Hainbuchen-Eichenwald	Altaue	Allochthoner Brauner Auenboden, relik	toniger Lehm	5	<1,0
Ga1	Pfeifengraswiese	r.A.: HHA	Allochthoner Brauner Auenboden	schluffiger Ton	8	14
Ga2	Glatthaferwiese	B.-A.: HHA	Auengley-Auenboden	sandiger Lehm	8	11
Gi1	Silberwiese	Altaue	Allochthoner Brauner Auenboden, relik	lehmgiger Ton	8	13,5
Gi2	Pfeifengraswiese	Altaue	Allochthoner Brauner Auenboden, relik	sandiger Lehm	8	10,5
Gi3	Halbtrockenrasen	Altaue	Braune Rendzina	schluffiger Lehm	8	14,5

Untersuchungsfläche	Vegetation	hydrolog. Auenstandort-Typ Aueniveau*	Bodentyp	Bodenart	pH-Wert	Carbonatgehalt [%]
Ua1	Ufer, Schlute, halbschattig	r.A.: WHA	Auengley	schluffiger Ton	8	13
Ua2	Ufer, ehem. Tongrube, besonnt	r.A.: WHA	Auengley	lehmgiger Ton	8	14,5
Ua3	Ufer, ehem. Tongrube, beschattet	r.A.: WHA	Auengley	schluffiger Ton	8	14
Ua4	Ufer, Schlute, beschattet	B.-A.: WHA	Auengley	schluffiger Lehm	8	19,5
Ui1	Ufer, Graben, beschattet	Altaue	Braunerde-Gley	schluffiger Ton	8	11
Sa1	Röhricht	r.A.: Röhrichtzone	Auengley-Auenboden	lehmgiger Ton	8	12
Sa2	Röhricht	B.-A.: Röhrichtzone	Auengley	lehmgiger Ton	8	11
Si1	Röhricht	Altaue	Gley	sandiger Ton	7	3
Si2	Röhricht	Altaue	Gley	toniger Lehm	8	10
Da1	Wiese/ Röhricht	r.A.: WHA	Auengley-Auenboden	lehmgiger Ton	8	10,5
Da2	Wiese/ Röhricht	B.-A.: WHA	Auengley	toniger Lehm	7	14
Dk1	Trittrassengesellschaft	Altaue	Auftragsboden	lehmgiger Ton	8	16
Dk2	Trittrassengesellschaft	Altaue	Auftragsboden	sandiger Lehm	8	18,5
Di1	Glatthaferwiese	Altaue	Auftragsboden	lehmgiger Ton	8	17,5
Di2	Glatthaferwiese	Altaue	Auftragsboden	sandiger Lehm	8	10,5
Di3	Pioniergesellschaft trockenere Standorte	Altaue	Auftragsboden	schluffiger Sand	7	6,5

Tab. 1: Zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsflächen mit Angaben zu Vegetation, rezenter Überflutung, Bodentyp, Bodenart, pH-Wert und Carbonatgehalt des Oberbodens. * Hydrologische Auenstandort-Typen bzw. Aueniveaus: r.A. - rezente Aue: WHA - Weichholzauneniveau, HHA - Hartholzauneniveau, B.-A. - Bastardaue: WHA - ehemaliges Weichholzauneniveau, HHA - Hartholzauneniveau, Altaue.

der Untersuchungsflächen anhand der sie besiedelnden Laufkäfer ermöglicht eine Differenzierung in überflutete und nicht überflutete Untersuchungsflächen (Abb. 1). In der linken Hälfte des Diagramms befinden sich innendeichs gelegene, nicht überflutete Untersuchungsflächen. In der rechten Hälfte des Diagramms gruppieren sich neben dem binnenseits gelegenen Uferabschnitt Ui1 und dem Pappelwald Wi1 alle außendeichs gelegenen, überfluteten Untersuchungsflächen, wobei sich die besonders häufig und lange überfluteten

Flächen im rechten unteren Viertel des Diagramms befinden.

Eine weitere Differenzierung der Untersuchungsflächen erfolgt anhand von Clusteranalysen. Dabei werden einerseits die Untersuchungsflächen nach der Ähnlichkeit ihres Arteninventars und andererseits die Carabidenarten nach Mustern gleicher Verbreitung geordnet (SPANG 1996). Bei Betrachtung der Untersuchungsflächen-Gruppierung (Abb. 2) lassen sich zwei Typen unterscheiden, die wiederum jeweils in zwei Untergruppen differen-

rezente Aue						
Untersuchungsfläche	Eichen-Ulmen-Wald Wa1		Silberweidenwald Wa2		Pappelbestand Wa3	
	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]
<i>Abax parallelepipedus</i>	8	1,9				
<i>Abax parallelus</i>	2	0,5				
<i>Agonum livens</i>			6	2,5		
<i>Agonum afrum</i>			57	23,6	7	3,0
<i>Agonum viduum</i>			4	1,7	2	0,9
<i>Asaphidion flavipes</i>	20	4,7			6	2,6
<i>Badister unipustulatus</i>			2	0,8		
<i>Bembidion biguttatum</i>			11	4,5	2	0,9
<i>Bembidion lampros</i>	8	1,9	2	0,8		
<i>Bembidion mannerheimii</i>	1	0,2				
<i>Bembidion obtusum</i>	2	0,5				
<i>Bembidion sp.</i>	4	0,9	2	0,8		
<i>Bembidion t. illigeri</i>	1	0,2				
<i>Bembidion varium</i>			22	9,1	3	1,3
<i>Carabus coriaceus</i>	1	0,2				
<i>Carabus granulatus</i>	22	5,2	37	15,3	28	12,0
<i>Cychrus caraboides</i>					2	0,9
<i>Europhilus pelidnus</i>	2	0,5	20	8,3	1	0,4
<i>Microlestes maurus</i>					1	0,4
<i>Nebria brevicollis</i>	72	17,0			7	3,0
<i>Oodes helopioides</i>			11	4,5	7	3,0
<i>Patrobis atrorufus</i>	125	29,5	22	9,1	83	35,6
<i>Platynus assimilis</i>			11	4,5		
<i>Platynus obscurus</i>	6	1,4	2	0,8	32	13,7
<i>Pterostichus ovoideus</i>	2	0,5				
<i>Pterostichus anthracinus</i>	12	2,8	8	3,3	11	4,7
<i>Pterostichus melanarius</i>	98	23,1	8	3,3	4	1,7
<i>Pterostichus niger</i>	12	2,8	15	6,2	5	2,1
<i>Pterostichus strenuus</i>	21	5,0	2	0,8	31	13,3
<i>Stenolophus mixtus</i>					1	0,4
<i>Trechus obtusus</i>	4	0,9				
<i>Trechus quadristriatus</i>	1	0,2				
Summe	424	100	242	100	233	100
Artenzahl		21		18		18

Bastardaue						
Untersuchungsfläche	Eschen-Pappel-Bestand Wa4		Silberweiden-Pappel-Bestand Wa5		Pappelbestand Wa6	
	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]
<i>Abax parallelepipedus</i>	73	80,2	71	50,4	96	73,3
<i>Abax parallelus</i>	6	6,6	2	1,4	2	1,5
<i>Badister bullatus</i>					1	0,8
<i>Badister lacertosus</i>					3	2,3
<i>Bembidion biguttatum</i>			5	3,5		
<i>Carabus coriaceus</i>	4	4,4	3	2,1		
<i>Carabus granulatus</i>	6	6,6	8	5,7		
<i>Cicindela campestris</i>					2	1,5
<i>Clivina fossor</i>			1	0,7		
<i>Cychrus caraboides</i>	2	2,2			2	1,5
<i>Europhilus pelidnus</i>			3	2,1		
<i>Lasiotrechus discus</i>			1	0,7		
<i>Leistus ferrugineus</i>			1	0,7	16	12,2
<i>Nebria brevicollis</i>			4	2,8	5	3,8
<i>Patrobis atrorufus</i>			3	2,1		
<i>Platynus obscurus</i>			2	1,4		
<i>Pseudophonus rufipes</i>			1	0,7		
<i>Pterostichus niger</i>			3	2,1		
<i>Pterostichus strenuus</i>					3	2,3
<i>Stomis pumicatus</i>					1	0,8
<i>Trechus obtusus</i>			33	23,4		
Summe	91	100	141	100	131	100
Artenzahl		5		14		10

Altaue						
Untersuchungsfläche	Pappelbestand Wi1		Pappel-Eschen-Bestand Wi2		Eichen-Hainbuchen-Wald Wi3	
	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]	Anzahl	Dom [%]
<i>Abax parallelepipedus</i>	168	78,5	208	71,5	230	68,7
<i>Abax parallelus</i>	19	8,9	78	26,8	15	4,5
<i>Agonum afrum</i>	2	0,9				
<i>Carabus coriaceus</i>	5	2,3	5	1,7	1	0,3
<i>Carabus granulatus</i>	1	0,5			2	0,6
<i>Carabus monilis</i>					19	5,7
<i>Carabus nemoralis</i>	1	0,5			66	19,7
<i>Loricera pilicornis</i>	1	0,5				
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	6	2,8				
<i>Patrobis atrorufus</i>	1	0,5				
<i>Platynus obscurus</i>	1	0,5				
<i>Pterostichus ovoideus</i>					2	0,6
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	0,5				
<i>Pterostichus niger</i>	8	3,7				
Summe	214	100	291	100	335	100
Artenzahl		12		3		7

Tab. 2: Normierte Aktivitätsdichten und Dominanzen der Laufkäfer an Walduntersuchungsflächen in rezenten Auen, Bastardauen und Altauen des Rheins. Zur Methodik siehe Kapitel 3.

ziert werden können.

Untersuchungsflächen-Typ I umfaßt mit Ausnahme von Wi1 und Ui1 außendeichs gelegene Flächen. *Oxypselaphus obscurus* (syn. *Platynus obscurus*), *Pterostichus niger* und *Patrobis atrorufus* wurden als einzige Arten an allen Untersuchungsflächen von Typ I nachgewiesen. Untertyp Ia zeichnet sich durch das Vorkommen der nicht überflutungstoleranten Arten *Abax parallelus* und

A. parallelepipedus aus. Diese Arten fehlen an den häufiger überfluteten Untersuchungsflächen von Untertyp Ib, der sich durch das Vorkommen von *Bembidion varium*, *Oodes helopioides*, *Agonum viduum* und *Platynus livens* (syn. *Agonum livens*) von Ia unterscheidet.

Untersuchungsflächen-Typ II umfaßt mit Ausnahme der in Bastardauen gelegenen Wälder Wa4 und Wa6 ausschließlich offene innendeichs bzw.

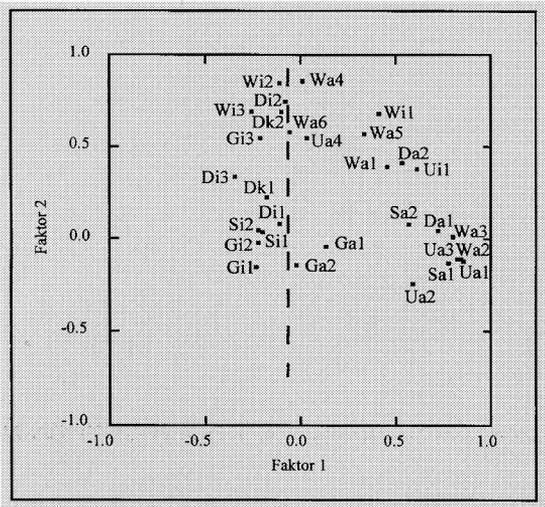


Abb. 1: Hauptkomponentenanalyse der Untersuchungsflächen anhand der sie besiedelnden Carabiden. - Faktor 1 erklärt 21%, Faktor 2 erklärt 18% der Varianz. In der linken Hälfte des Diagramms befinden sich in-nendeichs gelegene, nicht überflutete Untersuchungsflächen. In der rechten Hälfte des Diagramms gruppieren sich alle außendeichs gelegenen Untersuchungsflächen.

außendeichs gelegene Habitattypen. Untertyp IIa, der die Grünländer, die beiden Röhrichte Si1 und Si2 sowie die Dämme Di1 und Dk1 umfaßt, wird von typischen Offenlandarten besiedelt. Dabei lassen sich anhand der Carabidenfauna die beiden Damm-Untersuchungsflächen deutlich von den übrigen Untersuchungsflächen dieses Untertyps differenzieren. Im Gegensatz zu Untertyp IIa zeichnet sich IIb durch zum Teil individuenreiches Vorkommen der beiden nicht überflutungstoleranten Waldarten *Abax parallelus* und *A. parallelepipedus* aus. Der trockene Damm Di3 unterscheidet sich von den übrigen Untersuchungsflächen dieses Untertyps durch die hohen Individuenzahlen der wärme und trockenheitsliebenden *Harpalus bone-stus*, *H. anxius* und *H. servus*.

Vergleicht man die Laufkäferbesiedlung von rezenten Auen, Bastardauen und eingedeichten Altauen, so lassen sich diese drei Auentypen, unabhängig vom jeweils betrachteten Habitattyp, faunistisch differenzieren. Diese Aussage wird durch zahlreiche weitere noch unveröffentlichte Ergebnisse von Untersuchungsflächen in rezenten Auen

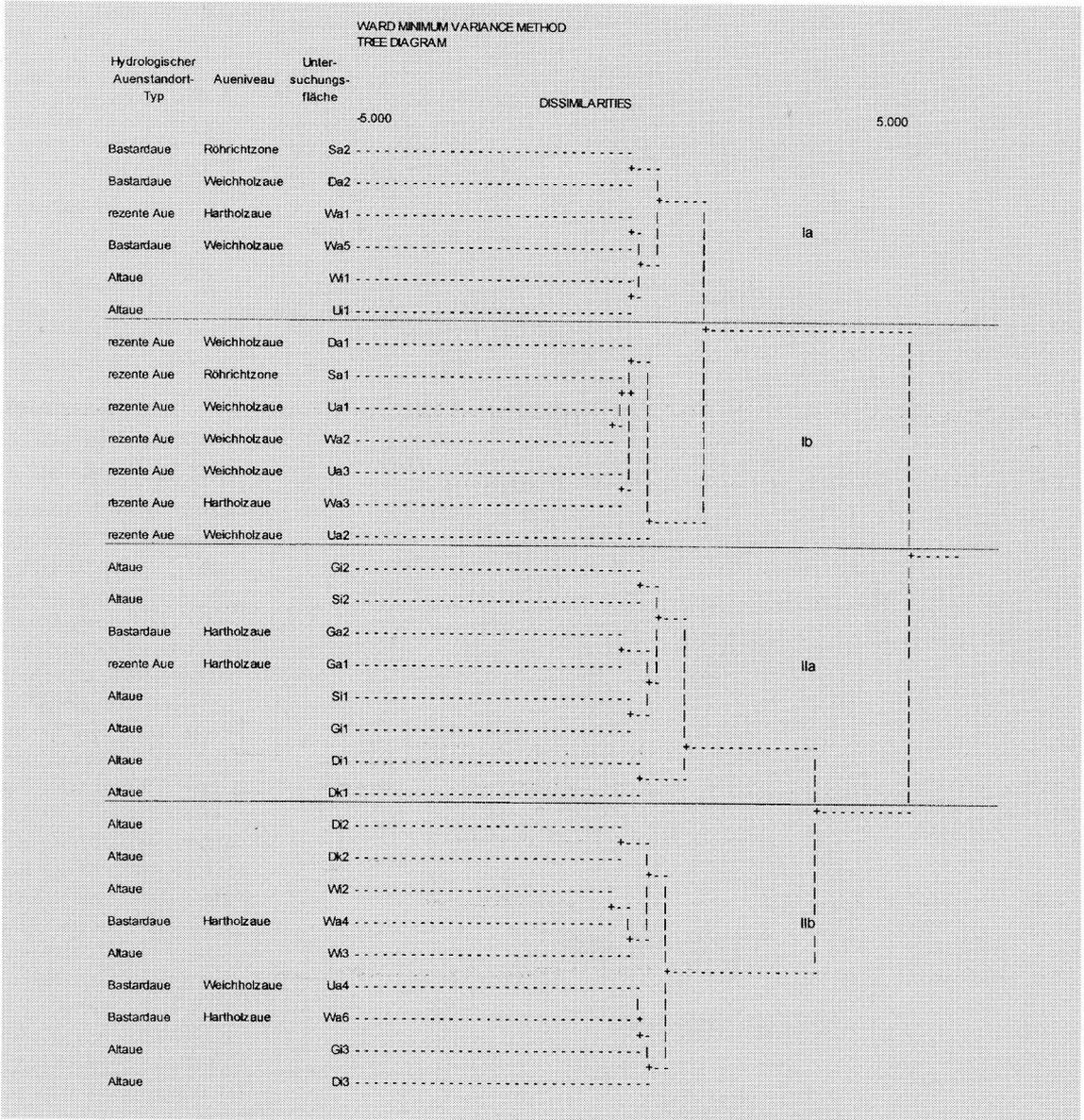
sowie Alt- und Bastardauen des baden-württembergischen Oberrheins bestätigt.

5 Modellhafte Vorstellung der Sukzession in Auen, Bastardauen und Altauen

Die Ergebnisse zeigen am Beispiel der Laufkäfer die Bedeutung regelmäßiger Überflutungen in Auen. Die Auenökosystemen immanenten "Störungen" durch Überflutungen wirken systemerhaltend. Das anthropogene Fehlen der für Auen charakteristischen Überflutungen wirkt dagegen als tatsächliche Störung des Systems. Diese führt zu einer Entwicklung (Sukzession) des ursprünglichen Auenökosystems hin zu denjenigen binnenseits gelegener Flächen. Aus den Untersuchungsergebnissen von den 30 Untersuchungsflächen, die teils in Auen, Bastardauen und Altauen liegen, läßt sich die in Abbildung 3 dargestellte modellhafte Vorstellung der Sukzession ableiten.

In einer naturnahen Aue werden zugewanderte auenuntypische Arten durch regelmäßige Überflutungen eliminiert (Abb. 3). Dagegen verläuft in den eingedeichten Bereichen die Sukzession hin zu auenuntypischen Lebensgemeinschaften. Die zuwandernden auenuntypischen Arten sind unter den veränderten Lebensbedingungen in der Regel konkurrenzstärker als die auentypischen. Ihre Arten- und Individuenzahl nimmt zu. Das nachgewiesene Ergebnis einer solchen Sukzession ist eine von euryöken Arten dominierte Zönose, die artenärmer als die ursprüngliche auentypische Lebensgemeinschaft ist. Die unregelmäßigen, kurz andauernden Überflutungen der Bastardauen sind ebenfalls nicht ausreichend, um die zuwandernden auenuntypischen Arten zu eliminieren. Auch in diesem Fall entwickelt sich langfristig eine Zönose aus im wesentlichen euryöken Arten, die artenärmer ist als die ursprüngliche Auenzönose.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß durch auentypische Überflutungen z. T. besondere Standortbedingungen, z. B. Kiesbänke mit freiem Kieslückensystem oder Rohbodenflächen, geschaffen werden, die einer speziell angepaßten Fauna Lebensraum bieten. In den eingedeichten Bereichen verschwinden solche Strukturen im Laufe der Sukzession, neue entstehen nicht. Desweiteren sind in den Alt- und Bastardauen auch die Grundwasserstände und deren Dynamik und somit der Bodenwasserhaushalt im Vergleich zum ursprünglichen Zustand verändert (vgl. Kap. 1.1).



6 Indikatorische Kenngrößen zur naturschutzfachlichen Beurteilung von Auenstandorten

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse können indikatorisch bedeutsame Kenngrößen benannt werden, die zur naturschutzfachlichen Beurteilung von Auenstandorten geeignet sind.

Zu diesen im Folgenden diskutierten Kenn-

Abb. 2: Clusteranalyse der Untersuchungsflächen. Die hydrologische Auenstandorttypen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

größen gehören Artenspektrum und ökologische Gruppen (auentypische/auenuntypische Arten, Frühjahrs-/Herbstarten, flugdynamische Typen) sowie Dominanzstrukturen.

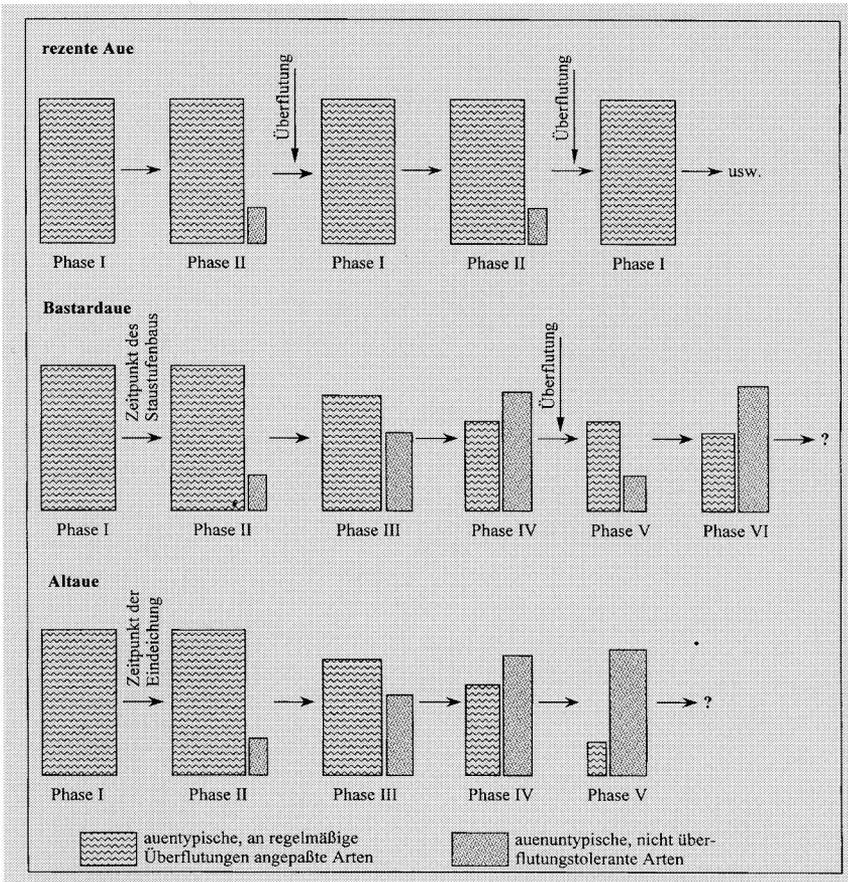


Abb. 3: Sukzessionsmodell von Carabidenzönosen in Auen und, nach wasserbaulichen Eingriffen, in Bastardaunen sowie Altauen. - Die dargestellten Anfangs- und Endpunkte der kontinuierlich verlaufenden Sukzession sind durch vorliegende Untersuchungsergebnisse dokumentiert. Die Höhe der Säulen symbolisiert Individuenzahlen, die Breite der Säulen symbolisiert Artenzahlen.

6.1 Artenspektrum und ökologische Gruppen

Arten und Individuenzahlen, ökologische Anspruchstypen: Auen gehören zwar zu den artenreichsten Lebensräumen Mitteleuropas, dennoch hat die reine Ermittlung von Arten- oder Individuenzahlen ohne Differenzierung ökologischer Anspruchstypen der erfaßten Arten in der Regel keine indikatorische Bedeutung. Erst durch die Zuordnung der ermittelten Arten- und Individuenzahlen zu bestimmten ökologischen Anspruchstypen lassen sich qualitative Vergleiche zwischen einzelnen Untersuchungsflächen durchführen. Dabei ist insbesondere das Vor-

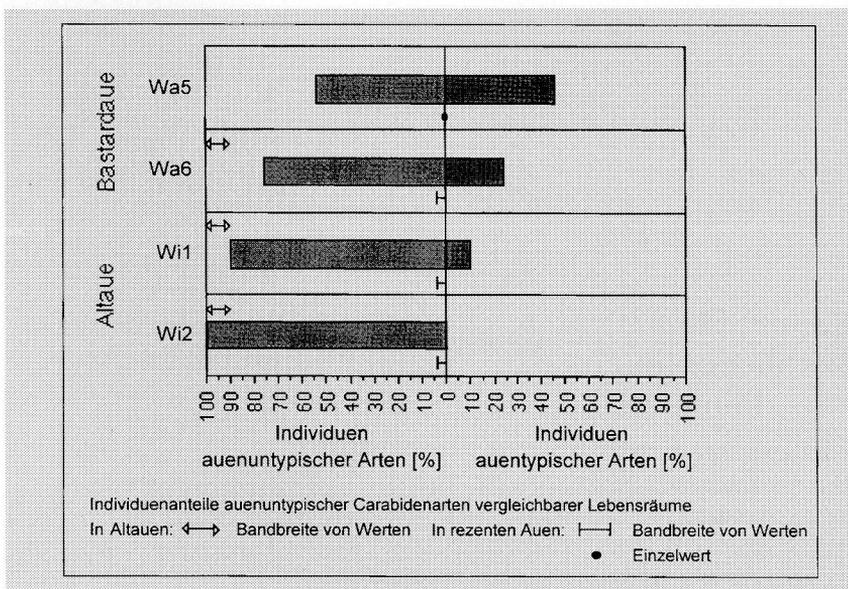


Abb. 4: Individuenanteile auenuntypischer und -untypischer Laufkäferarten sowie Vergleichswerte aus rezenten Auen und Altauen des Rheins.

Tab. 3 (oben): Individuen- und Artenanteile auenuntypischer Carabidenarten (sensu SIEPE 1989) in rezenten Auen, Bastardauen und Altauen des Rheins auf Grundlage der Bodenfallenfänge an den 30 Untersuchungsflächen. Zur Charakterisierung der Untersuchungsflächen und deren Zuordnung zu hydrologischen Auenstandorttypen siehe Tabelle 1.

Abb. 5 (Mitte): Prozentualer Anteil von Frühjahrs- und Herbstarten an der Carabidenfauna der 30 Untersuchungsflächen.

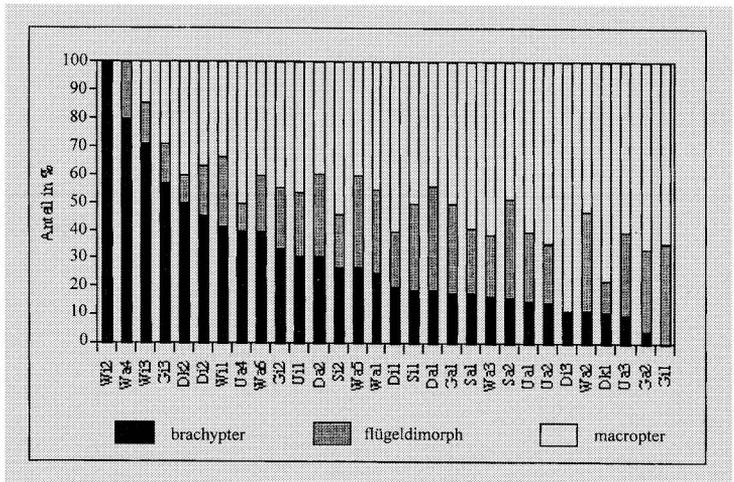
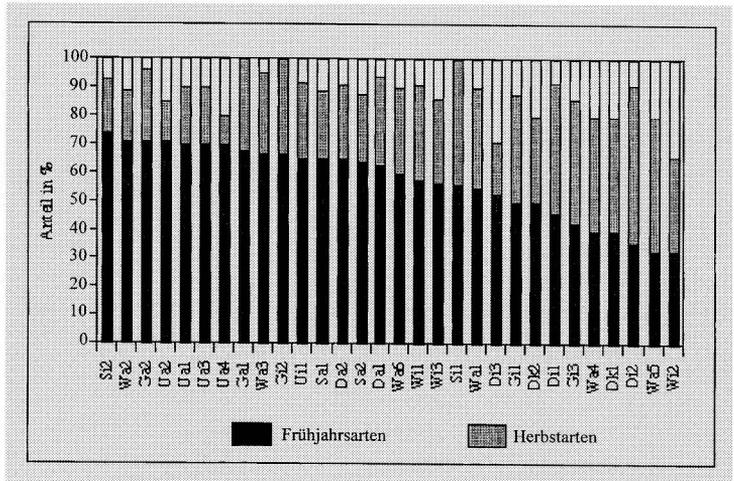
Abb. 6 (unten): Prozentualer Anteil von brachypteren, flügeldimorphen und macropteren Arten an der Carabidenfauna der 30 Untersuchungsflächen.

	auenuntypische Arten	
	Individuenanteil [%]	Artenanteil [%]
Rezente Aue		
Röhricht	0,0	0,0
Weichholzauwald	0,0	0,0
(hoher) Hartholzauwald	0,9 - 2,6	5,6 - 14,3
Grünland (hohes Hartholzaueniveau)	0,0 - < 0,1	0,0 - 3,2
Bastardaue		
Röhricht	3,0	4,0
Weichholzauwald	54,0	20,0
Hartholzauwald	76,0 - 93,0	30,0 - 80,0
Altaue		
Röhricht	4,0	6,0 - 7,0
ehemaliger Hartholzauwald	89,7 - 100,0	25,0 - 100,0
Grünland	3,0 - 38,0	11,0 - 43,0

kommen von Arten, die als stenotope Bewohner typischer Habitats von Auen bekannt sind, von indikatorischer Bedeutung.

Die Untersuchungen zeigen, daß die von SIEPE (1989) als auenuntypisch bezeichneten Arten in naturnahen Auen nicht oder nur in den höheren Auenlagen vereinzelt vorkommen. In Tabelle 3 sind auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse die Arten- und Individuenanteile auenuntypischer Carabidenarten (sensu SIEPE 1989) in rezenten Auen, Bastardauen und Altauen des Rheins dargestellt. Dabei werden jeweils unterschiedliche Habitattypen/Aueniveaus differenziert. Ein Vergleich mit weiteren Laufkäferuntersuchungen in der rezente Aue bestätigt die genannten Bandbreiten der Arten- und Individuenanteile. Wie erwartet, ist dabei die Betrachtung der Individuenanteile auenuntypischer Arten von besonderer standortdifferenzierender Bedeutung.

Die in Tabelle 3 genannten Individuenanteile auenuntypischer Arten in den unterschiedlichen Aueniveaus rezenter Auen können z. B. im Rahmen von Effizienzkontrollen zur Operationalisierung und Präzisierung eines Leitbildes



herangezogen werden. Dies verdeutlicht Abbildung 4, in der der Ist-Zustand an vier ausgewählten Untersuchungsflächen gemeinsam mit dem das Leitbild charakterisierenden Zustand in rezenten Auen dargestellt ist. Bei begleitenden Untersuchungen zu Auenreaktivierungen lassen sich auf diese Weise Ist-Zustand und angestrebter Soll-Zustand veranschaulichen.

Frühjahrs-/Herbstarten: Die höchsten Anteile von Frühjahrsarten werden an den feuchten Standorttypen festgestellt, wohingegen die trockeneren Standorte von einem höheren Anteil von Herbstarten besiedelt werden (Abb. 5). Dabei bestätigen die vorliegenden Ergebnisse die allgemeine Erkenntnis, daß sich feuchte Lebensräume durch einen hohen Anteil von Frühjahrsarten auszeichnen (LARSSON 1939). Eine Differenzierung der Untersuchungsflächen bezüglich ihrer hydrologischen Rahmenbedingungen ist alleine aufgrund der Anteile von Frühjahrs- und Herbstarten jedoch nicht möglich.

Flügel Ausbildung: Die Untersuchungen von DEN BOER (1970) aus niederländischen Poldern zeigen, daß junge, dynamische Lebensräume v.a. von flugfähigen Laufkäferarten bzw. bei den flügelmorphischen Arten von einem hohen Anteil flugfähiger Individuen besiedelt werden. Mit zunehmender Dynamik eines Ökosystems nimmt der Anteil flugfähiger Arten zu, während in "stabilen" Systemen flugunfähige Laufkäfer dominieren.

An den 30 Untersuchungsflächen (vgl. Abb. 6) ist der Anteil brachypterer Laufkäferarten in den innendeichs gelegenen Wäldern sowie den Untersuchungsflächen der Bastardae am höchsten. Einen hohen Anteil makropterer Arten besitzen alle regelmäßig und häufig überfluteten Untersuchungsflächen, aber auch die innendeichs gelegenen trockenen Damm- und Grünlandstandorte. Die letztgenannten Standorttypen beherbergen typische Pionierarten, die an Vegetationsstrukturen gebunden sind, wie sie unter natürlichen Bedingungen im Laufe der Sukzession nach wenigen Jahren verschwinden würden, so daß sich diese Arten regelmäßig neue geeignete Lebensräume erschließen müssen.

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen diejenigen von DEN BOER (1970), indem sie belegen, daß dynamische Lebensraumtypen von einem hohen Anteil flugfähiger Arten besiedelt werden. Es ist jedoch nicht möglich, alleine aus dem Anteil von brachypteren und makropteren Laufkäferarten auf

Überflutungshäufigkeiten bzw. deren anthropogene Modifizierung zu schließen.

6.2 Dominanzstrukturen

Lebensräume mit extremen, stark schwankenden Lebensbedingungen tragen häufig artenarme Biozönosen mit nur wenigen, unter Umständen aber hochabundanten Spezialisten, was eine unausgeglichene Dominanzstruktur zur Folge hat (SCHÄFER & TISCHLER 1983). Das heißt, eine ausgeglichene Bestandsstruktur spricht eher für kontinuierliche, längerfristig gleichartige Umweltbedingungen (SCHWERDTFEGER 1975). Häufig überflutete Standorte in einer Aue wurden oft als Extremstandorte angesehen (vgl. u. a. KÜHNELT 1943, LEHMANN 1965), diese müßten also eigentlich eine unausgeglichene Dominanzstruktur aufweisen. In der Praxis zeigt sich jedoch, daß nicht, wie ursprünglich angenommen, die systemimmanenten auentypischen Überflutungen eine Störung darstellen, sondern deren langfristiges Ausbleiben. Bereits 1989 wurde von SIEPE beschrieben, daß die am häufigsten überfluteten Auenstandorte Laufkäfergemeinschaften mit der ausgeglichene Dominanzstruktur besitzen.

Grundsätzlich ist jedoch alleine unter Berücksichtigung der Dominanzstrukturen keine Bewertung möglich, ob auentypische Standortbedingungen an einer Untersuchungsfläche vorhanden sind oder nicht. Es ist auch nicht möglich, alleine anhand der Dominanzstrukturen unterschiedliche Untersuchungsflächen, insbesondere wenn diese unterschiedlichen Biotoptypen angehören, zu vergleichen.

Dominanzstrukturen können jedoch z.B. bei Effizienzkontrollen zur Beschreibung der Entwicklung der Struktur von Lebensgemeinschaften an einer Untersuchungsfläche im Laufe der Jahre verwendet werden.

7 Schlußfolgerungen für den Naturschutz

Überträgt man die am Beispiel der 30 Untersuchungsstandorte gewonnenen Erkenntnisse auf die gesamten Wälder der Altauen und der Bastardauen des Rheins, ergibt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit, daß diese, unabhängig von ihrer floristischen Ausprägung, in unterschiedlichem Maße degenerierte, auenuntypische Carabidenzönosen beherbergen. Gleiches gilt für die hier nicht dargestellten

Gastropodenzönosen (SPANG 1996). Wie weit die Sukzession zu den meist artenarmen auenuntypischen Lebensgemeinschaften in Abhängigkeit der jeweiligen standörtlichen Gegebenheiten fortgeschritten ist, läßt sich durch eine Untersuchung anhand der Carabiden und Gastropoden feststellen.

Selbst in der rezenten Aue ist ein hoher Flächenanteil mit nicht einheimischen Gehölzen bestanden. Die Krautschicht wird häufig von Neophyten, wie dem Springkraut *Impatiens glandulifera*, gebildet. Die botanische Bedeutung dieser Flächen ist meist gering. Um jedoch die tatsächliche naturschutzfachliche Bedeutung solcher Lebensräume zu beurteilen, sind Informationen zur Fauna notwendig. Dabei bieten sich die Carabiden und Gastropoden als Indikatoren an, deren Verbreitung im wesentlichen durch hydrologische Rahmenbedingungen sowie die Vegetationsstruktur bestimmt wird, jedoch nicht von Pflanzenarten abhängig ist.

Dies bedingt auch die hervorragende Eignung der beiden Tiergruppen zur Beurteilung der Wirksamkeit von Auenrenaturierungsmaßnahmen.

8 Zusammenfassung

In naturnahen Auen bewirken Frequenz, Dauer und Höhe von Überflutungen eine zonale, höhenabhängige Abstufung von Biotoptypen, von den Gewässern über deren Uferzonen bis zu den Weich- und Hartholzauen. Durch die Morphodynamik des Flusses entsteht ein kleinräumiges Relief mit einem reichen Biotopmosaik. Die hohe strukturelle Vielfalt führt dazu, daß Flußauen zu den artenreichsten Großlebensräumen Mitteleuropas gehören.

Der Oberrheinausbau führte zu einer Veränderung der ursprünglichen Standortbedingungen in der morphologischen Rheinaue auf großer Fläche.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Laufkäferbesiedlung ausgewählter Habitattypen in drei hydrologisch differenzierbaren Auenstandort-Typen (Aue, Bastardaue, Altaue). Auf dieser Grundlage werden indikatorisch bedeutsame Kenngrößen abgeleitet, die dazu dienen können:

- Auenstandorte naturschutzfachlich zu beurteilen und
- Entwicklungen im Rahmen von Effizienzkontrollen zu bewerten.

Hierzu gehören Artenspektrum und ökologische Gruppen (auntypische/aunenuntypische Arten, Frühjahrs-/Herbstarten, Flügelausbildungs-Typen) sowie Dominanzstrukturen.

Dank

Die hier vorgestellten Daten entstammen zwei Projekten, die im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg durchgeführt wurden. Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. J. Marx, Herrn Dr. A. Siepe, beide Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, sowie Herrn H.-M. Staeber, ehemals Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, jetzt Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, ohne deren wohlwollende Unterstützung die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen wäre.

Literatur

- DEN BOER, P.J. (1970): On the significance of dispersal power for populations of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). - *Oecologia* 4: 128.
- GEISER, R. et al. (1984): Rote Liste der Käfer (Coleoptera). - In: BLAB, J. et al. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland, 4. Aufl.: 75-114; Kilda, Greven.
- GERKEN, B. (1981): Zum Einfluß periodischer Überflutungen auf bodenlebende Coleopteren in Auewäldern am südlichen Oberrhein. - *Mitt. dt. Ges. allg. angew. Ent.* 3: 130-134.
- GERKEN, B. (1985): Zonationszönosen bodenlebender Käfer der Oberrhein-Niederung. Spiegel der Wandlung einer Stromauenlandschaft. - *Mitt. dt. Ges. allg. angew. Ent.* 4: 443-446.
- HÜGIN, G. & HENRICHFREISE, A. (1992): Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. Naturschutzbewertung der badischen Oberrheinaue. - *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 24: 48 S. Bonn-Bad Godesberg.
- KARRASCH, H. (1988): Umweltprobleme des Oberrheingebietes: Ausgewählte Fallstudien. - *Geograficky Casopis* 40 (3): 137-173.
- KÜHNELT, W. (1943): Die Leitformmethode in der Ökologie der Landtiere. - *Biologia Generalis* 17: 566-593.
- LARSSON, S.G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen Carabiden. - *Entom. Medd.* 20: 277-554.
- LEHMACHER, H. (1978): Faunistisch-ökologische Untersuchungen der Carabiden (Coleoptera: Carabidae) im Gebiet der Sigmündung. - *Decheniana* 131: 188-197.
- LEHMANN, H. (1962): Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinuferes in der Umgebung von Köln. - 112 S.; Dissertation, Universität Köln.
- LEHMANN, H. (1965): Ökologische Untersuchungen über die Carabidenfauna des Rheinuferes in der Umgebung von Köln. - *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere* 55: 597-630.
- PLACHTER, H. (1986): Die Fauna der Kies und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. - *Ber. ANL* 10: 119-147.
- POSPISCHIL, R. (1982): Käfer als Indikatoren für den Wasserhaushalt des Waldes. - *Decheniana Beihefte* 26: 158-170.
- SCHÄFER, M. & TISCHLER, W. (1983): *Ökologie*. - 354 S.; G. Fischer, Stuttgart.
- SCHWERTFEGGER, F. (1975): *Ökologie der Tiere*. Bd. III. Synökologie. 451 S.; Hamburg, Berlin.
- SIEPE, A. (1989): Untersuchungen zur Besiedlung einer Auen-Catena am südlichen Oberrhein durch Laufkäfer unter besonderer Berücksichtigung der Einflüsse des Flutgeschehens. - 430 S.; Dissertation, Universität Freiburg.

- SIEPE, A. (1994): Das Flutverhalten von Laufkäfern (Coleoptera: Carabidae), ein Komplex von ökoethologischen Anpassungen an das Leben in der periodisch überfluteten Aue. I: Das Schwimmverhalten. - Zool. Jb. Syst. 121: 515-566.
- SOWIG, P. (1986): Experimente zur Substratpräferenz und zur Frage der Konkurrenzminderung uferbewohnender Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). - Zool. Jb. Syst. 113: 55-77.
- SPANG, W. D. (1996): Die Eignung von Regenwürmern (Lumbricidae), Schnecken (Gastropoda) und Laufkäfern (Carabidae) als Indikatoren für auentypische Standortbedingungen. Eine Untersuchung im Oberrheintal. - Heidelberger Geographische Arbeiten 102: 236 S., Heidelberg.
- SPANG, W.D., JUNKER, R., SIEPE, A., & STAEBER, H.-M. (1997): Vorgehensweise bei Effizienzkontrollen - Begleituntersuchungen zu den probeweisen ökologischen Flutungen der Polder Altenheim I und II am Oberrhein. - Naturschutz und Landschaftsplanung, 29 (6), 167-173.
- TRAUTNER, J. (1996): Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Col., Cicindelidae et Carabidae). 2. Fassung (Stand Dezember 1996). - In: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Arten- und Biotopschutzprogramm Baden-Württemberg, Bd. 1, 3. Ergänzungslieferung, III B: 49-54; Karlsruhe.

Anschrift des Verfassers

Dr. Werner D. SPANG

Spang. Fischer. Natzschka. Partnerschaft

Landschaftsarchitekten, Biologen, Geographen

Hauptstraße 21

D-69190 Walldorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Angewandte Carabidologie](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [Supp_1](#)

Autor(en)/Author(s): Spang Werner D.

Artikel/Article: [Laufkäfer als Indikatoren hydrologischer Rahmenbedingungen in der Oberrheinaue 103-114](#)