

Rasterkartierung von Libellen zur ökologischen Bewertung von Flußauen **Grid Mapping of Dragonflies for ecological Evaluation of River Plains**

von Gunnar Rehfeldt

Abstract

On the river plains of Innerste and Oker (Lower Saxony) a grid mapping of Odonata was carried out in 1980. The spread of the species is represented as frequency. The number of species at different types of waters, especially old tributaries, depends on water quality, development of aquatic vegetation and use for fish-hatching. The census method is discussed and it is proposed a scale consisting of five parts including number of species, threat and typical species for evaluation of the river systems as a component of natural conservation.

1. Einleitung

Libellen erscheinen zur Charakterisierung und Bewertung von Feuchtbiotopen besonders geeignet (Wildermuth 1980). Viele Arten sind an bestimmte Gewässertypen gebunden (Schmidt 1977, Clausnitzer 1980) und reagieren auf anthropogene Veränderungen ihrer Fortpflanzungs- und Nahrungsbiotope empfindlich. So werden mehr als 50 % der in der Bundesrepublik Deutschland beheimateten Libellenarten als stark gefährdet oder gefährdet angesehen (Pretschner 1977, Schmidt 1977). Als Sekundär- oder Tertiärkonsumenten zeigen sich Veränderungen in Biozönosen um ein Vielfaches verstärkt im Vorkommen dieser meist seltenen Arten.

Libellen können jedoch nicht nur als Bioindikatoren im Sinne von Belastungsindikatoren (Müller 1976a) für Chemismus und Struktur ihrer Fortpflanzungsgewässer dienen (Zahner 1965, Clausnitzer 1974). Darüber hinaus können sie auch Veränderungen in der Struktur der Gewässerumgebung anzeigen (Schmidt 1980).

Aufgrund ihrer für Insekten beträchtlichen Körpergröße und des auffälligen Verhaltens sowie der guten Kennzeichnung der Imagines bei relativ geringer Artenzahl bieten Libellen günstige Voraussetzungen für Bestandsaufnahmen. Ihre - ähnlich wie bei anderen carnivoren Tierarten - vergleichsweise niedrige Populationsdichte (Moore 1953) ermöglicht selbst quantitative Aussagen mit relativ geringem Zeitaufwand.

Für die Einbeziehung derartiger Untersuchungen in die ökologische Beurteilung einer Landschaft müssen flächendeckende Erhebungsmethoden und Bewertungskriterien erarbeitet werden. Lediglich die Rasterkartierung ermöglicht eine gleichmäßige Bearbeitung des ganzen Untersuchungsgebietes und somit eine gute Ver-

gleichbarkeit der verschiedenen Feuchtbiopte einer Flußau. Über die Ermittlung lokaler Bestandsgrößen und -trends hinaus besteht die Möglichkeit eines regionalen Vergleichs mit anderen ähnlichen Kartierungen.

Für wertvolle Anregungen und Unterstützung danke ich Prof. Dr. G. Rüppell (Braunschweig) sowie Dr. R. Altmüller (Landesverwaltungsamt). Für weitere Hinweise und die Überlassung von Angaben zur Wasserqualität der untersuchten Flüsse bin ich Dr. P. Groth (Harzwasserwerke) sowie Dr. H. Faasch (Medizinaluntersuchungsamt Braunschweig) zu Dank verpflichtet.

2. Methode, Material und Untersuchungsgebiet

Die untersuchten Flußauen liegen an der Innerste am östlichen Rand des Weser-Leine-Berglandes sowie in der Talau der Oker im Nördlichen Harzvorland. Die Innerste-Teilfläche erstreckt sich von Langelsheim ($51^{\circ} 56' \text{ N}$, $10^{\circ} 21' \text{ E}$, 192 m über NN) bis unterhalb Salzgitter-Ringelheim ($52^{\circ} 01' \text{ N}$, $10^{\circ} 17' \text{ E}$, 124 m über NN) mit einer Größe von $4,2 \text{ km}^2$ und einer Flußlänge von 13,5 km. Die Länge des Untersuchungsgebietes an der Oker beträgt von der Stadt Oker ($51^{\circ} 56' \text{ N}$, $10^{\circ} 29' \text{ E}$, 182 m über NN) bis südlich Schladen ($52^{\circ} 01' \text{ N}$, $10^{\circ} 33' \text{ E}$, 98 m über NN) 13,1 km bei einer Fläche von $5,6 \text{ km}^2$ (Abb. 1).

Das Klima weist kontinentale Züge auf, denn das Gebiet ist aufgrund eines ausgeprägten Föhneffektes am Harzrand durch einen Wärmeüberschuß und eine erniedrigte Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet (Schulz 1970).

Die Hydrographie beider Flüsse wird trotz Talsperrenbau durch die Niederschläge des Harzes bestimmt. Die Innerste weist bei einem mittleren Gefälle von $3,54 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$ Fließgeschwindigkeiten von weniger als $0,1 \text{ m/s}$ vor Wehren sowie bis zu $1,8 \text{ m/s}$ bei Hochwasser auf. An der Oker finden sich hingegen durchgehend Abflußgeschwindigkeiten von $0,9\text{--}1,1 \text{ m/s}$ mit einem mittleren Gefälle von $6,5 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$. Beide Flußläufe sind innerhalb des Untersuchungsgebietes weitgehend als naturnah zu bezeichnen.

Auch die angrenzenden, meist stehenden Gewässer - im Innerstetal Altarme, im Okertal größere Kieselseen - stehen hydrologisch und physiko-chemisch eng mit dem Flußsystem und seinem Grundwasserstrom in Verbindung.

Beide Flußauen wurden auf der Grundlage des Gauß-Krüger-Netzes in Flächen von je $6,25 \text{ ha}$ Größe eingeteilt. Untersucht wurden 57 Raster mit Feuchtbiotopen, die eine Reproduktion und Entwicklung von Libellen möglich erscheinen ließen. Flußstrecken, die sich hinsichtlich Fließgeschwindigkeit, Chemismus und Uferstruktur weitgehend ähnelten, sowie einheitlich strukturierte Kieselseen wurden nur in Stichproben untersucht.

Jede Probefläche wurde von Mitte Mai bis Mitte September 1980 in etwa einmonatigem Abstand bei geeigneten Witterungsbedingungen (Windstärke 2, Lufttemperatur um 12 Uhr etwa 20° C , niederschlagsfrei) kontrolliert. Die Beobachtungszeit lag zwischen 11 und 17 Uhr, wobei zufällig ausgewählte Raster in wechselnder Reihenfolge begangen wurden. Jede Zählung wurde auf derselben Route vornehmlich an der Uferlinie der Gewässer durchgeführt und dauerte 20-30 Minuten (vgl. Moore 1953, Schmidt 1964, Parr 1965, Schwoerbel 1980). Zusätzlich wurde eine Kontrollfläche in einwöchigem Abstand aufgesucht, um eine Übersicht über Populationsentwicklung und Flugzeit zu erhalten und Aufnahmefehler abzuschätzen.

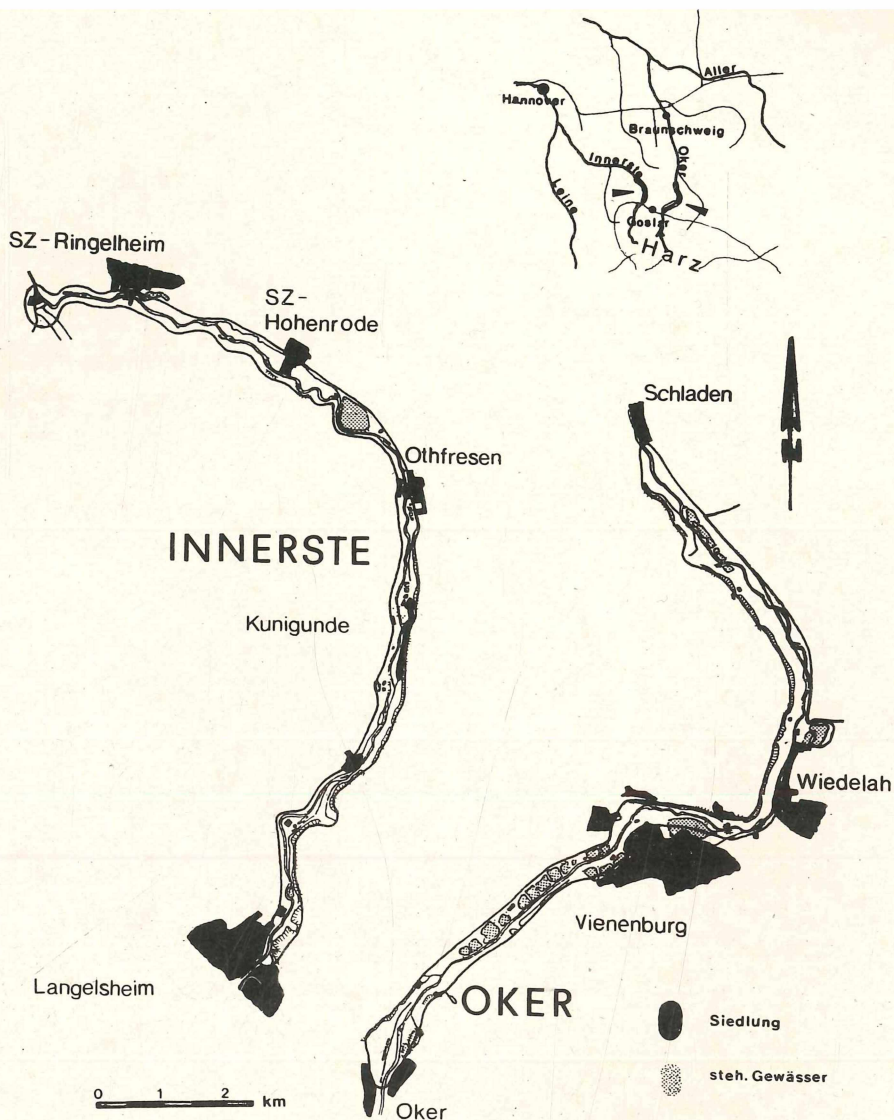


Abb. 1: Lage und Größe des Untersuchungsgebietes.

Zur Erfassung der aquatischen Makrophyten wurden pflanzensoziologische Untersuchungen nach Braun - Blanquet (1964) durchgeführt sowie an jedem Gewässer der Bedeckungsgrad von Röhricht und Schwimmpflanzen ermittelt.

Mit Hilfe eines Vielfachmeßgerätes (WTW) CB 570 mit Kombinationsmeßsonde

CMS 570 erfolgten Messungen von pH, Leitfähigkeit, Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt.

Bei der Auswertung entsprechen die Häufigkeitsangaben folgenden geometrischen Reihen:

	Kleinlibellen (Zygopteren)	Großlibellen (Anisopteren)
$4,55^0 - 4,55^1$	1-19 Ind.	1-4 Ind.
$4,55^1 - 4,55^2$		5-19 Ind.
$4,55^2 - 4,55^3$	20-99 Ind.	20- Ind.
$4,55^3 -$	100- Ind.	

Zum Vergleich der Verbreitung einzelner Arten wurde die Frequenz F berechnet:

$$F = \frac{N'}{N} \cdot 100.$$

N' = Zahl der Probeflächen, in denen die Art auftritt,

N = Gesamtzahl der Probeflächen.

3. Ergebnisse

Artenzahl und Frequenz

Im Untersuchungsgebiet wurden bisher 32 Libellenarten (Innerste 29, Oker 24) nachgewiesen. Dies entspricht 55 % der in Niedersachsen und 40 % der in der Bundesrepublik Deutschland nachgewiesenen Formen (nach Altmüller et al. 1981, Stobbe 1979). Die relative Verbreitung der einzelnen Arten und ihr Auftreten in beiden Flußauen zeigt Tab. 1.

Verbreitetste Art ist Ischnura elegans ($F = 87,7$), ein Bewohner der größeren, elektrolytreichen Kiese, gefolgt von Pyrrhosoma nymphula ($F = 63,2$). Bemerkenswert hoch ist auch die Frequenz von Arten, die bevorzugt abseits der Gewässer über Feuchtwiesen fliegen. In der Reihenfolge ihrer Verbreitung sind dies Sympetrum flaveolum ($F = 54,4$), Sympetrum pedemontanum ($F = 10,5$), Sympetrum striolatum ($F = 5,3$), Sympetrum depressiusculum ($F = 1,7$) und Somatochlora flavomaculata ($F = 1,7$).

Eine Fortpflanzung in den Gewässern des Untersuchungsgebietes kann für nahezu alle nachgewiesenen Arten angenommen werden. Verhaltensweisen, die auf Reproduktion hindeuten, sind hierbei unterschiedlich zu beurteilen. Am eindeutigsten sind Funde von Exuvien und Beobachtungen schlüpfender Imagines (Wildermuth 1980). Dies wurde nachgewiesen bei Lestes sponsa, Pyrrhosoma nymphula, Ischnura elegans, Coenagrion puella, Aeschna cyanea, Libellula depressa, Sympetrum flaveolum, Sympetrum striolatum, Sympetrum vulgatum und Sympetrum sanguineum. Larvenfunde und Eiablage können nur bedingt als Hinweis auf eine Entwicklung im Fundgewässer betrachtet werden, da diese möglicherweise nicht beendet werden kann. Derartige Beobachtungen liegen vor von Lestes viridis, Coenagrion pulchellum, Coenagrion hastulatum, Enallagma cyathigerum, Aeschna mixta, Somatochlora metallica, Libellula quadrimaculata, Sympetrum danae, Sympetrum pedemontanum, Sympetrum depressiusculum sowie Leucorrhinia rubicunda. Frisch geschlüpfte Imagines wurden

festgestellt bei Lestes dryas, Lestes virens und Ischnura pumilio. Revierverhalten bzw. Einzelindividuen konnten bei Brachytron pratense, Aeschna grandis, Anax imperator, Cordulia aenea, Somatochlora flavomaculata sowie Orthetrum cancellatum beobachtet werden.

Tabelle 1: Vorkommen und Rasterfrequenzen der 1980 nachgewiesenen Libellenarten

Art	Innersteaue	Okeräue	Rasterfrequenz
<u>Lestes sponsa</u> (HANSEMANN)	+	+	17,5
<u>Lestes dryas</u> KIRBY	+		1,7
<u>Lestes viridis</u> (VANDERL.)	+	+	14,0
<u>Lestes virens</u> (CHARP.)	+	+	5,3
<u>Pyrrhosoma nymphula</u> (SULZER)	+	+	63,2
<u>Ischnura elegans</u> (VANDERL.)	+	+	87,7
<u>Ischnura pumilio</u> (CHARP.)	+	+	3,5
<u>Coenagrion puella</u> (L.)	+	+	26,3
<u>Coenagrion pulchellum</u> (VANDERL.)	+		7,0
<u>Coenagrion hastulatum</u> (CHARP.)	+		3,5
<u>Enallagma cyathigerum</u> (CHARP.)	+	+	36,8
<u>Brachytron pratense</u> (MÜLLER)	+		1,7
<u>Aeschna grandis</u> (L.)		+	3,5
<u>Aeschna cyanea</u> (MÜLLER)	+	+	31,6
<u>Aeschna mixta</u> LATR.	+	+	38,6
<u>Anax imperator</u> LEACH		+	1,7
<u>Cordulia aenea</u> (L.)	+	+	3,5
<u>Somatochlora metallica</u> (VANDERL.)	+	+	15,8
<u>Somatochlora flavomaculata</u> (VANDERL.)	+		1,7
<u>Libellula quadrimaculata</u> L.	+	+	21,1
<u>Libellula depressa</u> L.	+	+	10,5
<u>Orthetrum cancellatum</u> (L.)	+	+	10,5
<u>Sympetrum flaveolum</u> (L.)	+	+	54,4
<u>Sympetrum striolatum</u> (CHARP.)	+	+	5,3
<u>Sympetrum vulgatum</u> (L.)	+	+	29,8
<u>Sympetrum danae</u> (SULZER)	+	+	29,8
<u>Sympetrum pedemontanum</u> (ALLIONI)	+	+	10,5
<u>Sympetrum depressiusculum</u> (SELLYS)	+	+	1,7
<u>Sympetrum sanguineum</u> (MÜLLER)	+	+	29,8
<u>Leucorrhinia rubicunda</u> (L.)	+		1,7

Vegetation

Die Vegetation wird wesentlich durch die Unterschiede in der Wassergüte und der Strukturvielfalt beider Flüsse bestimmt (Tab. 2).

Angaben über aquatische Makrophyten in der Oker finden sich bei Weber - Olde - cop (1969) und Wiegler (1979). Auffällig ist das praktisch völlige Fehlen submerser und amphibischer Arten, die nur spärlich durch Agrostis stolonifera, Juncus articulatus f. fluitans, Glyceria fluitans f. submersa und das Moos Leptodictyum riparium vertreten sind. An der Innerste finden sich hingegen teilweise ausgedehnte

Ranunculus fluitans-Bestände; am Ufer erstreckt sich ein zusammenhängendes Band von Glyceria maxima mit einer Breite von bis zu 7 m in ruhigen Flußabschnitten. Diese sehr nährstoffreiche Standorte anzeigende Art (Ellenberg 1979) dominiert auch in den Altarmen. In den Kieseeseen sind je nach Sukzessionsstadium Schwimmpflanzen- und Röhrichtgesellschaften sehr unterschiedlich entwickelt. Alle Bäche und Gräben des Untersuchungsgebietes sind stark belastet und weisen daher typische Gesellschaften eutropher Gewässer auf. Die Flußufer besiedeln teilweise Weidenbestände und üppige Ufersaum- und Schleiergesellschaften, über weite Strecken treten charakteristische schwermetallliebende Galmeifluren auf (Schubert 1952, Ernst 1965).

Tabelle 2: Die Wasserpflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes

Gewässertyp	Innersteaue	Okeraue
Flußläufe	<u>Ranunculo-Sietum</u> (ROLL 1938) TH. MÜLLER 1962 <u>Ranunculetum fluitantis</u> ALLORGE 1922 <u>Potametum pectinati</u> CARSTENSEN 1955 <u>Potametum lucentis</u> HUECK 1931 <u>Glycerietum maximae</u> HUECK 1931	
Altarme	<u>Ranunculetum aquatilis</u> SAUER 1947 <u>Lemno-Spirodeletum</u> W. KOCH 1954 <u>Glycerietum maximae</u> HUECK 1931 <u>Scirpo-Phragmitetum</u> W. KOCH 1926	
Kieseeseen, Teiche	<u>Lemno-Spirodeletum</u> W. KOCH 1954 <u>Potametum pectinati</u> CARSTENSEN 1955 <u>Ranunculetum aquatilis</u> SAUER 1947 <u>Scirpo-Phragmitetum</u> W. KOCH 1926 <u>Phalaridetum arundinaceae</u> LIBBERT 1931	
Tümpel	<u>Scirpo-Phragmitetum</u> W. KOCH 1926 <u>Caricetum vulpinae</u> TÜXEN 1947 <u>Caricetum gracilis</u> GRAMONER et HUECK 1931) TÜXEN 1937	
Gräben und Bäche	<u>Lemnetum gibbae</u> (W. KOCH 1954) MIYAWAKI et J. TÜXEN 1960 <u>Potametum pectinati</u> CARSTENSEN 1955 <u>Nasturtietum officinalis</u> SEIBERT 1962	

4. Diskussion

Methode

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Ermittlung der maximalen Imaginesdichte der Libellenarten eines Untersuchungsrasters im Jahresverlauf für ein Zeitintervall von 30 Minuten. Quantitative Bestandsaufnahmen freifliegender Insekten haben naturgemäß Unsicherheiten und Fehlermöglichkeiten.

Die Untersuchung der Probeflächen erfolgte zwar mit möglichst konstanter Fortbewegungsgeschwindigkeit, der kontrollierte Raum schwankte jedoch in Abhängigkeit von Gewässergröße, Breite des Röhrichtgürtels und Höhe sowie Schichtung der Vegetation. Auf Schätzwerte wurde weitestgehend verzichtet, auch dann wenn größere Schwärme frisch geschlüpfter Imagines auftraten. An kleineren Gewässern kann die ermittelte Individuenzahl - zumindest der Zygopteren - der absolut vorhandenen unter günstigen Umständen recht nahe kommen. Vergleichszählungen von Exuvien und geschlüpften Tieren bei Pyrrhosoma nymphula zeigen einen Erfassungsgrad von bis zu 82 %. Für Anisopteren lassen sich vergleichbare Werte nicht ermitteln, da die frisch geschlüpften Individuen die weitere Gewässerumgebung alsbald verlassen.

Flugzeit und Lebensdauer der einzelnen Arten weisen erhebliche Unterschiede auf (Wesenberg-Lund 1943, Moore 1952, Schiemenz 1953, Robert 1959). Schlüpfzeiten und die Dauer des Schlüpfvorganges können sowohl bei Fröhsommerformen als auch bei ausgesprochenen Herbstformen erheblich schwanken in Abhängigkeit von den aktuellen klimatischen Bedingungen oder vom Gewässercharakter (Schmidt 1964). Die Aufenthaltsdauer am Wasser unterscheidet sich sowohl bei den einzelnen Arten als auch bei verschiedenen Entwicklungsstadien und Geschlechtern sowie unterschiedlichen Tageszeiten und Witterungsbedingungen (May 1933, Wesenberg-Lund 1943, Schiemenz 1953, Robert 1959, Parr 1965, Aguesse 1968, Kaiser 1974).

Eine Beurteilung der maximalen Libellendichte wird besonders bei Arten mit kurzen Flugzeiten erschwert. Witterungseinflüsse sind nur bedingt als Ursache für Erfassungsunterschiede anzusehen, da die Untersuchungen praktisch ausschließlich unter günstigen Erfassungsbedingungen durchgeführt wurden. Auffällig war die Abnahme der Flugaktivität in den Mittagsstunden bei großer Hitze (s. a. Schmidt 1964).

In aufeinanderfolgenden Jahren können zwar beträchtliche Unterschiede in der Populationsstärke auftreten (Schmidt 1966, 1970, Jacob 1969, Greven 1970, Clausnitzer 1974), Bestandsangaben ermöglichen jedoch die Herausarbeitung von Verbreitungsschwerpunkten (Abb. 2) und verdeutlichen die Bindung einzelner Arten an bestimmte Gewässertypen (Abb. 3).

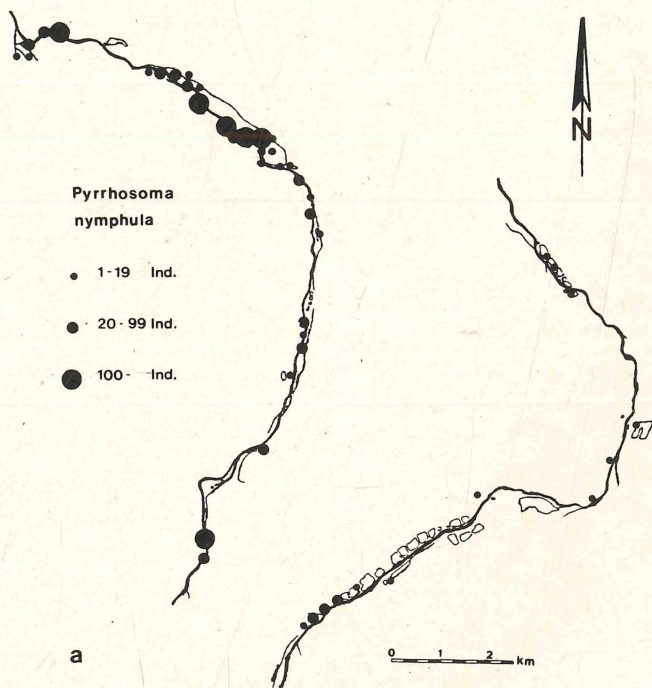


Abb. 2a: Verbreitung von *Pyrrhosoma nymphula*

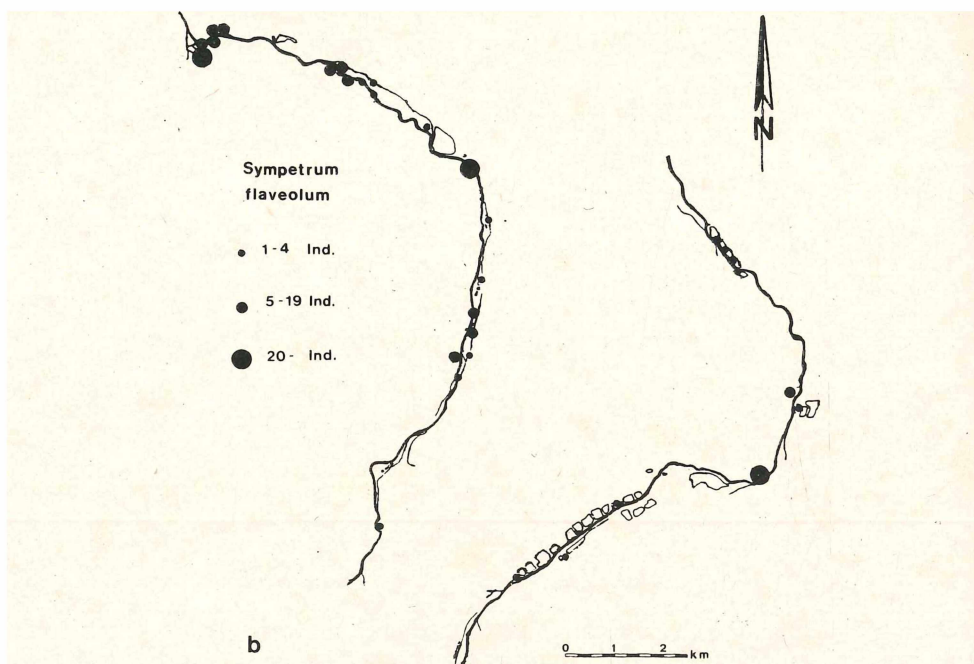


Abb. 2b: Verbreitung von *Sympetrum flaveolum* in der Innerste- bzw. Okeraue.

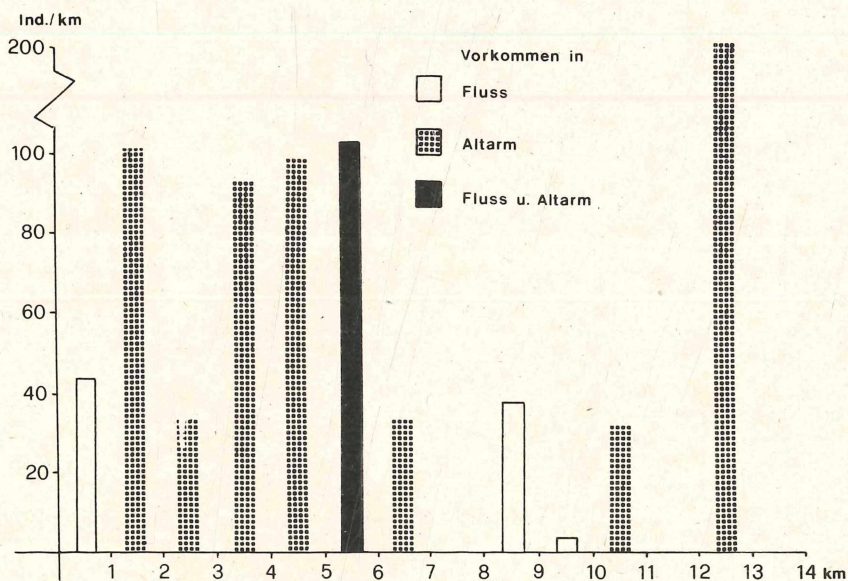


Abb. 3: Vorkommen von *Pyrrhosoma nymphula* an verschiedenen Feuchtbiotopen der Innersteaue von Flusskilometer 0 nördlich Salzgitter-Ringelheim bis Flusskilometer 14 Langelsheim (Abszisse) in Imagines/km (Ordinate).

Die Möglichkeit der Darstellung des Libellenvorkommens in Punktrasterkarten macht die Vorteile der Untersuchungsmethode besonders deutlich (vgl. Müller 1976b, Bezzel & Utschick 1979):

- rasche Übersicht;
- gleichmäßige Bearbeitung des ganzen Untersuchungsgebietes, wodurch auch "negative" Feststellungen miteinbezogen werden;
- gute Vergleichbarkeit der einzelnen Quadrate dank gleicher Flächengröße und Möglichkeit zur Ermittlung von Bestandsgrößen und -trends;
- Erfassung von Übergangs- und Randzonen unter Einbeziehung terrestrischer Biotope;
- Möglichkeit des Vergleichs mit anderen Kartierungen;
- in hohem Maße EDV-gerecht.

Anthropogene Beeinflussung der Libellenvorkommen

Wassergüte

Beide Flußsysteme weisen erhebliche Unterschiede in der Wasserqualität auf (Tab. 3). Die Oker ist am Harzrand durch industrielle Abwässer biologisch verödet, im weiteren Verlauf ist sie stark verschmutzt (Güteklasse III-IV). Auffällig sind die hohen Chloridgehalte, die wohl wesentlich für die gemessene Leitfähigkeit verantwortlich sind. Die Innerste hingegen ist kritisch belastet (Güteklasse II-III). Ihre Altarme zeigen besonders nach Hochwasser erhebliche Schwankungen in Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt.

Die seit dem Mittelalter erfolgende Schwermetallgewinnung und -verarbeitung im Harz hat zu teilweise extrem hohen Metallanreicherungen in den Talauensedimenten geführt (Tab. 2). Die Okersedimente erreichen die höchsten Werte aller bundesdeutschen Flüsse (Baumann et al. 1977). Die Schwermetallfrachten der Oker überschreiten bei weitem die zulässigen Durchschnittswerte gemäß EG-Richtlinie (Wöbse 1979), vor allem die der Cadmiumkonzentration. Für die Innerste liegen die Belastungswerte deutlich niedriger, begünstigt durch die Ablagerung der Pochsande und Fällungen im Staubecken der Talsperre (Nowak & Preul 1971).

Flußabschnitte mit vorwiegend hoher Strömungsgeschwindigkeit ($> 0,2$ m/s) werden im Untersuchungsgebiet nicht von Libellen besiedelt. Die Oker ist somit libellenfrei, wofür offensichtlich die starke Verschmutzung insbesondere mit Schwermetallen verantwortlich ist. Nach Wöbse (1979) überschreiten die Belastungswerte teilweise bei weitem die Grenzwerte, ab denen Schädigungen für Flora und Fauna zu erwarten sind (Tab. 4). Erst nördlich der Stadt Braunschweig tritt im Unterlauf des Flusses vereinzelt Calopteryx splendens auf.

Auch an der Innerste fehlen die charakteristischen Fließwasserarten, die gegenüber verminderter Sauerstoffspannung nur eine geringe Resistenz besitzen (Zahner 1960). In Flußabschnitten mit langsamer Fließgeschwindigkeit ($< 0,2$ m/s) und Altarmen kommen hingegen sowohl strömungstolerante Arten als auch Libellen stehender Gewässer vor. Es dominiert Pyrrhosoma nymphula, ein typischer Bewohner langsam fließender, eutropher Gewässer (Fittkau 1953, Robert 1959, Schmidt 1966, 1971, Riesch 1970, Clausnitzer 1977; vgl. Abb. 3). Sie erträgt offensichtlich kurzfristig auch geringe Sauerstoffspannungen, wie sie im Herbst in den Altarmen gemessen wurden (Tab. 3) sowie bei Verschmutzung auch im Fluß selbst auftreten können. Die Dichte schlüpfender Imagines erreicht in

Glyceria-Beständen 230 Ind. /100 m Uferlinie, bei der Eiablage bis zu 120 Ind. / 100 m.

Tabelle 3:

Chemismus von Flüssen und Nebengewässern des Untersuchungsgebietes im Jahr 1980.
(Nach: Bewirtschaftungsplan Oker/Fuhse 1980, Angaben der Harzwasserwerke und des
Medizinaluntersuchungsamtes Braunschweig sowie eigenen Messungen).

Gewässer	pH	Leit- fähigkeit (uS/cm)	O ₂ - Gehalt (mg/l)	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻ (mg/l)	KMnO ₄ ⁻	BSB ₅
Innerste	7, 1-7, 9	231-512	8, 8-11, 8	1-3	0, 2-0, 5	6-20	24-34	5-12	2-5
Oberlauf, Harz (zum Vergleich)	7, 1		9, 3	sp	sp	sp	12	20	5
Oker	5, 7-7, 6	445-592	7, 7-11, 5	1, 3-6, 0	sp-0, 4	6-28	20-70	10-18	3-6
Oberlauf, Harz (zum Vergleich)	6, 6		10, 3	sp	sp	3	8	11	
Innerste, Altarme	6, 6-8, 6	209-888	1, 2-14, 1						
Oker, Kiesteiche	5, 6-8, 2	433-1097	7, 5-11, 2						

Tabelle 4:

Schwermetallgehalte in Flußwasser und Sediment.
(Nach: Baumann et al. 1977, Zang 1977, Wöbse 1979, Bewirtschaftungsplan
Oker/Fuhse 1980).

Schwermetalle	Oker (Probsteiburg) (ug/l)	Innerste (Langelsheim) (ug/l)	EG- Richtlinie (ug/l)	Für Organismen schädliche Grenz- werte (ug/l)	Oker- sediment (mg/kg)	Innerste- sediment (mg/kg)
Cadmium Mittel	0, 1 - 292 65	1 - 10	5	10 - 50	490	
Blei Mittel	1 - 1410 123	1 - 50	50	21 - 50	21000	13000
Arsen Mittel	1 - 336 40		50	200	sp	
Quecksilber Mittel	0, 03 - 1, 1 0, 03		1	0, 1 - 5	140	
Zink Mittel	40 - 27000 23500	100 - 1300	5000	0, 2 - 60	20000	5000-40000

Vegetation

Verschiedene Autoren weisen darauf hin, daß sich die artenreichsten Libellenvor-
kommen an stark verwachsenen Gewässern mit einer Vielzahl verschiedener Klein-
biotope finden (Wesenberg-Lund 1943, Krebs & Wildermuth 1976,
Schmidt 1977, De Marmels 1978 u.a.). Als grobes Maß für die Strukturviel-
falt einzelner Gewässer wird hier der Bedeckungsgrad der Schwimmpflanzen bzw.
der amphibischen Vegetation angesehen. Setzt man die Vegetationsentwicklung von
Teichen und Altarmen mittlerer Größe (0, 5-2, 5 ha) mit der Zahl der festgestellten
Libellenarten in Beziehung, ergibt sich eine signifikante Korrelation (Abb. 4).

Ein reicher Wasserpflanzenbewuchs, wie er sich nur an ungestörten Gewässern
entwickeln kann, verbunden mit ausgeprägten Flachwasserzonen, langen Randbe-

reichen und vielfältiger Strukturierung von Schwimmblattzone, über Sumpfpflanzen bis hin zu am Ufer stehenden Weidenbüschen ermöglicht das Auftreten einer Vielzahl von Arten. Es scheinen überwiegend strukturelle Faktoren die Habitatwahl zu bestimmen, bei Zygopteren beispielsweise Lage und Struktur der Eiablagesubstrate (Münchberg 1933, Loibl 1958).

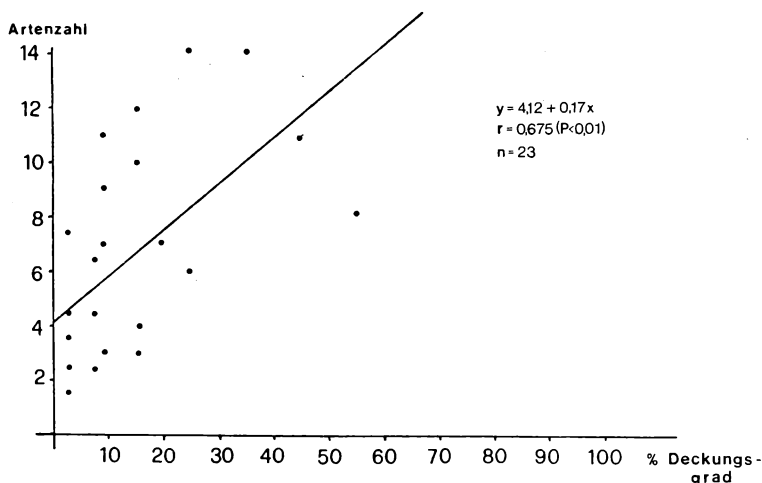


Abb. 4: Abhängigkeit der Libellenartenzahl vom Bedeckungsgrad freischwimmender Wasserpflanzen und litoraler Halophyten.

Somit ist auch eine Beziehung zwischen Libellenartenzahl und Pflanzenartenzahl einzelner Gewässer nicht herstellbar. Reine Schilfbestände oder Teiche, die lediglich Lemna-Decken aufweisen, sind deutlich artenärmer, diese Feuchtbiopte weisen im Untersuchungsgebiet jedoch erhebliche Unterschiede in Nutzung und Wasserqualität auf.

Dominante Art vegetationsarmer Gewässer ist Enallagma cyathigerum, die neuentstandene Kiesteiche kurzfristig besiedelt (Riesch 1970, Krebs & Wildermuth 1976), mit einer Dichte von bis zu 150 Ind./100 m Uferlinie, und die sich an Altarmen auch leichter Strömung gegenüber als tolerant erweist (vgl. May 1933, Clausnitzer 1974).

Die enge Abhängigkeit vom Bewuchs des Biotops wird besonders bei der Betrachtung der Zygopterendiversität nach Shannon-Weaver in Beziehung zum Bedeckungsgrad der Wasserpflanzen vergleichbarer Gewässer deutlich (Abb. 5). Es besteht eine signifikante Abhängigkeit, wobei die Werte allerdings bei mittlerer Vegetationsentwicklung stark streuen können.

Fischereiliche Nutzung

Deutlich artenärmer als ungestörte Gewässer sind auch Teiche und Altarme, in denen Fischzucht betrieben wird. Die Beobachtungswerte unterscheiden sich signifikant von zufälligen Abweichungen ($X^2 = 5,669$, $p < 0,05$). Als Erwartungswert

wurde die durchschnittliche Libellenartenzahl aller untersuchter Gewässer eingesetzt. Durch meist intensive Bewirtschaftungsmaßnahmen weisen alle Fischgewässer des Untersuchungsgebietes eine relativ geringe Vegetationsentwicklung auf. Clausnitzer (1977, 1980) bezeichnet das Ablassen und Austrocknen der Teiche im Winter als wesentlichen verbreitungslimitierenden Faktor, der nur von Arten, die als Imago oder im Ei überwintern, überstanden wird.

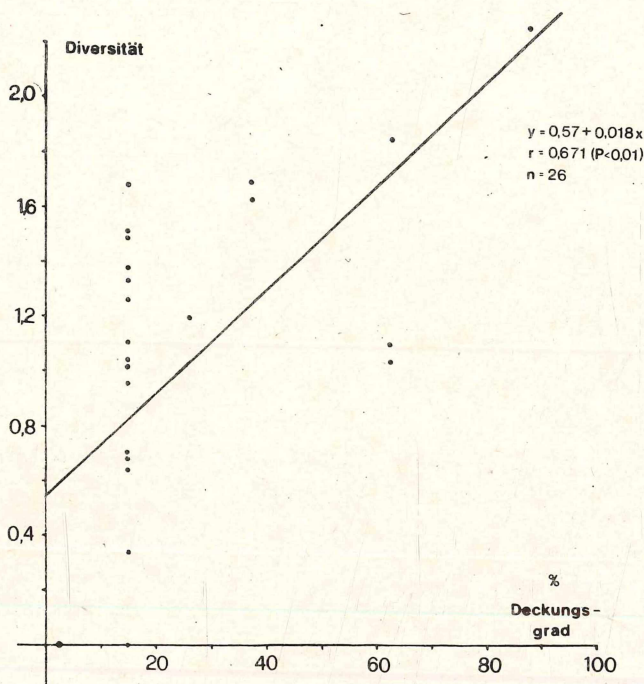


Abb. 5: Abhängigkeit der Zygopterendiversität vom Bedeckungsgrad von Schwimmpflanzen und Röhricht.

Bewertung der Gewässer des Untersuchungsgebietes

Kriterien für eine überregionale vergleichende Bewertung des Untersuchungsgebietes aufgrund von Libellenbestandsaufnahmen fehlen bisher. Die Flächen-Arten-Beziehung nach MacArthur & Wilson (1971), wie sie für eine großräumige Einordnung von Vogelbrutgebieten bereits Anwendung fand (Reichholf 1980), erweist sich hierfür als ungeeignet. Proberechnungen zeigen eine beträchtliche Streuung der Werte, hervorgerufen durch die Zunahme der Artenzahl in Mitteleuropa von Norden nach Süden sowie durch die Schwierigkeit des Flächenbezugs besonders kleinräumiger Untersuchungen und durch das weitgehende Fehlen von Bestandsaufnahmen an "Durchschnittsgewässern".

Gebräuchliche Bewertungskriterien sind bisher Artenvielfalt und das Vorkommen gefährdeter Formen (Schmidt 1972, 1974, Butz 1973, Krebs & Wilder-

muth 1976, Wildermuth 1980, Birkholz et al. 1980). Eine hohe Artenzahl weist auf eine Vielfalt physikalisch-chemischer Bedingungen und struktureller Faktoren hin, welche Kennzeichen eines ungestörten Gewässers sind.

Den Artenreichtum einzelner Biotoptypen zeigt Abb. 6. Die höchsten Artenzahlen weisen Altarme und Teiche mit reicher Vegetation auf, besonders dann wenn sie in sumpfige Wiesen oder Verlandungsgesellschaften übergehen. Stark anthropogen beeinflusste Gewässer sind deutlich artenärmer. Gefährdete Libellen treten praktisch nur an Gewässern auf, die sich ohnehin durch einen entsprechenden Formenreichtum auszeichnen.

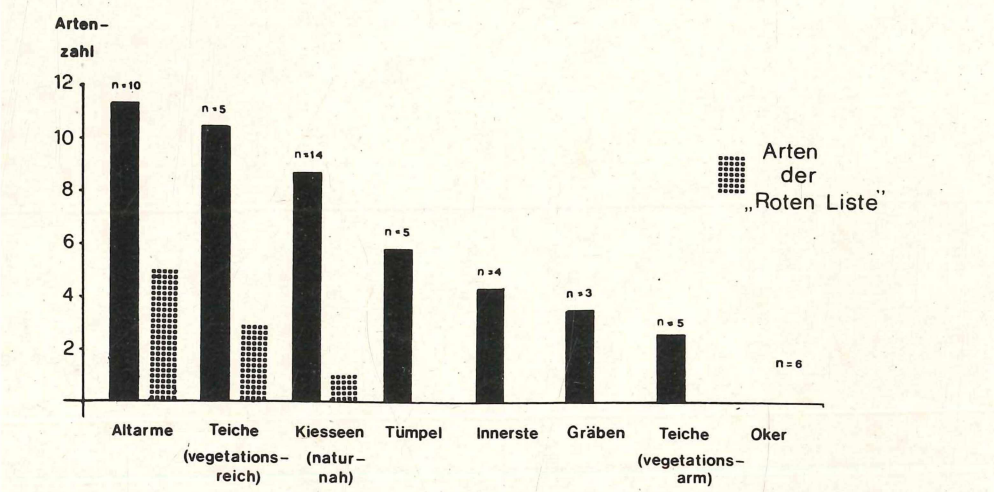


Abb. 6: Libellenartenzahl verschiedener Feuchtbiopte (n = Zahl der untersuchten Raster).

Neben überregionalen Gefährdungskategorien werden in dieser Untersuchung charakteristische Formen der Feuchtbiopte einer Flußau (Fließgewässer, Altarme, Temporärgewässer, Sumpfwiesen) in die Bewertung mit einbezogen. Hierdurch werden wesentliche Naturschutzkriterien nach Erz (1980) wie Vielfalt, Natürlichkeit, Gefährdung und Seltenheit berücksichtigt (Tab. 5).

Die Bewertung erfolgt nach einer 5teiligen Skala:

Güteklasse	Vorkommen von
I	über 15 Arten oder mindestens einer "vom Aussterben bedrohten" oder "stark gefährdeten" Art
II	10-15 Arten oder mindestens einer "gefährdeten" Art
III	5-9 oder mindestens einer Charakterart
IV	1-4 Arten
V	Libellen fehlen.

Dieses Bewertungssystem gibt Aussagen zu physikalisch-chemischen Bedingungen des Gewässers und beurteilt die längerfristige Konstanz und strukturelle Vielfalt unter Einbeziehung der Gewässerumgebung (Abb. 7). Für die Bewertung ist es vor-

teilhaft, wenn mehrere Gewässertypen, besonders Tümpel und Kleingewässer, die für das Vorkommen von Wasserinsekten von besonderer Bedeutung sind (Mollenhauer 1980), in einem Raster vorhanden sind.

Tabelle 5: Kriterien für die Bewertung der Feuchtbiotope einer Flußaue aufgrund der Libellenvorkommen

Artenzahl pro Raster	0 - 18
Gefährdung (nach Pretscher 1977, Schmidt 1977)	"stark gefährdete" Arten (A. 2.): <u>Orthetrum coerulescens</u> <u>Sympetrum pedemontanum</u> <u>Sympetrum depressiusculum</u> "gefährdete" Arten (A. 3.): <u>Lestes virens</u> , <u>Lestes dryas</u> , <u>Ischnura</u> <u>pumilio</u> , <u>Coenagrion hastulatum</u> , <u>Brachytron pratense</u> , <u>Somatochlora</u> <u>flavomaculata</u> , <u>Leucorrhinia rubicunda</u>
Charakterarten der Flußaue	Flußläufe und Altarme: <u>Lestes viridis</u> , <u>Pyrrhosoma nymphula</u> , <u>Somatochlora metallica</u> Kiesteiche und Tümpel: <u>Libellula depressa</u> , <u>Orthetrum cancellatum</u> , <u>Sympetrum striolatum</u> Feuchtwiesen: <u>Sympetrum flaveolum</u>

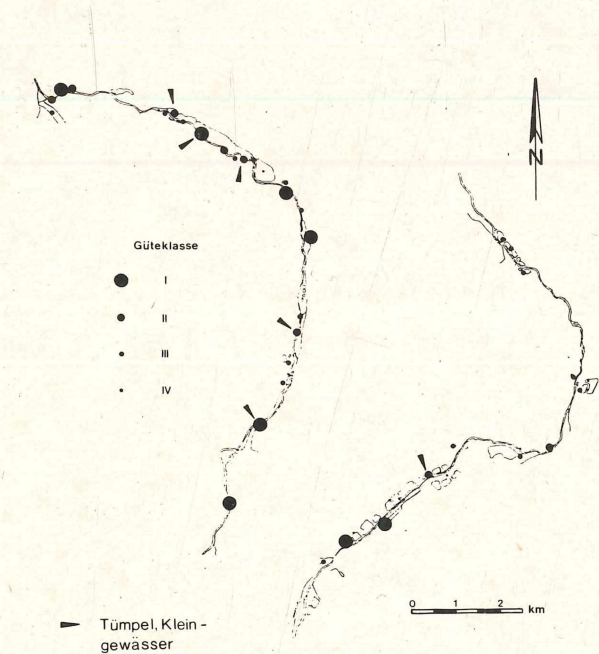


Abb. 7: Bewertung der Untersuchungsrastrer aufgrund von Libellenartenzahl, Gefährdung und dem Vorkommen charakteristischer Arten.

Das flächendeckende Bewertungsergebnis des Untersuchungsraumes kann in ökologische Wertzahlen oder Naturschutzwerte (Haber 1982) miteinbezogen werden, wodurch bei geeigneter Auswahl weiterer ökologischer Informationen (Müller 1976b, Bechmann & Johnson 1979, Blab 1979) eine gesamtökologische Beurteilung der Flußauen ermöglicht wird.

5. Zusammenfassung

Zwischen Mai und September 1980 wurden in den Flußauen von Innerste und Oker (Südost-Niedersachsen) auf 9,7 km² in Rasterflächen von je 6,25 ha Größe die Libellenvorkommen erfaßt und die Gewässervegetation kartiert.

Die Verbreitung der 32 nachgewiesenen Arten wird als Probeflächenfrequenz angegeben. Das Vorkommen von Pyrrhosoma nymphula und Sympetrum flaveolum wird beispielhaft in Punktrasterkarten dargestellt.

Die Methode der Rasterkartierung wird diskutiert, und es werden wesentliche anthropogene Einflüsse auf die Gewässer des Untersuchungsgebietes herausgestellt. Aufgrund der Wasserverschmutzung beider Flüsse fehlen typische Fließwasserlibellen. Mit zunehmendem Deckungsgrad der aquatischen Vegetation nehmen Gesamtartenzahl und die Zygopterendiversität der Teiche und Altarme zu. Fischgewässer sind relativ artenarm.

Abschließend erfolgt eine flächendeckende Bewertung der Feuchtbiotope mit Hilfe einer 5teiligen Skala aufgrund von Artenzahl, Gefährdung und dem Vorkommen charakteristischer Arten.

Schrifttum

Aguesse, P. (1968): Les Odonates de l'Europe occidentale du Nord de l'Afrique et des Iles Atlantiques. Paris. - Altmüller, R., J. Bäter & G. Grein (1981): Zur Verbreitung von Libellen, Heuschrecken und Tagfaltern in Niedersachsen (Stand 1980). Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen-Beiheft 1. - Baumann, A., G. Best & R. Kaufmann (1977): Hohe Schwermetallgehalte in Hochflutsedimenten der Oker (Niedersachsen). DGM 21: 113-117. - Bechmann, A., & B. Johnson (1980): Zur Methodik der Bewertung von Naturschutzpotential. Verh. Ges. f. Ökologie 8: 53-65. - Bezzel, E., & H. Utschick (1979): Die Rasterkartierung von Sommervogelbeständen - Bedeutung und Grenzen. J. Orn. 120: 431-440. - Birkholz, B., E. Schmatzler & H. Schneekloth (1980): Untersuchungen an niedersächsischen Torflagerstätten zur Beurteilung der abbauwürdigen Torfvorräte und der Schutzwürdigkeit im Hinblick auf deren optimale Nutzung. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 12. - Blab, J. (1979): Tierökologische Beiträge zur Landschaftsplanung. Verh. Ges. f. Ökologie 7: 121-128. - Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Wien, New York. - Butz, W. (1973): Odonaten als ökologische Indikatoren für saarländische Landschaften. Abh. Arb.gem. tier- u. pflanzengeogr. Heimatforsch. Saarland (4): 52-67. - Clausnitzer, H. (1974): Die ökologischen Bedingungen für Libellen (Odonata) an intensiv bewirtschafteten Fischteichen. Beitr. Naturk. Niedersachsens 27: 78-90. - (derselbe) (1977): Fließwasserlibellen (Odonata) in Heidebächen. Beitr. Naturk. Niedersachsens 30: 38-45. - (derselbe) (1980): Hilfsprogramm für gefährdete Libellen. Natur und Landschaft 55: 12-15. - De Marmels, J. (1978): Die Insektenfauna der Streuwiesen und Moore. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 7: 16-20. - Ellenberg, H. (1979): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta

Geobotanica 9. Göttingen. - Ernst, W. (1965): Ökologisch-soziologische Untersuchungen der Schwermetall-Pflanzengesellschaften Mitteleuropas unter Einfluß der Alpen. Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westf. 27: 3-54. - Erz, W. (1980): Naturschutz - Grundlagen, Probleme und Praxis. In: Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt (Hrsg. K. Buchwald & W. Engelhardt), Bd. 3. München. - Fittkau, E. (1953): Odonaten aus der Fulda. Ber. Limnolog. Flußstat. Freudenthal 5: 29-36. - Greven, H. (1970): Die Libellen des linken Niederrhein und der angrenzenden Gebiete. Versuch einer Bestandsaufnahme. Decheniana 122: 251-267. - Haber, W. (1982): Naturschutzprobleme als Herausforderung an die Forschung. Natur und Landschaft 57: 3-8. - Kaiser, H. (1974): Verhaltensgefüge und Temporalverhalten der Libelle Aeschna cyanea (Odonata). Z. Tierpsych. 34: 398-429. - Krebs, A., & H. Wildermuth (1976): Kiesgruben als schützenswerte Lebensräume seltener Pflanzen und Tiere. Mitt. Naturwiss. Ges. Winterthur 35: 19-73. - Loibl, E. (1959): Zur Ethologie und Biologie der deutschen Lestiden. Z. Tierpsych. 15: 54-93. - MacArthur, R.H., & E.O. Wilson (1971): Biogeographie der Inseln. München. - May, E. (1933): Libellen oder Wasserjungfern. In: Die Tierwelt Deutschlands (Hrsg. F. Dahl), Teil 27. Jena. - Mollenhauer, D. (1980): Die Rolle des Gewässers in der Landschaft und ihre Bewertung. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 41: 163-202. - Moore, N.W. (1952): On the length of life of adult dragon-flies (Od., Anisopt.) in the field. Proc. Bristol Nat. Soc. 28: 267-272. - (derselbe) (1953): Population density in adult dragonflies. J. Anim. Ecology 22: 49-71. - Müller, P. (1976a): Tiere als Belastungsindikatoren und ökologische Kriterien. Daten u. Dok. z. Umweltschutz 19: 153-171. - (derselbe) (1976b): Faunistik und Landesplanung. Mitt. Landesanst. Ökologie, Landschaftsentwicklung Nordrhein-Westfalen 1: 149-157. - Münchberg, P. (1933): Beiträge zur Kenntnis der Biologie der Lestinae. Calv. Internat. Rev. Hydrobiol. Hydrograph. 28: 141-171. - Nowak, H., & F. Preul (1971): Untersuchungen über Blei- und Zinkgehalt in Gewässern des Westharzes. Beih. geol. Jahrb. 105. - Parr, M.J. (1965): A population study of a colony of imaginal Ichnura elegans (von der Linden) (Odonata, Coenagrionidae) at Dale Pembrokeshire. Field studies 2: 237-282. - Pretscher, P. (1977): Rote Liste der in der Bundesrepublik gefährdeten Tierarten. Teil II. Wirbellose 1. Libellen, Odonata (Insekten) (1. Fassung). Natur und Landschaft 52: 10-12. - Reichholf, J. (1970): Die Arten-Areal Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. Anz. orn. Ges. Bayern 19: 13-26. - Riesch, W. (1970): Ökologische Untersuchungen an Frühjahrslibellen aus dem Raum Lüchow-Dannenberg, Ostniedersachsen. D.J.N.-Jahrbuch 1: 17-42. - Robert, P.A. (1959): Die Libellen (Odonaten). Bern. - Schiemenz, H. (1953): Die Libellen unserer Heimat. Jena. - Schmidt, E. (1964): Biologisch-ökologische Untersuchungen an Hochmoorlibellen (Odonata). Z. wiss. Zool. 169: 313-386. - (derselbe) (1966): Die Odonatenfauna des Landesteils Schleswig. Faun.-ökol. Mitt. 3: 51-66. - (derselbe) (1970): Seltene Libellen in Berliner Mooren. Berl. Naturschutzblätter, Sonderh.: 27-30. - (derselbe) (1971): Ökologische Analyse der Odonatenfauna eines ostholsteinischen Wiesenbaches. Faun.-ökol. Mitt. 4: 48-64. - (derselbe) (1972): Das Naturschutzgebiet Teufelsbruch in Berlin-Spandau, IX. Die Odonatenfauna des Teufelsbruches und anderer Berliner Moore. Sber. Ges. Naturfreunde Berlin N.F. 12: 106-131. - (derselbe) (1974): Faunistisch-ökologische Analyse der Odonatenfauna der nordfriesischen Inseln Amrum, Sylt und Föhr. Faun.-ökol. Mitt. 4: 401-418. - (derselbe) (1977): Ausgestorbene und bedrohte Libellenarten in der Bundesrepublik Deutschland. Odonatologica 6: 97-103. - (derselbe) (1980): Zur Gefährdung von Moorlibellen in der Bundesrepublik Deutschland. Natur und Landschaft 55: 16-18. - Schubert, R. (1952): Die Pflanzengesellschaften der schwermetallhaltigen Böden des östlichen Harzvorlandes. Diss. Halle. - Schulz, L. (1970): Klima und Witterung. In: Der Landkreis Goslar. Die Landkreise in Niedersachsen 24: 40-51. -

Schwoerbel, J. (1980): Methoden der Hydrobiologie, Süßwasserbiologie. Stuttgart, New York. - Stobbe, H. (1979): Bestimmungsschlüssel für die Libellen der Bundesrepublik Deutschland. D.J.N. Hamburg. - Weber-Oldecop, D.W. (1969): Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss. Hannover. - Wesenberg-Lund, C. (1943): Biologie der Süßwasserinsekten. Berlin. - Wiegand, G. (1979): Vorläufige Übersicht über die Wasserpflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fließgewässer. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 10: 85-119. - Wildermuth, H. (1980): Die Libellen der Drumlinlandschaft im Zürcher Oberland. Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich 125: 201-237. - Wöbse, H.H. (1979): Untersuchungen zur Standortwahl von Kraftwerken und Industrieanlagen im niedersächsischen Küstengebiet. Unveröff. Gutacht. Inst. f. Landschaftspflege und Naturschutz TU Hannover. - Zahner, R. (1960): Über die Bindung der mitteleuropäischen *Calopteryx*-Arten (Odonata, Zygoptera) an den Lebensraum des strömenden Wassers. II. Der Anteil der Imagines an der Biotopbindung. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 45: 101-123. - (derselbe) (1965): Organismen als Indikatoren für den Gewässerzustand. Arch. Hyg. Bakt. 149: 243-256. - Zang, H. (1977): Die Vogelwelt der Kiesteiche im Steinfeld NE Goslar. 125 Jahre Naturwissenschaftlicher Verein Goslar. Goslar. -

Anschrift des Verf.: Gunnar Rehfeldt, Zoologisches Institut der Technischen Universität Braunschweig, Pockelsstraße 10 a, D-3300 Braunschweig.

Anhang

Liste der im Text aufgeführten Libellenarten

<u>Calopteryx splendens</u> (HARRIS)	Gebänderte Prachlibelle
<u>Lestes sponsa</u> (HANSEMANN)	Gemeine Binsenjungfer
<u>Lestes dryas</u> KIRBY	Glänzende Binsenjungfer
<u>Lestes virens</u> (CHARP.)	Kleine Binsenjungfer
<u>Lestes viridis</u> (VANDERL.)	Große Binsenjungfer
<u>Pyrrhosoma nymphula</u> (SULZER)	Frühe Adonislille
<u>Ischnura elegans</u> (VANDERL.)	Gemeine Pechlibelle
<u>Ischnura pumilio</u> (CHARP.)	Kleine Pechlibelle
<u>Enallagma cyathigerum</u> (CHARP.)	Becherazurjungfer
<u>Coenagrion hastulatum</u> (CHARP.)	Speerazurjungfer
<u>Coenagrion pulchellum</u> (VANDERL.)	Fledermausazurjungfer
<u>Coenagrion puella</u> (L.)	Hufeisenazurjungfer
<u>Brachytron pratense</u> (MÜLLER)	Kleine Mosaikjungfer
<u>Aeschna grandis</u> (L.)	Braune Mosaikjungfer
<u>Aeschna cyanea</u> (MÜLLER)	Blaugrüne Mosaikjungfer
<u>Aeschna mixta</u> LATR.	Herbstmosaikjungfer
<u>Anax imperator</u> LEACH	Große Königslibelle
<u>Cordulia aenea</u> (L.)	Gemeine Smaragdlibelle
<u>Somatochlora metallica</u> (VANDERL.)	Glänzende Smaragdlibelle
<u>Somatochlora flavomaculata</u> (VANDERL.)	Gefleckte Smaragdlibelle
<u>Libellula quadrimaculata</u> L.	Vierfleck
<u>Libellula depressa</u> L.	Plattbauch
<u>Orthetrum coerulescens</u> (FABR.)	Kleiner Blaupfeil
<u>Orthetrum cancellatum</u> (L.)	Großer Blaupfeil
<u>Sympetrum flaveolum</u> (L.)	Gefleckte Heidelibelle
<u>Sympetrum striolatum</u> (CHARP.)	Große Heidelibelle
<u>Sympetrum vulgatum</u> (L.)	Gemeine Heidelibelle
<u>Sympetrum danae</u> (SULZER)	Schwarze Heidelibelle
<u>Sympetrum pedemontanum</u> (ALLIONI)	Gebänderte Heidelibelle
<u>Sympetrum depressiusculum</u> (SELLYS)	Sumpf-Heidelibelle
<u>Sympetrum sanguineum</u> (MÜLLER)	Blutrote Heidelibelle
<u>Leucorrhinia rubicunda</u> (L.)	Nordische Moosjungfer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Rehfeldt Gunnar

Artikel/Article: [Rasterkartierung von Libellen zur ökologischen Bewertung von Flußauen Grid Mapping of Dragonflies for ecological Evaluation of River Plains 209-225](#)