

Bentho- und Laufkäferzönose in Buhnenfeldern der Mittelelbe

Michael T. Dirksen, Tom Aßmuth, Elisabeth Wunsch, Carsten Thiel, Hans-Wilhelm Bohle

1 Einführung

Bedeutende Teilbereiche des Ökosystems Elbe sind die semiterrestrischen Flächen, der Grenzlebensraum zwischen aquatischen und terrestrischen Biotopen. Diese sind auf weiten Strecken der Elbe durch Buhnen und die von ihnen umschlossenen Buhnenfelder geprägt. Seit 1990 werden die vernachlässigten Buhnen saniert bzw. erneuert, um das vom Bundesverkehrsministerium vorgegebene Ausbauziel (Fahrrinnenbreite 50 m, Fahrrinntiefe 1,60 m an mindestens 345 Tagen im Jahr) zu realisieren. Die damit einhergehenden Veränderungen der ökomorphologischen Strukturen der Elbe, und damit auch derjenigen von Fauna und Flora, sind tief greifend. Zielsetzung des interdisziplinären BMBF-Verbundprojektes ist die Entwicklung eines numerischen Planungswerkzeuges. Konstruktive, wasserbauliche Eingriffe in Morpho- und Hydrodynamik eines Flusses (insbesondere der Bau von Buhnen) sollen damit vor dem Bau hinsichtlich Ihrer Wirkung auf Fauna, Morpho- und Hydrodynamik bewertbar werden.

2 Methoden

Die Anbindung der biotischen Komponente an das hydro- und morphodynamische, numerische Modell der Universität Darmstadt erfordert die Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Fauna und Abiotik mittels Korrelationsanalysen. Zu diesem Zweck wurden Fauna und Abiotik der Buhnenfelder in den Jahren 1998 und 1999 in monatlichen Intervallen beprobt. Die Ermittlung der Korrelationen von Abiotik und Fauna erfolgt mittels multivariater Methoden sowie mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzen und Kontingenztafeln (TP Universität Cottbus, hier nicht dargestellt). Untersuchungsobjekte waren fünf Buhnenfelder im Grenzbereich der oberen zur unteren Mittelelbe. Hier befinden sich zudem die Untersuchungsflächen weiterer Projektnehmer im Forschungsverbund Elbe-Ökologie, so dass vergleichbare Rahmenbedingungen gegeben sind. Die koordinierte Beprobung durch mehrere Projektnehmer legitimiert einen Datenaustausch und ist im Sinne ökonomischer Forschung. Als Untersuchungsflächen wurden in Bezug auf Morpho- und Hydrodynamik stark differierende Buhnenfelder ausgewählt, um ein möglichst diverses Faktorenspektrum in hoher Auflösung zu erhalten. Dies gewährleistet, dass alle in Frage kommenden Umwelt-Parameter in maximaler Länge ihrer jeweiligen Gradienten erfasst und differenziert werden.

3 Ergebnisse

Für das Zusammenführen der Informationen aus den unterschiedlichen Teilbereichen des Projektes wurde eine zentrale Projektdatenbank auf der Basis von MS Access erstellt. Eine Benutzeroberfläche ermöglicht die einfache Abfrage, Auswahl, Verknüpfung und Berechnung der verschiedenen Parameter; Schnittstellen zur Ausgabe der Daten für die multivariate statistische Analyse (CANOCO), der Bildanalyse und der Korrelationsanalyse mittels neuronaler Netzwerke und Kontingenztafeln wurden geschaffen. Die Datenbank ist die Schnittstelle für folgende Parameter:

- Abiotik: O₂-Gehalt, pH-Wert und Temperatur, Morphologie, Strömungsgeschwindigkeit, Überflutungsdauer etc.,
- Biotik: Abundanz der terrestrischen und aquatischen Fauna, Ergebnisse der Vegetationsaufnahme,
- Autökologie: Autökologische Sekundär-Informationen aus der Datenbank des bayerischen Landesamtes für Ökologie etc.,
- Biomasse: Ergebnisse der Biomassen-Bestimmung mittels Bildanalyse, Fotodokumentation der Bildanalyse,
- Zusatz-Informationen: geographische Koordinaten der Probestellen, Fotodokumentation der Pro-

bestellen, Wetterdaten etc.

Die aquatische Fauna wurde quantitativ mittels Airliftsampler, Stechrohr, Eklektoren und Abbürsten der Hartsubstrate erfasst. Die Auswertungen zeigen, dass die dominierenden Taxa im Weichsubstrat der Bühnenfelder Oligochaeta sind, während das Hartsubstrat vorwiegend von Chironomidae und Crustacea besiedelt wurde. Ein Vergleich der aquatischen Fauna der Jahre 1998 und 1999 ergibt eine geringere Diversität des Makrozoobenthos des Jahres 1998. Dies ist wahrscheinlich auf das im Jahr 1998 extrem lang andauernde Niedrigwasser und die daher erhöhte Schadstoffkonzentration in der fließenden Welle zurückzuführen. 1999 konnten die Flohkrebse *Dikerogammarus villosus* und *D. haemobaphes*, welche pontokaspischer Herkunft sind, als Neozoa in der Elbe im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. Die Bestimmung der Chironomidae ergab eine vorläufige Taxazahl von 66. Es zeigen sich deutliche Unterschiede in der Präferenz der verschiedenen Arten in Bezug auf die Habitatbedingungen. Die vergleichende Auftragung der Probestellen und der sie charakterisierenden Umweltparameter (Abb. 1) zeigt die Präferenz von Arten der Gattung *Cricotopus* für Habitate mit geringerer Strömung, höherem organischen Gehalt und kleinerem Korndurchmesser. Dagegen erweist sich *Nanocladius bicolor* als euryök, d.h. er kommt an Probestellen mit sehr unterschiedlicher Charakteristik vor. Bei einigen Arten der Chironomidae ist ein besonders ausgeprägtes Antwortverhalten auf die Änderung von Umweltparametern festzustellen. Mit der Integration dieser Daten in die Analyse ist eine weitere Verbesserung der Güte der Korrelationen zwischen Fauna und Umwelt zu erwarten.

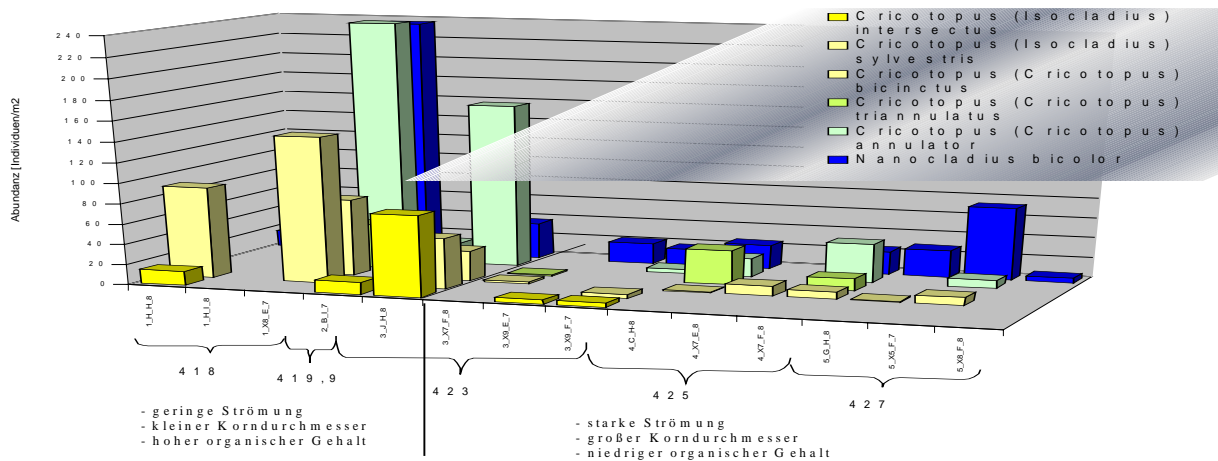


Abb. 1. Abundanzen der Chironomidae in Abhängigkeit der unterschiedlich charakterisierten Probestellen

Die terrestrischen Flächen der Wasserwechselzonen verschiedener Bühnentypen wurden mittels Bodenfallen in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung beprobt. Die Auswertungen zeigen, dass zu den häufigsten hier auftretenden Taxa die Carabidae, Collembola, Anthicidae und Saldidae zählen. Der Wiederfang des seit 1898 in Deutschland verschollenen Laufkäfers *Chlaenius spoliatus* (Rossi) gelang 1998 im Untersuchungsgebiet. Eine Vegetationsaufnahme in Anlehnung an Braun-Blanquet (Tab. 1) ergab, meist in klarer Zonierung vom Ufer zur Aue, folgende Vegetationstypen und –gesellschaften:

Tab. 1. Vegetationstypen und Pflanzengesellschaften im Untersuchungsgebiet

1.	Xanthio albini-Chenopodietum rubri (Elbspitzkletten-Gesellschaft)
2.	Gänsefuß-Hirschsprung-Gesellschaft (Chenopodio polyspermi-Corrigioletum litoralis)
3.	Beifuß- (<i>Artemisia annua</i>)-Gesellschaft
4.	Flutrasen (Agrostietea stoloniferae)
5.	Halbruderale Bestände (Artemisietea vulgaris)

Die Kanonische Korrespondenzanalyse (Canonical Correspondence Analysis - CCA) zeigte Abhängigkeiten der terrestrischer Fauna von Vegetationstyp (hier nicht dargestellt) und

Vegetationsdichte (Abb.2) auf.

4 Ergebnisse der Korrelationsanalysen mittels multivariater Methoden

Die Ermittlung der Zusammenhänge von Fauna und Umweltfaktoren und Überprüfung der Ergebnisse auf Plausibilität erfolgt mittels multivariater Methoden (Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) und Redundanzanalyse (RDA), im Folgenden dargestellt).

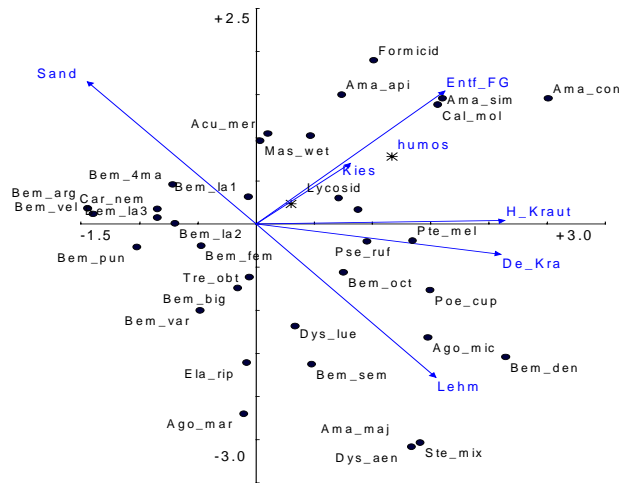


Abb. 2. CCA (1.-2.HA), der terr. Teil-Biozönose

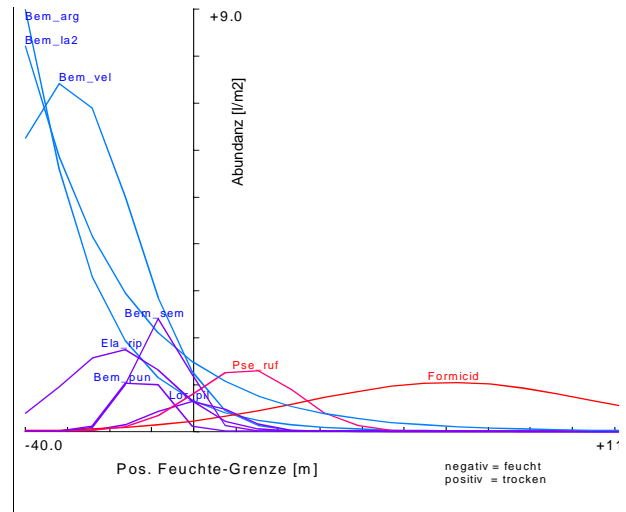


Abb. 3. Model responses, Umgebungsvariable Feuchtegrenze

Zur Analyse der Beziehungen zwischen terrestrischer Fauna und Umwelt wurde eine CCA durchgeführt. Die Länge der Umwelt-Vektoren zeigen die deutlichen Einflüsse der Bodenarten Sand und Lehm. Die Vegetations-Vektoren (De_Kra und H_Kra) verlaufen parallel zur ersten Hauptachse, beschreiben also die größte Varianz im Artenraum und erscheinen als lange Vektoren, d.h. als wichtige Umweltfaktoren. Mit der beschriebenen Anordnung der Umweltfaktoren korrespondiert die Position der Arten im „Artenraum“ (Abb. 4). Es wird z.B. die Vorliebe der Arten *Bembidion argenteolum* (Bem_arg), *B. velox* (Bem_vel) und *B. punctulatum* (Bem_pun) für wasserliniennahe, vegetationsfreie Standorte deutlich. *B. semipunctatum* (Bem_sem) und *B. dentellum* (Bem_den) sind in vegetationsbestandenen und lehmigen Bereichen nahe des Wassers zu finden. *Calathus mollis* (Cal_mol), diverse Amara-Arten und Ameisen (Formicid) sind in weit vom Wasser entfernt gelegenen Fällen mit höherem Deckungsgrad, i.d.R. an der Böschungskante, zu finden. Die Darstellung des Zusammenhangs eines Umweltfaktors (Position Feuchtegrenze) und der Abundanz der Arten zeigt Abb. 3. Es werden die oben beschriebenen Zusammenhänge zwischen Umweltfaktor und Arten deutlich: Formiciden bevorzugen trockene, vom Ufer entfernte Bereiche, *Bembidion argenteolum* ufernahe, feuchte Bereiche, während z.B. *Bembidion semipunctatum* eine intermediäre Stellung einnimmt.

Tab. 2. Korrelation der Achsen der CCA mit den Umgebungsvariablen und Varianzklärung durch die Umgebungsvariablen (n.s. = nicht signifikant)

Variable (critical value for t-statistics: 1,96)	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4	Varianzklärung durch die Umweltvariable allein (lamda1)
H_Kraut	+0.77	n.s.	-0.29	-0.34	0.72
Entf_FG	+0.67	+0.55	n.s.	n.s.	0.70
Entf_WL	+0.62	n.s.	-0.19	+0.34	0.67
Kies	-0.04	-0.14	n.s.	+0.72	0.40
Humos	+0.26	-0.14	-0.40	-0.42	0.40
Lehmauflage	+0.07	-0.16	n.s.	+0.01	0.12

Eigenvalues	864	679	501	457	
Cumulative percentage variance of species-environment relation	26.9	48.0	63.6	77.8	

Insgesamt ergibt sich eine kumulierte Varianzerklärung des Umwelt–Artenraums durch Analyse der ersten 4 Achsen der CCA von 77,8% (Tab. 2). Dies ist ein relativ hoher Wert, welcher noch anhand weiterer noch auszuwertender Proben überprüft und abgesichert werden muss.

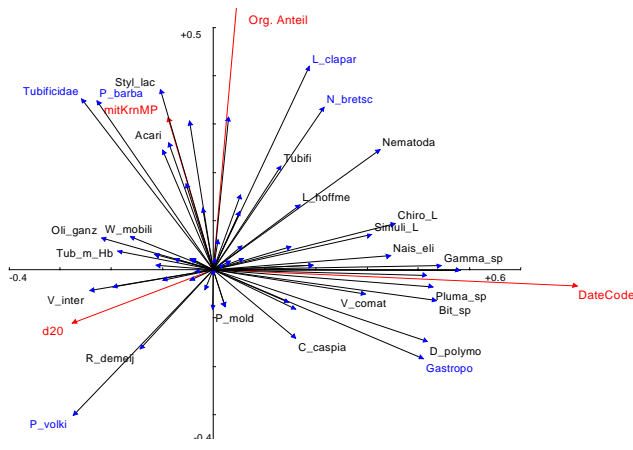


Abb. 4. RDA (1.2. HA) der Benthozönose der Weichsubstrate

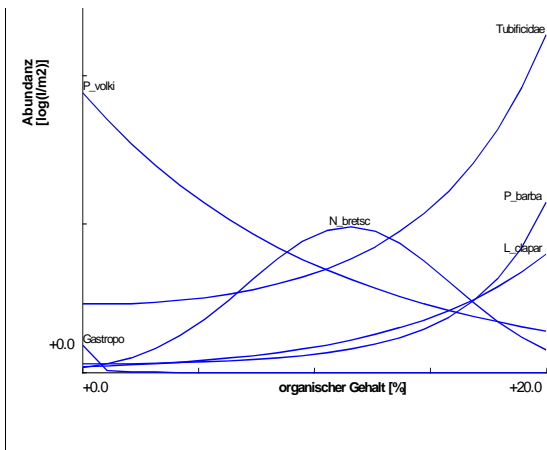


Abb. 5. Modell responses; Umgebungsfaktor org. Gehalt

Statistische Tests ergaben eine geringere Varianz in dem Datensatz der aquatischen Biozönose als dem der terrestrischen. Daher wurde die Korrelationsanalyse mittels RDA durchgeführt. Die Faktoren Zeit (DateCode) und organischer Gehalt (Org. Anteil) zeigten sich als dominierende Einflussgrößen. Von untergeordneter Bedeutung erwiesen sich die Substratparameter des mittleren Korndurchmessers nach Meyer-Peter-Müller (mitKrnMP) sowie die Korngrößenklassen d10 bis d90. Der Oligochaet *Limnodrilus claparedeanus* (L_clapar) sowie Tubificidae (Tubificida) werden als Taxa geclustert, welche Substrate mit höherem organischem Gehalt bevorzugen. Dagegen meidet der Oligochaet *Propappus volcki* (P_volki) Substrate mit höherem organischem Anteil, ebenso wie die Chironomidae *Robackia demeijerei* (R_demei). Die angesprochenen Korrelationen werden ebenfalls in der Auftragung eines Umweltfaktors (organischer Gehalt) gegen Abundanz (Abb. 5) deutlich. *Nais bretscheri* (N_bretsc) kommt hier bei intermediärem organischem Gehalt des Substrats vor. Die kumulierte Varianzerklärung ist bei den benthischen Analysen wesentlich geringer (lediglich bis zu 50%) als bei den terrestrischen Analysen. Dies ist durch den noch nicht in die Analyse eingegangenen bedeutenden Faktor Strömung und die große Toleranz der euryöken Benthozönose gegenüber Varianz in den Umwelteinflüssen zu erklären. Die Strömung wird in weitere Analysen Eingang finden.

5 Zusammenfassung

Fauna und Ufer-Flora der semiterrestrischen Flächen von fünf Bühnenfeldern der Mittelelbe wurden qualitativ und quantitativ aufgenommen. Über die erarbeitete zentrale Projektdatenbank wurden die Daten für Analysen der Projektpartner verfügbar gemacht. Die Korrelationsanalyse von Fauna und Umweltdaten ergab signifikante Abhängigkeiten der Besiedlung von einzelnen Umweltfaktoren. Als dominant erwiesen sich die Faktoren „organischer Gehalt“ und „Feuchte des Substrats“ sowie „Bedeckungsgrad mit Vegetation“. Das Antwortverhalten einzelner Spezies erwies sich als besonders ausgeprägt und wurde auf diese Faktoren zurückgeführt. Die Ermittlung der Abhängigkeiten von einzelnen Umweltfaktoren ermöglicht die Integration der Komponente „Fauna der semiterrestrischen Flächen“ in das numerische morpho- und hydrodynamische Modell der TU Darmstadt. Die hohe Varianzerklärung des terrestrischen Datensatzes lässt eine numerische Simulation der Carabidozönose in Abhängigkeit von Umweltparametern mit hoher Güte als wahrscheinlich erscheinen. Die Güte der

Korrelationen von benthischen Daten und Umweltvariablen ist durch Einbeziehung weiterer Proben und Umweltfaktoren, insbesondere der Strömung, zu verbessern.