

FID Biodiversitätsforschung

Bioindikatoren

Ergebnisse des Symposiums: Tiere als Indikatoren für Umweltbelastungen
8. bis 11. März 1981 in Köln

Wasservögel als Indikatoren des Gewässerzustandes

Reichholf, Josef H.

1982

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-172959](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-172959)

Wasservogel als Indikatoren des Gewässerzustandes

Josef Reichholf

Kurzfassung

Bioindikatoren müssen einige Kriterien erfüllen, wenn sie physikalisch-chemische (technische) Messungen leistungsmäßig übertreffen oder als „Frühwarnsystem“ vor solchen Messungen wirksam werden sollen. Wasservogel werden hierzu grundsätzlich geeignet erachtet, weil sie

- (1) (welt)weit verbreitet sind,
- (2) mengen- wie artenmäßig leicht bestimmt und erfaßt werden können,
- (3) unterschiedliche trophische Positionen von Primär- bis zu Endkonsumenten einnehmen (breites Anpassungsspektrum),
- (4) atmungsphysiologisch vom Wasser unabhängig sind,
- (5) über größere Fläche und Zeitabschnitte integriert „messen“, während Meßinstrumente in der Regel „Punktmessungen“ in Raum und Zeit vornehmen,
- (6) auf den trophischen Zustand der Gewässer durch mengen- und artenmäßige Verschiebungen, die auf der Wasseroberfläche feststellbar sind, hinreichend präzise reagieren,
- (7) in ihrer Zusammensetzung wichtige Strukturteile des Gewässerökosystems widerspiegeln,
- (8) mittel- und langfristige Entwicklungen (Auslenkung von Gewässerökosystemen aus dem Grundzustand) anzeigen, und
- (9) beim gegenwärtigen Kenntnisstand überprüfbare Prognosen über Entwicklungstrends zulassen.

Abstract

Water birds as indicators of the ecological state of aquatic ecosystems

Biological indicators have to fulfil certain criteria, if they should surpass technological measurements or may be used for an „early-warning-system“ before actual controls. Water birds are considered basically useful because of their

- (1) (world)wide distribution,
- (2) easy determination and counting,
- (3) different trophic positions between the full range of primary and end consumers (broad adaptive space),
- (4) independence of respiration from the water,
- (5) integrated measuring across space and time (in contrast to the spot-metering for technical instruments),
- (6) sufficiently precise reaction in distribution and numbers on the trophic state of the water, which may be realized easily on the surface,
- (7) reflection of important structural parts of the aquatic ecosystem,
- (8) indication of medium and long-term changes, like the diversion of an aquatic ecosystem from its basic state,
- (9) suitability to make testable predictions on trends and developments.

1. Begriffsbestimmung

Das Konzept der Bioindikatoren geht von der Annahme aus, daß Organismen durch ihr Vorkommen oder leicht erkennbares Verhalten hinreichend präzise Vorinformationen über Umweltbedingungen und ihre Veränderungen vermitteln können (ELLENBERG 1975). Sie stellen also einen Ersatz für Meßinstrumente dar und dienen als Anzeiger für Zustände oder Zustandsänderungen.

Unter dem „Gewässerzustand“ ist dementsprechend der komplexe, von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusste und bestimmte „ökologische Gewässerzustand“ zu verstehen. Er ergibt sich aus den räumlich und zeitlich variablen Stoff- und Energieflüssen sowie den Interaktionen in der biozönotischen Struktur.

Die Wasservogel beteiligen sich an diesen Stoff- und Energieflüssen auf – ihren Anpassungen entsprechend – unterschiedlichen Konsumentenstufen (LINDEMAN 1942). Ihre Abgrenzung innerhalb der Klasse der Vögel erfolgt nicht primär nach taxonomischen Kriterien, sondern nach ihren Positionen im Funktionsgefüge, ihren ökologischen Nischen (ODUM 1971). Die multidimensionale Natur der ökologischen Nische erlaubt in der Regel keine absolut feste Zuordnung zu einer bestimmten Position oder Rolle. Es empfiehlt sich daher in der Praxis zumeist, dieser Unschärfe durch die Zuordnung zu einer größeren Kategorie Rechnung zu tragen. Das Vorgehen von LINDEMAN (1942) und das Konzept der Nahrungsketten weisen den

einzelnen Arten Nutzungsstufen im Stoff- und Energiefluß zu („Trophie-Ebenen“), die sich für die Aufgliederung der Artenspektren in praktikable Gruppierungen verwenden lassen. Die wichtigsten sind die als „Primärkonsumenten“ wirkenden Pflanzenfresser, die als „Sekundärkonsumenten“ einzustufenden Schlammfaunafresser (Macrozoobenthos) und die „Tertiärkonsumenten“, die sich aus Fischfressern und Spitzenkonsumenten (Endglieder der Nahrungsketten) zusammensetzen. Wenig spezialisierte, omnivore Arten („Allesfresser“) ergänzen diese Einteilung, die es erlaubt, über die mehr oder weniger gut getrennten Kategorien das Artenspektrum der „Wasservögel“ einzugrenzen. Mit „Wasservögeln“ ist folglich ein ökologisch-funktioneller Begriff gemeint und keine systematische Kategorie.

2. Anwendungsbereich und -grenzen

Ähnlich wie bei einem Meßinstrument muß beim „Bioindikator Wasservögel“ bekannt sein, was er mißt bzw. messen soll. Die Aussagemöglichkeiten hängen in hohem Maße von der Fragestellung ab. Diese triviale Feststellung wird jedoch in der Anwendung von Bioindikatoren nicht immer ausreichend berücksichtigt, so daß sich widersprüchliche und schwer interpretierbare Resultate ergeben. Analog zu Messungen mit physikalisch-chemischen Methoden bedarf es zudem hinreichend großer, statistisch sicherbarer Stichproben oder Meßserien.

Die biologische Indikation verläuft dann in drei klar unterscheidbaren Stufen, die bei der Fragestellung und im Design der quasi-experimentellen Analyse zu berücksichtigen sind:

- (A) qualitativ – die Feststellung, daß sich etwas ändert;
- (B) quantitativ – die Feststellung, wie stark sich etwas ändert;
- (C) analytisch – die Feststellung, was sich ändert.

Da mit Hilfe der Bioindikatoren häufig „Meßwerte“ eingeholt werden sollen, die bestimmte Veränderungen in den betreffenden Ökosystemen anzeigen, muß die Zahl der Variablen entweder genügend reduziert oder so überschaubar sein, daß eine eindeutige Beziehbarkeit auf die zu messende Variable gewährleistet ist, oder der Indikator selbst muß hinreichend integriert reagieren, um nur die Netto-Bilanzen aus allen Zustandsänderungen anzuzeigen. Dieser Umstand grenzt das potentielle Spektrum von Bioindikatoren stark ein, wengleich theoretisch jede Art von Organismen ein Bioindikator für ihre artspezifischen Umweltbedingungen wäre.

Es kann als Regel gelten, daß sich niedrigere Organismen (bezüglich ihrer Position im natürlichen System) um so besser als spezifische Bioindikatoren eignen, je mehr ihr Vorkommen oder ihre Häufigkeit von speziellen, abiotischen Umweltfaktoren abhängt. Umgekehrt eignen sich höhere Organismen nur oder besonders zur Anzeige komplexer Bedingungen und ihrer Änderung.

3. Wasservögel als Bioindikatoren

Aufbauend auf den allgemeinen Grundlagen stellt sich die Problematik der Benutzung von Wasservögeln als Bioindikatoren folgendermaßen dar:

- Die Fragestellung muß zwangsläufig synökologisch (SCHWERTFEGER 1975, REMMERT 1980) ausgerichtet sein. Das Teilsystem der Wasservögel (als Teil der Konsumenten) indiziert als komplexes System das noch erheblich komplexere Gesamtsystem eines Gewässers.
- Die Wasservögel können prinzipiell den trophischen Zustand des Gewässers, den toxischen Zustand und den strukturellen Zustand sowie die zugehörigen Veränderungen anzeigen. Der methodische Zugang findet sich in der quantitativen Bestimmung von Verteilung, Häufigkeit und Zusammensetzung der Gruppierung „Wasservögel“ auf den Gewässern und ihre Verknüpfung mit unabhängig von den Wasservögeln meß- oder bestimmbar Zustandsvariablen (z. B. Nährstoffgehalt, Tiefenstruktur, „Gewässergüte“).

Die Gruppe der Wasservögel eignet sich hierzu über lokale Verhältnisse hinaus praktisch weltweit, weil sie in gleichen oder ökologisch einander entsprechenden Arten über alle Kontinente und die angrenzenden Meeresgebiete verbreitet sind, leicht bestimmt und verhältnismäßig vollständig gezählt werden können. Sie sind zudem atmungsphysiologisch vom Wasser entkoppelt (im Gegensatz zu der großen Mehrzahl der aquatischen Organismen) und

nischen sich auf praktisch allen Konsumentenstufen ein. In Mitteleuropa werden die Wasservögel von einem dichten Netz von Ornithologen im Rahmen der „Internationalen Wasservogelzählung“ so gut erfaßt, daß die jährlichen, vom Bruterfolg oder von der Härte des Winters bedingten Bestandstrends bekannt sind oder leicht ermittelt werden können. Als warmblütige Organismen mit hoher Beweglichkeit (Vagilität – SCHWERTFEGER 1968) können sie allerdings keine „Punktmessungen“ liefern, sondern nur im Rahmen größerer Stichproben oder nahezu kompletter Mengenerfassung integrierte Aussagen über Zustandsänderungen ermöglichen. Sie eignen sich daher auch nicht für Kleingewässer. Gegenüber äußeren Störfaktoren, die zunächst mit den Innenfaktoren des Gewässer-Ökosystems nichts zu tun haben, sind sie störanfällig (REICHHOLF 1973). Dafür lassen sie sich schnell, auf Distanz und ohne größere Vorkenntnisse in systematisch-taxonomischer Hinsicht erfassen, wobei die Feststellung von Verteilung und Häufigkeit in aller Regel das zu bemessende System nicht beeinflusst.

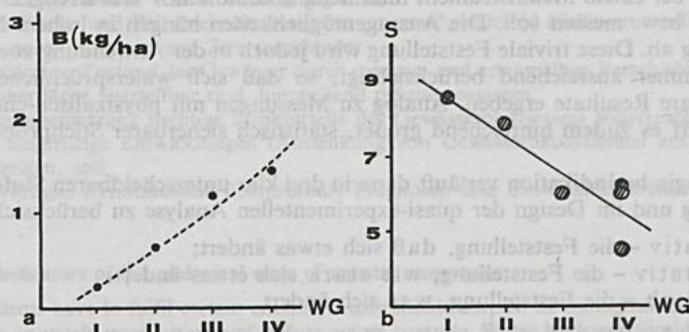


Abbildung 1. a. Korrelation zwischen Wassergüte (WG) und Biomasse (B) der Wasservögel (in kg/ha). Regressionsfunktion: $y = 0,246 x^{1,243}$
 b. Korrelation zwischen Wassergüte (WG) und durchschnittlicher Anzahl der Wasservogelarten (S) mit einer relativen Häufigkeit von > 1%. Regressionsfunktion: $y = 9,544 - 1,016 x$. (Für oberbayerische Seen; aus UTSCHICK 1976. I-IV = Stufen der Wassergüte nach dem System von LIEBMANN.)

a. Correlation between water quality (WG) and waterfowl biomass (B; in kg per hectar). Function of regression $y = 0,246 x^{1,243}$.

b. Correlation between water quality (WG) and average species richness (S) for aquatic birds with a relative abundance > 1%. Function of regression: $y = 9,544 - 1,016 x$. (Data from lakes in Upper Bavaria; from UTSCHICK 1976. I-IV = values of water quality according to the system of LIEBMANN.)

4. Ergebnisse

4.1. Wasservögel und „Wassergüte“

Für die südbayerischen Seen hat UTSCHICK (1976) die Beziehungen zwischen der (offiziellen) Gewässergüte, eingeteilt nach den LIEBMANN'schen Stufen, und der Menge bzw. Biomasse der Wasservögel untersucht. Es ergab sich eine klare Abhängigkeit der Biomasse (und der eng damit korrelierten Menge der Wasservögel) pro Hektar See(ufer)-fläche von der Gewässergüte. Oligotrophe Seen weisen die geringsten, eutrophe (bis polytrophe) die höchsten Werte auf. Die Wasservogel-Biomasse signalisiert hierbei klar den organischen Input in die Seen, der als organischer Detritus von Organismen des Benthos verwertet und so in die Nahrungsketten zu den Wasservögeln eingeschleust wird. Den THIENEMANN'schen Regeln entsprechend sinkt dabei mit zunehmender Wasservogeldichte die Artenzahl und es kommt zur Dominanz unspezialisierter, omnivorer Anpassungstypen, wie der Stockente (*Anas platyrhynchos*) oder des Bläßhuhns (*Fulica atra*). Abb. 1 zeigt diese gegenläufigen Trends von Biomasse und Artenzahl. Eine vergleichende Analyse solcher Trends über längere Zeiträume kann vermutlich Aufschluß über die Veränderungen in der durchschnittlichen Wassergüte eines größeren Gebietes oder einer ganzen Region geben. Einen klaren Hinweis hierauf liefern die in Abb. 2 zusammengestellten Ergebnisse von UTSCHICK (1976). Mit der Inbetriebnahme von Abwasser-Ringkanalisationen an zwei oberbayerischen Seen sanken die dortigen Wasservogelbestände markant ab, die in den Jahren vorher steigende Tendenzen gezeigt hatten. Die

von den Ringkanalisationen nicht betroffenen, vergleichbaren Seen behielten dagegen ihre Tendenzen bei den Wasservögeln. Diese Bioindikatoren zeigten also an, daß sich etwas änderte und aus dem Ausmaß ihrer Veränderungen lassen sich in gewissem Rahmen Rückschlüsse auf das Ausmaß der Änderungen innerhalb der von ihnen genutzten Ökosysteme durchführen. Die vergleichsweise hohen Nutzungsquoten der „Stehenden Ernte“ an Biomasse, zu denen die Wasservögel befähigt sind (REICHHOLF 1976a), und die Geschwindigkeit, mit der sie auf neue Nahrungsquellen reagieren können (JACOBY & LEUZINGER 1972), sprechen für diese Annahme.

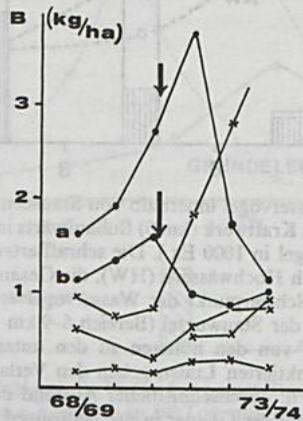


Abbildung 2. Entwicklung der Biomassedichte (B; in kg/ha) von Wasservögeln auf sechs bayerischen Seen von 1968 bis 1974. Die Pfeile verweisen auf den Einsatz von Abwasserschutzmaßnahmen (Ringkanalisation) an Pilsensee (a) und Wörthsee (b) sowie das darauf folgende Absinken der Wasservogeldichte. Aus UTSCHICK (1976).
Development of biomass-density (B; in kg per hectare) of water birds on six Bavarian lakes from 1968 to 1974. The arrows indicate the beginning of waste water treatment (ringcanalization) at 'Pilsensee' (a) and 'Wörthsee' (b), which was followed by a marked decrease in water bird density. From UTSCHICK (1976).

4.2. Wasservögel und Struktur der Biozöosen

Die Zusammensetzung des Artenspektrums der Wasservögel eines Gewässers enthält näher interpretierbare Informationen über die Biozönosestruktur. Die morphologischen Anpassungen und Fähigkeiten der einzelnen Arten bedingen bestimmte Formen der Nutzung der Nahrungsquellen und ermöglichen Unterscheidungen zwischen Ökotypen, wie „Gründelenten“, „Tauchenten“ oder „Fischjäger“. Ihre relativen Anteile am Gesamtspektrum vermitteln Informationen über die Raumstruktur des Gewässers und sein Nahrungsangebot in den verschiedenen Tiefenbereichen. Die Wasseroberfläche, auf der die Wasservögel erfaßt werden, projiziert gewissermaßen die komplexe Raumstruktur auf eine überschaubare Ebene, da die Abhängigkeit von der Luftatmung alle Wasservögel dazu zwingt, immer wieder auf diese Ebene zurückzukehren. Das erleichtert die quantitative Erfassung immens. Wasservogelzählungen stellen daher nur selten Stichproben dar, sondern meist Gesamtbestandserfassungen mit Genauigkeiten von über 80% (SCHUSTER 1975). Jede Gilde wird daher im Zahlenmaterial präzise genug repräsentiert, um Aussagen über die Struktur der Wasservogelgemeinschaften zuzulassen (REICHHOLF 1975, 1976b). Auch ihre jahreszeitliche Dynamik kann mit geringem Aufwand ermittelt werden (REICHHOLF 1976c). Als Regel läßt sich nach den vorliegenden Ergebnissen ableiten, daß fischreiche Gewässer wenig Wasservögel aus der Gilde der Schlammfaunaverwerter (Schwimm- und Tauchenten), aber anteilmäßig viele Taucher und/oder Reiher (je nach Uferstruktur und Tiefe) aufweisen. Die Zunahme der energetisch „aufwendigeren“ Tauchenten signalisiert daher den Rückgang der Fischbestände und umgekehrt, da sich diese Gruppen ökologisch ersetzen.

Gliedert man das Artenspektrum nach der angeführten Methodik in „Trophie-Ebenen“ auf, so verlagert sich der Schwerpunkt bei belasteten Gewässern nach unten, bei sich regenerierenden aber nach oben, wie dies am Beispiel der Verlandung der Stauseen am unteren

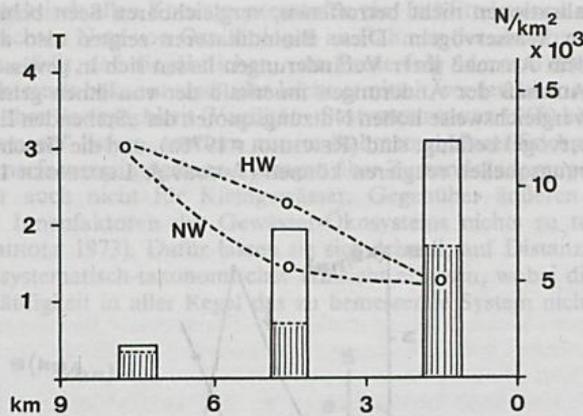


Abbildung 3. Verteilung der Wasservögel innerhalb von Stauseen (unterer Inn, 1968/69–1974/75). Die Dichte nimmt vom Kraftwerk (km 0) flussaufwärts in charakteristischer Weise ab (N = Anzahl der Wasservögel in 1000 Ex.). Die schraffierten Säulenteile zeigen die durchschnittlichen Mengen nach Hochwässern (HW), die Gesamtsäulen die Werte für Niedrigwasserjahre (NW). Der Schwerpunkt der Wasservogelverteilung über die Trophie-Ebenen (T) verlagert sich von der Stauwurzel (Bereich 6–9 km Distanz) zum Kraftwerk hin (Hauptstauraum 0–3 km) von den höheren zu den unteren Bereichen, während die Mengen ansteigen. Die gepunkteten Linien geben den Verlauf bei Hoch- und Niedrigwasser. T = Trophie-Ebene, d. h. durchschnittlicher Abstand der Nutzungsstufe von der Primärproduktion bzw. Anzahl der Glieder in der Nahrungskette bis zum Niveau der betreffenden ökologischen Gruppe (LINDEMAN 1942).

Distribution of aquatic birds within a river reservoir (distance in km from the hydroelectric power plant = 0 upstreams). Density per square kilometre decreases characteristically with increasing distance. Hatched parts of the columns give the average values in years with high water discharge (HW), the complete columns are for low discharge years (NW). T symbolizes the trophic position, the average of which for the water bird community decreases with increasing numbers, but is subject to changes according to the severity of floods.

Inn gezeigt werden konnte (REICHHOLF 1976b). Gleichzeitig nimmt die Dichte ab bzw. steigt an, was mit den Ergebnissen von UTSCHICK (1976) in Einklang steht. Abb. 3 zeigt diesen Trend und die damit verbundene Veränderung der Biozönose-Struktur.

Noch deutlicher reagierten die Wasservögel auf den Verlandungsprozeß, der aus einem tiefen Stausee am unteren Inn im Verlauf von knapp zwei Jahrzehnten ein flacheres Gewässer machte, das sich nun weitgehend im hydrologischen Gleichgewichtszustand befindet. Die hohe Schwebstoff-Fracht des Inns füllte schon in den ersten Jahren nach der Einstauung aufgrund der stark verringerten Strömungsgeschwindigkeit die tiefen Bereiche des Staubekens nach und nach auf, bis sich – bedingt durch den verengten Querschnitt und die dadurch wieder angestiegene Strömungsgeschwindigkeit – Erosion und Sedimentation nach rund 15 Jahren dynamisch ausglich. Feineres organisches Material kann nun nicht mehr in dem starken Umfange sedimentieren, wie dies anfangs der Fall gewesen war. Das vermindert die Nährstoffzufuhr für die Macroinvertebraten des Benthos (Tubifiziden und Chironomiden), deren Biomassen entsprechend zurückgingen, so daß es sich nach Abschluß der Verlandung für die Tauchenten energetisch kaum mehr lohnt, metertief hinabzutauchen. Denn die Biomassendichte liegt mittlerweile weit unter der kritischen Schwelle von 100 g/m^2 , ab der der Energieaufwand für das Tauchen offenbar in der Regel den Gewinn durch die Nahrung übersteigt.

In den Jahren der stärksten Verlandung lag die Dichte bei knapp 1 kg/m^2 Schlammfauna-Biomasse. Die Entwicklung der Wasservogelbestände, in Abb. 4 nach Schwimm- und Tauchenten aufgeteilt, signalisierte ganz klar den Verlauf dieses Prozesses. Sie kennzeichnet die Errichtung dieser Staustufe als zeitlich begrenzte Auslenkung des Ökosystems aus seinem Grundzustand und spiegelt die Rückkehr wider. Das mag als Charakterisierung der durch die Einstauung verursachten Vorgänge in erster Näherung genügen. Für genauere Analysen ergeben sich daraus vielfältige Hinweise und Anhaltspunkte für Fragestellungen.

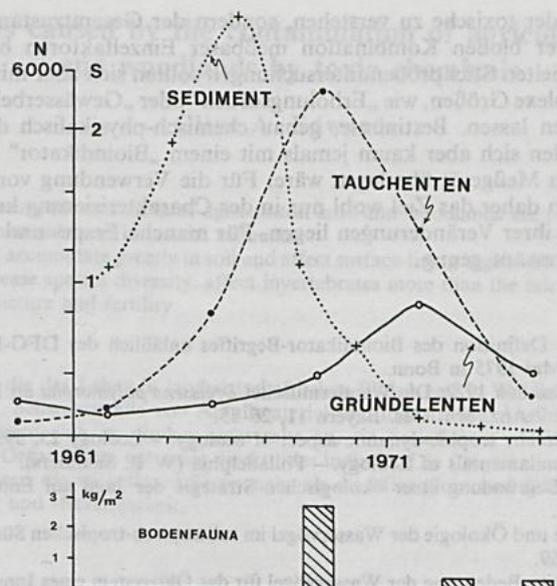


Abbildung 4. Reaktion der Entenvogel auf die Verlandung eines Stausees. Auf die Phase der Hauptsedimentation (S = Sediment; Einheiten in 10^6 Tonnen) folgt mit Zeitverzögerung die Welle der Tauch-(Aythyni)enten, die wiederum von den Gründelenten (Anatini) mit Verzögerung abgelöst werden. Mit der Einstellung des Sedimentations-Erosions-Gleichgewichtes stabilisieren sich die Entenmengen etwa auf dem doppelten Niveau der Ausgangssituation vor der Einstauung (1961), was der Flächenverdopplung des gestauten Flußabschnittes entspricht (Innstufe Schärding-Neuhaus in Südostbayern). Die Macroinvertebraten des Sediments („Bodenfauna“) erreichen während des Tauchenten-Maximums sehr hohe Biomassewerte ($2,8 \text{ kg/m}^2$ in 1,5 m Wassertiefe), die in den Folgejahren zurückgingen. N = durchschnittliche Bestände der Enten während der Herbstzugzeit; alle Kurven in drei- bzw. vierjährigen, gleitenden Durchschnittswerten (Daten von REICHHOLF unveröffentl.).

Reaction of waterfowl numbers on the silting process of a river impoundment (Lower Inn River, Bavaria). The phase of intensive sedimentation („Sediment“) is followed up with time lags by diving ducks („Tauchenten“) and dabbling ducks („Gründelenten“). Autumn migration numbers stabilized in the second half of the seventies according to the proportions of the pre-damming period at a level twice as high, which corresponds to the doubling of the water area. The availability of the mud-dwelling macro-invertebrates decreased characteristically in accordance with the changes of duck numbers from 2.8 kg/sq. m to roughly one tenth (lower part of the fig.). Duck numbers and sediment amounts (in million tons) are given in moving averages for three or four years. Data from REICHHOLF unpubl.

4.3. Versuch einer Verallgemeinerung

Meßinstrumente liefern in hochgradig dynamischen Systemen zwar präzise Angaben über bestimmte Zustände zu bestimmten Zeitpunkten an bestimmten Meßstellen. Erst eine mehr oder weniger große Menge von Einzeldaten ermöglicht aber die Zusammenfassung und die Abtrennung des „Rauschens“ von der eigentlichen Information, die sich aus dem Systemzustand bzw. seiner Veränderung ablesen läßt. Je höher die angestrebte Präzision, umso eingeschränkter wird die Aussagekraft und die Möglichkeit zur Verallgemeinerung (REMMERT 1978). Für ein „Monitoring“ von größeren Systemen, wie ganzen Gewässern, bedarf es daher einer Glättung der Meßwerte und einer Trennung zwischen Fluktuationen und Trends. Das ist insbesondere dann notwendig, wenn Prognosen über zu erwartende Entwicklungen oder Zustände das Ziel der Untersuchung sind. Nach den vorliegenden, gewiß noch geringen Erfahrungen erscheint es als Arbeitshypothese annehmbar, die Wasservogel als Indikatoren für den allgemeinen Zustand der Gewässer-Ökosysteme zu benutzen. Denn es lassen sich überprüfbare Voraussagen machen (falsifizierbare Prognosen). Unter Zustand ist hierbei

jedoch nicht allein der toxische zu verstehen, sondern der Gesamtzustand, der sich schwer (oder kaum) aus der bloßen Kombination meßbarer Einzelfaktoren bestimmen läßt. In Verbindung mit gezielten Stichprobenuntersuchungen sollten sich aber mit Hilfe der Wasservögel selbst so komplexe Größen, wie „Erholungsdruck“ oder „Gewässerbelastung“ zumindest grob charakterisieren lassen. Bestimmte, genau chemisch-physikalisch definierte Zustände oder Faktoren werden sich aber kaum jemals mit einem „Bioindikator“ so präzise erfassen lassen, daß er einem Meßgerät überlegen wäre. Für die Verwendung von Wasservögeln als Bioindikatoren kann daher das Ziel wohl nur in der Charakterisierung komplexer Zustände und der Verfolgung ihrer Veränderungen liegen. Für manche Frage- und Problemstellungen wäre dies aber interessant genug.

Literatur

- ELLENBERG, H. 1975: Definition des Bioindikator-Begriffes anlässlich des DFG-Rundgespräches über Bioindikatoren im Mai 1975 in Bonn.
- JACOBY, H. & H. LEUZINGER 1972: Die Wandermuschel *Dreissena polymorpha* als Nahrung der Wasservögel am Bodensee. – Anz. orn. Ges. Bayern 11, 26–35.
- LINDEMAN, R. L. 1942: The trophic-dynamic aspect of ecology. – Ecology 23, 399–418.
- ODUM, E. P. 1971: Fundamentals of Ecology. – Philadelphia (W. B. Saunders).
- REICHHOLF, J. 1973: Begründung einer ökologischen Strategie der Jagd auf Enten. – Anz. orn. Ges. Bayern 12, 237–247.
- 1975: Biogeographie und Ökologie der Wasservögel im subtropisch-tropischen Südamerika. – Anz. orn. Ges. Bayern 14, 1–69.
- 1976a: Die quantitative Bedeutung der Wasservögel für das Ökosystem eines Innstausees. – Verh. Ges. Ökologie, Wien 1975, 247–254.
- 1976b: Die Wasservogelfauna als Indikator für den Gewässerzustand. – Landschaft + Stadt 8, 125–129.
- 1976c: Die trophische Struktur der Wasservogel-Gemeinschaften des Skutari-Sees und ihre jahreszeitliche Dynamik. – Verh. orn. Ges. Bayern 22, 450–460.
- REMMERT, H. 1978: Forschungsziel und Forschungsmethodik. – Anz. orn. Ges. Bayern 17, 1–7.
- 1980: Ökologie – ein Lehrbuch. 2. Aufl. – Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- SCHUSTER, S. 1975: Fehlerquellen bei Wasservogelzählungen am Beispiel baden-württembergischer Gewässer. – Anz. Orn. Ges. Bayern 14, 79–86.
- SCHWERDTFEGER, F. 1968: Demökologie. Ökologie der Tiere Bd. 2. – Hamburg und Berlin (Parey).
- 1975: Synökologie. Ökologie der Tiere Bd. 3. – Hamburg und Berlin (Parey).
- UTSCHICK, H. 1976: Die Wasservögel als Indikatoren für den ökologischen Zustand von Seen. – Verh. orn. Ges. Bayern 22, 395–438.
- WÜST, W. 1978: Europa-Reservat Ismaninger Teichgebiet, 31. Bericht: 1972–1973. – Anz. orn. Ges. Bayern 17, 9–36.

Anschrift des Verfassers: Dr. Josef Reichholf, Zoologische Staatssammlung, Maria-Ward-Straße 1B, D-8000 München 19.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [BH_26](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef

Artikel/Article: [Wasservögel als Indikatoren des Gewässerzustandes 138-144](#)