

I

II

Abbildung 0-1

Abbildung 0-2

Abbildung 0-3

Abbildung 0-4 Abbildung 0-5 Abbildung 0-6 Abbildung 0-7 Abbildung 0-8 Abbildung 0-9 Abbildung 0-10

Abbildung 0-11

Abbildung 0-12

Abbildung 0-13

Abbildung 0-14

Abbildung 0-15

Abbildung 0-16

Abbildung 0-17

Abbildung 0-18

Abbildung 0-19

Abbildung 0-20

Abbildung 0-21

Abbildung 0-22

Abbildung 0-23

Abbildung 0-24

Abbildung 0-25

Abbildung 0-26

Abbildung 0-27

Abbildung 0-28

Abbildung 0-29

Abbildung 0-30

Abbildung 0-31

Abbildung 0-32

Abbildung 0-33

Abbildung 0-34

Abbildung 0-35

Abbildung 0-36

Abbildung 0-37

Abbildung 0-38

Abbildung 0-39

Tabelle 0-1

Tabelle 0-2

Tabelle 0-3

Tabelle 0-4

Tabelle 0-5

Tabelle 0-6

Tabelle 0-7

Tabelle 0-8

Tabelle 0-9

Tabelle 0-10

Tabelle 0-11

Tabelle 0-12

Tabelle 0-13

Tabelle 0-14

Tabelle 0-15

Tabelle 0-16

Tabelle 0-17

II 1

II 2

II 3

II 4 Laufkäfer (Carabidae)

II 4.1 Methoden

Untersuchungszeitraum: Laufkäfer und Spinnen wurden jeweils im Frühjahr und Spätsommer/Herbst der Jahre 1997, 1998 und 1999 mit Bodenfallen erfaßt. In Tabelle 0-18 sind die genauen Fangzeiten dargestellt.

Tabelle 0-18: Fangperioden der Laufkäfer- und Spinnenerfassung 1997, 1998 und 1999

	Abkürzung	1997	1998	1999
Frühjahrsperioden				
	Fr. 1	10.04. - 24.04.97	14.04. - 30.04.98	26.04. - 17.05.99
	Fr. 2	24.04. - 07.05.97	30.04. - 18.05.98	17.05. - 03.06.99
	Fr. 3	22.05. - 05.06.97	18.05. - 05.06.98	03.06. - 19.06.99
	Fr. 4	05.06. - 19.06.97	05.06. - 22.06.98	19.06. - 05.07.99
Herbstperioden				
	H. 1	05.09. - 23.09.97	02.09. - 25.09.98	
	H. 2	23.09. - 23.10.97	25.09. - 20.10.98	

Untersuchungsgebiet: Es wurden 14 Teststandorte auf den gemeinsamen Testflächen des Verbundprojektes (

Tabelle 0-19). Die Lage der Teststandorte sind den Karten I-2 bis I-5 im Kapitel I 2 zu entnehmen.

Tabelle 0-19: Teststandorte der Laufkäfer- und Spinnenerfassung

Detaillierte Beschreibung der Teststandorte siehe Kapitel I 2

Testfläche	Standort	Beschreibung	Kurzform	GIS-Code
Lütkenwisch	A	Grünland, Nutzung, tief, außen	Gl,nzg,t,a	5102001
Lütkenwisch	B	Grünland, Sukzession, tief, außen	Gl,suk,t,a	5102002
Lütkenwisch	C	Grünland, Nutzung, hoch, außen	Gl,nzg,h,a	5102003
Lütkenwisch	D	Grünland, Sukzession, hoch, außen	Gl,suk,h,a	5102004
Lütkenwisch	E	Schilf, außen	Schilf,a	5102005
Elbholz	M	Hartholzaue, außen	HHaue,a	5101001
Eichenwald	J	Eichenwald, binnen	Eichw,b	5103001
Eichenwald	K	Schilf, binnen	Schilf,b	5103003
Eichenwald	L	Sandrücken, binnen	Sand,b	5103004
Eichenwald	G	Grünland, Nutzung, tief, binnen	Gl,nzg,t,b	5103002
Oberholz	H	Grünland, Nutzung, hoch, binnen (Oberholz)	Gl,nzg,h,b(Oh)	5104001
Oberholz	I	Aufforstung, binnen	Auff,b	5104002
3-Felder	N	Grünland, Nutzung, hoch, binnen (3-Felder)	Gl,nzg,h,b(3F)	5105001
Cumlosen	F	Weichholzaue, außen	WHaue,a	5106001

1997 wurden auf den Standorten M (Hartholzaue, a) und N (Grünland, nzg, h, b, 3-Felder-Versuch) parallel Untersuchungen anderer Institute durchgeführt. Daher wurde auf eine eigene Probenahme verzichtet. Die Daten aus der Hartholzaue BONN (1998) werden in die Auswertung einbezogen, die Daten aus dem 3-Felder Versuch lagen zum Auswertungszeitpunkt noch nicht vor. 1998 wurden diese Standorte in das eigene Fallenprogramm aufgenommen.

Zusätzlich erfolgten gezielte Handaufsammlungen an weiteren Bereichen im Untersuchungsgebiet nach Hochwasserereignissen und auf dem Deich.

Erfassungsmethode: Die Erfassung der bodenlebenden Laufkäfer und Spinnen erfolgte mit Bodenfallen (BARBER, 1931), die 1997 in den Teststandorten ausgebracht wurden. Pro Teststandort wurden fünf Fallen möglichst in einer Linie mit einem Abstand von mind. 5 m installiert. Die Fallenkonstruktion bestand aus einem stationären Rohr mit 70 mm Durchmesser, das bündig mit der Bodenoberfläche abschloß. Darin war ein exakt sitzendes, transportables Fanggefäß eingeschoben. Über der Falle war eine transparente Abschirmung (110 x 110 mm) in ca. 40 mm über dem Boden angebracht, um unerwünschten Beifang (Kleinsäuger, Amphibien) und direkten Regeneintrag zu verhindern. Als Fangflüssigkeit diente ein Gemisch aus 50 % Ethylenglykol und 50 % verdünntem Alkohol und einigen Tropfen Essigsäure. Pro Falle wurden 100 ml verwendet.

In der Untersuchung von BONN (1998) wurden in parallelen Fangperioden 5 Fanggefäße mit 95 mm Durchmesser (1,4 fach größerer Umfang als die eigenen Fangbehälter) und eine 4%tige Formalinlösung als Fangflüssigkeit verwendet.

1998 und 1999 wurden von ausgewählten dimorphen Arten die Flügelausprägung und das Geschlecht untersucht. Waren die Alae (hautige Hinterflügel) doppelt gefaltet und überragten ausgezogen die Elytren, wurden sie als macropter (potentiell flugfähig), sonst als micropter (unvollständige Ausbildung) bzw. brachypter (keine Flügel) eingestuft.

Auswertung: Die Nomenklatur richtet sich nach TRAUTNER et al. (1996).

Um den Anteil feuchteliebender bzw. trockenheitsliebender Arten an den einzelnen Standorten einfacher darstellen zu können, wurde den ökologischen Angaben von BARNDT et al. (1991) für Laufkäfer und von PLATEN (1991) für Spinnen jeweils ein Zahlenwert zugeordnet.

5 = h - hygrobiont /-phil (feuchtepräferierend)

4 = (h) - überwiegend hygrophil

3 = eu - euryöker Freilandbewohner

2 = x - xerobiont /-phil (trockenpräferierend)

1 = (x) - überwiegend xerophil

Mit Hilfe dieser Zahlen können durchschnittliche Feuchtepräferenzzahlen der Tiere einzelner Standorte errechnet werden. Ein großer Zahlenwert zeigt an, daß ein hoher Anteil feuchtigkeitspräferierender Arten (ungewichtet) bzw. Individuen (gewichtet) auf einem Standort vorgefunden wurden.

Die multivariaten Analysemethoden wurden mit dem Programmpaket ADE 4 (THIOULOUSE et al. 1997) durchgeführt. Die verwendeten Hauptkomponentenanalysen wurden jeweils mit der Covariancematrix unter Darstellung von zwei Achsen erstellt.

Methodendiskussion: Der Fang von Laufkäfern im Frühjahres- und Herbstaspekt entspricht der gängigen Untersuchungsmethode. DUELLI et al. (1990) zeigte für Laufkäfer eines Feuchtgebietes, daß bei einer Reduktion des Fangzeitraumes von durchgehender Beprobung auf zwei 5-wöchige Fangperioden (Frühjahr, Herbst) noch 96% der Arten nachgewiesen werden.

Die Effizienz von Bodenfallen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben der Beschaffenheit der Fallen selbst und der unmittelbaren Fallenumgebung spielt die Fangflüssigkeit eine große Rolle (LUFF 1975). Die Ergebnisse aus der Hartholzaue (M) aus dem Jahr 1997 von BONN (1998) im Vergleich mit den eigenen Daten verdeutlichen dies. Die Fallen von BONN haben den 1,4 fachen Umfang. Im Vergleich mit den Durchschnittswerten aller Teststandorte des selben Fangzeitraumes der eigenen Untersuchung wurde bei BONN die 4,2 fache Individuenzahl gefangen. In der eigenen Untersuchung wurden 1998 und 1999 mit den kleineren Fallen am selben Standort durchschnittlich 6,2 mal weniger Individuen gefangen als 1997 durch BONN. Da zusätzlich eine andere Fangflüssigkeit (Formalin 4%)

verwendet wurde, kann die höhere Fangeffizienz der Fallen von BONN jedoch nicht allein auf die Größe zurückgeführt werden.

Auch innerhalb der vorliegenden Untersuchung wurde die Fangeffizienz der Fallen durch äußere Faktoren beeinflusst. Durch Überschwemmung und starke Regenfälle wurden Fallen geflutet. Diese Ausfälle ließen sich jedoch durch die Korrektur der Fallentage einfach berücksichtigen. Im Jahr 1998 waren aufgrund der hohen Maudichte in der Hartholzaue (M) und der hohen Sukzessionsfläche im Vorland (D) die Fallen häufig zugewühlt. Diese Ausfälle wurden ebenfalls mit einem Korrekturfaktor berücksichtigt.

Weiterhin ist zu beachten, daß eine Reihe von Arten durch ihre unterirdische bzw. kletternde Lebensweise mit Bodenfallen nur unzureichend nachgewiesen werden und daß die Anzahl gefangener Individuen lediglich eine Aussage über die Aktivitätsdichte und nicht über die absolute Populationsgröße zuläßt (DESENDER & MAELFAIT 1986, BAARS 1979). Trotz der genannten Einschränkungen konnten die Laufkäferzönosen der Teststandorte mit der verwendeten Methode gut charakterisiert werden und liefern somit eine solide Basis für Aussagen über die Auswirkungen der geplanten Renaturierungsmaßnahmen.

II 4.2 Ergebnisse

In den Fangperioden der Jahre 1997 bis 1999 wurden durch die vorliegende Untersuchung an den 14 Teststandorten 13278 Laufkäfer in den Bodenfallen gefangen. Die Individuen verteilen sich auf 104 Arten. Durch die Daten von BONN (1998) kommen 942 Individuen und 2 Arten hinzu, so daß insgesamt 106 Arten und 14239 Individuen in die Auswertungen eingehen. Zwei weitere Arten wurden durch Handfänge festgestellt (Gesamt-Artenliste siehe II 4.6 Anhang Laufkäfer Seite 165 ff).

II 4.2.1 Arten- und Individuenzahlen

Häufigkeitsverteilung: Von den 106 nachgewiesenen Arten stellen 21 Arten 90% der Individuen (Abbildung 0-40). Die häufigste Art *Poecilus versicolor* ist mit 10,7% dominant, 11 Arten sind subdominant (3,2-9,9%) und 5 Arten rezedent (1,0-3,1%). Der größte Teil der Arten (89) ist subrezedent (0,32-0,99%) oder sporadisch (unter 0,32%), darunter sind 13 Arten, die nur in Einzelindividuen erfaßt wurden (Einteilung nach MÜHLENBERG 1989).

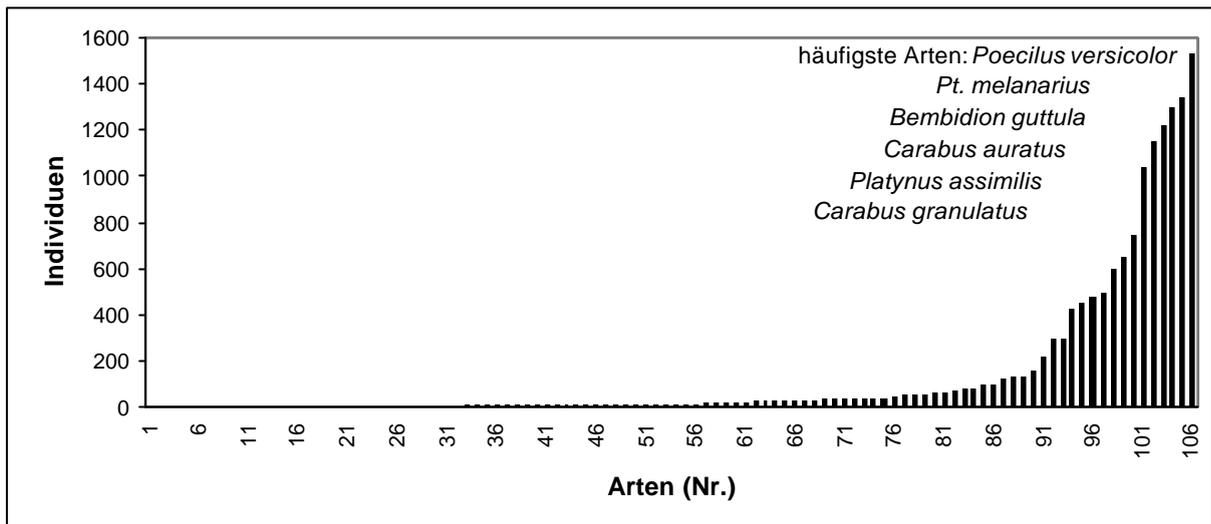


Abbildung 0-40: Häufigkeitsverteilung der 106 Laufkäfer-Arten aller Teststandorte 1997-1999 (n=14239)

Vergleich Frühjahr-Herbst: In den Frühjahr-Fangperioden wurde im Vergleich zu den Herbst-Fangperioden durchschnittlich eine 1,6-fach höhere Artenzahl und eine 5,2-fach höhere Aktivitätsdichte festgestellt (Abbildung 0-41). Nur vier Arten wurden ausschließlich im Herbst gefangen: *Agonum thoreyi*, *Calathus fuscipes*, *Calathus erratus* und *Trechus obtusus*. Fünf weitere Arten *Calathus melanocephalus*, *Calathus rotundicollis*, *Nebria brevicollis*, *Pterostichus niger* und *Trechus quadristriatus* haben ihren Vorkommensschwerpunkt in den Herbstperioden.

Mit 94% wurde der größte Teil der erfaßten Individuen in den Frühjahresperioden der Jahre 1997, 98 und 99 gefangen. Da durch die Herbstperioden 1997 und 1998 nur relativ wenig neue Informationen hinzukommen, werden die Herbstdaten in den folgenden Auswertungen meist nicht berücksichtigt. Somit können die drei Untersuchungsjahre besser miteinander verglichen werden (im Herbst 1999 konnten aus Zeitgründen keine Daten mehr erhoben werden).

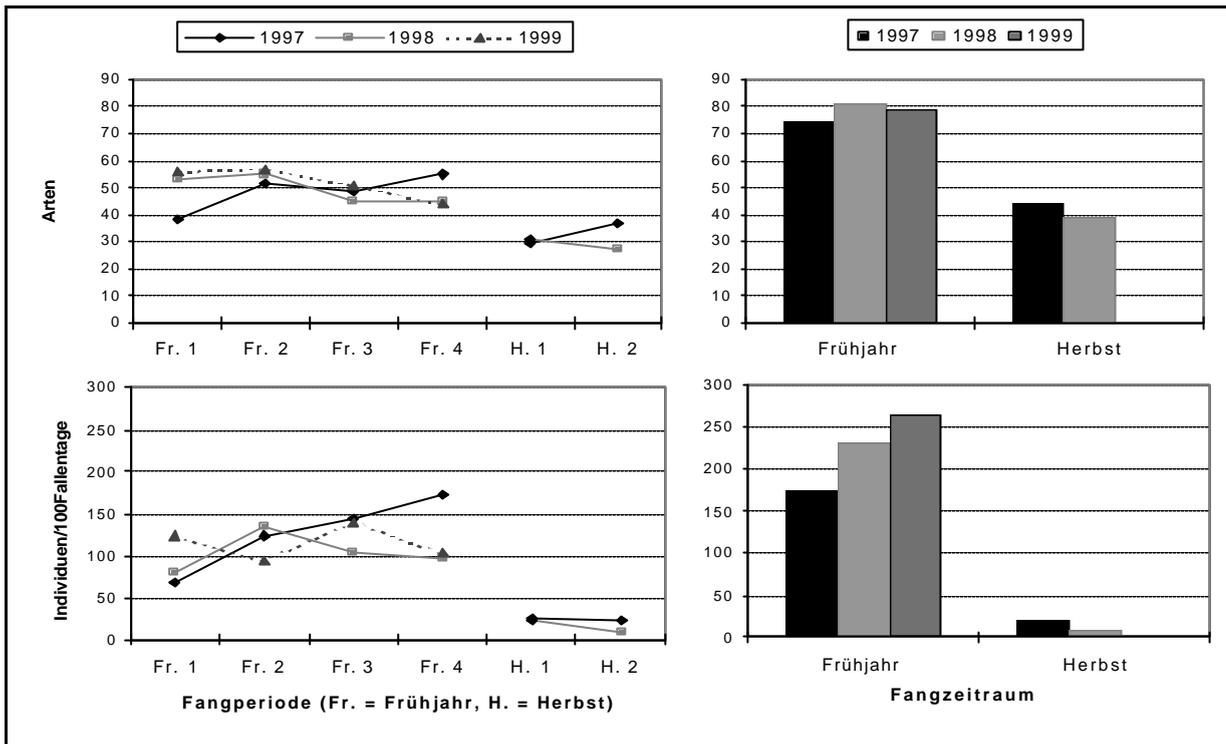


Abbildung 0-41: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer in den einzelnen Fangperioden (links) und in zusammengefaßten Fangzeiträumen (rechts)

Genauere Fangtermine siehe Tabelle 0-18

Fluktuation: Die Fluktuation der Arten innerhalb der 3 Untersuchungsjahre ist relativ groß (Frühjahres-Perioden). 23% der Arten wurden nur in einem Jahr, 52% wurden in allen 3 Jahren nachgewiesen (Abbildung 0-42). Arten mit Vorkommensschwerpunkt im Frühjahr 1997 sind *Badister lacertosus*, *Agonum marginatum*, *Notiophilus biguttatus*, *Agonum fuliginosum*. Individuen von *Nebria brevicollis* und *Acupalpus exiguus* wurden überwiegend 1998 gefangen, während *Agonum muelleri*, *Blethisa multipunctata*, *Agonum versutum*, *Amara aenea* und *Pterostichus nigrita* ihren Vorkommensschwerpunkt 1999 aufweisen.

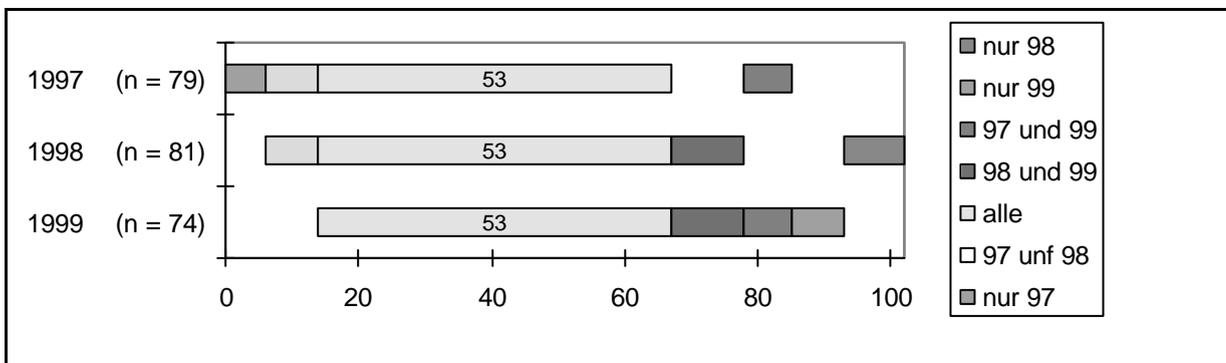


Abbildung 0-42: Laufkäfer - Artnachweise in den 3 Untersuchungsjahren (Frühjahr-Fangperioden)

Vergleich der Teststandorte: Die Zahl der nachgewiesenen Arten pro Frühjahr und Teststandort schwankt zwischen 8 Arten (1997 Sandrücken, L) und 34 Arten (1999 Grünland, tief, binnen, G). Innerhalb der Jahre schwanken die Artzahlen einzelner Teststandorte zum Teil stark, allerdings ist keine Parallele zu der Überflutungsdynamik der drei Untersuchungsjahre erkennbar. Bei Betrachtung aller drei Jahre ist die nur in trockenen Perioden landwirtschaftlich genutzte Senke im Binnenland (G) mit insgesamt 45 nachgewiesenen Arten mit Abstand der artenreichste Standort. Die höher gelegenen Grünländer außen- (C, D) und binnendeichs (N, H, I) sowie der Sandrücken (L) sind mit 22 - 26 Arten relativ artenarm, während die feuchten Standorte und die Wälder mittlere Artenzahlen mit 29-33 Arten aufweisen (Abbildung 0-46).

Die Individuenzahlen pro 100 Fallentage schwanken zwischen 7,9 (1997 Sandrücken, L) und 283 (1999 Grünland genutzt, hoch, binnen, H). An einigen Standorten schwanken die Individuenzahlen zwischen den Jahren extrem stark, wie am Standort H, wo sich die Individuenzahl von 1997 zu 1999 versiebenfachte, obwohl die Nutzung und das Wasserregime (keine Überstauung) gleich blieb. Insgesamt betrachtet sind die genutzten, hohen Grünländer im Binnenland (N, H) sowie der Eichenwald (J) die individuenreichsten Standorte. Die feuchten Grünländer (A, B) und das Schilf außendeichs weisen mittlere Individuenzahlen auf.

Die Dominanzverhältnisse unterscheiden sich an den einzelnen Teststandorten deutlich. Das ausgeglichene Verhältnis weist der Sandrücken (L) auf, hier haben 27 der 33 insgesamt nachgewiesenen Arten Aktivitätsdichten von mehr als 1% (Abbildung 0-45). Die Feuchtstandorte sowie der Wald außen (M) haben ebenfalls relativ ausgeglichene Dominanzverhältnisse (Abbildung 0-44). Im hohen Grünland ist jeweils eine Art eudominant (Abbildung 0-43). Im Vorland ist dies *Bembidion guttula*, im Hinterland *Carabus auratus* (N), *Poecilus versicolor* (H) bzw. *Poecilus cupreus* (I).

Grünland (hoch genutzt) und Sukzession/Aufforstung

außendeichs

binnendeichs

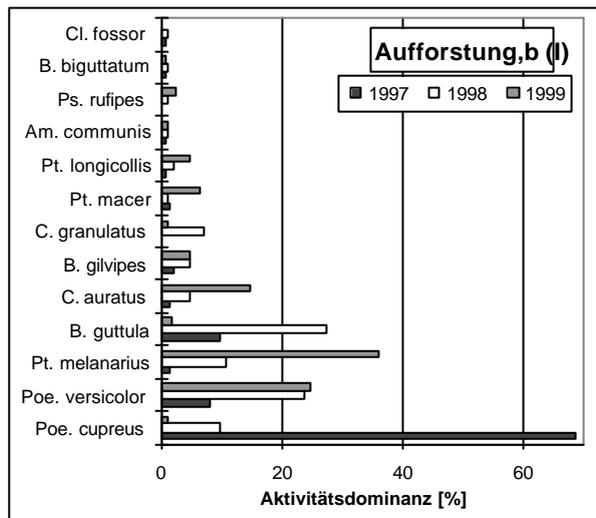
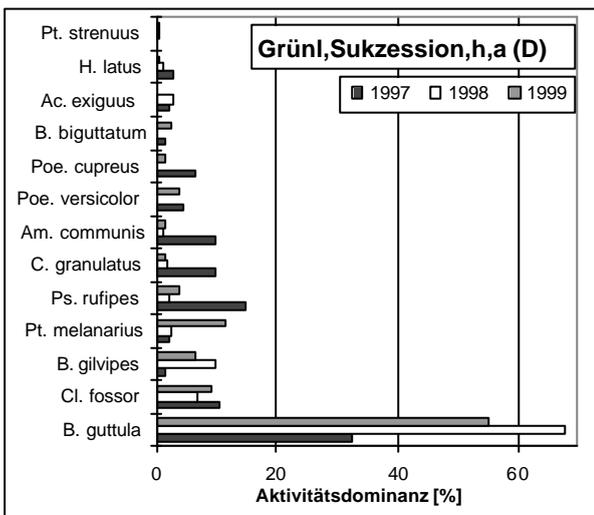
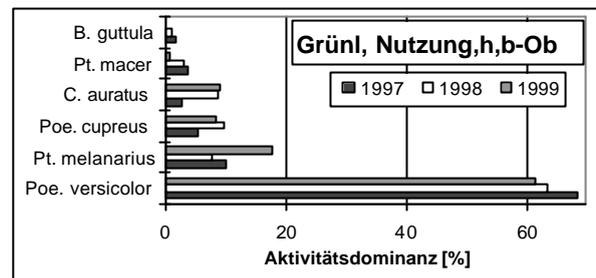
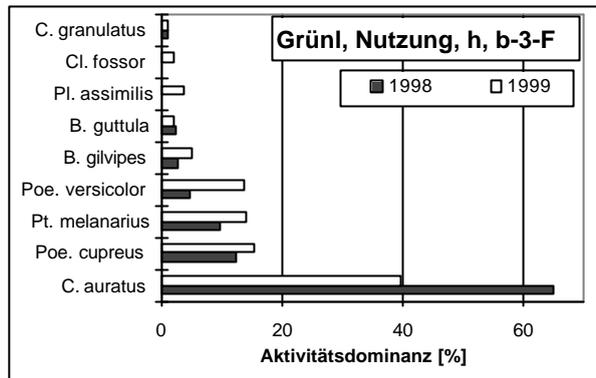
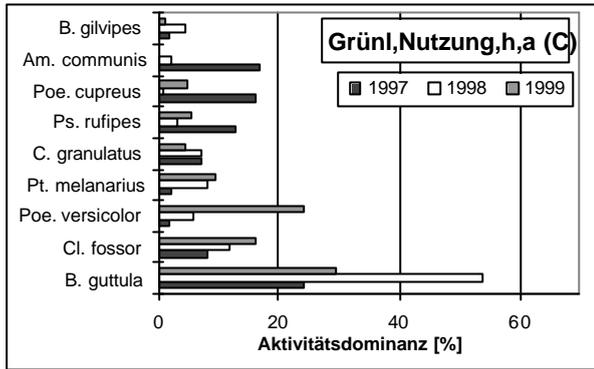


Abbildung 0-43: Aktivitätsdominanzen der Laufkäfer an hohen Grünland- und Aufforstungsstandorten
 Dargestellt sind alle eudominanten (32,0 - 100%), dominanten (10,0 - 31,9%), subdominanten (3,2 - 9,9%) und rezendenten (1,0 - 3,1%) Arten. Frühjahr 1997, 1998 und 1999

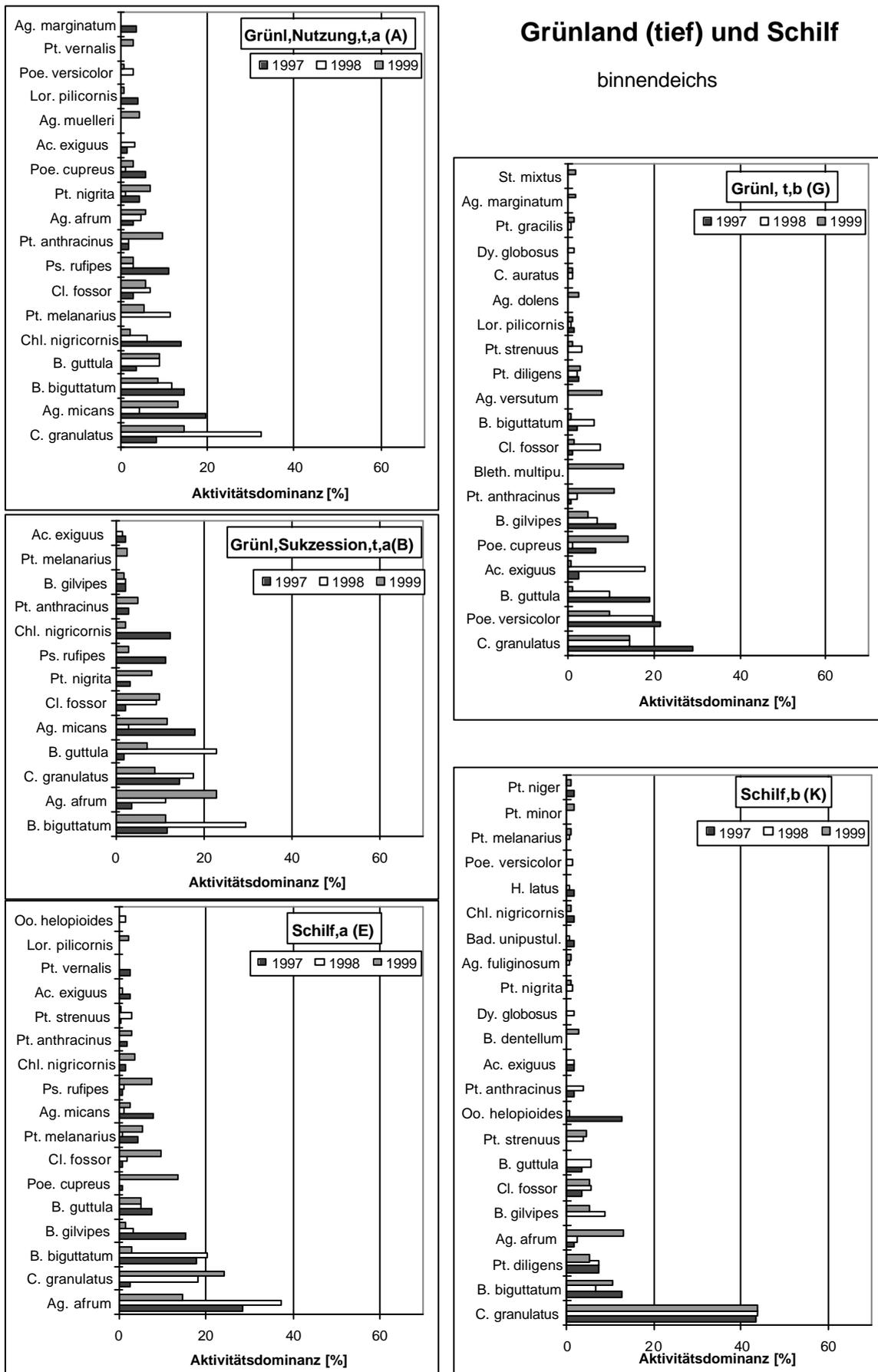


Abbildung 0-44: Aktivitätsdominanzen der Laufkäfer an tiefen Grünland und Schilfstandorten

Waldstandorte und Sandrücken

außendeichs

binnendeichs

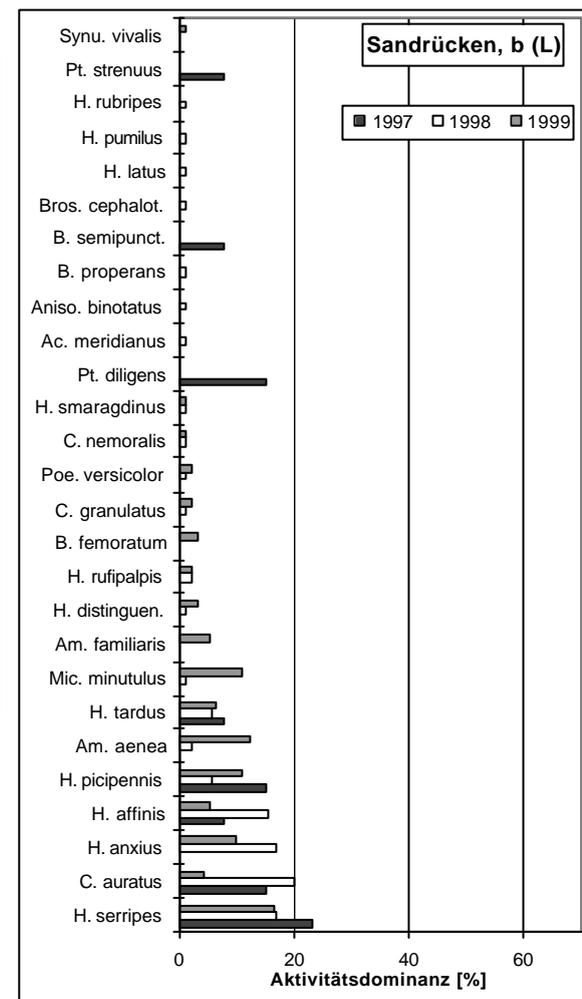
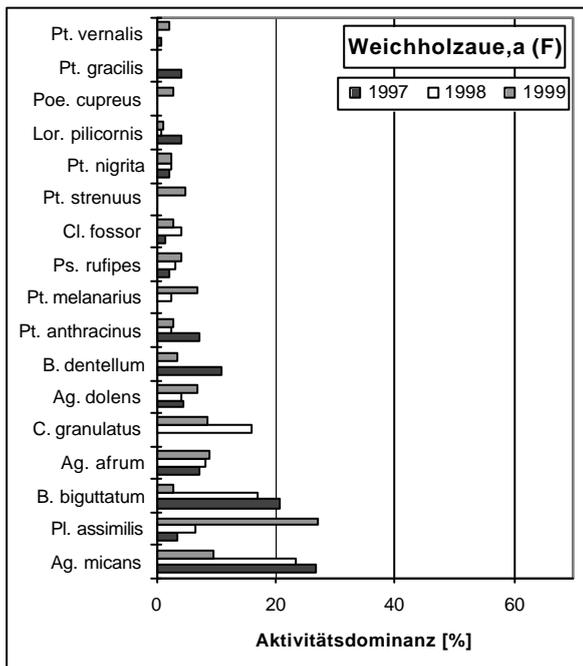
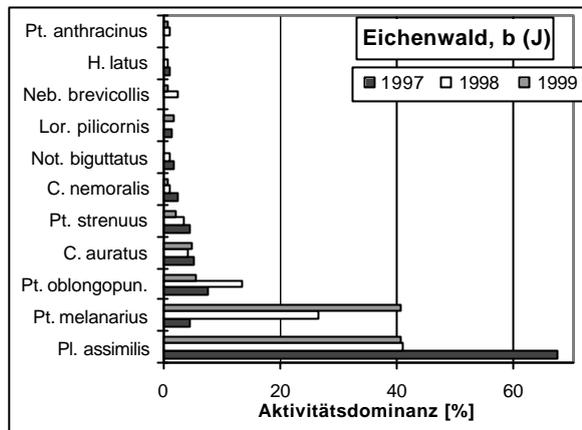
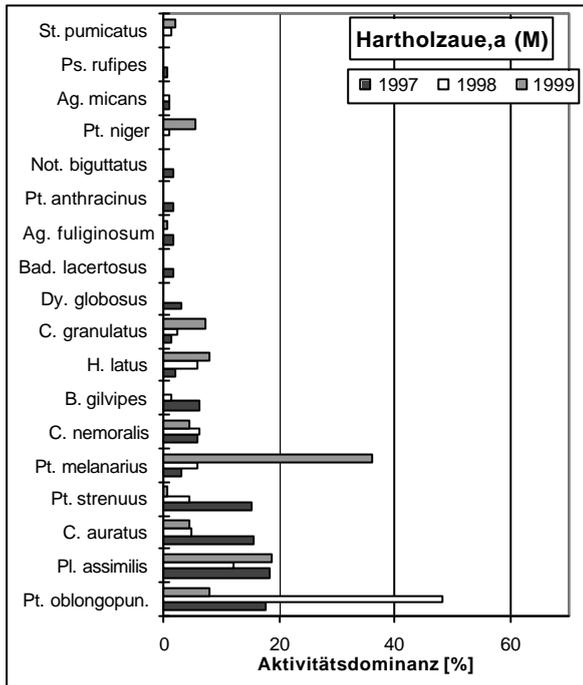


Abbildung 0-45: Aktivitätsdominanzen der Laufkäfer an Waldstandorten und dem Sandrücken

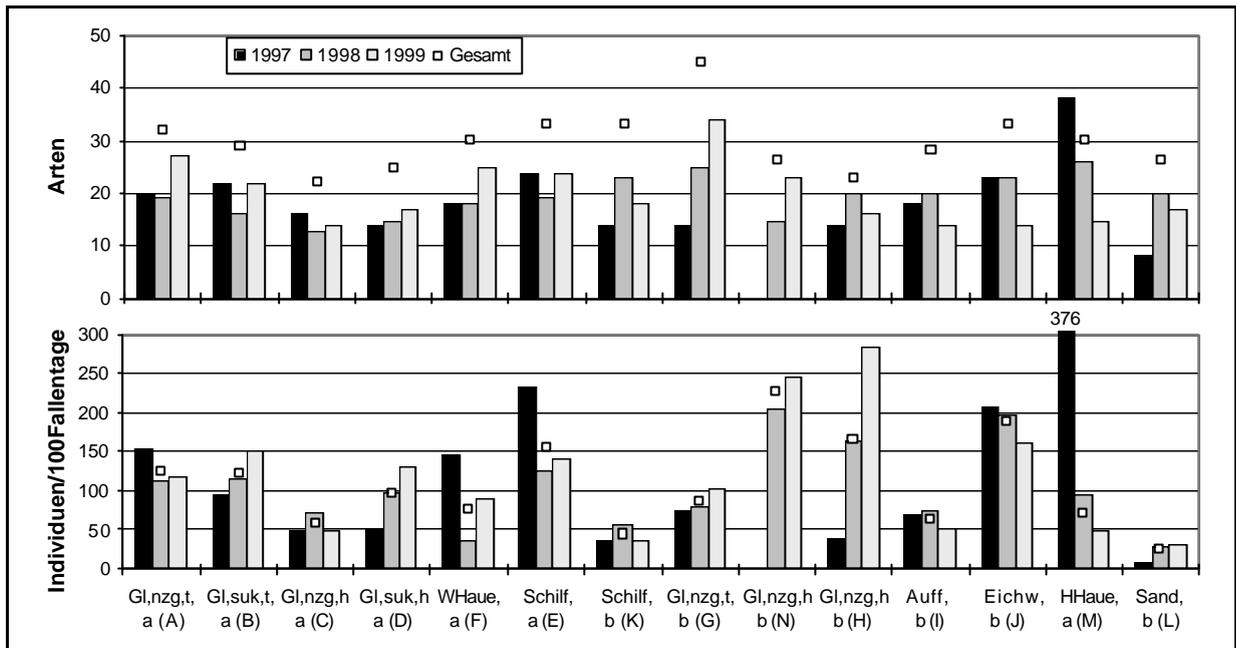


Abbildung 0-46: Laufkäfer Arten- und Individuenzahlen an den 14 Teststandorten, Frühjahr 1997, 98,99
 Erläuterung Teststandorte (A-N)

Tabelle 0-19. **a:** außen-, **b:** binnendeichs, **nzg:** Nutzung, **suk:** Sukzession, **h.** hoch, **t:** tief. (N 1997 nicht beprobt, M 1997 Daten von A. Bonn, gehen nicht in Gesamtwert von M ein - höhere Arten- Individuenzahlen methodisch bedingt (siehe Kapitel II 4.1))

II 4.2.2 Artengemeinschaften der Teststandorte

Um die Ähnlichkeiten der Laufkäfergemeinschaften an den Teststandorten festzustellen, wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) durchgeführt. Dafür wurden die Daten aller Fangperioden an den einzelnen Teststandorte zusammengefaßt und logarithmiert [$\ln(\text{Individuenzahl} + 1)$]. Mit der Ordination der ersten beiden Achsen kann die Ähnlichkeit grafisch dargestellt werden. Je näher zwei Teststandorte in der Grafik beieinander liegen, desto ähnlicher ist die Arten- und Individuenzusammensetzung der entsprechenden Standorte. Den Abbildung 0-47 bis Abbildung 0-50 liegt jeweils dieselbe Auswertung der Laufkäferdaten zugrunde. Als zusätzliche Information sind in den Abbildungen abiotische bzw. biotische Parameter der 14 Teststandorte abgebildet. Anhand der grafischen Anordnung kann der Einfluß des entsprechenden Parameters auf die Laufkäfergemeinschaften interpretiert werden.

Lage vor bzw. hinter dem Deich: Aus Abbildung 0-47 wird deutlich, daß die Lage vor bzw. hinter dem Deich einen starken Einfluß auf die Laufkäfergemeinschaften hat. In der Grafik liegen die außendeichs gelegenen Teststandorte in der oberen, rechten Hälfte, während im unteren, linken Teil die binnendeichs gelegenen Teststandorte angeordnet sind. Die Unterschiede zwischen den Vorland- und Hinterlandstandorten werden überwiegend durch 13 Arten geprägt, die deutliche Vorkommensschwerpunkte vor bzw. hinter dem Deich haben (Abbildung 0-51).

Erläuterung zu Abbildung 0-47 bis Abbildung 0-50: Ordination der Hauptkomponentenanalyse (PCA), erste 2 Achsen dargestellt, erklären 57% der Varianz, Datengrundlage: 1997, 1998 und 1999, 106 Arten, $\ln(\text{Individuenzahl}+1)$. Erläuterung Teststandorte A-N siehe

Tabelle 0-19

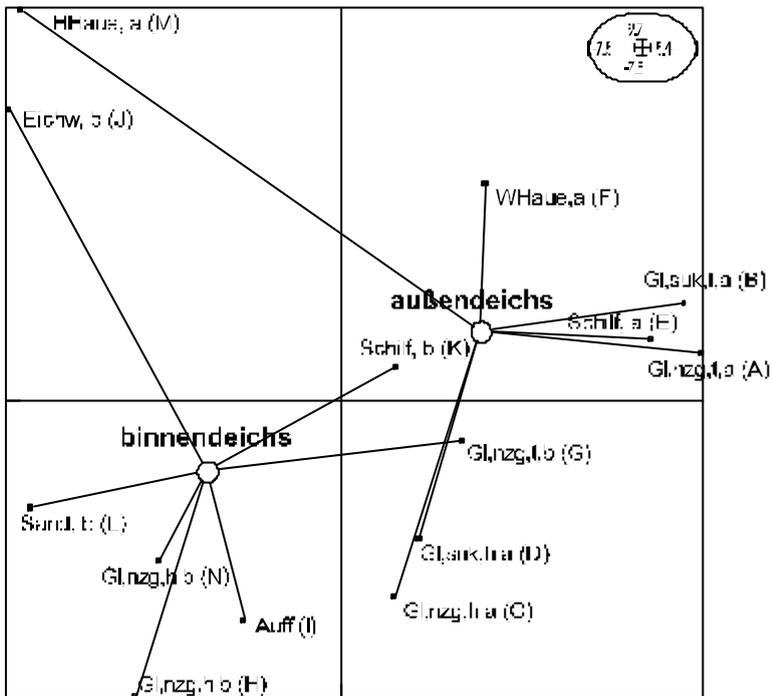


Abbildung 0-47: Laufkäferzönoson und Lage zum Deich der 14 Teststandorte

außendeichs: Vorland = Überschwemmungsbereich, **binnendeichs:** Hinterland = geplantes Rückdeichungsgebiet

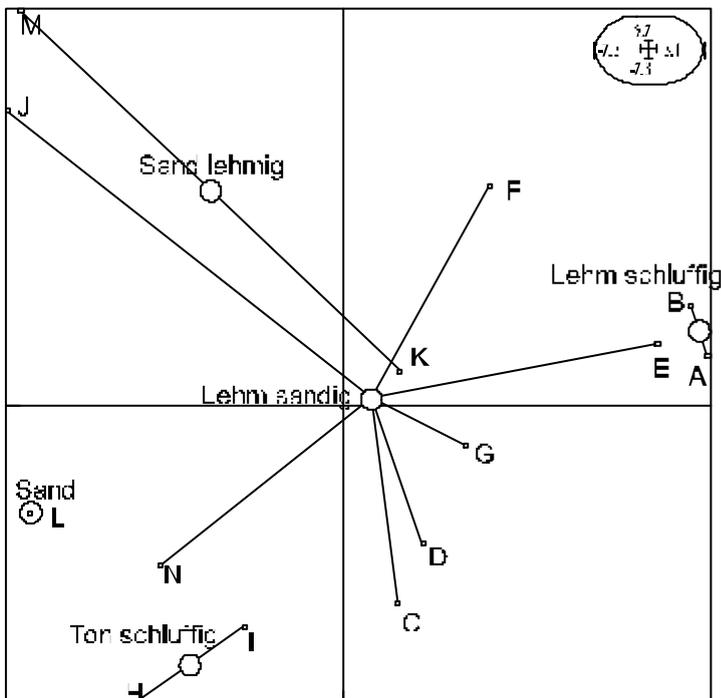


Abbildung 0-48: Laufkäferzönoson und Oberbodenart der 14 Teststandorte

Daten erhoben durch Teilprojekt Bodenkunde, Bodenarten in 5 Kategorien zusammengefaßt

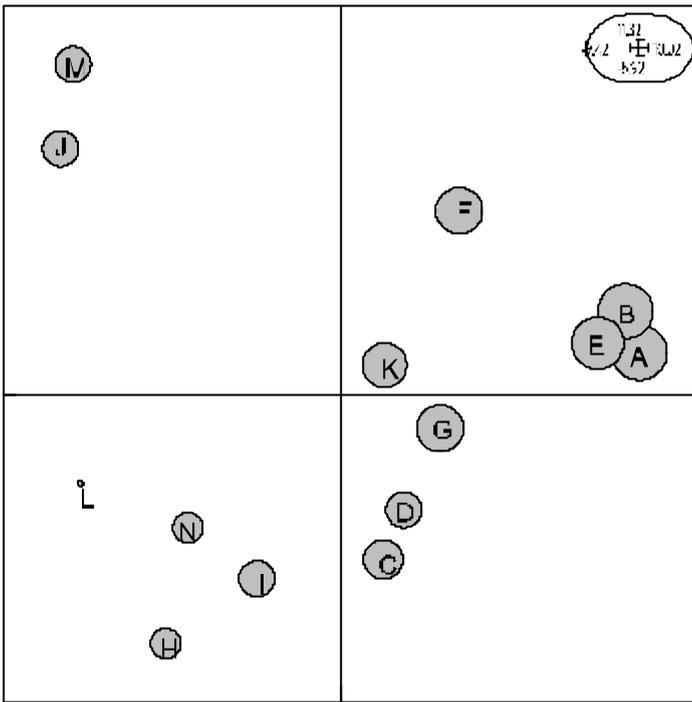


Abbildung 0-49: Laufkäferzönosen und F-Werte der Vegetation der 14 Teststandorte

F-Wert (ungewichtet) nach Ellenberg, Daten von Teilprojekt Botanik erhoben. Die Größe der Kreise ist korreliert mit der Feuchtezahl (großer Durchmesser = hohe Feuchtigkeit)

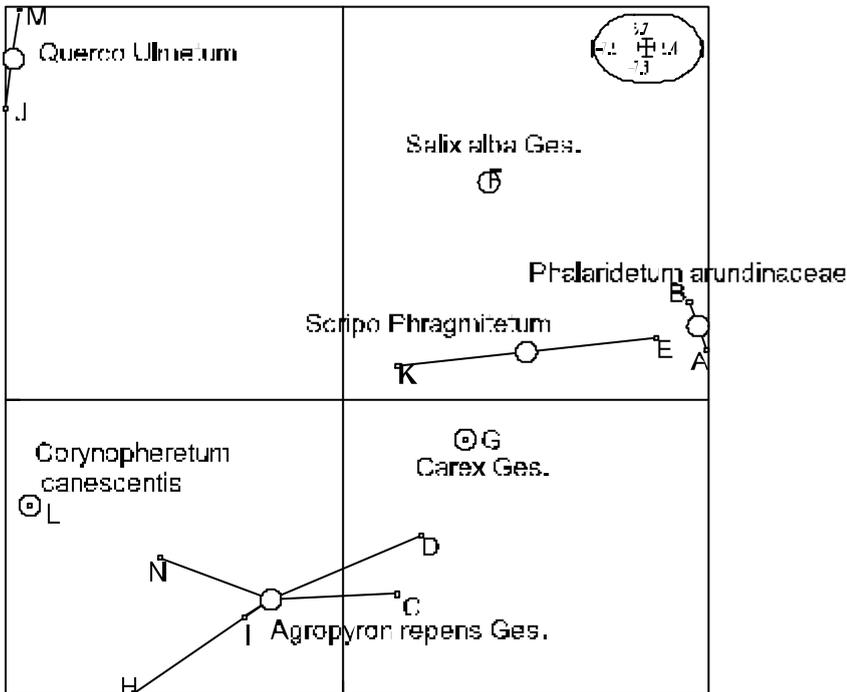


Abbildung 0-50: Laufkäferzönosen und Pflanzengesellschaften der 14 Teststandorte

Vegetationsdaten von Teilprojekt Botanik erhoben

Charakteristische Arten des Hinterlandes sind *Carabus auratus* und *Poecilus versicolor*. Die ebenfalls sehr häufige Art *Poecilus cupreus* kommt auch im Vorland in geringerer Zahl vor. 24 Arten wurden ausschließlich in den Grünländern bzw. im Schilf des Hinterlandes nachgewiesen. Abgesehen von *Pterostichus macer*, *Pt. longicollis* und *Pt. diligens* wurden diese jedoch in sehr geringer Individuenzahl festgestellt. Im tiefen Grünland binnendeichs (G) wurde 1999 *Blethisa multipunctata* mit 38 Individuen gefangen. Sonst wurde diese für Überschwemmungsflächen typische Art nur mit zwei Exemplaren im feuchten Vorland gefunden.

Eine Reihe von Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in den feuchten Standorten (A, B, E, F) des Vorlandes: z.B. *Agonum micans*, *Pterostichus nigrita*, *Chlaenius nigricornis*. Die beiden häufigsten Arten *Agonum afrum* und *Bembidion biguttatum* kommen in geringerer Anzahl auch im feuchten Hinterland vor. *Pseudoophonus rufipes* ist die einzige Art, die für die tiefen und hohen Vorlandstandorte charakteristisch ist. *Bembidion dentellum* wurde fast ausschließlich, *Agonum dolens* überwiegend in der Weichholzaue (F) gefangen. Insgesamt wurden 14 Arten nur im Vorland gefangen, darunter *Agonum mülleri* und *Dyschirius luedersi*.

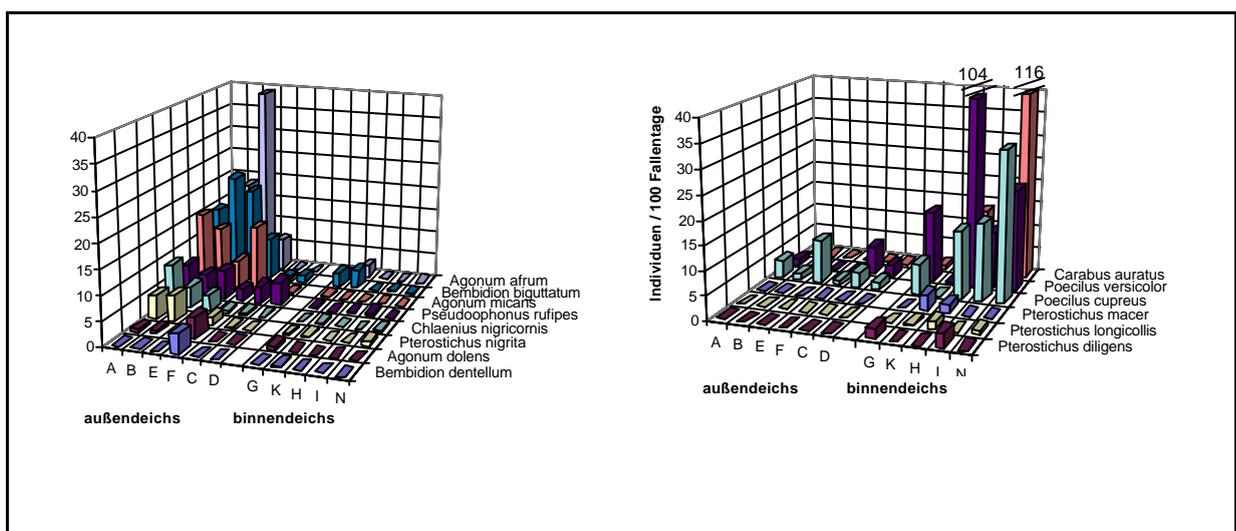


Abbildung 0-51: Laufkäferarten mit Verbreitungsschwerpunkt im Vorland bzw. Hinterland

Teststandorte (A-N) ohne Hartholzauen (M, J) und Sandrücken (L), Frühjahr 1997, 1998, 1999. Allerdings weisen die hohen Grünländer des Vorlandes sowie das tiefe Grünland und Schilf des Hinterlandes jeweils hohe Ähnlichkeiten mit den entsprechenden Standorten auf der anderen Seite des Deiches auf. Daher ist keine durchgehende Trennung zwischen Vor- und Hinterlandteststandorten möglich.

In Abbildung 0-47 ist jedoch auch zu erkennen, daß die hohen Grünländer des Vorlandes sowie das tiefe Grünland und das Schilf im Hinterland jeweils große Ähnlichkeiten mit den entsprechenden Standorten auf der anderen Seite des Deiches aufweisen. Daher ist keine durchgehende Trennung zwischen Vor- und Hinterlandstandorten möglich.

Oberbodenart: Auch die Oberbodenart trennt die Teststandorte. So beherbergt der künstlich aufgeschüttete Sandrücken eine sehr eigene Laufkäfergemeinschaft mit vielen xerophilen Arten. Die Teststandorte mit unterschiedlich hohem Sand- und Lehmanteil werden nicht so deutlich gegliedert (Abbildung 0-48). So hat die Artengemeinschaft des Sandrückens (L) mehr Ähnlichkeit mit den Artengemeinschaften auf schluffigem Ton (H, I) als mit denen auf lehmigen Sand (M, K). Die Teststandorte I und H sowie A und B liegen im Untersuchungsgebiet sehr nahe beieinander. Sie weisen jeweils dieselben Oberbodenart auf (schluffiger Ton, bzw. schluffiger Lehm) und beherbergen eine sehr ähnliche Laufkäfergemeinschaft.

Feuchtigkeit: Die Feuchtigkeit, dargestellt durch den F-Wert der Vegetation (Feuchtezeiger-Wert nach Ellenberg, ermittelt durch das Teilprojekt Botanik), erklärt die Anordnung der Standorte sehr gut. Die Teststandorte in der oberen rechten Hälfte der Grafik weisen einen hohen Anteil hygrophiler Individuen auf. In der linken unteren Ecke sind Teststandorte angeordnet, die viele xerophile Individuen aufweisen (Abbildung 0-49).

Pflanzengesellschaften: Die durch das Teilprojekt Botanik ermittelten Pflanzengesellschaften erklären die Anordnung der Teststandorte in der Ordination sehr gut (Abbildung 0-50). Die Hartholzaue (Querco-Ulmetum) sowie der Sandrücken (Corynephorum canescentis) beherbergen eine sehr eigene Laufkäferfauna mit typischen Feuchtwaldarten wie *Platynus assimilis* bzw. xerophilen Freilandbewohnern der Gattung *Amara*, *Harpalus* etc.. Die Standorte mit wechselfrischem Grünland (Alopecurus repens-Gesellschaft) weisen sehr hohe Ähnlichkeiten auf, unabhängig von der Lage vor bzw. hinter dem Deich sowie der Oberbodenart. Die Röhrichte und die Weichholzaue (Salix alba Gesellschaft) können auf überwiegend lehmigem Boden zu den Feuchtstandorten zusammengefaßt werden.

Zeitliche Entwicklung der Laufkäferzönosen

Für die Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Laufkäfergemeinschaften wurden die Daten der Hartholzauenwälder (M, J) und des Sandrückens (L) ausgeklammert. Dadurch werden die Veränderungen auf den sich ähnlicheren Grünland-, Schilf und Weichholzauenstandorten besser sichtbar. In der Hauptkomponentenanalyse wurden die Laufkäfergemeinschaften der Standorte nach den drei Frühjahren getrennt ausgewertet. In Abbildung 0-52 sind die zu einem Standort gehörenden Datensätze durch Pfeile von 1997 zu 1998 zu 1999 verbunden. Zusätzlich sind im unteren Teil der Grafik die Arten abgebildet, auf deren Grundlage die Trennung der Standorte erfolgte. Die Arten am

Rand der Grafik haben einen hohen trennenden Charakter. Die Arten im Zentrum haben wenig Einfluß.

Beim Vergleich der Laufkäferzönosen einzelner Teststandorte in den 3 Untersuchungsjahren sind an allen Feuchtstandorten (A, B, G, E, F) außer dem Schilf binnendeichs (K), deutliche Änderungen der Arten- und Individuenzusammensetzung zwischen den Jahren zu erkennen. Dabei sind sich die Jahre 1997 und 1999 relativ ähnlich. In der Grafik ist dies durch Pfeile dargestellt, die von 1997 zu 1998 jeweils eine Verschiebung nach "unten", von 1998 zu 1999 wieder nach "oben" anzeigen. 1997 und 1999 waren alle hier betrachteten Vorlandstandorte im Frühjahr mehrere Tage (C, D) bis mehrere Wochen (A, B, E, F) unter Wasser. Der Winter 1997/98 war durch niedrige Wasserstände gekennzeichnet, so daß die hohen Standorte C, D trocken blieben (Kapitel I 2.5). An den feuchten Standorten waren in den Jahren 1997 und 1999 die beiden feuchtigkeitspräferierende Arten *Agonum micans* und *Agonum afrum* in hoher Individuenzahl anwesend, während 1998 die ebenfalls feuchtigkeitspräferierenden Arten *Bembidion guttula* (auch auf trockeneren Standorten gefangen) und *Bembidion biguttatum* sehr häufig waren.

Die Arten- und Individuenzusammensetzung an den hohen Grünländern (C, D, N, H; I) und dem Schilf binnendeichs (K) sind in allen drei Frühjahren relativ ähnlich, wobei auch hier die Zönosen-Änderung parallel zu denen der Feuchtstandorte verläuft (1997 zu 1998 "nach unten", 1998 zu 1999 "nach oben"), vom Teststandort H abgesehen.

Abbildung 0-52: Ordination der Hauptkomponentenanalyse (PCA) von Laufkäferzönosen der Grünland- und Feuchtstandorte im Frühjahr 1997, 1998, 1999

oben: Darstellung der Teststandorte, Pfeile verbinden die 3 Frühjahres-Datensätze eines Standortes: Start = 1997, Knick = 1998, Pfeilspitze mit Beschriftung = 1999. **unten:** Darstellung der Arten: Arten in Peripherie = differenzierende Arten, Arten im Zentrum = indifferente Arten (z.T. zur besseren Darstellung aus Zeichnung eliminiert). **Datengrundlage:** 72 Arten, $\ln(\text{Ind.}+1)$ wenn $\text{Ind.} > 5$. 2 Achsen erklären 48% der Varianz

II 4.2.3 Ökologische Parameter

Im folgenden werden die gewichteten (Betrachtung der Individuenanteile) Frühjahresdaten herangezogen (102 Arten, 13389 Individuen), anhand derer die Teststandorte miteinander und die Daten der verschiedenen Jahre an einzelnen Teststandorten verglichen werden. Beim Vergleich der drei Untersuchungsjahre stehen die Standorte im Vorland mit unterschiedlichem Überflutungsregime im Vordergrund (A, B, E, F: 1997, 1998, 1999; C, D: 1997 und 1998; M: nur 1999 überflutet, siehe Kapitel I 2.5).

Feuchtepräferenz: Die Feuchtepräferenzwerte der Laufkäfergemeinschaften der Teststandorte korrelieren hochsignifikant (Spearman Rangkorrelation, $p > 0,005$) mit den F-Werten der Vegetation, die durch das Teilprojekt Botanik ermittelt wurden (Abbildung 0-53). Erwartungsgemäß weisen die Feuchtstandorte die höchsten und der Sandrücken den geringsten Feuchtepräferenzwert auf. Im Gegensatz zur Vegetation werden die hohen Grünländer im Vorland jedoch von einem höheren Anteil (überwiegend) hygrophiler Individuen besiedelt als die hohen Grünländer im Hinterland. Der geringe Feuchtepräferenzwert des Grünlandes im 3-Felder-Versuch (N) ist auf die Dominanz von *Carabus auratus* zurückzuführen, der als überwiegend xerophil eingestuft wird (BARNDT et al. 1991). Der durch Qualmwasser häufig beeinflusste Eichenwald (J) weist einen etwas höheren Feuchtepräferenzwert auf als die nur selten überflutete Hartholzaue (M).

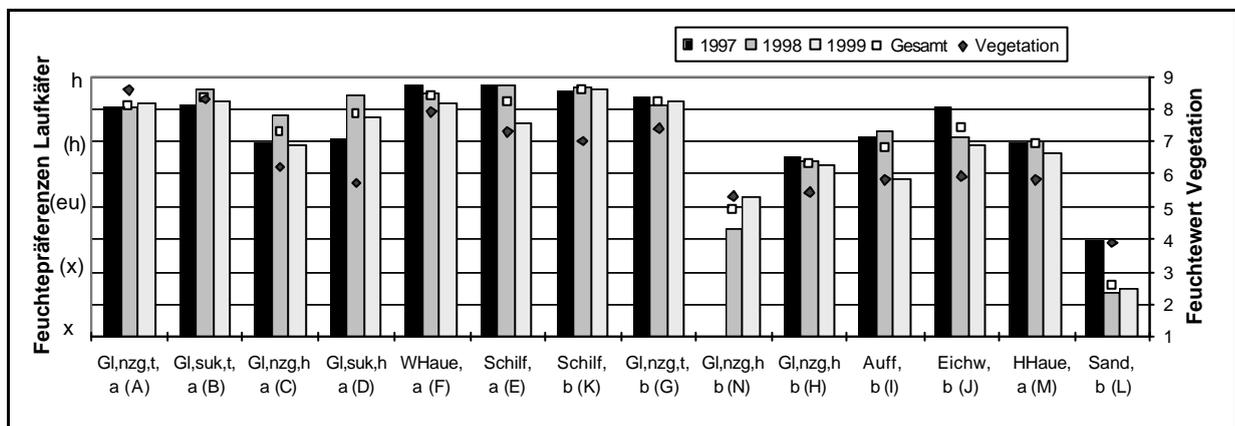


Abbildung 0-53. Durchschnittliche Feuchtepräferenz der Laufkäfer und F-Werte der Vegetation an den 14 Teststandorten, Frühjahr 1997, 1998 und 1999

Zur einfacheren grafischen Darstellung wurden den ökologische Angaben nach BARNDT et al. (1991) Zahlenwerte zugeordnet und Durchschnittswerte (gewichtet) ermittelt. **x:** xerophil (trockenpräferierend), **(x):** überwiegend xerophil, **eu:** euryök, **(h):** überwiegend hygrophil (feuchtpreferierend), **h:** hygrophil. F-Werte der Vegetation (ungewichtet) von Teilprojekt Botanik ermittelt. Erläuterung Teststandorte (A-N)

Tabelle 0-19. **a:** außen-, **b:** binnendeichs, **nzg:** Nutzung, **suk:** Sukzession, **h.** hoch, **t:** tief. (N 1997 nicht beprobt)

Innerhalb der drei Untersuchungsjahre schwankten die Werte an den Teststandorten, allerdings ist keine signifikante Korrelation mit dem unterschiedlichen Überflutungsregime der drei Untersuchungsjahre festzustellen. In einigen Fällen verläuft die Entwicklung entgegen der Erwartung: An den 1998 nicht überfluteten Standorten C, D wurde in diesem Jahr ein höherer Anteil (überwiegend) hygrophiler Individuen festgestellt als in den beiden Jahren mit Überschwemmung. In der Hartholzaue (M) sank im Überschwemmungsjahr 1999 der Anteil (überwiegend) hygrophiler Arten etwas ab.

Biotopbindung: Von den 102 Arten gelten nach BARNDT et al. (1991) 17 Arten als stenotop (enge Biotopbindung). Der größte Teil der stenotopen Arten (8) ist an Ufer und häufig überschwemmte Biotope gebunden, im Untersuchungsgebiet sind sie entsprechend in den feuchten Standorten zu finden. Im Eichenwald (J) kommen auf Feuchtwälder (*Epaphius secalis*) bzw. Laubwälder (*Calosoma inquisitor*) spezialisierte Arten in geringer Individuenzahl vor. Auf dem Sandrücken (L) machen die spezialisierten Arten von Sandtrockenrasen (*Harpalus serripes*, *Harpalus picipennis*) etwa die Hälfte der stenotopen Individuen aus. Die andere Hälfte wird von typischen Bewohnern von Äckern gestellt (*Carabus auratus*, *Harpalus distinguendus*). Das Vorkommen von *Carabus auratus* führt in allen Hinterlandsgrünländern, besonders im 3-Felder-Versuch (N), zu hohen Anteilen stenotoper Individuen (Abbildung 0-51). An tiefen Grünländern (A,B) und im Schilf (E) außendeichs wurden nach den beiden lang andauernden Überschwemmungen (1997, 1999) mehr stenotop-hygrophile Arten festgestellt als 1998. In der vorliegenden Studie wiesen mehrere Arten deutliche Standortbindungen auf. Auf dem trockenen Sandrücken hatten 10 Arten, im Wald 13 Arten und in feuchten Grünländern 4 Arten einen deutlichen Verbreitungsschwerpunkt.

Nach BARNDT et al. (1991) gelten 8 Arten als eurytop (keine enge Biotopbindung). Die sehr häufigen und auf allen Standorten vorkommenden Arten *Pterostichus melanarius* (außer L) und *Carabus granulatus* dominieren die Individuenverteilung der eurytopen Arten. *Loricera pilicornis* und *Amara plebeja* kommen auf Grünland- und Waldstandorten, *Amara communis* und *Dyschirius globosus* auf Grünlandstandorten vor. *Nebria brevicollis* und *Pterostichus niger* sind auf die Waldstandorte beschränkt. In der vorliegenden Untersuchung weisen sechs weitere Arten ein breites Biotopspektrum auf: *Bembidion gilvipes*, *Clivina fossor*, *Acupalpus exiguus*, *Poecilus versicolor*, *Pterostichus strenuus* und *Harpalus latus*

Waldarten: Nach BARNDT et al. (1991) gelten 10 Arten als typische Waldarten. Erwartungsgemäß kommen diese Arten in den Hartholzbeständen (J, M) mit größter Individuenzahl vor. In der Weichholzaue (F) wurden nur 4 dieser Arten in geringer Individuenzahl gefangen. *Pterostichus strenuus* weist im Eichenwald (J) sein Maximum auf, wurde aber insgesamt an 11 der 14 Standorten festgestellt. Aufgrund dieser Art weisen das Schilf (E) und einzelne Grünlandstandorte mehr Waldindividuen auf als die Weichholzaue (Abbildung 0-55).

Der Rückgang dieser Art und *Pterostichus oblongopunctatus* sowie das Fehlen von *Notiophilus biguttatus* an den Standorten J und M im Jahr 1999 verursacht einen deutlichen Rückgang des Anteils der Waldarten im Überschwemmungsjahr. Als einziger Hinweis einer Sukzessionsentwicklung wurden auf den beiden Sukzessionsflächen außendeichs (B tief, D hoch) und der Aufforstungsfläche (I) jeweils wenige Individuen von der Waldart *Pterostichus strenuus* gefangen, während in den Vergleichsflächen mit Nutzungseinfluß (A, C, H) diese Art fehlt. Allerdings kommt die Art auf der relativ intensiv genutzten 3-Felder-Fläche (N) ebenso vor.

Als fakultative Waldarten werden hier 24 Arten eingestuft, die nach BARNDT et al. (1991) ein Schwerpunktorkommen in bewaldeten oder unbewaldeten Biotoptypen aufweisen. Im Untersuchungsgebiet haben *Platynus assimilis*, *Carabus nemoralis*, *Pterostichus niger*, *Nebria brevicollis* ihren Schwerpunkt in der Hartholzauen (J, M). Andere dieser Arten wurden überwiegend auf unbewaldeten Flächen festgestellt. Die individuenreichsten Arten sind *Carabus granulatus* und *Agonum afrum* mit Schwerpunkt an Feuchtstandorten und *Bembidion gilvipes* mit Schwerpunkt auf Grünland.

Flügelausprägung: Von den 102 Arten gelten nach BARNDT et al. (1991) 72 Arten als macropter und sind somit potentiell flugfähig. Sie machen 53% der Individuen aus. Die 24 dimorphen Arten (unterschiedliche Flügelausprägung) sind mit 37% der Individuen vertreten. Generell micropter (unvollständige Flügelausprägung) ist nur die Art *Dyschirius globosus*, die mit 47 Individuen nachgewiesen wurde. Brachypter (ohne Hinterflügel) sind *Carabus auratus*, *Carabus nemoralis*, *Epaphius secalis*, *Leistus ferrugineus* und *Stomis pumicatus* mit insgesamt 10% der Individuen. Von 5 dimorphen Arten wurde 1998 und 1999 die Flügelausprägung untersucht. Die Daten dieser 1734 Individuen werden den macropteren bzw. micropteren Tieren zugeordnet.

Der Anteil macropterer Individuen korreliert im Vorland mit der Höhenlage: Die Feuchtstandorte (A, B, E, F) weisen deutlich höhere Anteile auf als die hohen Grünländer (C, D). Im Hinterland sind ähnliche Verteilungen zu erkennen, allerdings weist das Schilf einen sehr niedrigen und das hohe

Grünland H aufgrund der Dominanz von *Poecilus versicolor* einen sehr hohen Anteil macropterer Individuen auf (Abbildung 0-54). Nach der vollständigen Überschwemmung des Lütkenwischer Vorlandes 1999 wurden dort im Grünland mehr macroptere Individuen festgestellt als 1998. Im Gegensatz dazu sank der Anteil macropterer Laufkäfer in der Hartholzaue (M) nach der erstmaligen Überschwemmung ab.

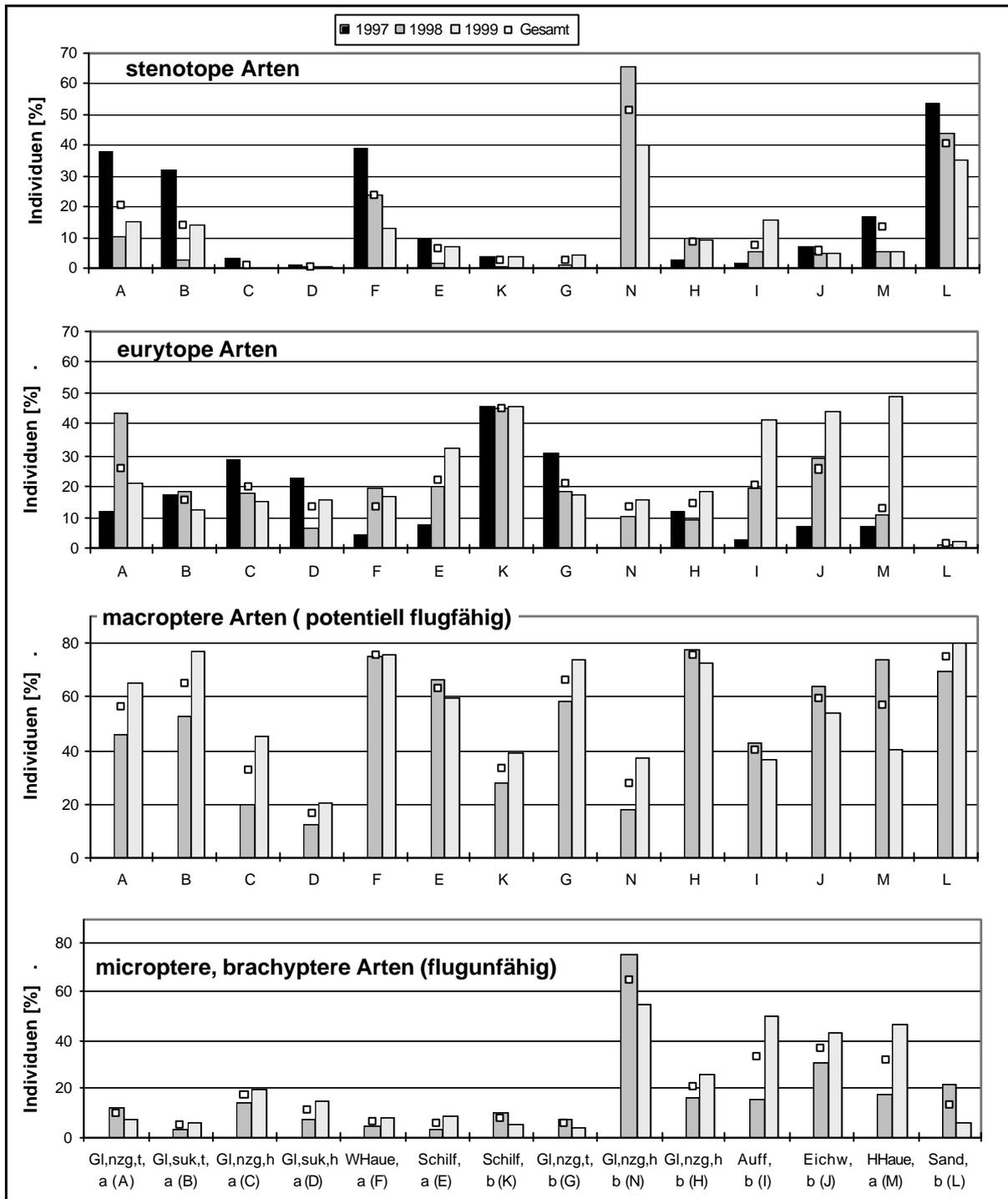


Abbildung 0-54: Biotopbindung und Flügelprägung der Laufkäfer an den Teststandorten A-N, Frühjahresperioden

Gewichtete Werte der ökologischen Einteilung nach BARNDT et al. (1991). Flügelprägung von ausgewählten dimorphen Arten wurden 1998, 1999 untersucht und den macropteren/micropteren Laufkäfern zugeordnet
Teststandorte: **WH:** Weichholzaue, **HHaue:** Hartholzaue, **nzg:** Nutzung, **suk:** Sukzession, **Auff:** Aufforstung

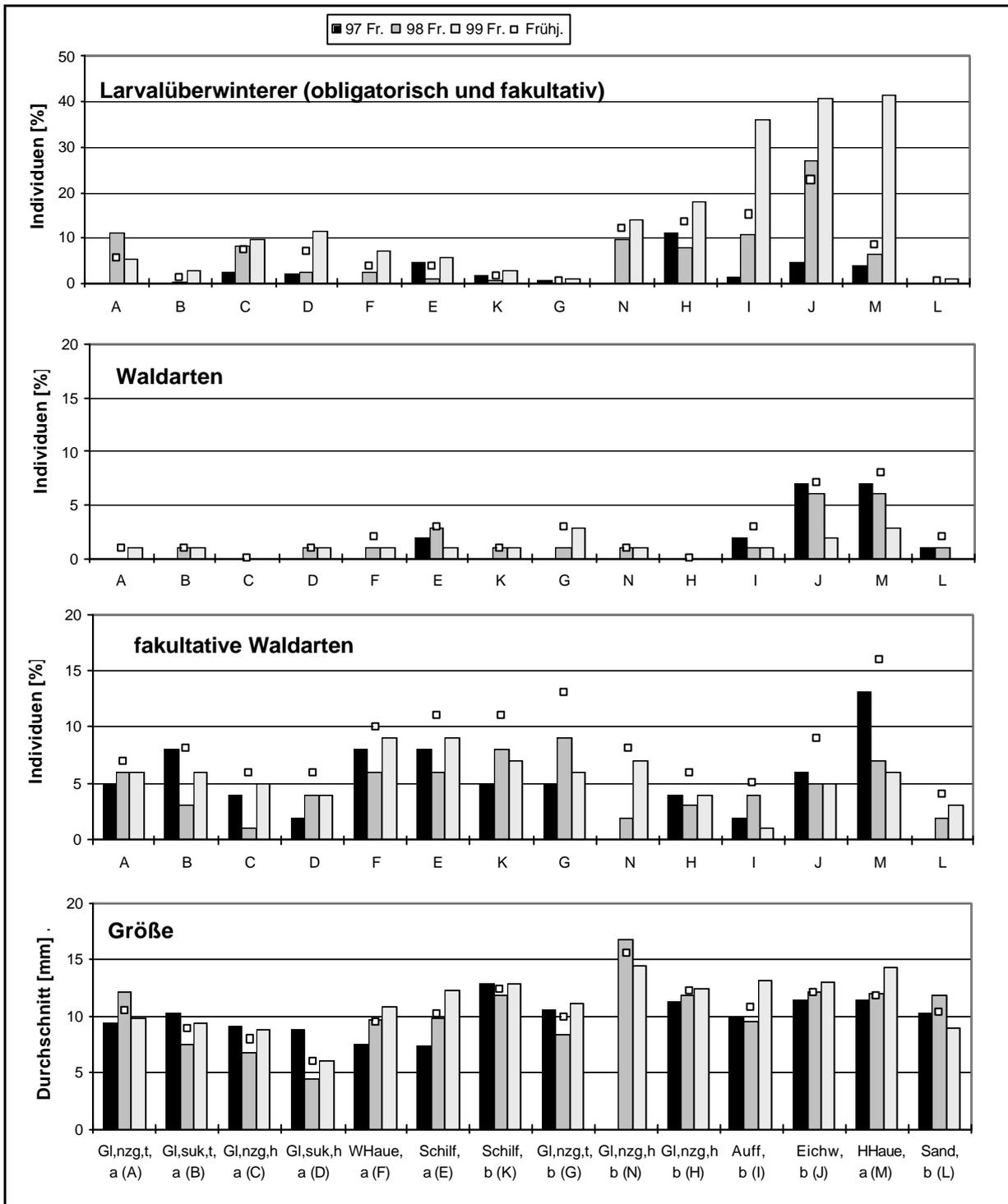


Abbildung 0-55: Aktivitätsdichte von Waldarten und Larvalüberwinterer sowie durchschnittliche Größe der Laufkäfer an den Teststandorten (A-N), Frühjahr 1997, 1998, 1999

Gewichtete Werte der ökologischen Einteilung nach BARNDT et al. (1991)

Teststandorte: WH: Weichholzaue, HHaue: Hartholzaue, nzg: Nutzung, suk: Sukzession, Auff: Aufforstung

Die flugunfähigen Arten haben ihren Verbreitungsschwerpunkt im Hinterland (Abbildung 0-54). *Carabus auratus* ist die individuenreichste Art mit Dominanz im 3-Felder-Versuch (N). Die Hartholzaue im Vorland (M) weist ebenfalls viele flugunfähige Individuen auf. Nach der Überschwemmung 1999 stieg deren Anteil sogar an, da microptere Individuen der dimorphen Art *Pterostichus melanarius* in diesem Jahr häufig waren.

Von den auf ihre Flügelausprägung untersuchten dimorphen Arten war *Pterostichus melanarius* mit 1150 Individuen die häufigste Art. 90% sind micropter und der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Binnenland (Abbildung 0-56). Das Verhältnis zwischen micropteren und macropteren Individuen von *Clivina fossor* (408 Individ.) ist relativ ausgeglichen, der Verbreitungsschwerpunkt liegt im Vorland. Von *Pterostichus anthracinus* wurden 70 Individuen untersucht, von denen 91% macropter sind und ihren Verbreitungsschwerpunkt im Vorland haben. Auf den nur 1999 überschwemmten Standorten (C, D, M) nahm der Anteil macropterer Individuen von 1998 zu 1999 von beiden dort häufig vorkommenden Arten deutlich ab. Die Geschlechtsverteilung dieser drei Arten ist relativ ausgeglichen. Es können keine Korrelationen zwischen Geschlechtsverhältnis und Flügelausprägung oder Hochwasserereignis festgestellt werden.

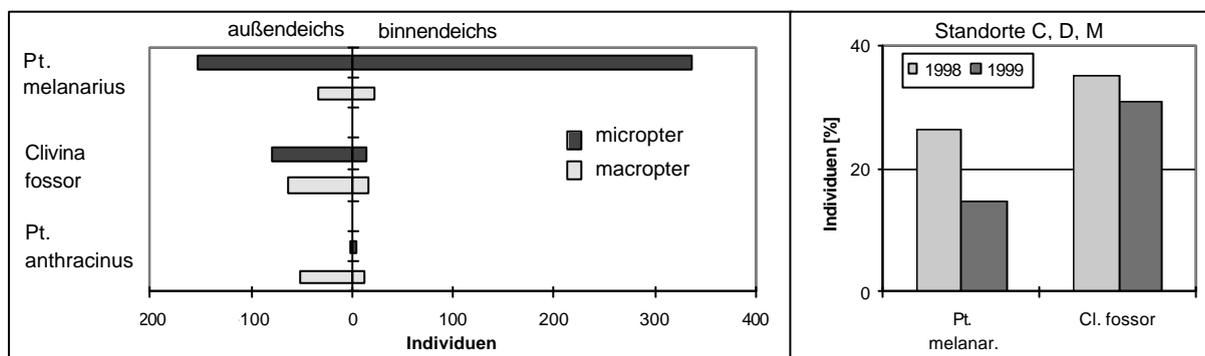


Abbildung 0-56: Flügelausprägung dimorpher Arten, Frühjahr 1998, 1999

links: Macroptere (potenziell flugfähige) und microptere (nicht flugfähige) Individuen im Vor- und Hinterland. Rechts: Anteil macropterer Individuen an 3 Standorten, die nur 1999 überflutet wurden

Überwinterungsstrategie: Von den 102 Arten der Frühjahresperioden überwintern nach BARNDT et al. (1991) 6 Arten immer und 9 Arten überwiegend im Larvenstadium. Sie machen zusammen 11% der Gesamtindividuen aus. *Pterostichus melanarius*, dessen Verbreitungsschwerpunkt im Hinterland liegt, und *Pseudoophonus rufipes* mit Schwerpunkt im Vorland sind mit Abstand die häufigsten Arten. Der Individuenanteil von Larvalüberwinterern ist im Hinterland höher als im Vorland. Der Schwerpunkt liegt in den hohen Grünländern (H, I, N) sowie im Eichenwald (J). Der Sandrücken (L) weist nur 3 Arten dieses Überwinterungstypes mit sehr wenigen Individuen auf (Abbildung 0-55). Der höhere

Anteil von Larvalüberwinterern 1999 im gesamten Untersuchungsgebiet wird durch hohe Individuenzahl von *Pterostichus melanarius* hervorgerufen.

Alle ausschließlich oder überwiegend in den Herbstperioden gefangenen Arten sind Larvalüberwinterer (siehe Kapitel II 4.2.1, Ausnahme: *Agonum thorey*). Parallel zu den Frühjahresperioden weisen im Herbst die hohen Grünländer im Binnenland (H, I, N) die höchsten Individuenanteile von Larvalüberwinterern auf. In der Aufforstung (I) nehmen sie 80% der Individuen ein. Hohe Werte weist auch die Hartholzauwe außen (M) auf.

Größe: An den Vorlandstandorten ist die durchschnittliche Körpergröße geringer als im Hinterland (Abbildung 0-55). Dies wird hauptsächlich durch die hohe Individuenzahl der Gattung *Bembidion* (2-6 mm) im Vorland und der Gattung *Poecilus* (8-13 mm) sowie *Carabus auratus* (17-30 mm) im Hinterland bedingt. Im Vorland weisen die Laufkäfer der hohen Grünländer (C, D) die geringste durchschnittliche Körpergröße auf. An einigen Standorten (B, C, D, G) ist eine parallel verlaufende Änderung der Durchschnittsgröße in den 3 Untersuchungs Jahren festzustellen. Die höheren Werte 1997 und 1999 werden überwiegend durch das häufige Vorkommen von *Agonum micans* (8-10 mm) verursacht. 1998 war hingegen der Individuenanteil der kleineren *Bembidion* - Arten höher. Die hohe Durchschnittsgröße 1999 in der Hartholzauwe (M) ist hauptsächlich auf die Zunahme von *Pterostichus melanarius* zurückzuführen.

Tabelle 0-20: Aktivitätsdichte ausgewählter Laufkäfer an 14 Teststandorten (A-N) im Frühjahr 1997, 1998, 1999**Teststandorte:** **WH:** Weichholzaue, **HHaue:** Hartholzaue, **nzg:** Nutzung, **suk:** Sukzession, **Auff:** Aufforstung**Ökologischer Typ** (Ökol.) nach BARNDT et al. (1991): **x:** xerophil (trockenpräferierend), **eu:** euryöker Freilandbewohner, **h:** hygrophil (feuchtepräferierend), **w:** Waldart, **():** "überwiegend", **a:** arboricol (auf Bäumen lebend); **Fett:** **s:** stenotop (enge Biotopbindung), **eu:** eurytop**Rote Liste Brandenburg:** Angaben (hinter Artname) nach SCHEFFLER et al. (1999): **1:** vom Aussterben bedroht, **2:** stark gefährdet, **3:** gefährdet, **R:** Extrem selten

Fortsetzung Tabelle 0-20

Handfänge

An der Deichkrone wurden durch Handfänge 8 Arten nachgewiesen. Den größten Individuenanteil machen Arten mit Präferenz für trockenere Standorte (*Bembidion properans*, *Calathus fuscipes*, *Pseudoophonus rufipes* und *Carabus auratus*) und die eurytope Art *Pterostichus melanarius* aus. Die sehr seltene Art *Pterostichus macer* sowie *Poecilus versicolor* wurden als überwiegend hygrophile Arten und *Bembidion biguttatum* (Einzelfang) als hygrophile Art nachgewiesen.

Bei Hochwasser bildeten sich großflächig Treibselmatten, die aus wenige Zentimeter großen, vom Wind zusammengetriebene Pflanzenteilen bestanden. Auf diesen schwimmenden Flößen wurden sehr viele Laufkäfer beobachtet. Kleine Arten wie *Bembidion gilvipes* und *Bembidion guttula* (ca. 3 mm) waren sehr zahlreich vertreten, aber auch größere Arten wie *Pterostichus vernalis* (ca. 7 mm) und *Pterostichus anthracinus* (ca. 11 mm) konnten sich auf den Matten halten.

Auf Schlammflächen an Gewässern im Vorland wurden ausnahmslos hygrophile, meist typische Arten von Verlandungsvegetation und Ufern gefangen (*Dyschirius luedersi*, *Bembidion octomaculatum*, *Bembidion varium*, *Acupalpus parvulus*, *Agonum marginatum*). Darunter befand sich auch die stark bedrohte und sehr seltene Art *Bembidion semipunctatum* und die ripicole Art *Elaphrus riparius*.

II 4.2.4 Gefährdete und seltene Arten

Von den 106 gefundenen Arten stehen 5 auf der Brandenburgischen Roten Liste SCHEFFLER et al. (1999): Die vom Aussterben bedrohte Art *Badister dorsiger* wurde mit einem Individuum im feuchten Binnengrünland (G) gefunden. BONN et al. (1977) wiesen diese Art im gegenüberliegenden Elbholz ebenfalls nach. Die stark gefährdeten Arten *Calosoma inquisitor* und *Platynus longiventris* wurden in den Waldstandorten, *Bembidion semipunctatum* mit je einem Individuum im außendeichs gelegenen Schilf (E) und auf dem Sandrücken (L) nachgewiesen. *Acupalpus exiguus* (gefährdet) wurde mit 137 Individuen sehr häufig an Feuchtstandorten gefangen. *Pterostichus macer* und *Pterostichus longicollis* sind in Brandenburg und im nördlichen Niedersachsen extrem selten mit lokalem Vorkommen. Beide Arten wurden im binnendeichs gelegenen Grünland mit relativ großer Individuenzahl (52, 26) gefunden. Nach der Einteilung von SCHEFFLER et al. (1999) und GÜRLICH et al. (1995) gelten weitere sechs Arten als selten (Tabelle 0-21). Weiterhin gelten 11 Arten im nördlichen Niedersachsen als ziemlich selten, darunter auch *Carabus auratus*, der mit 1215 Individuen im Gebiet sehr häufig - vor allem auf den Flächen des 3-Felder-Versuchs - nachgewiesen wurde.

Die Standorte des Hinterlandes weisen durchschnittlich 2,7 mal mehr gefährdete Individuen und die 2,1 fache Anzahl an gefährdeten oder seltenen Arten auf als die Vorlandstandorte.

Tabelle 0-21: Gefährdete und seltene Arten

Rote Liste Brandenburg SCHEFFLER et al. (1999), seltene Arten des nördlichen Niedersachsens nach GÜRLICH et al. (1995)

	Biotop	Grünland				WH	Schilf	Grünland				Auff.	HHaue	Sand	
	Lage	außendeichs						binnendeichs						a	b
	Höhe	tief		hoch		tief				hoch					
	Nutzun g	nzg	suk	nzg	suk				nzg	nzg	nzg				
Gesamt	A	B	C	D	F	E	K	G	N	H	I	J	M	L	
Vom Aussterben bedroht (Rote Liste Brandenburg - 1)															
<i>Bad. dorsiger</i>	1								1						
Stark gefährdet (Rote Liste Brandenburg - 2)															
<i>B. semipunctatum</i>	2						1							1	
<i>Calos. inquisitor</i>	4											4			
<i>Pl. longiventris</i>	3					2							1		
Gefährdet (Rote Liste Brandenburg - 3)															
<i>Ac. exiguus</i>	137	19	13	1	13	3	13	4	65	1		2	1	2	
Extrem selten (Brandenburg - R)															
<i>Pt. macer</i>	52									1	35	16			
<i>Pt. longicollis</i>	26								1	6	4	14		1	
Selten (Brandenburg)															
<i>B. obtusum</i>	11						2			3	6				
Selten (nördliches Niedersachsen - nur zusätzliche Arten)															
<i>H. serripes</i>	35										2			33	
<i>Ep. secalis</i>	6											4	2		
<i>H. luteicornis</i>	5						3				2				
<i>H. signaticornis</i>	2		1	1											
<i>St. skrimshiranus</i>	2								2						
Individuen	286	19	14	2	13	5	19	4	69	11	47	34	9	35	
Arten		1	2	2	1	2	3	1	4	4	4	4	3	3	

II 4.2.5 Vergleich mit Untersuchungen anderer Autoren aus der Region

Als direkte Vergleichsuntersuchungen wurden 5 Arbeiten herangezogen, die unmittelbar auf den Flächen des eigenen Untersuchungsgebietes durchgeführt wurden, sowie eine Arbeit auf der gegenüberliegenden Elbseite und erste Ergebnisse aus laufenden BMBF-Projekten, die auf Testflächen ca. 80 km stromaufwärts durchgeführt werden (Tabelle 0-22).

Auf der eigenen Untersuchungsfläche und deren Umgebung wurden insgesamt 170 Arten nachgewiesen. Eine besonders hohe Zahl zusätzlicher Arten (40) wurde durch die Untersuchung von

BONN et al. (1997) erbracht. Aufgrund der intensiven Bearbeitung der Auwälder sind dies besonders Waldlaufkäfer, darunter sehr seltene Arten wie *Agonum duftschmidi*, *Platynus livens* und *Stenolophus skrimshiranus*. Vergleichende Untersuchungen zwischen Vor- und Hinterlandstandorten im Elbholz ergab eine typischere, wertvollere Auwaldzönose in den Binnenstandorten. Dies wird auf die tiefe Lage mit starkem Qualmwassereinfluß sowie das kleinräumige Mosaik hinter dem Deich zurückgeführt.

Tabelle 0-22: Arten- Individuenzahlen von Laufkäferuntersuchungen der Umgebung

”zusätzlich”: Anzahl Arten, die in der eigenen Untersuchung nicht vorkommen, ”nur dort”: Anzahl Arten, die nur in dieser Untersuchung nachgewiesen wurden

Projekt	Quelle	Gebiet	Indivi- duen	Arten		
				gesamt	zusätz- lich	nur dort
Eigene Untersuchung			13284	104		5
Diplomarbeit	BERGMANN, (1997)	Auwald (Elbholz) außendeichs	650	35	8	1
Dissertation, Zwischenbericht	BONN (in Vorber.)	Ufer, Grünland a, Hartholzau (Elbholz a / b, Garbe b) südwestliches Elbufer zwischen Schnackenburg und Kaltenhof	9370	120	40	7
Diplomarbeit	BUSCH (1979)	Grünland (im Elbholz) außendeichs	967	36	4	
Diplomarbeit	HEROLD (1997)	Schweineweiden nördlich Eichenwald, (geplantes Rückdeichungsgebiet)	2059	51	11	3
Dissertation	LÖHN (in Vorber.)	3-Felder Versuch (geplantes Rückdeichungsgebiet)	2994	39	8	1
Dissertation, erste Ergebnisse	SCHUBAUER (1997)	3-Felder Versuch (geplantes Rückdeichungsgebiet)	Arten- liste	42	8	
Diplomarbeit	WESTPHALEN (1995)	Böser Ort (Vorland gegenüber Lütkenwischer Vorland)	1277	80	22	5
Untersuchungsgebiet (incl. Garbe und Standorte gegenüber Dömitz)				170		
BMBF-Projekt ”Semiterrestrische Flächen”	erste Ergebnisse 1998/99 ASSMUTH pers. Mitteilung	Buhnenfelder bei Sandau	Arten- liste	96	34	12
BMBF-Projekt ”Robuste Indikatoren”	erste Ergebnisse 1998 FIGURA/ SCHANOWSKI pers. Mitteilung	Grünland, Röhrichflächen bei Schöneberg/Sandau, außendeichs	54049	150	58	20
Gesamtgebiet (incl. Schöneberg, Sandau)				202		

In den Untersuchungen auf unterschiedlich genutzten Grünländern im geplanten Rückdeichungsgebiet (HEROLD 1997, LÖHN in Vorber., SCHUBAUER 1997) wurden weitere 22 Arten nachgewiesen.

Besonders zu nennen sind die seltenen und zum Teil bedrohten Arten *Amara famelica*, *Amara strenua*, *Amara tricuspidata*, *Bembidion lunulatum*, *Bembidion velox* und *Ocys harpaloides*.

Die Arbeit von WESTPHALEN (1995) zeigt weitere 22 Arten auf, die in verschiedenen Biotopen des Elbvorlandes vorkommen. Unter den seltenen Arten sind dies besonders ripicole Arten wie *Bembidion argenteolum*, *B. litorale* und *B. velox*, sowie die Waldart *Platynus livens*.

Ergebnisse aus dem ersten Untersuchungsjahr des BMBF-Projektes "Robuste Indikatoren" zeigen, daß bei entsprechend intensiver Beprobung auf Grünländern und Flutrinnen in Vorländern an der Mittleren Elbe eine große Artenvielfalt nachzuweisen ist, worunter sich auch zahlreiche gefährdete Laufkäfer befinden (FIGURA/SCHANOWSKI pers. Mitt.). Die ersten Ergebnisse aus dem BMBF-Projekt "Semiterrestrische Flächen" weisen den Bühnenfeldern der Mittleren Elbe eine hohe Bedeutung sowohl für hygrophile, zum Teil auf Ufer spezialisierte, als auch für xerophile Arten zu (ASSMUTH pers. Mitt.).

In den genannten Untersuchungen wurden insgesamt 202 Arten nachgewiesen. Davon wurden fünf ausschließlich in der vorliegenden Untersuchung gefunden (*Broscus cephalotes*, *Calosoma auropunctatum*, *Harpalus picipennis*, *Harpalus pumilus* und *Harpalus serripes*).

II 4.3 Diskussion

Im ersten Teil dieses Kapitels wird der Einfluß von biotischen und abiotischen Faktoren auf die Laufkäfergemeinschaft diskutiert. Daran schließt sich eine Betrachtung des Vorkommens ausgewählter Arten an. Im letzten Teil werden die prognostizierten Veränderungen nach erfolgter Deichrückverlegung und Auenwaldentstehung formuliert.

II 4.3.1 Einfluß von abiotischen und biotischen Faktoren

Als wichtigste Faktoren werden im folgenden der Einfluß der Oberbodenart, der Bodenfeuchte und Überflutungsdynamik sowie der Flächennutzung auf die Laufkäfergemeinschaften betrachtet.

Einfluß der Bodenart

Für die 14 untersuchten Teststandorte konnte gezeigt werden, daß die Oberbodenart ein prägender Faktor für die Zusammensetzung der Carabidenfauna ist. Diese Abhängigkeit ist am deutlichsten, wenn zwischen reinem Sandsubstrat und Oberboden mit unterschiedlichem Lehm- und Tongehalt unterschieden wird. Daher weist der Sandtrockenrasen eine sehr eigenständige Fauna auf. HELLING

(1994) fand in der Ockeraue auf Waldflächen, Brachen und Mähwiesen relativ ähnlich Laufkäferzönosen, sobald diese auf Sand stockten. Maßgebend für die Besiedlung durch spezialisierte Arten sind die für Sandböden charakteristischen mikroklimatischen und edaphischen Parameter (THIELE 1977). So sind auch viele Uferarten entweder auf Lehm- oder auf Sandufer spezialisiert (DÖRFER et al. 1995). Für einige Laufkäferarten sind Präferenzen für unterschiedliche PH-Werte bekannt, allerdings handelt es sich dabei um Moorarten, die im Untersuchungsgebiet nicht vorkommen (PAJE & MOSSAKOWSKI 1985).

Die anderen Flächen unterschieden sich dagegen weniger deutlich in Abhängigkeit vom Oberbodensubstrat. Die hohe Ähnlichkeit der Laufkäferzönosen auf den Böden mit schluffigem Lehm (A, B) bzw. schluffigem Ton (H, I) kann jeweils durch die enge räumliche Lage der Teststandorte erklärt werden. Die hohe Ähnlichkeit dieser Artengemeinschaften mit Zönosen auf sandigem Lehm zeigen jedoch, daß andere Faktoren einen größeren Einfluß haben als die Oberbodenart.

Einfluß der Bodenfeuchte und Überflutungsdynamik

Die Ergebnisse bestätigen, daß die Feuchtigkeit ein maßgebender Faktor für die Besiedlung durch Laufkäfer ist (TIETZE 1968, DESENDER et al. 1984, MOSSAKOWSKI & FRÄMBS 1993). Als weiterer Faktor kommt in der Aue jedoch das Auftreten von großflächigen Überflutungen hinzu. Die hohe Arten- und Individuenzahlen im Vorland verdeutlichen, daß der größte Teil der Laufkäfer über Anpassungen an die Hochwasserdynamik verfügt. Verschiedene Strategien ermöglichen ein Überdauern des Hochwassers vor Ort. SIEPE (1989) beobachtete das meist sehr gut ausgebildete Schwimmverhalten vieler Käfer, die Fähigkeit einiger *Bembidion*-Arten von der Wasseroberfläche aus abzufliegen und zeigte für *Patrobus atrorufus*, daß auch Larven ein längeres Hochwasser überleben können. ARENS & BAUER (1987) wiesen am Beispiel von *Agonum thoreyi* und *Blethisa multipunctata* nach, daß einige Laufkäfer bei Überflutung in Torbidität fallen bzw. aktiv tauchen können und unter Wasser mit physikalischer Kieme atmen. Als weitere Anpassung an die Hochwasserdynamik ist das große Wiederbesiedlungsvermögen durch Flug (BONN & HELLING 1997, NELLES & GERKEN 1990) und durch Laufen (LANG & PÜTZ 1999) zu nennen. Die Überflutung ist ein stark prägender Faktor, dem sich in den Poldern der Oder Vegetationstyp, Nutzungsform und Bodenart unterordnen (WOHLGEMUTH-von RIECHE et al. 1997). In den Rheinauen wurden sehr deutliche Unterschiede zwischen den Laufkäferzönosen im Überschwemmungsbereich und den ausgedeichten Poldern festgestellt (SPANG 1996, SIEPE 1999), wobei die großen, flug- und schwimmunfähigen Arten der Gattung *Abax* und die Art *Carabus coriaceus* die überflutungsfreien Flächen charakterisieren. Diese "Störungszeiger" fehlen im hier untersuchten Hinterland. Das Auftreten von zahlreichen Kennarten des Feuchtgrünlandes (DÜLGE et

al. 1994) sowie der typischen Auenart *Blethisa multipunctata* (ZULKA 1994a) im geplanten Rückdeichungsgebiet zeigt, daß die qualmwasserbeeinflußten Grünlandbereiche hinter dem Deich einigen Auenspezialisten ebenfalls geeignete Lebensbedingungen bieten. Somit fällt der Unterschied zwischen Vor- und Hinterland nicht so extrem aus wie an anderen Flüssen beobachtet. Dennoch wurden auf den Grünland- und Feuchtstandorten des Untersuchungsgebietes 8 Arten mit deutlichem Schwerpunktorkommen im Vorland und 6 Arten mit Schwerpunktorkommen im Hinterland festgestellt, die in Kapitel II 4.3.0 einzeln diskutiert werden.

Im folgenden wird der Einfluß der Überschwemmung anhand des Anteils verschiedener Ökotypen im Vor- und Hinterland betrachtet. Nach THIELE (1977) ist ein hoher Anteil Imaginalüberwinterer für Auen typisch, da Laufkäfer im Adultstadium die Winterhochwasser besser überdauern können. Der deutlich höhere Anteil Larvalüberwinterer im geplanten Rückdeichungsgebiet zeigt daher an, daß sich aufgrund der fehlenden flächigen Überschwemmung in der ausgedeichten Aue eine andere Laufkäferzönose entwickelt hat als in der dynamischen Aue. Eine direkte Auswirkung der beiden beobachteten Hochwasser auf die Verteilung der Überwinterungsstrategien konnte nicht beobachtet werden. Zum Teil nahm die im Larvenstadium überwinternde Art *Pterostichus melanarius* nach den Hochwassern im Winter 1998/99 sogar zu. Der Literaturvergleich gibt widersprüchliche Angaben über die Auswirkungen von Überflutungen auf diese Art. FUELLHAAS (1997) konnte nachweisen, daß erwachsene Tiere eine 6-monatige Überstauung überleben. In anderen Untersuchungen nahm *Pterostichus melanarius* aber nach der Überschwemmungen ab (HANDKE 1996b, HUK 1997, ZULKA 1994b). AVASI (1987) konnte keine Beeinträchtigung feststellen und HAFERKORN (1996) beobachtete sogar eine Individuenzunahme durch Überschwemmungseinfluß. Der sehr niedrige Anteil Larvalüberwinterer auf dem Sandrücken kann zum Teil durch die Lage dieses Trockenrasenkomplexes erklärt werden. Das künstlich aufgespülte Gebiet ist sehr klein und grenzt unmittelbar an den Deich, den Eichenwald und das mit Schilf gesäumte Landwehrbrack. Von den ohnehin sehr wenigen dort gefangenen Individuen sind ein großer Teil als Irrgäste aus den benachbarten Biotopen zu werten.

Entsprechend der Hypothese von HEYDEMANN (1964), daß große Laufkäfer ein Zeichen für stabile, alte Biotope sind, wurden im Hinterland eine höhere durchschnittliche Körpergröße ermittelt als im Vorland. Gleiches gilt auch für den Anteil micropterer Individuen, die im Hinterland zum Teil hohe Bestände entwickeln. Im Vorland konnte dagegen ein hoher Anteil macropterer Individuen auf den Feuchtstandorten festgestellt werden. Nach GRUBE & BEYER (1997) und BONN & KLEINWÄCHTER (1999) steigt der Anteil flugfähiger Laufkäfer mit steigender Überflutungshäufigkeit und ist somit ein guter Indikator für die natürliche Auendynamik. Allerdings treten im Hinterland an einzelnen Standorten ebenfalls viele macroptere Tiere auf.

Die fehlende Korrelation zwischen den ökologischen Indizes (Feuchtepräferenzwert, Körpergröße, Hibernationstyp, Flügelausprägung) und der Hochwasserdynamik der drei Untersuchungsjahre kann damit erklärt werden, daß die Fauna der Vorländer insgesamt an die Überschwemmungsdynamik angepaßt ist und in solch kurzen Zeitintervallen nicht auf einzelne Hochwasserereignisse reagiert.

Einfluß der landwirtschaftlichen Nutzung

Die Ergebnisse aus den Sukzessionsflächen und der Aufforstungsfläche zeigen im Verlauf von drei Jahren als einzige Veränderung in Richtung Waldentwicklung das Auftreten von *Pterostichus strenuus* in geringer Aktivitätsdichte. Dies gilt auch im Vergleich mit den weiterhin bewirtschafteten Flächen. Diese Art gilt nach BARNDT et al. (1991) als typische Waldart. Untersuchungen aus norddeutschen Feuchtgrünländern (ROSENTHAL et al. 1998) zeigen jedoch, daß *Pterostichus strenuus* auch im Grünland mit hoher Stetigkeit auftritt. Daher kann zusammengefaßt werden, daß durch das Brachfallen und durch die Aufforstung im untersuchten Zeitraum von drei Vegetationsperioden keine signifikanten Änderungen festzustellen sind. Auch BONN et al. (1997) konnte keine deutlichen Unterschiede in Uferbereichen von unterschiedlich bewirtschafteten Grünländern der Elbe und LÖHN (in Vorber.) in den verschiedenen Parzellen des 3-Felder-Versuches feststellen.

II 4.3.2 Charakteristische Arten einzelner Standorte

Arten der Vorländer

Die Arten mit Schwerpunktverkommen außendeichs sind fast ausschließlich hygrophil und zum Teil stenotop. Für *Agonum afrum*, *Agonum micans*, *Bembidion biguttatum* und *Pterostichus nigrita* wurde in mehreren Untersuchungen eine Bestandserhöhung nach Überflutung (FUELLHAAS 1997, HUK 1997, STEGNER 1997, ZULKA 1994b) bzw. für *Chlaenius nigricornis* nach Vernässung (DORMANN & HILDEBRANDT 1997) festgestellt. *Agonum afrum* und *Agonum micans* gelten als Charakterarten von Auen (SIEPE 1989, WOLF 1995). In der Weichholzaue (F) haben zwei Arten ihren Schwerpunkt: *Bembidion dentellum* bevorzugt feuchte, offene Auenschlickflächen, wie sie nach lang anhaltender Überflutung entstehen (SIEPE 1989). *Agonum dolens* gilt als die Charakterart der überfluteten Wiesen der Oderaue (WEIGMANN & WOHLGEMUTH-von REICHE 1999) und profitiert deutlich von Überflutungen (ZULKA 1994a). Diese sieben genannten Arten können daher als Indikatoren für Feuchtstandorte, die einer natürlichen Auendynamik unterliegen, herangezogen werden. Ähnliche Arten wurden von DÜLGE et al. (1994) als Kennarten des Feuchtgrünlandes benannt. Die achte Art mit Schwerpunktverkommen im Vorland, *Pseudoophonus rufipes*, wird als überwiegend xerophil eingestuft (BARNDT et al. 1991). Sie wurde auf den hohen und tiefen Standorten etwa gleich häufig festgestellt. In den Untersuchungen von LÖHN (in Vorber.) und HEROLD (1997) wurde die Art im geplanten Rückdeichungsgebiet in den vorhergehenden Jahren mit relativ hoher Aktivitätsdichte festgestellt, in Trockenpoldern der Oder ist sie ebenfalls häufig (WEIGMANN & WOHLGEMUTH-von REICHE 1999). Daher kann dieser Art keine Indikatorfunktion für intakte Auendynamik

zugeschrieben werden. Als weiterer typischer Auenbewohner (ZULKA 1994) wurde die stark gefährdete Art *Platynus longiventris* mit 3 Individuen außendeichs gefangen. BONN (1998) fand die Art im Vorland des Elbholzes ebenfalls häufiger als im Hinterland. Trotz geringer Individuendichte kann diese Art als Zeigerorganismus für intakte Überflutungsdynamik in Naßwäldern betrachtet werden.

Arten des Hinterlandes

Zu den Arten mit ausschließlichem Vorkommen im Hinterland gehören die zwei in Brandenburg extrem seltenen und auf das Elbe- und Odergebiet beschränkten Arten *Pterostichus macer* und *Pterostichus longicollis*. LÖHN (in Vorber.) wies beide Arten auf den Flächen des 3-Felder Versuches ebenfalls nach, wobei *Pt. macer* mit 11,7% der Gesamtindividuen sehr häufig war. *Pterostichus macer* wurde von WESTPHALEN (1995) und GÜRLICH (pers. Mitt.) im Elbvorland und von HANDKE (1997c) in den Flußmarschböden der Weser nachgewiesen. Eine Vernichtung der Bestände durch Deichöffnung ist daher nicht zu erwarten. Über *Pterostichus longicollis* liegen wenige, zudem gegensätzliche Angaben vor. LINDROTH (1985/86) beschreibt das Vorkommen der Art in Dänemark auf feuchten bis sehr nassen Lehmböden, während FREUDE et al. (1976) für Mitteleuropa grundwassernahe Trockenrasen als bevorzugte Standorte angibt. BONN & KLEINWÄCHTER (1999) fing 11 Individuen mit Bodenfallen am Elbufer im Bereich des Elbholzes. Weitere Funde aus Überschwemmungsgebieten liegen bislang nicht vor, so daß für diese seltene Art keine abschließende Einschätzung hinsichtlich der Auswirkung der Rückdeichung gemacht werden kann. Als weitere Art wurde *Pterostichus diligens* nur im Hinterland nachgewiesen. SIEPE (1994) stellte bei dieser Art kein voll ausgebildetes Flutverhalten fest. Untersuchungen auf Niedermoorwiesen zeigten jedoch eine deutliche Zunahme dieser Art nach lang anhaltender Überschwemmung (HUK 1997). Da *Pterostichus diligens* von WESTPHALEN (1995) und im laufenden Projekt "Robuste Indikatoren" (FIGURA/SCHANOWSKI pers. Mitt.) im Elbvorland nachgewiesen wurde, kann aus den eigenen Daten keine generelle Bindung dieser Art an überflutungsfreie Gebiete abgeleitet werden. Die beiden Arten der Gattung *Poecilus* wurden auch im Vorland an vielen Standorten nachgewiesen. Der Schwerpunkt liegt jedoch bei beiden Arten sehr deutlich im Hinterland. SIEPE (1994) beobachtete ein ausgeprägtes Flutverhalten beider Arten. *Poecilus cupreus* gilt als die hygrophilere Art. In der Oderaue ist sie in den Naßpoldern als Opportunist mit schnellem Besiedlungsvermögen dominant (WEIGMANN & WOHLGEMUTH-von REICHE 1999) und in den Flußmarschen der Weser profitiert die Art nach HANDKE (1996b) durch Überschwemmungen. Im Gegensatz dazu nahmen in einer Niedermooruntersuchung die Bestände nach Überflutung ab (HUK 1997) und Laborversuche zeigten, daß die Larven bei einer Bodenfeuchte von mehr als 60% sterben (THEISS & HEIMBACH 1994). Aufgrund der eigenen Ergebnisse und den zum Teil widersprüchlichen Literaturangaben ist bei

dieser Art ein Rückgang der Population nach erfolgter Rückdeichung denkbar, jedoch besitzt sie keine Indikatorfunktion. *Poecilus versicolor* ist die häufigste Art im Untersuchungsgebiet. FUELLHAAS (1997) wies nach, daß einzelne Individuen eine 6-monatige Überstauung überleben können. Dennoch beobachtete dieser Autor ebenso wie HANDKE (1997c) und HUK (1997) einen Rückgang der Bestände nach längeren Überflutungen. Die zum Teil sehr hohen Individuenanteile von *Poecilus versicolor* im Überschwemmungsbereich der Mittel- und Unterelbe mit einem Individuenanteil von 50% nach 2 Jahren Überflutungsfreiheit (BERGMANN 1997), bzw. 27% (WESTPHALEN 1995) und im laufenden Projekt "Robuste Indikatoren" mit 17,6% (FIGURA/SCHANOWSKI pers. Mitt.) weisen auf ein schnelles Reproduktionsvermögen dieser Art hin. Ähnlich wie im Bereich der Weser, wo *Poecilus versicolor* als Zeigerart für trockenere Bedingungen und damit verbunden für eine geringere Wertigkeit von Feuchtgrünland herangezogen wird (DÜLGE et al. 1994), zeigen Massenvorkommen dieser Art im Untersuchungsgebiet das Fehlen häufiger Überschwemmungen an. Als weitere Charakterart des Hinterlandes ist *Carabus auratus* sehr individuenreich vertreten. Diese für Lehm Böden und Marschland typische Art (FREUDE et al. 1976) hat ihren Schwerpunkt auf Ackerflächen (SCHEFFLER et al. 1999). Als brachyptere (flügellos) Art verfügt sie über ein gutes Ausbreitungsvermögen durch Laufen (LINDROTH 1985, 1986) sowie über ein gutes Schwimmvermögen (SIEPE 1994). Hierdurch ist das Vorkommen dieser Art in geringer Individuenzahl im Vorland in verschiedenen Untersuchungen zu erklären. Die sehr deutliche Häufigkeitsverteilung zeigt jedoch, daß diese Art überschwemmungsfreie Standorte bevorzugt. Daher ist mit einem Rückgang der Bestände nach erfolgter Rückdeichung zu rechnen.

Arten des Sandrückens

Bezüglich der Deichrückverlegung sind die Arten des Sandrückens ebenfalls kritisch zu betrachten. Ein Teil der nur dort erfaßten *Harpalus*-Arten wurden auch in Vorländern der Mittel- und Unterelbe nachgewiesen (Projekt "Semiterrestrische Flächen", "Robuste Indikatoren", WESTPHALEN 1995). *Broscus cephalotes* besiedelt im Bremer Raum dynamische Biotopie wie Sandspülflächen, (HANDKE 1998) und wurde an sandigen Rheinufern regelmäßig gefangen (ASSMUTH pers. Mitt.). Hieraus kann gefolgert werden, daß die Vorkommen dieser Arten aufgrund der Überflutung nicht erlöschen werden. Für die Arten *Harpalus serripes* und *Harpalus picipennis* liegen jeweils ein Einzelnachweis aus sandigen Uferbereichen der Elbe vor (BONN & ZIESCHE in Vorber., BONN & KLEINWÄCHTER 1999). Von *Harpalus pumilus* wurden bislang keine Nachweise über Vorkommen in Überflutungsflächen gefunden. Eine negative Beeinflussung durch Überschwemmungen sind daher nicht auszuschließen. Jedoch wird die Sedimentation mittelfristig einen größeren Einfluß haben als die periodische Überstauung. Die Ablagerung von feinkörnigem, nährstoffreichen Substrat wird die

Standortbedingungen auf dem derzeitigen Sandrücken nachhaltig verändern und langfristig die auf Sandstandorte angepaßte Fauna verdrängen.

II 4.3.3 Auswirkungen der Renaturierungsmaßnahmen

Auswirkung der Nutzungsaufgabe

Die Ergebnisse zeigen, daß in den ersten Jahren durch Brachfallen und Aufforstung keine starken Veränderungen der Laufkäferfauna auftreten. In der Wümmeniederung spielt die Nutzung ebenfalls eine untergeordnete Rolle solange sich keine Bäume etabliert haben (ANDRETTZKE 1991, 1992 in DORMANN & HILDEBRANDT 1997). GRUTTKE & WILLECKE (1993) konnten in einer Agrarlandschaft selbst nach 9 Jahren keine Unterschiede zwischen Sukzessionsflächen und Anpflanzung feststellen. In beiden Flächen hatten sich noch keine Waldarten angesiedelt. Nach Beobachtungen aus dem Bremer Raum ist mittelfristig mit ausgeglicheneren Dominanzverhältnissen sowie einer Zunahme von stenotopen, großen larvalüberwinternden Laufkäfern durch Brachfallen zu rechnen (HANDKE 1995). Einige Ufer- und Agrararten, die im genutzten Grünland noch kleinflächige Lebensräume vorfinden, werden durch das Aufwachsen der Vegetation verdrängt (GRUTTKE 1997, TRAUTNER & BRÄUNICKE 1997), während Arten, die an Riedpflanzen leben, durch das Entstehen von Feuchtbrachen profitieren (DORMANN & HILDEBRANDT 1997).

Auswirkung der Waldentstehung

Die Ergebnisse aus der Weichholzaue und den Hartholzauen verdeutlichen, daß die Überflutungshäufigkeit und -dauer ein maßgebender Faktor für die Besiedlung der Wälder durch Laufkäfer ist. In der sehr lang überstauten Cumloser Weichholzaue wurden nur geringe Waldarten- und Waldindividuenzahlen nachgewiesen. Die Artengemeinschaft weist hohe Ähnlichkeiten mit den Zönosen der Feuchtgrünländer und Schilfbestände auf. Ähnliche Beobachtungen liegen auch aus der Rhein- (GERKEN 1981, SPANG 1996) und der Oderaue vor (BORNKAMM et al. 1997) vor. In den Hartholzauen war der Anteil typischer Waldarten deutlich höher als in der Weichholzaue. *Platynus assimilis*, die Charakterart der Auenwälder (HANDKE 1996a), ist die häufigste Art im qualmwasserbeeinflussten Eichenwald und die zweit häufigste Art im nur selten überfluteten Elbholz-Vorland. Als sicherer Biotdeskriptor feuchter, naturnaher Wälder (DÖRFER et al. 1995) wird die Populationsentwicklung dieser Art die fortschreitende Waldentwicklung auf mäßig feuchten Standorten dokumentieren. Die Untersuchungen von BONN et al. (1997) zeigen, daß im Elbholz Hinterland ein größerer Anteil an seltenen und spezialisierten Waldarten vorkommt als in dem gemeinsam untersuchten Vorland. Die Autoren führen dies auf die unterschiedliche Höhenlage zurück. Im

niedriger gelegenen Hinterland werden die Flächen durch Qualmwasser häufiger überstaut als der hohe Uferwall durch Hochwasser überschwemmt wird. Die Funde von *Calosoma inquisitor* und *Platynus longiventris* weisen darauf hin, daß die im Rückdeichungsgebiet entstehenden Hartholzauen eine sehr hohe Bedeutung für spezialisierte und seltene Waldarten erlangen werden. In den Weidengebüschen werden sich überwiegend stenotpe, hygrophile Ufer- und Feuchtgrünlandarten etablieren.

Analge von Gewässern

Die Anlage von Gewässern durch Bodenentnahme für den Deichbau wird neue Uferflächen schaffen, und somit das Lebensraumangebot für Laufkäfer im geplanten Rückdeichungsgebiet erhöhen. Die Untersuchungen von BONN & ZIESCHE (in Vorber.) und des laufenden BMBF-Projektes "Semiterrestrische Flächen" zeigen, daß in den Bühnenfeldern der Mittelelbe ein großes Artenspektrum von zum Teil stark spezialisierter Arten vorhanden ist, so daß neu entstehende Uferbereiche schnell besiedelt werden können. Für eine maximale Artendiversität ist die Gestaltung von sandigen und tonigen Uferbereichen förderlich. Eine starke Strömungsgeschwindigkeit, die zur Sedimentation von Sandsubstrat führt, ist daher wünschenswert.

Hochwassereinfluß

Direkte Prognosen für die Bestandsentwicklung einzelner Arten nach erfolgter Rückdeichung lassen sich für einige, in Kapitel II 4.3.0 diskutierte Laufkäfer erstellen. Da jedoch die Fluktuation sehr hoch ist und einzelne Arten oft durch Vertreter mit denselben ökologischen Ausprägungen ersetzt werden, können sichere Prognosen für die Entwicklung der Laufkäferzönosen nur anhand ökologischer Ausprägungen gemacht werden. So ist zu erwarten, daß der Anteil großer, flugunfähiger und im Larvenstadium überwintender Individuen abnimmt und kleine, geflügelte Imagonalüberwinterer zunehmen. Aufgrund der überwiegend guten Anpassung an Überflutungen wird durch die Deichrückverlegung nur ein geringer Teil der Arten negativ beeinflusst, während durch Hochwasser und die allgemeine Vernässung nach Deichrückverlegung eine große Anzahl spezialisierter Ufer- und Feuchtgrünlandarten profitieren werden, die aufgrund der Intensivierung der Landwirtschaft zum Teil stark rückläufig sind (DESENDER et al. 1984). Abgesehen von der negativen Beeinflussung des Sandrückens (vergl. Kapitel II 4.3.0), ist eine Zulassung der natürlichen Hochwasserdynamik für Laufkäfer daher als sehr förderlich zu bewerten.

Als weiterer Effekt des Hochwassers ist der Eintrag von Nährstoffen zu nennen, der zu höheren Ertragswerten der Vegetation (Teilprojekt Landwirtschaft) und höherer Biomasse der Bodenfauna (Teil IV, Bodenzologie) im Vergleich zum Hinterland führt. Ähnliche Verhältnisse wurden bei dem Beifang der Bodenfallen beobachtet. In den Vorlandstandorten (außer Elbholz) wurden in jedem Untersuchungsjahr deutlich mehr Collembolen nachgewiesen als im Hinterland. Dies steht zum Teil im

Widerspruch zu Beobachtungen an der Oder, wo durch spezielle Untersuchungen durchschnittlich niedrigere Collembolenzahlen in den Naßpoldern nachgewiesen wurden als in Trockenpoldern. Jedoch treten dort in den regelmäßig überfluteten Gebieten häufig Massenentwicklungen von Collembolen auf (WOHLGEMUTH-VON REICHE et al. 1997). Als solche können auch die Beobachtungen aus dem Frühjahr 1997 gewertet werden. In den Bodenfallen der Grünlandstandorte des Lütkenwischer Vorlandes wurden bis zu 20 ml/Falle/Fangperiode (Abtropfvolumen) der Art *Isotoma viridis* nachgewiesen. ZULKA (1994b) nennt diese Art als wichtige Nahrung für frisch eingeflogene Laufkäfer auf Grünlandstandorten.

Bedeutung des Altdeiches

Der verbleibende Deichkörper wird bei Hochwasser ein wichtiges Refugium für Laufkäfer darstellen. Fliegende, schwimmende und auf Treibgut angeschwemmte Tiere können dort das Hochwasser überdauern und freifallende Flächen schneller besiedeln (vergl. BEYER 1997).

II 4.4 Zusammenfassende Betrachtung Laufkäfer

Unter den 108 nachgewiesenen Arten befinden sich 7 Arten der Roten Listen und 6 seltene Arten Brandenburgs und des nördlichen Niedersachsens. Wie der Vergleich mit anderen Studien aus der Region zeigen, weist die Elbtalaue noch zahlreiche weitere Laufkäfer auf und ist damit als sehr artenreich einzustufen.

Eine sehr spezialisierte Laufkäfergemeinschaft wurde auf dem Sandrücken, in den Hartholzauenwäldern und in Feuchtstandorten nachgewiesen. Die Vorländer beherbergen einen sehr hohen Anteil auentypischer, an Überflutungen angepaßter Laufkäfer. Das qualmwasserbeeinflusste Grünland binnendeichs weist aufgrund der häufigen Überstauung ebenfalls einen hohen Anteil auentypischer Arten auf. Die Unterschiede zwischen außendeichs und binnendeichs gelegenen Flächen fallen daher nicht so extrem aus wie z.B. an der Oder und dem Rhein.

Als wichtigster Faktor für die Zusammensetzung der Laufkäfergemeinschaften wurde die Bodenfeuchte und der Vegetationstyp in Abhängigkeit von der Höhenlage der Testflächen festgestellt. In tiefliegenden Flächen ist die Überstauung ausschlaggebender Faktor. Die Artengemeinschaften auf tiefen Grünländern, in Schilf und der Weichholzaue sind sich sehr ähnlich. Auf hohen Flächen ist die Vegetationsausprägung maßgebend - die Artengemeinschaften von Wald und Grünland unterscheiden sich deutlich. Diese Faktoren werden von der Überflutung überlagert, da ein Teil der Laufkäfer sehr

deutlich auf Überstauungen reagiert. Für einige Arten konnte ein Vorkommensschwerpunkt im Vorland bzw. im Hinterland nachgewiesen werden. Die Oberbodenart ist nur dann ein stark prägender Faktor, wenn reine Sandböden zu extremen Lebensbedingungen führen. Die Nutzung der Grünlandflächen spielt eine untergeordnete Rolle.

Aufgrund der guten Anpassungen an Überflutungen haben Hochwässer nur für wenige Arten eine negative Auswirkung. Hierbei handelt es sich überwiegend um häufige Arten, die in den umliegenden Grünländern im Hinterland ausreichend Lebensraum finden. Als einziger problematische Aspekt ist die zu erwartende Verschlickung des Sandrücksens zu nennen, dessen spezialisierte Fauna als Folge der häufigen Überschwemmungen langfristig ihren Lebensraum verlieren werden. Im Gegenzug wird eine große Zahl spezialisierter Auenbewohner von der Deichrückverlegung und Schaffung neuer Uferhabitate durch Erdentnahme profitieren. In den entstehenden Wäldern können sich seltene und gefährdete Feuchtwalsarten ansiedeln.

Aus Sicht der Carabidologen sind die geplanten Renaturierungsmaßnahmen daher zusammenfassend als sehr positiv zu bewerten (siehe auch Teil V "Prognose").

II 4.5 Literatur Laufkäfer

- ARENS, W.; BAUER, T. (1987): Diving behaviour and respiration in *Blethisa multipunctata* in comparison with two other ground beetles. *Phys. Ent.* 12: 255-261.
- AVASI, Z. (1987): Flood as an ecological perturbation of epigeal animal communities II. The effect of flood on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae). *Tiscia (Szeged)* 22: 99-107.
- BAARS, M. A. (1979): Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia* 41: 25-46.
- BARNDT, D.; BRASE, S.; GLAUCHE, M.; GRUTTKE, H.; KEGEL, B.; PLATEN, R.; WINKELMANN, W. (1991): Die Laufkäferfauna von Berlin (West)- mit Kennzeichnung und Auswertung der verschollenen und Gefährdeten Arten (Rote Liste, 3. Fassung). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* 6: 243-275.
- BERGMANN, P. (1979): Faunistische Untersuchungen auf einem Grünlandstandort im Überschwemmungsbereich der Elbe unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren, Araneen, Opilionen und Lumbriciden. Universität Hamburg, Diplomarbeit: 80 S.
- BEYER, W.; GRUBE, R. (1997): Einfluß des Überflutungsregimes auf die epigäische Spinnen- und Laufkäferfauna an den Uferabschnitten im Nationalpark 'Unteres Odertal' (Arach.: Araneida, Col.: Carabidae). *Ver. Ges. Ökol.* 27: 349-356.
- BONN, A.; HELLING, B. (1997): Einfluß von schwankenden Wasserständen auf die Flugaktivität von Laufkäfern. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Entomol.*
- BONN, A. (1998): Vergleich der Besiedlungstypen und der Habitatbindung der ripicolen Carabidengemeinschaft in den Auen der mittleren Elbe und Weser, Universität Braunschweig, unveröff. Zwischenbericht: 47 S.
- BONN, A.; HAGEN, K.; HELLING, B. (1997): Einfluß des Überschwemmungsregimes auf die Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften in Uferbereichen der mittleren Elbe und Weser. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 177-191.
- BONN, A.; KLEINWÄCHTER, M. (1999): Microhabitat distribution of spider and ground beetle assemblages (Araneae, Carabidae) on frequently inundated river banks of the River Elbe. *Z. Ökologie u. Naturschutz* 8(3): 109-124.

- BORNKAMM, R.; WEIGMANN, G.; DOHLE, W. (1997): Tier- und pflanzenökologische Untersuchungen im deutsch-polnischen Nationalpark Unteres Odertal. TU, FU Berlin, unveröff. Endbericht: 185 S.
- BUSCH, W. (1979): Bodenzoologische Untersuchungen im Überschwemmungsbereich der Elbe unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren, Araneen, Opilionen und Limbriciden von Auwaldstandorte. Universität Hamburg, Diplomarbeit: 57 S.
- DESENDER, K.; MAELFAIT, J. P. (1986): Pitfall trapping within enclosures: a method for estimating the relationship between the abundance of coexisting carabid species (Coleoptera, Carabidae). *Holarctic Ecology* 9: 245-250.
- DESENDER, K.; POLLET, M.; SEGERS, R. (1984): Carabid beetle distribution along humidity-gradients in rivulet-associated grasslands (Coleoptera, Carabidae). *Biol. Jb. Dodonaea* 52: 64-75.
- DÖRFER, K.; BUSCHMANN, M.; GERKEN, B. (1995): Carabidengemeinschaften (Coleoptera, Carabidae) im Einflußbereich wechselnder Wasserstände an der Oberweser. *Limnologie aktuell* 6: 191-213.
- DORMANN, W.; HILDEBRANDT, J. (1997): Wirbellose im Bereich der Wümmeniederung - Auswirkungen von Überflutungen und wasserbaulichen Renaturierungsmaßnahmen in einem Feuchtgrünlandgebiet. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 227-243.
- DUELLI, P.; STUDER, M.; KATZ, E. (1990): Minimalprogramme für die Erhebung und Aufbereitung zooökologischer Daten als Fachbeiträge zu Planungen am Beispiel ausgewählter Arthropodengruppen. *Landschaftspflege u. Naturschutz* 32: 211-222.
- DÜLGE, R. ANDRETZKE, H.; HANDKE, K.; HELLBERND-TIEMANN, L.; RODE, M. (1994): Beurteilung nordwestdeutscher Feuchtgrünlandstandorte mit Hilfe von Laufkäfergesellschaften (Coleoptera: Carabidae). *Natur u. Landschaft* 69(4): 148-156.
- FREUDE, H.; HARDE, K.W.; LOHSE, G.A. (1976): Die Käfer Mitteleuropas. Adephaga 1. Goecke & Evers, Krefeld: 302 S.
- FUELLHAAS, U. (1997): Der Einfluß von Vernässung und Überstauungsmaßnahmen in degeneriertem Niedermoorgrünland auf ausgewählte Laufkäferarten (Coleoptera: Carabidae). Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 133-146.
- GERKEN, B. (1981): Zum Einfluß periodischer Überflutungen auf bodenlebende Coleopteren in Auewäldern am südlichen Oberrhein. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Entomol* 33: 130-134.
- GRUBE, R.; BEYER, W. (1997): Einfluß eines naturnahen Überflutungsregimes auf die räumlich-zeitliche Dynamik der Spinnen- und Laufkäferfauna am Beispiel des Deichvorlandes der Unteren Oder. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 209-226.
- GRUTTKE, H. (1997): Berücksichtigung tierökologischer Erfordernisse bei der Standortwahl für Aufforstungen in der Agrarlandschaft. *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.* 49: 123-138.
- GRUTTKE, H.; WILLECKE, S. (1993): Tierökologische Langzeitstudie zur Besiedlung neu angelegter Gehölzanzpflanzungen in der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft - ein E+E-Vorhaben. *Natur u. Landschaft* 68(7/8): 367-376.
- GÜRLICH, S.; SUIKAT, R.; ZIEGLER, W. (1995): Katalog der Käfer Schleswig-Holsteins und des Niederelbegebietes. *Verh. Ver. Naturwiss. Heimatforsch. Hamburg* 41: 1-111.
- HAFERKORN, J. (1996): The carabid beetle communities in fragmented floodplain forests and the influence of flood in central Germany. *Arch. für Nat.- Lands.-* 35: 61-71.
- HANDKE, K. (1995): Laufkäferfauna von Röhrichten und Grünlandbrachen. *Natursch. Landschaftspl.* 27(3): 106-114.
- HANDKE, K. (1996a): Die Laufkäferfauna des Naturschutzgebietes "Lampertheimer Altrhein" in der südhessischen Oberrheinebene (Kreis Bergstraße). *Decheniana* 149: 139-160.
- HANDKE, K. (1996b): Zur Laufkäferfauna extrem lang überstauter Grünlandstandorte in der Bremer Flußmarsch (Coleoptera, Carabidae). *Verh. Westd. Entom. Tag 1995*: 29-36.
- HANDKE, K. (1997c): Auswirkungen von Überstauungsmaßnahmen auf Wirbellose in der Bremer Flußmarsch - eine Bilanz 10jähriger Untersuchungen. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 77-112.
- HANDKE, K. (1998): Bedeutung raum-zeitlicher Dynamik für die Fauna. *Natursch. Landschaftspl.*(8/9): 268-274.
- HELLING, B. (1994): Carabidengemeinschaften in der Okeraue bei Braunschweig - multivariate Analyse der Bedeutung verschiedener abiotischer Parameter und die Anpassung an verschiedene Biotoptypen. *Braunsch. naturkundl. Schr.* 4(3): 503-520.
- HEROLD, P. (1997): Untersuchungen zur Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) von Schweineweidern im Naturpark "Brandenburgische Elbtalau" bei Lenzen / Elbe. Universität Marburg, Diplomarbeit: 176.

- HEYDEMANN, B. (1964): Die Carabiden der Kulturbiotop von Binnenland und Nordseeküste - ein ökologischer Vergleich (Coleoptera, Carabidae). *Zool. Anz.* 172: 49-86.
- HUK, T. (1997): Auswirkungen eines langfristigen Überstaus auf die Laufkäferfauna einer extensiv genutzten Niedermoorwiese. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 147-160.
- LANG, O.; PÜTZ, S. (1999): Frühjahrsbesiedlung eines im Winter überfluteten Naßpolders durch Laufkäfer und Spinnen im Nationalpark Unteres Odertal. *Limnologie aktuell* 9: 171-195.
- LINDROTH, C. H. (1985/86): *The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark*. Brill, Leiden, Copenhagen: 499 S.
- LÖHN, J. (in Vorber.): *Faunistische Untersuchungen zur Effizienz einer kleinflächigen Grünlandnutzung mit Rotationsbrache unter der Voraussetzung des Vertragsnaturschutzes*. Humboldt-Universität Berlin, Dissertation.
- LUFF, M. L. (1975): Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*: 345-357.
- MOSSAKOWSKI, D.; FRÄMBS, H. (1993): Carabiden als Indikatoren der Auswirkungen von Wiedervernässungsmaßnahmen auf die Fauna im Leegmoor. *Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs.* 29: 79-114.
- MÜHLENBERG, M. (1989): *Freilandökologie*. Quelle & Meyer / UTB, Heidelberg, Wiesbaden: 430 S.
- NELLES, U.; GERKEN, B. (1990): Zur Carabidenfauna einer südostfranzösischen Auenlandschaft - zöologische Charakterisierung hochflut-geprägter Standorte und ihre aktuelle Gefährdung. *Acta Biol. Benrodis* 2: 39-56.
- PAJE, F.; MOSSAKOWSKI, D. (1985): pH-Präferenzen und Habitatbindung bei Carabiden. *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Entomol.* 4: 226-227.
- ROSENTHAL, G. et al. (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland. *Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte*. *Angew. Landschaftsökol.* 15: 291 S.
- SCHEFFLER, I. et al. (1999): Rote Liste und Artenliste der Laufkäfer des Landes Brandenburg (Coleoptera: Carabidae). *Naturschutz u. Landschaftspflege Brandenb.*(Beilage zu 4/1999): 1-27.
- SCHUBAUER, V. (1997): *Arbeitsbericht 1997*. Humboldt Universität Berlin, Unveröff. Zwischenbericht: 4 S.
- SIEPE, A. (1989): *Untersuchungen zur Besiedlung einer Auen-Catena am südlichen Oberrhein durch Laufkäfer unter besonderer Berücksichtigung der Einflüsse des Flutgeschehens*, Universität Freiburg, Dissertation: 420 S.
- SIEPE, A. (1994): Das "Flutverhalten" von Laufkäfern (Coleoptera: Carabidae), ein Komplex von ökothologischen Anpassungen an das Leben in der periodisch überfluteten Aue - I: Das Schwimmverhalten. *Zool. Jb. Syst.* 121(4): 515-566.
- SIEPE, A. (1999): *Auswirkungen der Ökologischen Flutungen der Polder Altenheim. Teil IV: Tierwelt*. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: 65 S.
- SPANG, W. (1996): *Die Eignung von Regenwürmern (Lumbicidae), Schnecken (Gastropoda) und Laufkäfer (Carabidae) als Indikatoren für autotypische Standortbedingungen*. Universität Heidelberg: 236 S.
- STEGNER, J. (1997): Reaktion von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) auf unnatürliche Überstauung eines Erlenbruchwaldes. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18: 161-173.
- THEISS, S.; HEIMBACH, U. (1994): Präimaginale Larvalentwicklung der Laufkäfer-Art *Poecilus cupreus* in Abhängigkeit von Bodenfeuchte und Temperatur (Coleoptera: Carabidae). *Entomol. Gener.* 19: 57-60.
- THIELE, H. U. (1977): Carabid beetles in their environment. *Zoophysiology and Ecology* 10: 369 S.
- TIETZE, F. (1968): *Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Bodenfeuchte und Carabidenbesiedlung in Wiesengesellschaften*. *Pedobiologia* 8: 5-58.
- THIOULOUSE, J. et al. (1997): ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing* 7(1): 75-83.
- TRAUTNER, J.; BRÄUNICKE, M. (1997): Laufkäferzönosen an der umgestalteten Oster im Saarland. *Natur u. Landschaft* 72(9): 390-395.
- TRAUTNER, J.; MÜLLER:MOTZFELD, G.; BRÄUNICKE, M. (1996): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands. *Natursch. Landschaftspl.* 29(9): 261-273.
- WEIGMANN, G.; WOHLGEMUTH-von REICHE, D. (1999): Vergleichende Betrachtungen zu den Überlebensstrategien von Bodentieren im Überflutungsbereich von Tieflandauen. *Limnologie aktuell* 9: 229-240.
- WESTPHALEN, J. (1995): *Biologische Bestandsaufnahme und Bewertung des Elbebogens "Böser Ort" (Lüchow-Dannenberg, Niedersachsen)*. Universität Hamburg, Diplomarbeit: 112 S.

- WOHLGEMUTH-von REICHE, D.; GRIEGEL, A.; WEIGMANN, G. (1997): Reaktion terrestrischer Arthropodengruppen auf Überflutungen der Aue im Nationalpark Unteres Odertal. Einfluß von Vernässung und Überstauung auf Wirbellose. *Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster* 18:193-208.
- WOLF, F. (1995): Die Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) als Bioindikatoren für den ökologischen Zustand von Niederungsbereichen der Nebel. *Nachr. entomol. Ver. Apollo Suppl.* 15: 123-136.
- ZULKA, K. P. (1994a): Natürliche Hochwasserdynamik als Voraussetzung für das Vorkommen seltener Laufkäferarten (Coleoptera, Carabidae). *Wissenschaftliche Mitteilungen des Niederösterreichischen Landesmuseum* 8: 203-215.
- ZULKA, K. P. (1994b): Carabids in a Central European floodplain: species distribution and survival during inundations. In DESENDER et al (Hrsg.) *Carbid beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer: 399-405.

II 4.6 Anhang Laufkäfer

Anhang Laufkäfer 1: Artenliste und Datengrundlage für die Einstufung der Laufkäfer

Anhang Laufkäfer 2: Fangdaten