

Erfassung und multivariate Analyse von Laufkäferzönosen an Rohbodenufern in Franken

Andreas NIEDLING und Hans-Werner SCHELOSKE

Abstract: Recording and multivariate analysis of carabid beetle coenoses of non-vegetated banks in the Franken region of Germany. - In the region of Nuremberg, Erlangen and Bamberg (Northern Bavaria) 40 exposed river banks and the edges of clay-, sand- and gravel-pits with only sparse or without vegetation were examined for their carabid beetle composition. The investigation was carried out with quadrant sampling combined with ground saturation. Additionally the methods of pitfall trapping, laying out bricks and hand-collecting were employed. The sites were examined for their substratum-composition, inclination and exposition, altitude and some water-attributes. The interpretation was carried out by means of a correspondence analysis. The different types of banks each have a typical beetle composition. The substratum of the ground appears to be the most important factor for the distribution of the carabid beetles. In pitfall-traps large beetles and good walkers are over-represented when compared to the results from quadrant sampling, whereas small Carabidae, which are usually more important on banks, are under-evaluated. On the other hand the quadrant sampling technique often fails to identify the large, night-active species, which leave the open shores during the day.

1 Einleitung

Laufkäfer stellen neben den Kurzflüglern die beherrschende Käfergruppe an vegetationsarmen Rohboden-Uferbereichen dar. Sie eignen sich hervorragend als Indikatoren und Deskriptoren für die Ausprägung solcher Habitats.

Problematisch ist jedoch die Erfassung der Tiere in den Uferzonen. Die Barberfallen-Methode läßt sich im direkten Uferbereich wegen der wechselnden Wasserstände oft nur bei kurzen Leerungsintervallen verwenden. Infolge des hohen Zeit- und Arbeitsaufwandes ist die Anzahl an möglichen Untersuchungsstandorten dadurch begrenzt.

Als Alternative bietet sich der Handfang an. Eine Standardisierung ist entweder über das Absammeln festgelegter Flächengrößen oder über die Begrenzung auf bestimmte Zeitintervalle möglich. Letztere Möglichkeit eignet sich allerdings nur für größere Untersuchungsflächen.

In der hier vorgestellten Arbeit wurde eine Verbindung aus Quadratzahl- und Schwemm-Methode angewendet, wie sie in ähnlicher Weise bereits bei ANDERSEN (1970) und DESENDER & SEGERS (1985) erörtert wird. Durch den geringen Zeitaufwand und die gute Ausbeute an Käferindividuen eignet sich diese Methode zur Untersuchung vieler Standorte innerhalb einer Vegetationsperiode. Mit der

Standardisierung ist ein Vergleich der Fänge verschiedener Standorte zulässig, durch die hohe Anzahl möglicher Untersuchungsflächen eine multivariate Auswertung durchführbar.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsstandorte

Die Untersuchungsstandorte liegen in Nordbayern im Umkreis von etwa 50 km um Erlangen (Regierungsbezirke Mittel- und Oberfranken). Ein Großteil der besammelten Uferflächen befindet sich am Rand des Mittelfränkischen Beckens im Regnitztal, teilweise auch im Maintal, in der Nördlichen und Mittleren Frankenalb oder im Vorland der Frankenalb (vgl. NIEDLING 1996).

Untersucht wurden 40 Uferstandorte (9 lehmig-tonige, 11 sandige, 20 kiesige) an natürlich und künstlich entstandenen Rohboden-Ufern von fließenden und stehenden Gewässern, zu einem großen Teil in Abbaugebieten. Alle Standorte waren geprägt durch eine geringe Pflanzendeckung. Die Länge der vegetationsarmen Uferzone betrug mindestens 6 Meter. Neigung, Substrat, Breite etc. der Uferstreifen unterschieden sich stark voneinander.

Die Erhebungen wurden im Jahr 1995 durchgeführt.

2.2 Aufnahme-Methoden

An allen Untersuchungsstandorten wurde eine Quadratzahl-Methode in Verbindung mit der Schwemm-Methode angewendet. Hierzu wurde ein Holzrahmen auf das Substrat aufgelegt und die so abgegrenzte Fläche von $\frac{1}{4} \text{ m}^2$ mit Wasser über-gossen. Ein Metallrahmen, der ins Substrat hinein-gedrückt wird, erwies sich als ungeeignet, da die Bodenstruktur insbesondere bei sehr feinkörnigen, tonigen Böden zu stark beeinflusst wird, da Material am Rahmen haften bleibt. Dies könnte wiederum spätere Schwemmanalysen beeinträchtigen. Ufer-käfer fliehen bekanntlich beim Schwemmen i.d.R. hangaufwärts und lassen sich mit einem Exhaustor gut einfangen. Die Entnahme lebender Tiere für weitere Untersuchungen oder das Freilassen nach der Determination ist hierdurch möglich. In-sgesamt wurden während des Jahres 1995 von Ende April bis Anfang Oktober je Standort 5 Proben mit je 12 Quadraten (d.h. $5 \times 3 \text{ m}^2$) entnommen. Die Abschwemmung der Quadrate erfolgte an der Grenze zwischen oberflächlich feuchter und trockener Zone. Erfahrungsgemäß ließen sich hier die meisten Individuen nachweisen. Schwemmen erfolgte grundsätzlich nur bei mehrtägig trockener Witterung. Bei Regen ist die Durchführung dieser Methode kaum sinnvoll.

An allen Standorten wurden zusätzlich Hand-fänge (großflächiges Abschwemmen, Umdrehen größerer Steine, Bretter etc.) durchgeführt. Zeitlich normierte Handfänge erwiesen sich nicht als sinn-voll, da ein Teil der Standorte innerhalb kürzester Zeit infolge der geringen Größe und dem Mangel an Unterschlupfmöglichkeiten abgesucht war.

An 10 Standorten (5 Sandgruben, 3 Tongruben, 2 Kiesstandorte) wurden weiterhin Barberfallen aufgestellt, um zusätzliche Arten zu erfassen sowie einen Vergleich der verschiedenen Methoden zu ermöglichen. Hierzu wurden im direkten Uferbe-reich 7 Fallen positioniert (in 2 Reihen à 4 und 3 Fallen; die Fänge von 3 weiteren Fallen in den o-bernen, trockenen Uferzonen werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt). Die Fallen waren mit Es-sigsäure (5 %) gefüllt und wurden alle 2 Wochen geleert. Ausfälle aufgrund Zerstörung oder Über-laufen der Fallen waren häufig.

An 12 Uferbereichen erfolgte außerdem ein Auslegen von Dachziegeln, um auch nachtaktive Ar-ten, die zwar die Rohbodenufer besiedeln, tagsü-ber sich aber in benachbarten, stärker bewachsen-ten Bereichen verbergen, zu erfassen.

2.3 Ermittlung der Umweltparameter

Folgende Umweltparameter wurden ermittelt: Korngrößenverteilung, Neigung, Pflanzendeckung, Beschattung, Höhe, Wasserparameter (pH, Leit-fähigkeit, Gesamthärte, Karbonathärte). Auf die Be-stimmung des Anteils an organischer Substanz mußte wegen des hohen Aufwandes verzichtet wer-den.

Substratzusammensetzung, Neigung und Pflan-zendeckung wurden am Übergang von oberfläch-lich feuchter zu trockener Zone gemessen. Die Korngrößen wurden in Klassen (nach DIN 18123) aufgeteilt (Ton/ Schluff; Fein-, Mittel-, Grobsand; Fein-, Mittel-, Grobkies und Steine). Ton und Schluff wurde wegen des sehr hohen Arbeitsauf-wandes nicht getrennt. Bei der Beschattung han-delt es sich um einen Schätzwert in 4 Klassen, ab-hängig u.a. von Exposition und Beschattung). Alle Parameter wurden nur einmal ermittelt. Nur der Grad der Pflanzendeckung wurde bei jedem Schwemmtermin neu abgeschätzt und später zu ei-nem Mittelwert zusammengefaßt. Zur genauen Be-stimmung der Parameter sei auf NIEDLING (1996) verwiesen.

2.4 Analysen

Zur Auswertung wurden vorwiegend Korrespon-den-zanalysen (CA) und kanonische Korrespondenz-analysen (CCA) angewendet (vgl. JONGMAN et al., 1987). Für die Analyse der Artenzusammensetzung wurde der mit der Quadratzahl-Methode ermittelte Datensatz verwendet. Zum Vergleich von Fallenfang und Schwemm-Methode wurden auch Ergebnisse der Barberfallen-Methode einbezogen. Durchge-führt wurden die Korrespondenzanalysen mit dem Programm CANOCO 3.11 (TER BRAAK 1990), für die Ordination wurde CANODRAW 3.0 (SMILAUER 1993) verwendet. Eingabe und Transformationen erfolgten u.a. mit den Programmen EINGABE 5.0 und TRAF OF 2.0 (FISCHER 1994).

Vor Durchführung der Analysen war eine Daten-aufbereitung notwendig. Für die CCA, in der alle Standorte berücksichtigt sind (Abb. 1), wurden Abundanzen verwendet, ebenso für den Vergleich von Fallenfang und Quadratzahl-Methode (Abb. 3). Beim Datensatz der Kiesstandorte (Abb. 2) wurden die reinen Fangzahlen eingesetzt, um auch die un-terschiedlichen Individuenzahlen in die Aufsprei-zung der Standorte einzubeziehen. Seltene Arten, bei denen die Wahrscheinlichkeit groß ist, daß sie sich zufällig an dem Standort befinden und für die

die Berechnung von ökologischen Präferenzwerten über die gewichtete Mittelwertbildung der CA kaum sinnvoll ist (vgl. SCHMIDL 1992), wurden aus den Datensätzen entfernt. Bei der CCA, in der sämtliche Standorte berücksichtigt sind, wurden alle Arten maskiert, die weniger als 4x mit unter 1 % Abundanz oder weniger als 3x mit 1 bis 3,1 % bzw. weniger als 2x mit 3,2 bis 10 % auftraten. Beim Datensatz der Kiesstandorte wurden Arten maskiert, die nur 1x oder 2x mit je einem Individuum oder nur 1x mit 2 Individuen an den Standorten erschienen. Für den Vergleich von Schwemm- und Barberfallen-Methode wurden alle Arten aus dem Datensatz entfernt, die in den 20 Aufnahmen weniger als 4x auftauchten. Durch die Maskierung können auch typische Arten aus dem Datensatz entfernt werden, die naturgemäß oder zufällig an den Untersuchungsstandorten extrem selten sind (in dieser Arbeit z.B. *Perileptus areolatus*). Eine Auswahl per Hand wurde aus Gründen der Subjektivität dennoch nicht vorgenommen.

In den Ordinationen (Abb. 1-3) sind Standorte mit ähnlicher Artenzusammensetzung räumlich nah positioniert. Die Arten werden im Achsenkreuz dort abgebildet, wo die Wahrscheinlichkeit für das Vorkommen und die Häufigkeit am größten ist. Seltene und stenotope Arten stehen eher an der Peripherie des Diagramms, ubiquitäre Arten, die an unterschiedlichen Standorttypen vorkommen, werden im Zentrum des Diagramms ordiniert. Im Zentrum werden auch Standorte mit hohen Anteilen ubiquitärer Arten angeordnet. In der CCA sind zudem Umweltvariable einberechnet, die als Pfeile vom Ursprung aus dargestellt werden. Die Länge der Pfeile gibt die Bedeutung des Parameters für die Interpretation an, sein Winkel zu den Achsen die Korrelation mit diesen. Der Pfeil zeigt in Richtung der Standorte mit hohen Werten dieser Variablen. Aufnahmen mit ähnlichen Umweltwerten werden also räumlich nah angeordnet. Fällt man das Lot von einem Standort senkrecht zu dem Pfeil einer Umweltvariablen, so ist eine Abschätzung über die Höhe des Parameters möglich. Man muß sich die Pfeile über den Ursprung verlängert vorstellen, da in diese Richtung die Werte der Variablen abnehmen.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der verschiedenen Methoden

In Franken wurden bisher nur wenige Untersuchungen von Laufkäfern an Uferbereichen durch-

geführt. Entsprechend ergaben sich interessante faunistische Ergebnisse, auf die an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen werden soll (NIEDLING & SCHELOSKE, in Vorb.). Insgesamt wurden in den direkten Uferbereichen 132 Arten nachgewiesen. Einige Arten waren im Untersuchungsgebiet bisher unbekannt, oder es lagen nur alte Fundmeldungen vor. Der Anteil an typischen Uferbewohnern betrug etwa 50 %, bei 15 % handelte es sich um stenotope Rohbodenufer-Besiedler. Ein Viertel aller Arten sind in der Roten Liste Bayern (LORENZ 1992) aufgeführt.

Quadratzahl-Methode: Durch die standardisierte Schwemm-Methode wurden im Verlauf von 5 Untersuchungsterminen an den 40 Standorten insgesamt 3009 Individuen aus 61 Arten erfaßt. Pro Standort wurden also durchschnittlich 75 Individuen gefangen, wobei die Zahlen allerdings zwischen 1 und 333 schwankten. Die Artenanzahl betrug im Durchschnitt 7,6 pro Standort.

Die durchschnittliche Individuendichte lag bei 5 Individuen/m² (0,01 bis 22,2 I/m²). Die maximalen Häufigkeiten wurden im Juni erreicht (durchschnittlich 7,4 Individuen/m²; von 0 bis 46,3 I/m²), aber auch im Mai und Juli wurden an den meisten Standorten hohe Individuendichten festgestellt. Kiesstandorte zeigten mit durchschnittlich 8 I/m² insgesamt höhere Dichten als Sandstandorte und Tongruben (beide etwa 3,5 I/m²). Die durchschnittliche Artenzahl (ermittelt mit der Schwemm-Methode) lag dagegen mit 9 Arten in Tongruben am höchsten, mit 6,4 Arten an Kiesstandorten am niedrigsten. Einundzwanzig Arten (34 %) und 2.362 Individuen (78 %) gehörten der Gattung *Bembidion* an, wobei 1374 Individuen (46%) der Individuen nur den beiden Arten *B. punctulatum* und *B. decorum* zuzuordnen waren.

In den Tongruben (6 Standorte, vgl. Abb. 1) herrschten *Bembidion tetragrammum* (35%), *Elaphropus parvulus* (29%), *Bembidion articulatum* (8%), *B. quadrimaculatum* (8%), *Acupalpus meridianus* (3%), *Notiophilus germinyi* (3%) und *Tachys bistratus* (3%) vor. An den reinen Sandstandorten (8 Flächen, vgl. Abb. 1) dominierte *Omopbron limbatum* mit 34%, gefolgt von *Bembidion articulatum* (20%), *B. femoratum* (16%), *Elaphrus riparius* (8%), *Dyschirius agnatus* (5%), *Bembidion tetracolum* (3%), *B. quadrimaculatum* (3%) und *Stenolophus teutonius* (2,6%). An den kiesigen Uferflächen (17 Standorte, vgl. Abb. 1) wurden vor allem *Bembidion punctulatum* (39%), *B. decorum* (31%), *B. modestum* (9%), *B. femoratum*

(6%) und *B. tetracolum* (5%) festgestellt.

Fallenfang: An den 10 Standorten wurden insgesamt 5422 Individuen aus 86 Arten erfaßt. Der Anteil an Männchen und Weibchen war etwa gleich verteilt. In den Tongruben dominierte mit 28% *Chlaenius vestitus*, gefolgt von *Bembidion tetragrammum* (27%), *Brachinus crepitans* (6%), *Agonum marginatum* (5%) *Bembidion properans* (4%), *B. quadrimaculatum* (3%), *B. femoratum* (3%) und *Nebria brevicollis* (3%). An den Sandufer-Standorten dominierte mit 46% aller Individuen *Omopbron limbatum*, gefolgt von *Bembidion femoratum* (23%), *Agonum marginatum* (8%), *Stenolophus teutonius* (4%) und *Elaphrus riparius* (3%). Die Kiesgruben zeigten dagegen ein Vorherrschen von *Omopbron limbatum* (31%), *Bembidion punctulatum* (17%), *B. femoratum* (10%), *Chlaenius vestitus* (10%), *Harpalus affinis* (5%) *Amara fulva* (4%), *Paranchus albipes* (4%), *Agonum marginatum* (3%) und *Bembidion decorum* (2%).

Dachziegel: Wegen der nicht standardisierten Anzahl und Auslegung der Ziegel wurde diese Methode nicht genauer ausgewertet. Insgesamt wurden an den 16 Uferbereichen 631 Individuen aus 49 Arten erfaßt. Es überwiegen größere, nachtaktive, relativ euryöke Arten wie *Chlaenius vestitus*, *Agonum marginatum*, *Harpalus distinguendus*, *Stenolophus teutonius* und *Nebria brevicollis*. Aber auch stenotope Uferarten wie *Nebria livida* lassen sich hiermit nachweisen. Die Methode eignet sich gut als Ergänzung zu Handfängen und der Schwemm-Methode. Bei Verwendung von Barberfallen erübrigt sich das Auslegen meist, da die Arten in den Fallen ohnehin erfaßt werden.

3.2 Ordinationen

CCA mit Einbeziehung aller Uferstandorte: Von den durch die Quadratzahl-Methode erfaßten 61 Carabidenarten verblieben nach der Maskierung (s.o.) noch 32 Arten für die weitere Analyse. Auch 8 Standorte wurden wegen geringer Individuenzahlen (unter 20) oder Zerstörung des Uferbereiches vor Beendigung der Untersuchungen nicht mit in die Analyse einbezogen. Weiterhin wurden die gemessenen Umweltparameter Steine, Neigung, Deckung, Beschattung, pH-Wert, Gesamthärte und Grobsand aus dieser Analyse wegen mangelnder Aussagekraft (nichts signifikante Korrelationen mit den Achsen oder zu starke Korrelation mit anderen Parametern) entfernt, um die Ordination nicht zu

stark zu verzerren.

In der Ordination zeigen sich 3 deutliche Gruppierungen von Standorten, die sehr stark mit gemessenen Umweltvariablen korrelieren. Absolut entscheidend für die Zusammensetzung der Rohboden-Uferfauna ist die Korngrößenverteilung des Substrates. Alle anderen Parameter sind von untergeordneter Bedeutung. Der Zusammenhang, daß Karbonathärte und Leitfähigkeit starke negative Korrelationen mit der 2. Achse zeigen, läßt sich durch den Umstand erklären, daß Gewässer in Sandgruben naturgemäß oft ionenarmes Wasser führen. Eine klare Trennung von Untersuchungsflächen an fließenden oder stehenden Gewässern ließ sich mit Hilfe der verwendeten Methoden nicht feststellen.

Die Ufer der Kiesgruben und Schotterbereiche an Flüssen zeigen eine relativ eigenständige Fauna, die im wesentlichen von der Dominanz der Arten *Bembidion punctulatum*, *B. decorum* sowie *B. modestum* geprägt ist. Alle drei sind lithophile Spezies mit speziellen Anpassungen an dieses Substrat (*B. punctulatum* ist selten auch auf Grobsand zu finden). Weitere Arten, die hier mit der Schwemm-Methode häufiger nachgewiesen wurden, sind *Paranchus albipes*, *Chlaenius vestitus* und *Lionychus quadrillum*. Nur die zuletzt genannte Art ist als typisch für Kiesstandorte (allerdings nicht an die Uferzone gebunden) zu bezeichnen, wurde jedoch in hoher Individuenzahl auch in einer Tongrube erfaßt. Hierdurch wird *Lionychus* in den Ordinationen weg vom Zentrum der Kiesstandorte in Richtung der Tongruben positioniert. *Paranchus albipes* und *Chlaenius vestitus* erreichen an anderen Standorttypen normalerweise größere Dichten. Daß sie in den Ordinationen trotzdem in der Nähe der Schotterstandorte positioniert werden, hängt mit der Aufnahme-Methode zusammen. Die Arten sind hauptsächlich nachtaktiv, so daß sie an vegetationsarmen Standorten mit mehr oder weniger geschlossenem Boden (Ton, Lehm, Sand) als nicht oder kaum grabende Käfer tagsüber Verstecke aufsuchen, die meist außerhalb des abgeschwemmten Bereiches liegen. An den Schotterstandorten dagegen finden sie tagsüber unter den Steinchen Unterschlupf, so daß sie ab und zu auch in den Quadraten auftauchen. Die Fallenfänge zeigen, daß *Paranchus albipes* und *Chlaenius vestitus* durchaus in größeren Dichten auch oder vor allem tonig-lehmige bis sandige Ufer besiedeln.

Bembidion tetracolum, *B. gilvipes*, *Loricera pilicornis* und *Dyschirius globosus* wurden ebenfalls

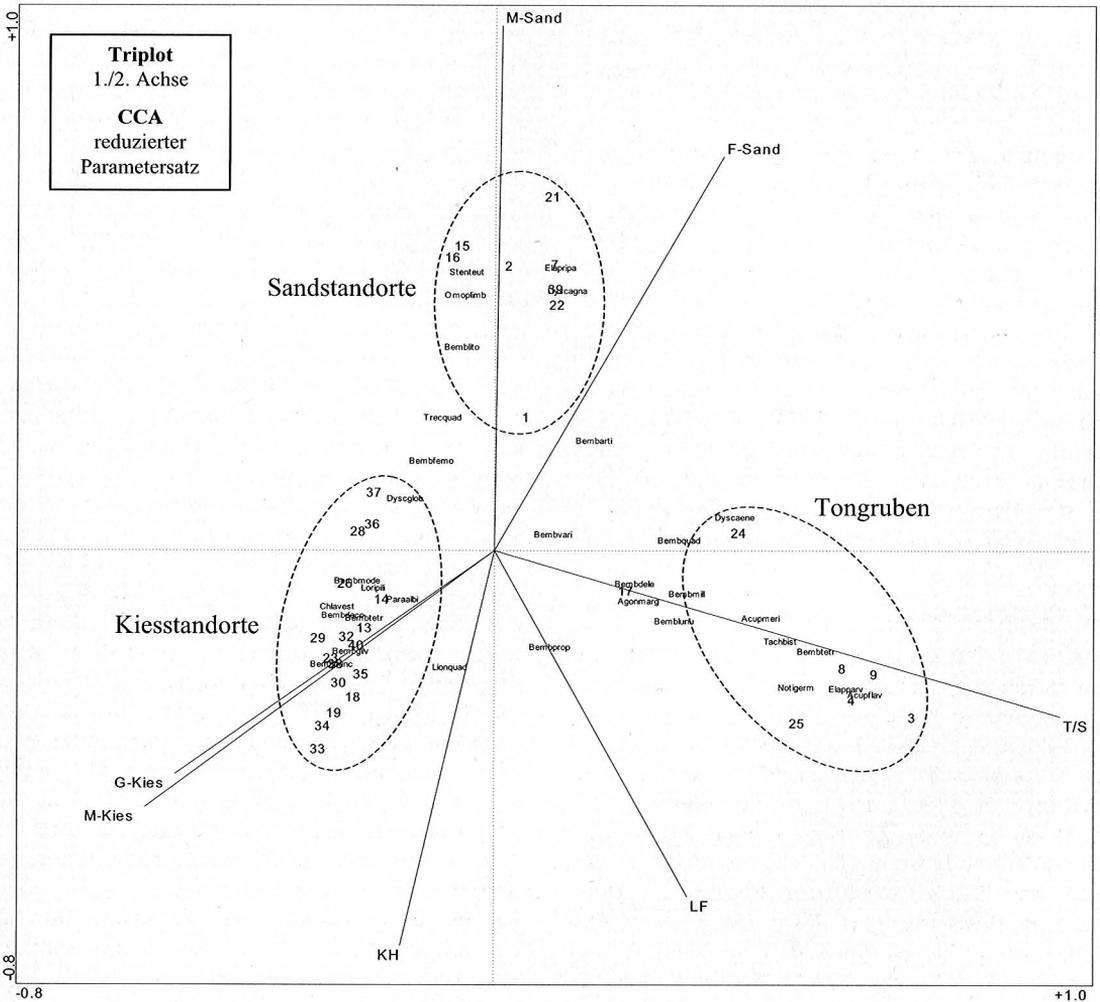
vorwiegend an den grobkörnigen Uferstandorten erfaßt, allerdings nur in geringer Individuenzahl.

Auf der 3. Achse (hier nicht dargestellt) wird die Gruppe der Kiesstandorte in weitere Kleingruppen aufgetrennt. Hierauf wird aber in der CCA der Kiesstandorte (vgl. Abb. 2) näher eingegangen.

Als typische Arten der Sandstandorte wurden *Omophron limbatum*, *Elaphrus riparius*, *Stenolophus teutonius*, *Bembidion litorale* und *Dyschirius agnatus* erfaßt. Einige Standorte zeigten auch hohe Dichten von *Bembidion femoratum* und *B. articulatum*, die jedoch auch an anderen Standorttypen

teilweise häufig auftraten. *Trechus quadristriatus* wurde nur vereinzelt erfaßt. Bei *Stenolophus teutonius* handelt es sich eigentlich nicht um eine typische Sandart. Trotzdem wurde die Art vorwiegend beim Schwemmen an sandigen Ufern erfaßt (allerdings nur an einem Standort sehr häufig). Auch bei

Abb. 1: CCA (1./2. Achse) mit reduziertem Parametersatz (KH=Karbonathärte; LF=Leitfähigkeit; F-, M-, G- für Fein-, Mittel-, Grob-, T=Ton). Die Standorte sind als Nummern dargestellt (ähnliche Standorte sind umkreist), Umweltvariablen als Pfeile, Arten mit jeweils den ersten 4 Buchstaben des Gattungs- bzw. Artnamens.



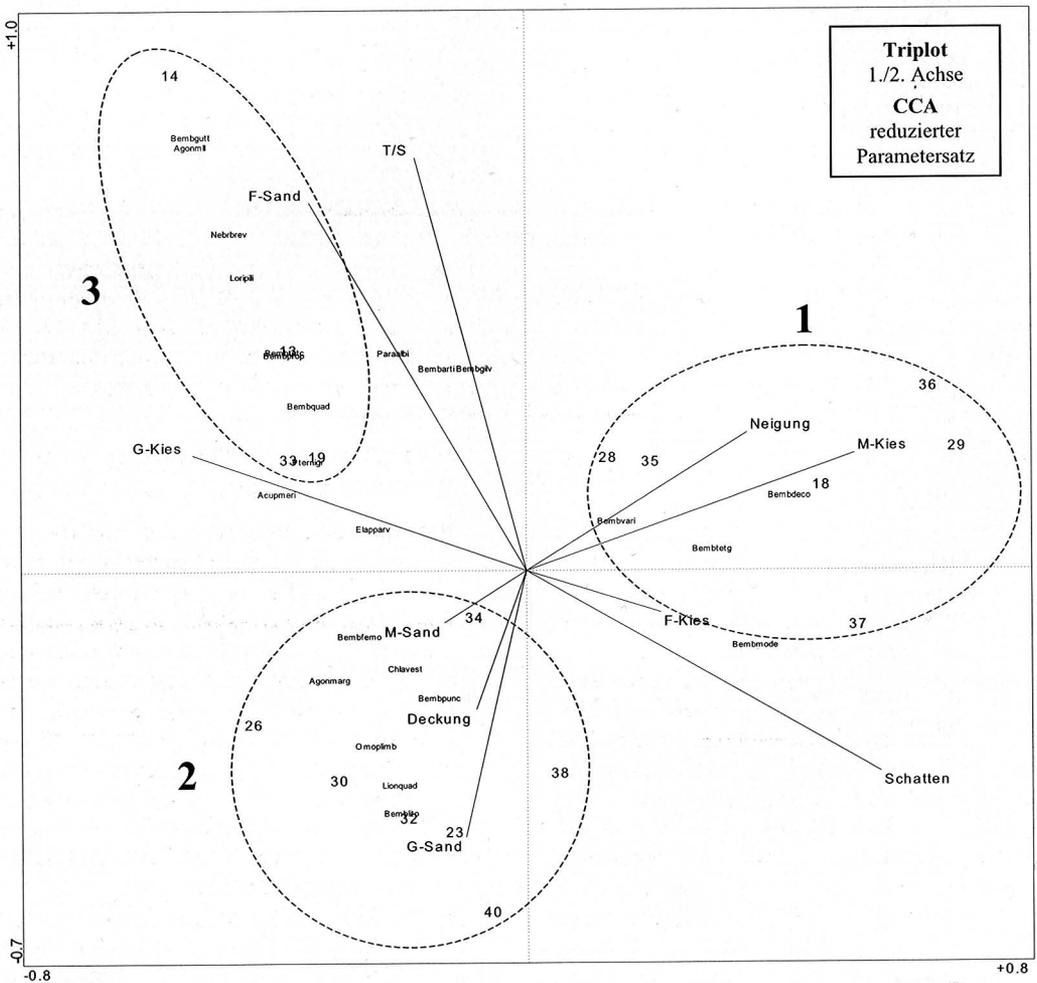
den Fallenfängen wurde der Käfer fast nur an den Sandufern gefangen. *Dyschirius agnatus* trat nur an einem einzigen Untersuchungsstandort auf, hier jedoch in hoher Dichte.

Arten mit Vorliebe für lehmig-toniges Substrat stellen die größte Gruppe im Datensatz dar. Die meisten sind allerdings nicht stenotop an die Uferlinie gebunden. Hervorzuheben sind vor allem *Bembidion tetragrammum* und *Elaphropus parvulus*. Besonders letzterer kann auf feinkörnigem Substrat extrem hohe Dichten erreichen. Auch *Acupalpus flavicollis* und *A. meridianus* wurden vermehrt an den lehmigen Uferbereichen nachgewiesen. *Notiophilus germinyi* wurde nur an einem Standort häufiger gefangen, der direkt in eine stark besonnte Trockenfläche überging. *Bembidion dele-*

tum, *B. milleri* und *B. quadrimaculatum* sind in den oberen Uferbereichen mit tonig-lehmigem Substrat meist relativ häufig nachzuweisen. Die Arten sind allerdings nicht auf Ufer angewiesen.

CCA der Kiesstandorte: Insgesamt wurden 20 Standorte mit hohen Kiesanteilen untersucht. Hier wurden 1973 Individuen aus 38 Arten erfasst. 3 Untersuchungsflächen wurden wegen zu geringen Individuenzahlen (unter 20) nicht mit in die Analyse mit einbezogen. Nach der Maskierung (s.o.) verblieben 24 Arten, die in der Ordination positioniert werden.

Abb. 2: CCA (1./2. Achse) des Datensatzes mit Kiesstandorten und reduzierter Parametersatz (vgl. Abb. 1).



Werden nur die Kiesstandorte in die Analyse einbezogen, erfolgt bereits auf den ersten Achsen eine Auftrennung in mehrere Standortgruppen. Gruppe 3 (4 Standorte) unterscheidet sich von den anderen durch relativ hohe Häufigkeiten von Arten, die für Ufer bzw. Rohbodenufer wenig charakteristisch sind wie *Loricera pilicornis*, *Agonum mülleri*, *Nebria brevicollis*, *Bembidion tetracolum*, *B. quadrimaculatum*, *B. articulatum*, *Paranabus albipes* etc. Alle 4 Standorte liegen an fließenden Gewässern und sind geprägt von relativ grobem Substrat (viel G-Kies), in welches Feinstmaterial (hohe T/S- und F-Sand-Anteile, viel organisches Material) eingemischt ist. Die Zuführung von Feinstmaterial durch ständig hohe Schwebstoffanteile im Flußwasser (insbesondere organisches Material) wirkt sich durch die Verstopfung des Lückensystems auf Kiesuferarten negativ aus (vgl. PLACHTER 1986b). Weniger anspruchsvolle Arten werden begünstigt. Durch den hohen Anteil an Grobkies an den Standorten sind auch Unterschlupfmöglichkeiten für größere Arten vorhanden. Negative Korrelation zeigt diese Gruppe mit dem Parameter Beschattung. Durch die Exponierung und mangelnde Beschattung aller in der Analyse einbezogenen Kiesstandorte dürfte diese Wechselbeziehung insgesamt allerdings wenig relevant sein. Die Ausrichtung zur Sonne scheint an unbewachsenen Uferbereichen wenig Einfluß auf die Zusammensetzung der Uferfauna zu haben.

Die Standort-Gruppierungen 1 und 2 werden vorwiegend anhand ihrer verschiedenen Häufigkeiten von *Bembidion punctulatum* bzw. *B. decorum* getrennt. Beide Arten sind an fast allen Standorten vertreten, zeigen jedoch an den Uferflächen auffällig unterschiedliche Häufigkeiten. *B. punctulatum*, eine Art, die gelegentlich auch an rein sandigen, vor allem grobsandigen Ufern (aber wesentlich weniger häufig) auftritt, zeigt an Standorten größere Häufigkeiten, die insgesamt höhere Sandanteile (vor allem G-Sand) besitzen. Mit den höheren Sandanteilen in Gruppe 2 treten auch die sandpräferenten Arten *Bembidion femoratum* (an 4 Standorten), *Omopron limbatum* (2x) und *Bembidion litorale* (nur 1x) verstärkt auf, ebenso *Agonum marginatum* (2x) und *Chlaenius vestitus* (nur 1x). Die lithophile Art *Bembidion modestum* kommt in beiden Standortgruppen (1 und 2) vor, tritt jedoch an den Uferflächen der Gruppe 1 etwas häufiger auf. Hier erscheinen in den Schwemmquadraten zusätzlich *Bembidion tetragrammum* und *B. variatum*, die normalerweise Kiesstandorte eher meiden

und auch nur in wenigen Tieren nachgewiesen wurden. Mit der Ordination der Standortgruppe 1 korrelieren höhere Anteile an Mittelkies (6,3-20 mm), während der Grobkiesanteil in dieser Gruppe niedriger liegt als in Gruppe 2. Dies widerspricht den Erfahrungen von KOCH (1977), der *Bembidion decorum* ausschließlich an Kiesufern mit Korngrößen über 3 cm antraf. Die Standorte der Gruppe 1 zeigen weiterhin eine durchschnittlich stärkere Neigung des Uferbereichs. In der Tat waren an einigen steileren Standorten enorme Häufigkeiten von *Bembidion decorum* festzustellen, z.B. an Standort 36 mit durchschnittlich 17 *B. decorum*/m².

Insgesamt ist festzustellen, daß an Kiesufern mit höheren Anteilen an Sand das Vorkommen von *Bembidion punctulatum* begünstigt wird, was das Vorherrschen von *B. decorum* aber nicht unbedingt ausschließt. An Uferbereichen mit ausschließlich Kies (Standort 29, künstliche Aufschüttung mit 95% Mittelkies) ist *B. punctulatum* nicht in der Lage, die Flächen zu besiedeln. Die Art benötigt zur Anlage von Eikokons und wahrscheinlich auch zur Anlage von Brutkammern sandiges Substrat (vgl. MEISSNER 1983).

Die Parameter F-Kies, M-Sand und Deckung zeigen keine signifikanten Korrelationen mit einer der Achsen. Die Pflanzendeckung spielt zwar für die Zusammensetzung der Uferfauna eine entscheidende Rolle, kommt aber infolge geringer Deckung an allen untersuchten Rohbodenufer-Standorten in dieser Untersuchung nicht zum Tragen.

3.3 Vergleich von Fallenfang- und Schwemm-Methode

Wie bereits beim Vergleich der mit den unterschiedlichen Methoden ermittelten Dominanzen in Abschnitt 3.1. deutlich wurde, unterscheiden sich die Ergebnisse je nach Aufnahme-Methode sehr stark. Dieser Umstand soll mittels einer Korrespondenzanalyse, in der sowohl die Daten der Quadratzahl- als auch der Fallenfang-Methode verwendet wurden, verdeutlicht werden.

Nach der Maskierung (s.o.) verblieben von den an den 10 Standorten mit beiden Methoden ermittelten 86 Arten (84 Arten mit 5422 Individuen beim Fallenfang; 34 Arten mit 488 Individuen bei der Schwemm-Methode) noch 34 Arten.

In Abbildung 3 ist erkennbar, daß die Erfassungsergebnisse der Fallenfänge an den Kiesstandorten und in den Tongruben im Vergleich zu den

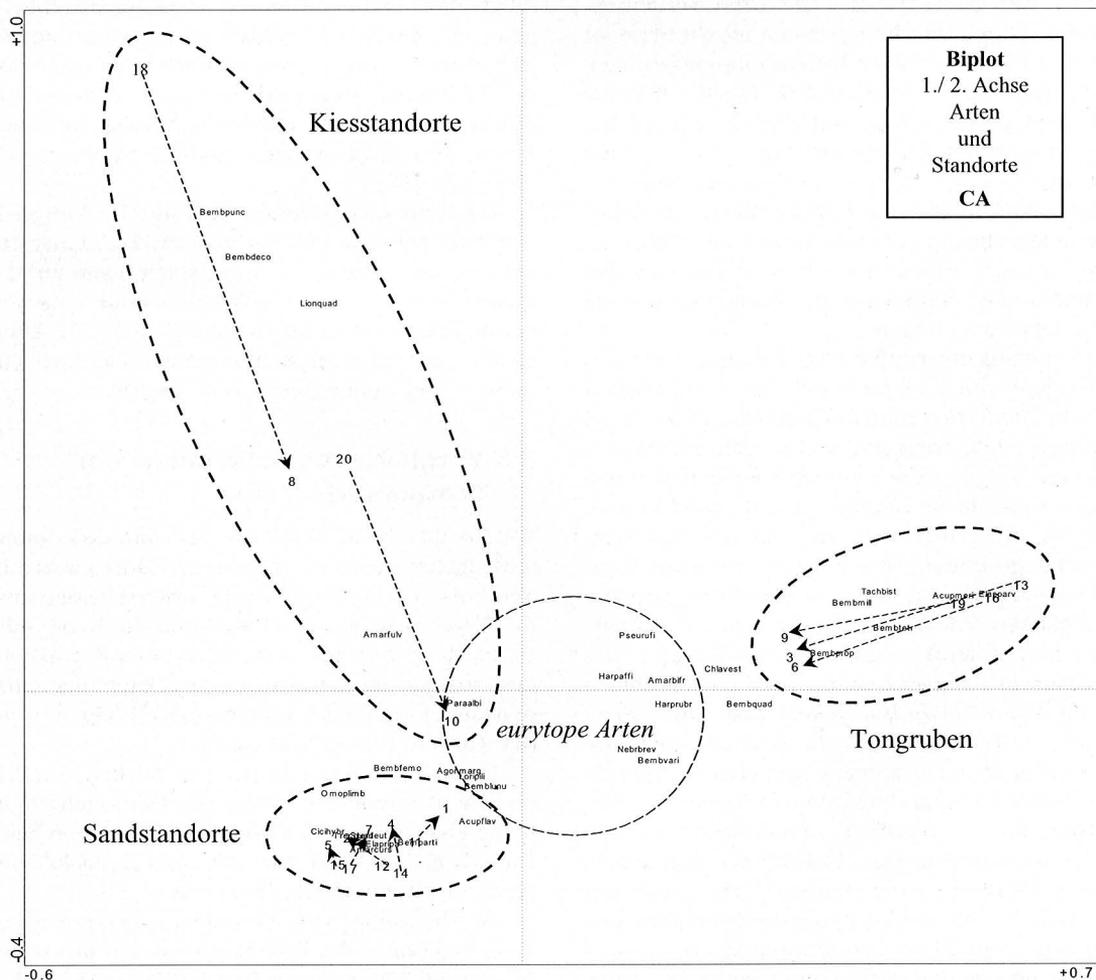
Ergebnissen der Quadratzahl-Methode in Richtung Zentrum ordiniert werden. D.h. die prozentualen Anteile an Käfern, die auch an anderen Uferbereichen gefangen werden, also meist weniger ufer- oder ufertypenspezifisch sind, liegen in den Fallenfängen an diesen Standorttypen wesentlich höher. An den Kiesstandorten (die beide auch hohe Sandanteile hatten) wird diese Auftrennung vor allem durch das mengenmäßig starke Auftreten von *Omophron limbatum* und *Bembidion femoratum* verursacht, deren Vorkommensschwerpunkt eigentlich an sandigen Ufern liegt. Erstere Art ist extrem laufaktiv und wird in Bodenfallen im Vergleich zur wirklichen Dichte eher überrepräsentiert. In den Sandgruben dagegen ähneln sich die Ergebnisse der Fallenfang- und Schwemm-Methode relativ stark.

4 Diskussion

Ergebnisse von Quadratzahl-Methoden und Fallenfängen wurden bisher nur selten verglichen. Zudem wurden erstere meist mittels aufwendiger Bodenprobenanalysen durchgeführt, wodurch nur sehr kleine Flächen ausgewertet werden konnten.

Bei Untersuchungen von SPENCE & NIEMELÄ (1994), die in Wiesenhabitaten Fallenfangergebnisse und Ergebnisse durch Auswaschen von Bodenproben verglichen, stellten sich positive Korrelationen zwischen beiden Methoden heraus. Einige Ar-

Abb. 3: CA (1./2. Achse) des Datensatzes von 10 Untersuchungsstandorten, an denen sowohl die Schwemm-Methode als auch Fallenfang (Standortnummerierung + 10) angewendet wurden. Gleiche Standorte sind mit Pfeilen verbunden, wobei die Pfeilspitze in Richtung der Ordination der Schwemmergebnisse zeigt.



ten (insbesondere kleine Arten) waren bei den Fallenfängen unterrepräsentiert, während große Arten in den Bodenproben weniger erfaßt wurden.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt CZECHOWSKI (1976), der ebenfalls die Laufkäferfauna in Wiesen mit Hilfe von Barberfallen bzw. Bodenproben untersuchte. Er stellt fest, daß die Quadratzahl-Methode zur qualitativen Untersuchung von Biotopen infolge der kleinen Untersuchungsflächen nicht geeignet ist. Die Standorte sind durch kleine Unterschiede im Habitat geprägt sind, wodurch sich die Ergebnisse der einzelnen Bodenproben stark voneinander unterscheiden. Dieser Umstand kann sich allerdings bei kleinflächigen Biotopen, wie sie vegetationsfreie Ufer oft darstellen, durchaus vorteilhaft auswirken, da die typischen Arten erfaßt werden, und nicht zusätzlich Arten aus benachbarten Bereichen. Wie SPENCE & NIEMELÄ (1994) registriert auch CZECHOWSKI (1976) eine Unterrepräsentierung von großen Arten in den Bodenproben, da diese sich tagsüber eher an benachbarten Standorten mit besseren Unterschlupfmöglichkeiten aufhalten und somit in den Bodenproben kaum erfaßt werden.

Die einzige Untersuchung, in der die Quadratzahl-Methode in Verbindung mit der Schwemm-Methode mit Fallenfängen verglichen wird, wurde von ANDERSEN (1995) vorgestellt. Er nimmt als Grundvoraussetzung für seinen Vergleich an, daß die Quadratzahl-Methode angemessene Ergebnisse zur absoluten Häufigkeit der Imagines liefert. Die Larven sind allerdings seiner Meinung nach eher unterrepräsentiert, da sie sich mehr in tieferen Schichten des Bodens aufhalten. Insgesamt ergeben sich bei ihm im Vergleich zur Fallenfang-Methode keine signifikanten Korrelationen zwischen den Dominanzverhältnissen, so daß er zu dem Schluß kommt, daß die Fallenfang-Methode zur Feststellung der Dominanzen ungeeignet ist.

Auch in der vorliegenden Arbeit mußte festgestellt werden, daß die Dominanzspektren, die mit den Barberfallen ermittelt wurden, sehr kritisch zu beurteilen sind und sicher von den wirklichen Häufigkeitsverhältnissen der Carabiden an Rohbodenufern weit entfernt liegen. Laufaktive und große Arten sind überrepräsentiert, während kleine Arten, beispielsweise aus der Gattung *Bembidion*, i.d.R. wenig erfaßt werden. Aber auch die mit Hilfe der Quadratzahl-Methode gewonnenen Ergebnisse entsprechen sicherlich nicht den wirklichen Dichten. Große Arten, die sich tagsüber eher in benachbarten Bereichen mit Unterschlupfmöglichkeiten aufhalten (z.B. *Nebria livida*), werden unterbewertet.

Solche Arten müssen durch ergänzende Handfänge oder andere Methoden erfaßt werden.

Durch den gleichmäßigen Dauerfang mit Hilfe der Barberfallen ist selbstverständlich die Erfassung von wesentlich mehr Individuen und Arten möglich, wobei allerdings viele Käfer aus Nachbarhabitaten mit erfaßt werden, die mehr zufällig am Ufer "herumstreifen".

Um repräsentative Daten bei der Schwemm-Methode zu erhalten, sollten möglichst große Flächen untersucht werden. DESENDER & SEGERS (1985) geben als Minimum etwa 5 m² an, ANDERSEN (1995) untersuchte Flächen zwischen 1,5 und 5 m². Die in dieser Arbeit jeweils untersuchten 3 m² stellen somit bereits eine Untergrenze dar. Durch die Zusammenfassung mehrerer Schwemmttermine ergeben sich aber sehr brauchbare Werte.

Die Uferbereiche sollten möglichst mehrfach im Jahr (beste Zeit Mai bis August) abgeschwemmt werden, damit zu unterschiedlichen Jahreszeiten auftretende Arten nicht unter- oder überbewertet werden. Außerdem sind durch regelmäßiges Abschwemmen Erhöhungen der Individuen- und Artenzahlen sowie Ansätze phänologischer Aussagen möglich.

Bei der Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung treten einige Probleme auf. Einerseits sind für die genaue Bestimmung grober Substrat-Anteile sehr große Mengen an Material zu entnehmen, die kaum noch zu handhaben sind. Weiterhin unterscheidet sich die Bodenstruktur je nach Abstand zur Uferlinie besonders an fließenden Gewässern teilweise stark. In dieser Untersuchung wurden die Substratproben in der Übergangszone oberflächlich feucht zu trocken entnommen, die natürlich je nach Wasserstand in unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlichen Bodenanteilen liegen kann, ohne daß sich die Uferfauna hierdurch unmittelbar ändert. Von daher sind die gemessenen Substrat-Anteile nicht als absolut objektive Werte zu betrachten, sondern stellen nur gute Anhaltspunkte dar.

Beim Vergleich der Dichteabschätzungen der Laufkäferfauna an den Uferstandorten mit denen anderer Autoren zeigt sich, daß die festgestellten Werte (vgl. Punkt 3.1.) durchaus den Ergebnissen der anderen Untersuchungen ähneln. DESENDER & SEGERS (1985) ermittelten an sandigen bis lehmigen Ufern in Belgien Carabiden-Dichten zwischen 4 und 30 Individuen/m². ANDERSEN (1970) erwähnt Standorte mit Dichten zwischen 1 und 18 Tieren/m² an einigen schlammigen Ufern in Norwegen. An Ufern mit Schotter ermittelte er Werte zwischen 0,8 und 63,2 Individuen/m² (ANDERSEN 1983).

An einigen sandigen Ufern fielen extrem hohe Dichten an Staphyliniden auf, insbesondere mit *Bleddius subterraneus* in mehreren Hundert Exemplaren pro m². DESENDER & SEGERS (1985) erwähnen sogar ein Extrem von 550 Staphyliniden/m². Kurzflüger können für einige Uferbewohner unter den Carabiden, insbesondere größere Arten wie *Nebria livida*, eine wichtige Nahrungsgrundlage darstellen.

Im Untersuchungsgebiet sind natürliche Rohbodufer-Standorte durch umfangreiche wasserbauliche Maßnahmen extrem selten geworden. D.h., alle Uferbereiche mit Rohbodenflächen (vor allem großflächige) und alle hier charakteristischen Arten sind im Gebiet grundsätzlich höchst schutzwürdig. Durch die Eignung der Sedimente im Schwarzach-, Regnitz- und Maintal für Bauzwecke wurden eine Reihe von Ersatzhabitaten geschaffen, die von der Mehrzahl der Arten auch besiedelt werden (vgl. auch PLACHTER 1986a). Einige Carabiden allerdings (u.a. aus der *Bembidion*-Untergattung *Bracteon*), von denen alte Meldungen vorliegen, konnten die neu entstandenen Sekundärhabitats nicht besiedeln. Rohboduferarten sind langfristig im Gebiet nur durch Rückführung einiger Fließgewässerbereiche in natürliche, dynamische Systeme zu erhalten.

5 Zusammenfassung

In der Umgebung von Nürnberg, Erlangen und Bamberg (Nordbayern) wurden im Jahr 1995 vierzig Rohbodufer-Standorte an Fließgewässern sowie in Kies-, Sand- und Tongruben auf ihre Laufkäferfauna hin untersucht. Die Erfassung erfolgte unter Verwendung einer standardisierten Schwemm-Methode und von Barberfallen sowie mit Handfängen und Auslegen von Dachziegeln. Neben den Artdaten wurden an den Standorten zusätzlich einige Umweltparameter ermittelt (Korngrößenverteilung des Substrates, Neigung, Pflanzendeckung, Exposition, Höhe sowie einige Wasserparameter). Die Auswertung erfolgte u.a. mit Hilfe von Korrespondenzanalysen. Es zeigten sich für die verschiedenen Ufertypen charakteristische Artenzusammensetzungen. Das Korngrößengefüge des Substrates stellt hierfür den entscheidenden Faktor dar. Beim Vergleich von Quadratzahl- und Fallenfang-Methode ergeben sich stark unterschiedliche Dominanzen. In den Fallenfängen überwiegen große und laufaktive Arten. Die für die jeweiligen Ufertypen charakteristischen Käfer werden jedoch i.d.R. unterrepräsentiert. In den Schwemmanalysen fehlen dagegen z.T. größere, nachtaktive Arten.

Dank

Vielen Dank an Dipl.-Biol. Jürgen Schmidl für die Anregung zur Arbeit mit den multivariaten Methoden und an Dr. Hagen Fischer für die Einführung in die Analysen sowie die Möglichkeit der Nutzung der Programme.

Literatur

- ANDERSEN, J. (1970): Habitat choice and life history of Bembidiini (Col., Carabidae) on river banks in Central and northern Norway. - Norsk entomol. Tidsskr. 17: 17-65.
- ANDERSEN, J. (1983): The habitat distribution of species of the tribe Bembidiini (Coleoptera, Carabidae) on banks and shores in northern Norway. - Notulae Entomol. 63: 131-142.
- ANDERSEN, J. (1995): A comparison of pitfall trapping and quadrat sampling of Carabidae (Coleoptera) on river banks. - Entomol. Fennica 6: 65-77.
- CZECHOWSKI, W. (1979): Sampling of Carabidae (Coleoptera) by Barber's traps and biocenometric method in urban environment. - Bull. Acad. Pol. Sci. 27 (6): 461-465.
- DESENDER, K. & SEGERS, R. (1985): A simple device and technique for quantitative sampling of riparian beetle populations with some carabid and staphylinid abundance estimates on different riparian habitats (Coleoptera). - Rev. Ecol. Biol. Sol 22 (4): 497-506.
- FISCHER, H.S. (1994): Das Pflanzensoziologische Programmsystem. - 57 S.; unveröffentlicht.
- JONGMAN, R.H.G., TER BRAAK, C.J.F. & VAN TONGEREN, O.F.R. (1987): Data analysis in community and landscape ecology. - 209 S.; Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), Wageningen.
- KOCH, K. (1977): Zur unterschiedlichen Besiedlung von Kiesgruben am Niederrhein durch ripicole Käferarten. - Decheniana, Beiheft 20: 29-35.
- LORENZ, W. (1992): Rote Liste gefährdeter Laufkäfer (Carabidae) Bayerns. - Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 111: 100-109.
- MEISSNER, R.-G. (1983): Zur Biologie und Ökologie der ripicolen Carabiden *Bembidion femoratum* Sturm und *B. punctulatum* Drap.. I. Vergleichende Untersuchungen zur Biologie und zum Verhalten beider Arten. - Zool. Jb. Syst. 110: 521-546.
- NIEDLING, A. (1996): Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) an Uferstandorten mit Rohbodencharakter. Faunistisch-ökologische und methodische Untersuchungen. - 125 S. + 29 S. Anhang; unveröff. Diplomarbeit Inst. Zoologie I, Univ. Erlangen-Nürnberg.
- NIEDLING, A. & SCHELOSKE H.-W. (in Vorb.): Beiträge zur Laufkäferfauna von Rohboden-Uferstandorten in Franken (Coleoptera: Carabidae).
- PLACHTER, H. (1986a): Composition of the carabid beetle fauna of natural riverbanks and of man-made secondary habitats. - In: Den Boer P.J. et al.: Carabid Beetles, their Adaptations and Dynamics. - Fischer, Stuttgart/ New York: 509-536.
- PLACHTER, H. (1986b): Die Fauna der Kies- und Schotterbänke dealpiner Flüsse und Empfehlungen für ihren Schutz. - Ber. ANL 10: 119-147.
- SCHMIDL, J. (1992): Vergesellschaftung und Habitatwahl adephager Wasserkäfer (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae) in Abhängigkeit von physikalischen und chemischen Wasserparametern - Eine Canonische Korrespondenzanalyse. - 186 S.; unveröff. Diplomarbeit, Universität Erlangen-Nürnberg.
- SMILAUER, P. (1993): CanoDraw 3.00 User's Guide. - 118 S.; Scientia Publishing, Budapest.

SPENCE J.R. & NIEMELÄ, J.K. (1994): Sampling carabid assemblages with pitfall traps: The madness and the method. - *Canad. Entomol.* 126 (3): 881-894.

TER BRAAK, C.J.F. (1988): CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1.). - 95 S.; Wageningen.

Anschriften der Verfasser

Andreas NIEDLING

Bergstr. 21

D-91341 Röttenbach

Prof. Dr. H.-W. SCHELOSKE

Institut für Zoologie - Lehrstuhl I

Friedrich-Alexander-Universität

Staudtstr.5

D-91058 Erlangen

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): Niedling Andreas, Scheloske Hans-Werner

Artikel/Article: [Erfassung und multivariate Analyse von Laufkäferzönosen an Rohbodenufern in Franken 115-125](#)