

Mitteilungen
der
ZOOLOGISCHEN GESELLSCHAFT BRAUNAU

Band 1, Nr. 6

1. September 1969

Nahrungsangebot und Frühjahrszug der Wasservögel

an den Stauseen am "Unteren Inn".

Von JOSEF REICHHOLF, Aigen am Inn.

Die Untersuchungsergebnisse über die Biomasseverhältnisse im Flachwasserbereich der Sandbänke in der Hagenauer Bucht von J. BÖHLES (1969) regen zu einem Vergleich mit der Frequentierung dieser nahrungsökologischen Kleinbiotope ("Nischen") durch die zur Zeit des Frühjahrszuges anwesenden Wasservögel an.

Die allgemeinen Zugverhältnisse und die mengenmäßigen Proportionen von Frühjahrs- und Herbstzug bei den einzelnen Arten sind weitgehend bekannt. Die von ERLINGER und REICHHOLF für die Innstauseen ermittelten Verhältnisse sind praktisch gleich denen am ebenfalls künstlich angelegten - Ismaninger Speichersee (BEZZEL & WÜST 1965 und 1966). Von den einzelnen ökologischen Gruppen ziehen die langbeinigen (hauptsächlich wegen der die Hauptmasse bildenden Kampfläufer) Limikolen im Frühjahr zahlreicher durch, bzw. rasten im Gebiet, als im Herbst, wo umgekehrt die Strandläufer die ungleich größeren Anteile bilden. Auf dem Herbstzug gesellt sich zu den Limikolen als wichtiges Element auch noch die Krickente hinzu, deren Konzentrationen im September (maximal 3.608 Ex. am 17.9.1968) zweifellos eine wichtige Komponente im nahrungsökologischen Gefüge der Schlickbänke darstellen. Die Krickenten suchen nämlich auf den herbstlichen Schlickbänken vorwiegend die ganz flach überfluteten Bereiche nach Nahrung durch, jene Bereiche also, auf denen auch die Strandläufer nach Nahrung suchen. Im Frühjahr werden dagegen diese ganz flachen Bereiche nur von wenigen Vögeln zur Nahrungssuche aufgesucht.

Diese Beobachtungen durch quantitative Angaben zu belegen, ist das Ziel dieser Arbeit.

Material und Methode

1. Fragestellung:

In welcher Beziehung steht das Vorkommen und die Verteilung der Wasservögel zum Nahrungsangebot?

2. Berechnung der Verteilung der Nahrungsbiomasse:

Zur Festlegung des aktuellen Nahrungsangebotes in den verschiedenen Tiefenbereichen mußten zunächst die Absolutwerte von BÖHLES in Relativwerte umgerechnet werden. Dazu verwandte ich als Standard eine 12 mm lange Zuckmückenlarve (*Chironomus spec.*), auf deren Größe ich alle übrigen Organismen bezog. Dieser Wert für die Biomasse des Kontrollrechtecks der Bodenprobe multipliziert mit 100 ergibt das Nahrungsangebot pro Quadratmeter in Chironomideneinheiten.

Diese Relativierung der Meßwerte erscheint gerechtfertigt, da einmal die Limikolen und Krickenten wohl kaum einen Unterschied zwischen einer 6 und einer 10 mm langen Zuckmückenlarve machen dürften, andererseits die Proportionen der verschiedenen festgestellten Arten so ähnlich sind (längliche Zylinder), daß die Länge ohne wesentlichen Korrekturfaktor direkt mit dem Gewicht (als Einheit der Biomasse) korreliert sein dürfte. Das tatsächliche Gewicht errechnet sich dann nach folgender Formel:

$$G = l \cdot r^2 \cdot \sigma \cdot \pi$$

G = Gewicht = Biomasse

l = Länge

r = Radius

σ = spezifisches Gewicht

Für die Darstellung der Abbildung 1 wurden diese Biomasseeinheiten als dekadischer Logarithmus eingetragen, da diese Form der Darstellung ein übersichtlicheres Bild liefert. Es ist daher zu beachten, daß eine Zunahme um das Doppelte in der Abbildung 1 einer Steigerung der Biomasse um das Zehnfache entspricht.

Das Ergebnis zeigt einen charakteristischen Kurvenverlauf mit einer raschen Zunahme an Biomasse mit zunehmender Wassertiefe bei einem Minimum im ganz seichten Bereich und einem erneuten leichten Anstieg gegen die nicht mehr überfluteten Bereiche der Sandbank.

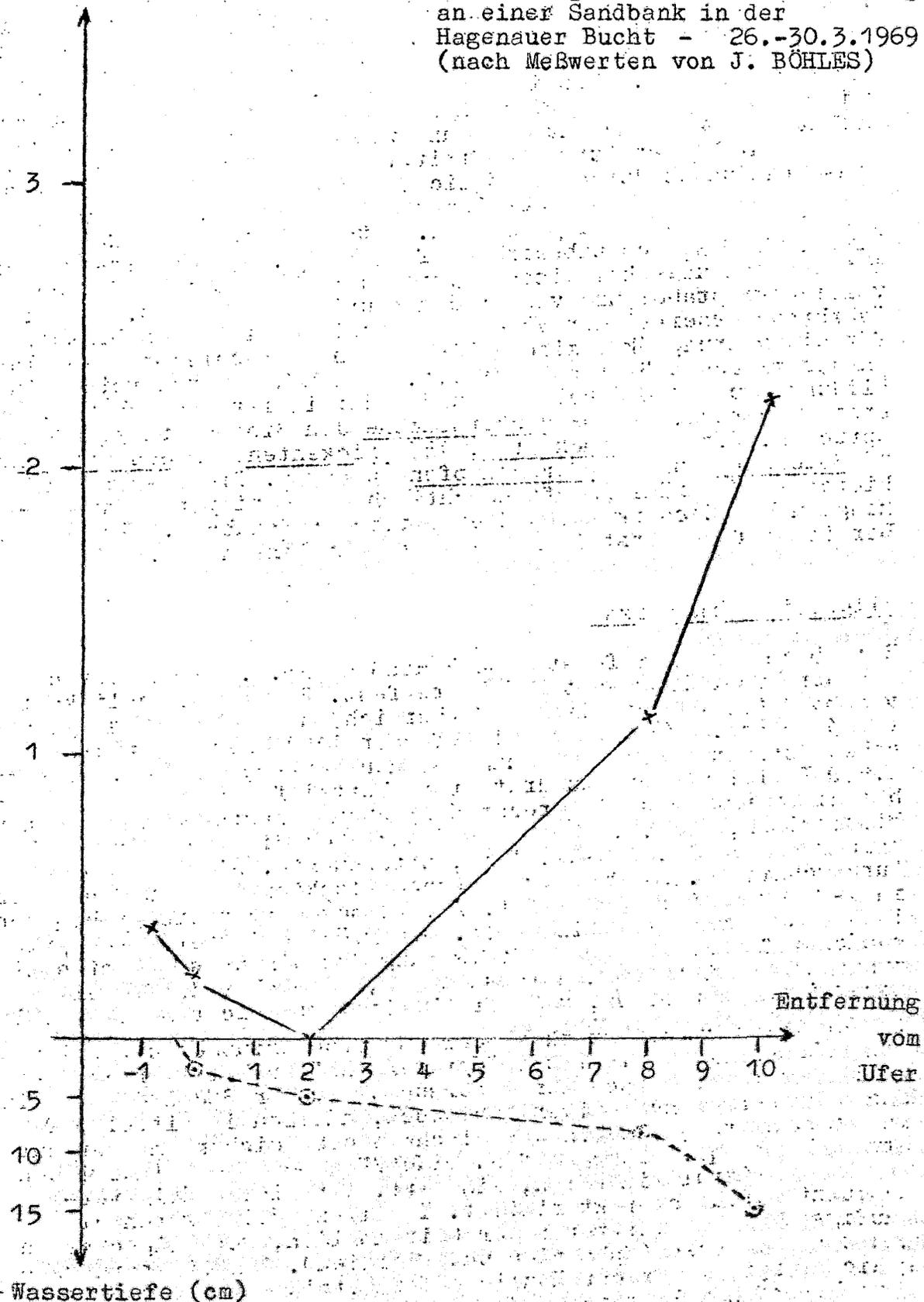
3. Verteilung der Wasservögel auf der Stauseesandbank des Egglfinger Stausees am 22.4.1969:

Bei dieser von BÖHLES in der Hagenauer Bucht untersuchten Verteilung des Nahrungsangebotes stellt sich die Frage, inwieweit die diese Nahrungsquelle nutzenden Wasservögel sich in ihrer Verteilung nach dem Angebot richten, oder vielleicht sogar richten müssen. Völlig freie Wahl hätten sie wohl nur dann, wenn die Nahrung wirklich im Überfluß vorhanden wäre, und das an jeder Stelle des Biotops. Da dies nicht der Fall ist, wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, und da außerdem die einzelnen Wasservogelarten mehr oder wenig stark an bestimmte Möglichkeiten der Nahrungssuche aufgrund ihres Körperbaues angepaßt sind (z.B. können die kurzbeinigen und kurzschnäbligen Strandläufer nicht in Wassertiefen nach Nahrung suchen, wo die langschnäbligen und langbeinigen Arten noch mühelos den Bodenschlamm erreichen), war daher zu erwarten, daß nicht nur eine ökologische Durchgliederung des Flachwasserbereiches in einzelne ökologische Nischen zu beobachten ist, sondern zudem die einzelnen Tiefenbereiche, entsprechend dem Nahrungsangebot, eine verschieden große Menge an Vögeln ernähren können und somit an den nahrungsreicheren Gründen mehr Vögel zu finden sind, als an den nahrungsärmeren.

$10 \log B$

Abbildung 1:

Bestimmung der Biomasseverteilung
an einer Sandbank in der
Hagenauer Bucht - 26.-30.3.1969
(nach Meßwerten von J. BÖHLES)



Um diese Theorie testen zu können, wurde die Verteilung von 477 Wasservögeln im Flachwasserbereich der Stauseesandbank untersucht, das Gewicht der Vögel aus der Literatur entnommen und darauf ein Verteilungsmuster der Vogelbiomasse angefertigt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Abbildung 2 zusammengefaßt und mit der Verteilung des Nahrungsangebotes pro Quadratmeter verglichen. Dazu ist zu beachten, daß trotz des zeitlichen Unterschiedes und den möglicherweise etwas anderen Bedingungen auf der Stauseesandbank eine ungewöhnlich gute Übereinstimmung im Verlauf beider Kurven auftritt. Es scheint daher mit gewissen Einschränkungen durchaus möglich, dieses Bild als Frühjahrsaspekt der Lebensgemeinschaft im Flachwasser der Stauseen zu verallgemeinern. Detaillierte Untersuchungen hierzu sind jedoch unbedingt erforderlich. Als Arbeitshypothese ist das nahrungsökologische System der Abbildung 2 jedoch völlig akzeptabel und von großem heuristischen Wert. Da die "Verbraucherseite" der Vögel gleichzeitig ein gutes Beispiel für die nahrungsökologische Einnischung verschiedener Vogelarten in den gleichen Biotop darstellt, werden die Verhältnisse in Abbildung 3 und den Tabellen 1 und 2 detailliert dargeboten. Man ersieht daraus, daß 52 Höckerschwäne den Biotop stärker beanspruchen, als 127 Stockenten, 155 Krickenten, 12 Schnatterenten, 10 Spießenten und 9 Uferschnepfen zusammen. Die Wasseroberfläche bietet im Vorfrühling offensichtlich die geringste Nahrungsmenge neben Wasserkante und eigentlicher Sandbank. In diesen Bereichen fällt erst im Frühsommer mehr Nahrung an.

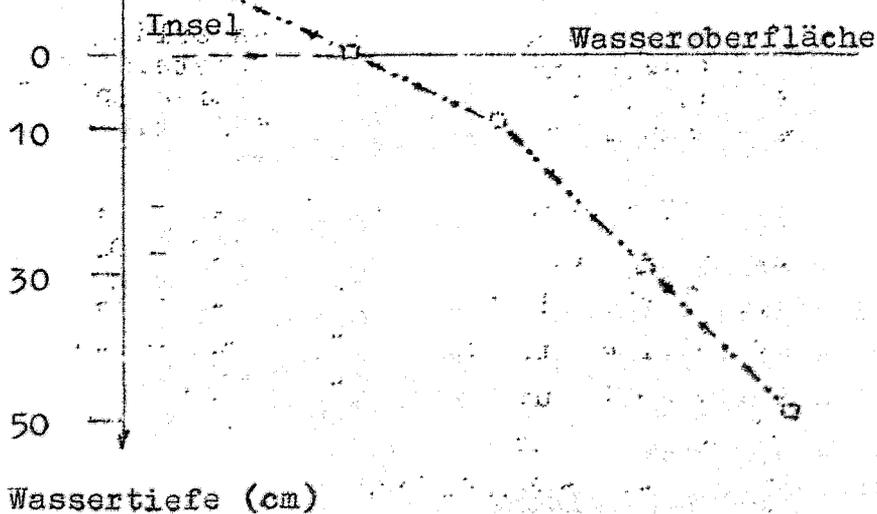
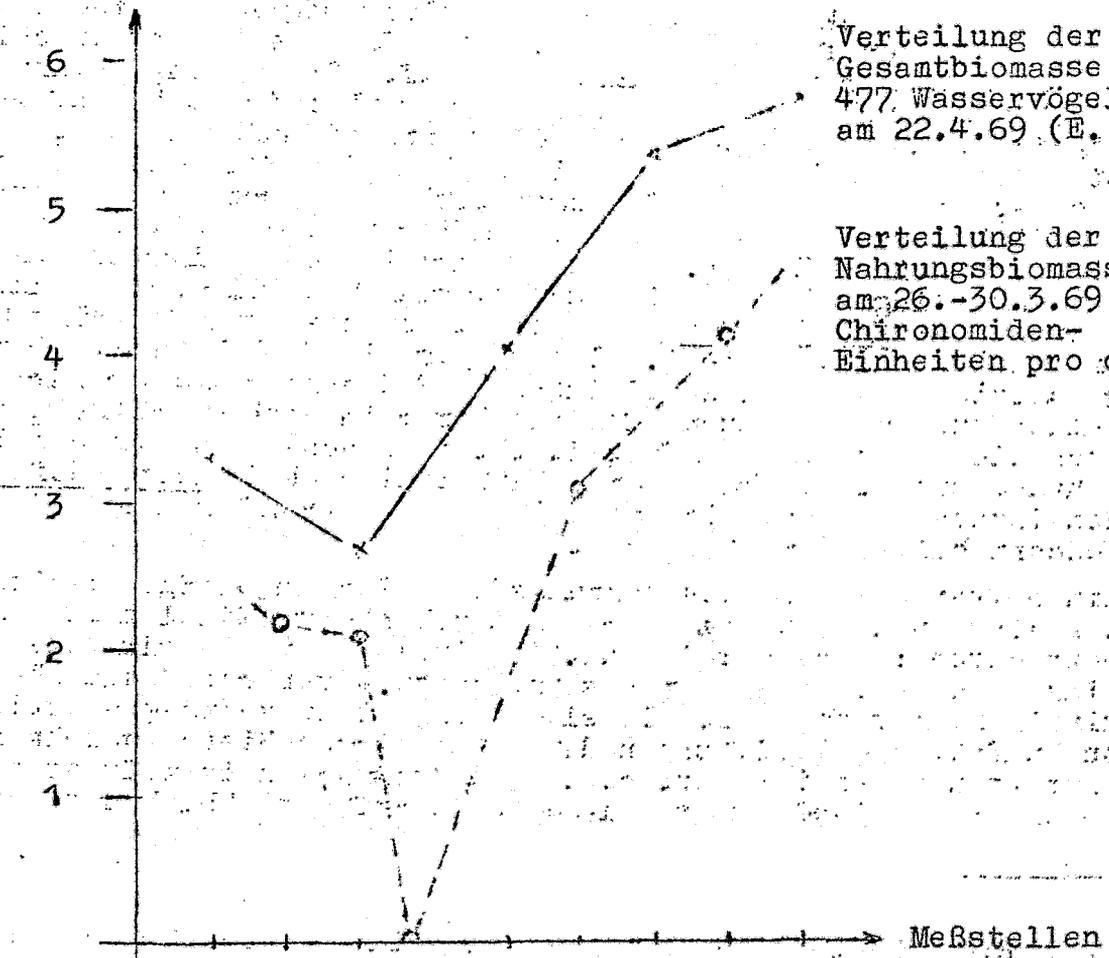
Allgemeine Ergebnisse

Bei 15 cm Wassertiefe stellte BÖHLES am 28.3.1969 in der Hagenauer Bucht insgesamt 563 Tiere fest. Bei einem Schlickanteil von 83 % (73 % mehr als im Uferbereich) und einem Wassergehalt von 37 % (ca. 1/3 mehr als im Uferbereich) entspricht die Bodenschlammstruktur einem nahrungsreichen (eutrophen) See. Mit ca. 5.630 Individuen pro Quadratmeter übertrifft das Nahrungsangebot die vergleichsweise recht ähnlichen Flußstauseen am oberen Mississippi, wo C.A. CARLSON 1960 und 1961 die Bodenfauna oberhalb von Damm 19, Keokuk, Iowa, untersuchte. Hier wurden im Durchschnitt 2.924 Organismen (ohne Plankton) pro Quadratmeter in 1-2 Meter Tiefe gesammelt. Allerdings wurden die Proben dort in den Sommermonaten eingeholt. Die größere Wassertiefe spricht zunächst für eine weitere Steigerung des Nahrungsangebotes mit zunehmender Tiefe an den Innstauseen, dann aber dürfte eine Einivellierung erfolgen, von der ab die Werte nicht mehr ansteigen.

Im Vergleich zu den starker Schwebstoffbelastungen unterliegenden Flüssen Mississippi und "Unterer Inn" enthält der Bodenschlamm der Wolga nach den Untersuchungen von BEHNING 1928 eine ganze Zehnerpotenz weniger Lebewesen, nämlich im Mittel 300 Individuen pro qm und in den Flachwasserbereichen am Ufer nur etwa 400 pro qm. Dagegen fand MIKULSKI 1961 1650 Individuen pro qm am Vistula in Polen, ein Wert, der einen mäßig verschmutzten Fluß charakterisiert. In allen Fällen waren die häufigsten Arten Vertreter der Chironomiden, der Oligochaeten und der Mollusken (Sphaerien und Pisidien). Der Literaturvergleich zeigt also recht ähnliche Verhältnisse bei den stark mit Schwebstoffen belasteten Flüssen wie Inn und oberer Mississippi

Abbildung 2:

$10 \log B$ (g)



im Bereich von Staustufen. Damit rechtfertigt sich die allgemeine Feststellung, daß der durch die Aufstauung geschaffene Nahrungsreichtum direkt korreliert ist mit der Aufnahmekapazität für die diversen Wasservögel. Der Wasservogelreichtum am "Unteren Inn" ist zweifellos auf diese Umweltskomponente in entscheidendem Maße zurückzuführen.

Der andere Aspekt der Untersuchung wirft möglicherweise neue Gesichtspunkte für die Entstehung der Zugmuster der verschiedenen Limikolenarten im Binnenland auf. Das geringe Nahrungsangebot im Frühjahr in den Flachstwasserbereichen beeinflusste möglicherweise das Zugverhalten der Strandläufer derart, daß sie entweder im Nonstopflug die Gebiete überfliegen, ohne zu rasten, oder aber Schleifenzugtraditionen ausbilden, wodurch das Binnenland nur im Herbst in größerer Menge überflogen wird, nicht aber im Frühjahr. Bei den langbeinigen Limikolen der Gattung *Tringa* dürften die Bedingungen ausgeglichener sein, während der Kampfläufer (*Philomachus pugnax*) nur im Frühjahr in großen Mengen durchzieht. Hier liegen die Verhältnisse aber komplizierter, da diese Limikole im Frühjahr hauptsächlich die Felder zur Nahrungssuche frequentiert; im Herbst dagegen, wie auch die Nachzügler im Mai, i.e.L. im Flachwasser der Sandbänke Nahrung sucht. Die besonderen Verhältnisse beim Kampfläufer an den Innstauseen habe ich am Beispiel des Frühjahrszuges 1968 beschrieben (REICHHOLF 1968).

Ein weiterer Aspekt des nahrungsökologischen Gefüges der nach der Einstauung neu entstandenen Sandbänke verdient noch näherer Betrachtung: der Energiefluß. In einem Ökosystem sind die einzelnen Glieder auf grundsätzlich zwei verschiedenen Ebenen miteinander verbunden. Die eine Ebene steht sozusagen horizontal und umfaßt die Beziehungen der den gleichen Biotop bewohnenden Tierarten untereinander, d.h. ihre Konkurrenz im weitesten Sinne. In unserem Beispiel wäre diese Ebene auf der Abb. 3 dargestellt.

Zu Abbildung 3: Nahrungsökologische Einnischung der Wasservögel im Bereich der Stauesandbank.

- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| 1 = Tauchenten | 5 = Wasserläufer (<i>Tringa</i>) |
| 2 = Höckerschwan | 6 = Bachstelze |
| 3 = Spießente | 7 = Flußregenpfeifer |
| 4 = Schnatterente | 8 = Pfeifente |

- | | | |
|------------------------|-------|-------------|
| I = Tauchenten | Tiefe | 0,6 - 1,5 m |
| II = Schwäne | " | 0,3 - 0,6 m |
| III = Gründelenten | " | 0,1 - 0,3 m |
| IV = Flachstwasser | " | 0,0 - 0,1 m |
| V = Spülsaum | " | 0,0 m |
| VI = Sandbank | | |
| VII = Wasseroberfläche | | |

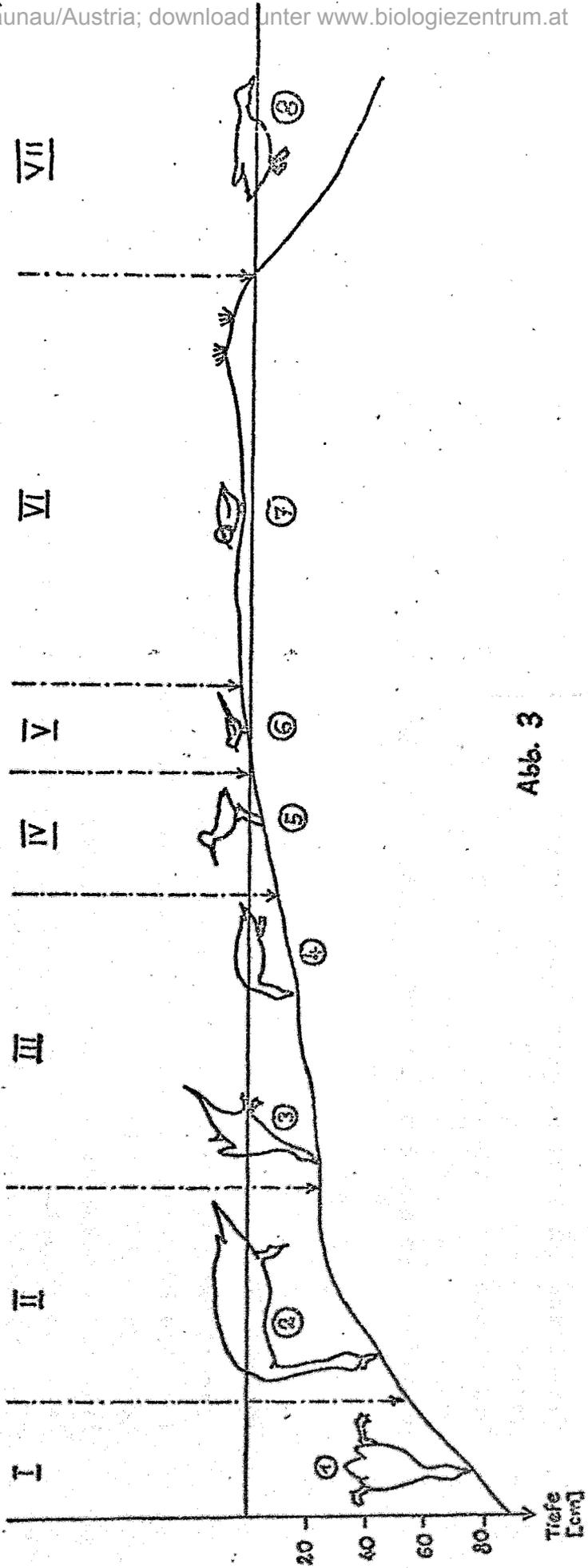


Abb. 3

Tabelle 1:

Verteilung der Wasservogelbiomasse über die in Abb. 3 bezeichneten Bereiche

Gebiet	I	II	III	IV	V	VI	VII
Individuen	778	52	313	69	17	6	20
Arten	3	1	5	3	2	2	3
Biomasse	ca. 600.000	520.000	224.300	10.280	455	1.880	9.300 Gramm

Tabelle 2:

Aufschlüsselung der Arten in den einzelnen Kleinbiotopen (Nischen)

I	514 Reiherenten, 222 Tafelenten, 42 Schellenten
II	52 Löffelerschwäne
III	127 Stockenten, 155 Krick-, 12 Schnatter-, 10 Spießenten, 9 Werschnepfen
IV	66 Kampfläufer, 2 Grünschenkel, 1 Dunkler Wasserläufer
V	15 Bachstelzen, 2 Flußuferläufer
VI	4 Rabenkrähen, 2 Flußregenpfeifer
VII	10 Knäk-, 7 Löffel- und 3 Pfeifenten.

Die hier angetroffenen Vogelarten konkurrieren miteinander um die Nahrung, die von der Schlickbank zur Verfügung gestellt wird. Als Reaktion auf diese Konkurrenz haben sich die Arten im Laufe der Stammesgeschichte den Nahrungsraum in viele einzelne Nischen aufgeteilt, innerhalb derer das Ausmaß der Konkurrenz gemildert ist, da jede Art irgendwelche Spezialanpassungen ausgebildet hat, die es ihr ermöglichen, in der speziellen ökologischen Nische effektiver zu sein, als die mit ihr konkurrierenden Arten.

Die zweite Ebene dagegen steht senkrecht und stellt die nahrungsökologischen Beziehungen der Arten dar. Im vorliegenden Fall sind dies hauptsächlich die Nahrungsbeziehungen der behandelten Wasservögel zu den Chironomiden, die ihre Hauptnahrungsquelle darstellen. Die Schlammfauna versorgt die Wasservogelfauna und ist demzufolge die Nahrungsbasis für die - zumindest zeitweilige - Existenz dieser Fauna. Eine derartige Beziehung wird trophisches System genannt. Die verschiedenen möglichen trophischen Beziehungen führen von der Basis der Primärproduktion (grüne Pflanzen, die aus anorganischem Material organisches, also energiereiches, aufbauen) über primäre, sekundäre etc. Konsumenten schließlich zum Großraubtier, dessen Stelle heute in den allermeisten Fällen der Mensch vertritt. In einer solchen Nahrungskette fließt nun die Energie - daher Energiefluß! - von den niedrigeren zu den höheren Trophie-Ebenen. Dabei geht, aufgrund des Entropiegesetzes der Thermodynamik, bei jedem Übergang ein bestimmter Betrag an Energie verloren und ein weiterer Betrag erreicht die nächste Ebene garnicht, sondern die betreffenden Organismen werden nach ihrem Tode direkt wieder remineralisiert durch die Tätigkeit der organischen Abbauprozesse (Reduzenten).

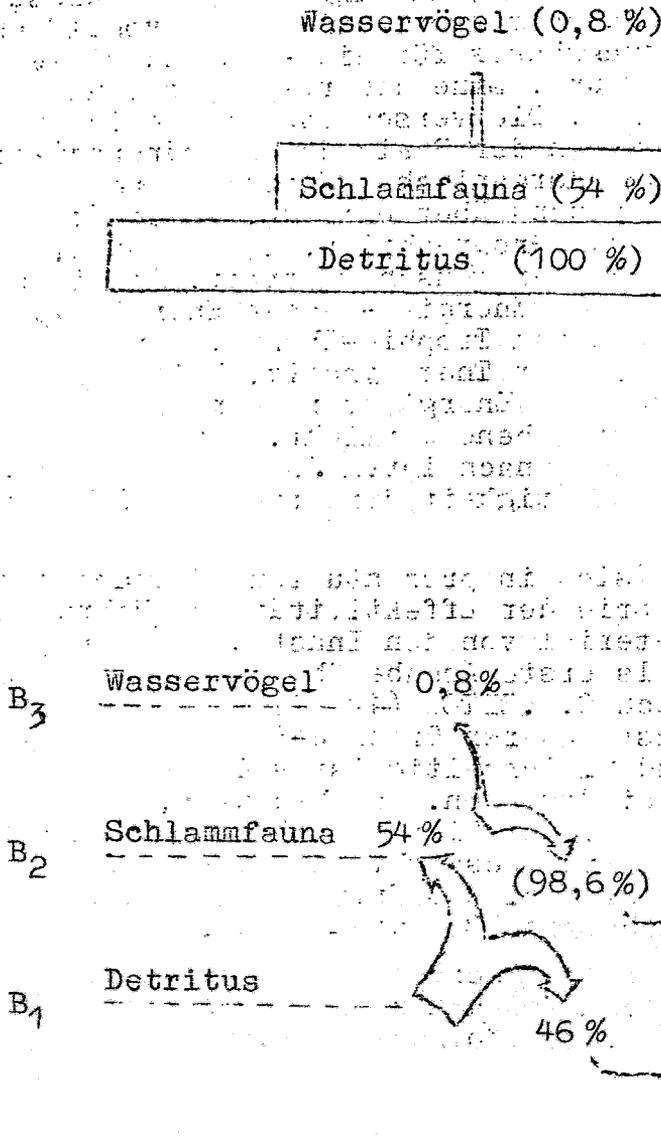
Dieser Energiefluß läßt sich in prozentualen Größenordnungen nach der ELTONschen Theorie der Effektivität der Nahrungsketten aus dem vorliegenden Material von den Innstauseen bereits quantitativ bestimmen und als erste Angabe über die Größenordnungen sinnvoll abschätzen. Nach C.S. ELTON (1927) ist der Räuber (d.h. der Konsument) der nächst höheren Trophie-Ebene stets weniger häufig als die Beute und gleichzeitig ist sein Körpergewicht größer als das der Beuteindividuen. Das bedeutet, anders ausgedrückt, daß sehr viele kleine Tiere die Nahrungsgrundlage abgeben für wenige große, deren Gesamtbioasse aber viel kleiner ist. Generelle Ausnahmen von diesem Prinzip sind die Parasiten, die in unserem Fall jedoch ohne Bedeutung sind.

Eine Behandlung des Materials über Verteilung und Häufigkeit von Wasservögeln und Schlammfauna nach den oben entwickelten Gesichtspunkten liefert die im folgenden Abschnitt zusammengefaßten Ergebnisse.

Struktur der Nahrungskette

Wasservögel	$N = 1.255$ Individuen;	Biomasse $B_3 = 0,013 \cdot 10^8$ g
↑		
Schlammfauna	$N = \text{ca. } 3 \cdot 10^9$ Indiv.;	Biomasse $B_2 = 0,9 \cdot 10^8$ g
↑		
Detritus (org. Bestandteile des Schlammes)		$B_1 = 1,66 \cdot 10^8$ g

Abbildung 4: ELTON - Pyramide
und Energiefluß



Reduzierung
und
Remineralisierung

Dieser Struktur der Nahrungskette wurde die Gesamtfläche des von den Wasservögeln besiedelten Areals der Stauseesandbank zu 2000 mal 300 Metern und eine Schlammfassungstiefe von 3 cm zugrundegelegt. Mit ca. 5000 Individuen pro Quadratmeter und einem Schlickanteil des Schlammes von 83%, sowie einem Wassergehalt des Schlammes von 37% wurden die Meßwerte von BÖHLES herangezogen. B_1 basiert auf der Annahme eines Gehaltes an organischem Detritus von 1% der oberflächennahen Schlammsschichten. Die Primärproduktion B_0 des Einzugsgebietes des Inns ist unbekannt; sie spielt aber für den Energiefluß keine Rolle, da nach den Angaben der "Innwerk AG. Töging" die durchschnittliche Jahresmenge der Schwebstofffracht mit ca. $3 \cdot 10^6$ Tonnen wenigstens die 1.800-fache Menge des benötigten Materials bereitstellt.

Setzt man nun die Nahrungsbasis der Chironomiden = 100%, so erreichen die Chironomiden davon noch 54%, also rund die Hälfte der vorhandenen Energie, zum Aufbau körpereigener Substanz. Davon konsumieren die Wasservögel aber nur 1,44%, oder 0,8% der Basisenergie! Theoretisch bleibt somit eine riesige Menge der Schlammfauna, nämlich mehr als 98% zunächst ungenutzt, aber die schlüpfenden Mücken stellen nun ihrerseits die Nahrungsquelle für eine Vielzahl anderer Vögel, wie Schwalben, Möwen, Rohrsänger etc. dar. Die Konsumentenebene stellt daher ein höchst differenziertes Netz von Organismen dar, die alle wenigstens zu bestimmten Jahreszeiten von den Mücken und ihren Larven leben. Allein am Kontrolltag wurden 18 Arten an der Stauseesandbank angetroffen.

Abbildung 4 zeigt die Verhältnisse in einer sogenannten ELTON-schen Pyramide und einem grob-schematischen Überblick über den Energiefluß im Ökosystem "Stauseesandbank".

Die Untersuchung der quantitativen Nahrungsverhältnisse an den Sandbanken der Innstauseen ist ein erster Schritt zur nahrungs-ökologischen Bearbeitung dieser einmaligen Wasservogelgebiete. Wenn auch die Ergebnisse noch in vieler Hinsicht lückenhaft sind und zu einer statistischen Sicherung der Befunde noch nicht ausreichen, so stellen sie doch einen vielversprechenden Anfang dar. Eine systematische Weiterführung dieser Arbeiten, besonders der von BÖHLES angefangenen Studien über die Biomasseverteilung in der Schlammfauna, wäre im Hinblick auf die Bedeutung des Gebietes und die äußerst geringe Zahl derartiger Untersuchungen dringend erwünscht.

Literaturverzeichnis

- BEHNING, A. (1928): Das Leben der Wolga. Die Binnengewässer 5, 1-162.
- BÖHLES, J. (1969): Untersuchungen zur Schlammfauna der Sandbänke der "Hagenauer Bucht" am "Unteren Inn". - Mitt. d. ZOOLOG. GES. BRAUNAU, Band 1 (Nr. 6).
- CARLSON, C.A. (1968): Summer bottom fauna of the Mississippi River above dam 19, Keokuk, Iowa. Ecology 49, 162-169.

- ELTON, C. (1927): Animal Ecology. New York.
- ERLINGER, G. (1965): Die Vogelwelt des Stauseegebietes Braunau-Hagenau. Jb. Oberösterr. Musealverein, 110, 422-445.
- HUTCHINSON, G.E. (1959): Homage to Santa Rosalia or why are there so many kinds of animals? The American Naturalist XCIII, 145-159.
- LINDEMAN, R.L. (1942): The trophic-dynamic aspect of ecology. Ecology 23, 399-418.
- MIKULSKI, J.S. (1961): Ecological studies upon bottom communities in the river Wisla (Vistula). Verh. Internat. Verein. Limnol. 14, 372-375.
- REICHHOLF, J. (1966): Untersuchungen zur Ökologie der Wasservögel der Stauseen am unteren Inn. Anz. orn. Ges. Bayern 7, 536-604.
- REICHHOLF, J. (1968): Rekord-Frühjahrszug des Kampfläufers (*Philomachus pugnax*) am unteren Inn. Anz. orn. Ges. Bayern 8, 369-382.
- RUTTNER, F. (1962): Grundriß der Limnologie. Berlin.

Der Anteil der Stauseen am "Unteren Inn" am Bestand der

Entenvögel Bayerns in der Zählperiode 1968/69.

Von JOSEF REICHHOLF, Aigen am Inn.

An 8 Zähltagen (September - April) wurde der Entenbestand von 57 bayerischen Gewässern (Nord- und Südbayern) von der STAATLICHEN VOGELSCHUTZWARTE Garmisch-Partenkirchen durch die Mitarbeiter bei der internationalen Wasservogelzählung untersucht. Die Tabelle gibt Aufschluß über die ermittelten Gesamtmengen und den Anteil der Innstauseen bei den 22 festgestellten Arten.

Art	Bayern	Inn	% Anteil	Monat mit max. % Anteil
Stockente	167.422	36.397	22	IX 29
Krickente	24.671	11.214	46	IX 72
Knäkente	418	84	20	IX 37
Schnatterente	7.369	1.318	18	XI 39

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Zoologischen Gesellschaft Braunau](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [1](#)

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

Artikel/Article: [Nahrungsangebot und Frühjahrszug der Wasservögel an den Stauseen am "Unteren Inn" 63-74](#)