

# Zusammenhänge zwischen überwinternden Wasservögeln und der Beschaffenheit der Uferzone des Attersees

Von Gerhard Aubrecht und Hans Winkler

## 1. Einleitung

Von 1967 bis 1983 fanden am Attersee durchgehend Wasservogelzählungen statt. Außer 17 Jännerzählungen für den internationalen Vergleich wurden zusätzlich 48 Zählungen bis März 1983 durchgeführt. Die Ergebnisse bis Oktober 1978 wurden bereits umfassend zusammengestellt und diskutiert (Aubrecht, 1979). Weitere Ergebnisse wurden von Aubrecht und Moog (1981, 1982) veröffentlicht. Wie bei fast allen österreichischen Untersuchungen über Wasservögel lag das Hauptaugenmerk auf der Phänologie, der Verteilung und der zahlenmäßigen Entwicklung der Bestände. Detaillierte ökologische Untersuchungen der Ursachen für die beobachteten Verteilungsmuster wurden vernachlässigt. Arbeiten aus den Voralpengebieten Deutschland (Szijj, 1965; Reichholf und Reichholf-Riehm, 1982) und der Schweiz (Leuzinger und Schuster, 1970; Willi, 1970; Jacoby und Leuzinger, 1972; Leuzinger, 1972; Schuster, 1976; Hurter, 1979; Pedroli, 1981; Suter, 1982) beweisen die enge Bindung vor allem tauchender Wasservögel an die Nahrungsquellen im Uferbereich.

Untersuchungen am benachbarten Mondsee (Moog und Müller, 1979; Müller und Knoflacher, 1981) zeigen signifikante Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) und der Verteilung der Bläuhühner. Ebenso konnten Beziehungen zwischen der Ausdehnung flacher Uferzonen und der Verteilung tauchender Wasservögel festgestellt werden. Müller und Knoflacher (1981) konnten aber ihre Analyse nicht weiter ausdehnen, da es keine entsprechenden Untersuchungen über die Wasserpflanzenbestände im Mondsee gab. Am Attersee wurde die Wandermuschel erstmals 1974 nachgewiesen (Hadl u. a., 1978) und später auch als Bestandteil der Nahrung des Bläuhuhns bestätigt (Aubrecht, 1979). Ein Versuch, Zusammenhänge zwischen Wasservögeln und Wasserpflanzen aufzuzeigen, ergab keine deutlichen Ergebnisse, was auf das zusätzliche Dreissenaangebot zurückgeführt wurde (Aubrecht und Steiner, 1978). Durch die Arbeit von G. Schröder (1982), in der die Uferzone des Attersees ausführlich beschrieben wird, ergibt sich nun die Situation, daß wir über die Verteilung der Wasserpflanzen und Bodentypen am Attersee Bescheid wissen, jedoch nicht über die Ausdehnung der Wandermuschelbestände oder die Verteilung anderer bodenlebender Organismen, die als Wasservogelnahrung gelten können. Die Kartierung der Uferzonen im März 1981 durch Schröder fällt mit einer Wasservogelzählung zusammen, so daß ein Vergleich methodisch gerechtfertigt erscheint. Zur Erweiterung der Aussagen wurden auch die Zählungsergebnisse vom Jänner 1981 herangezogen. Da

gezielte Nahrungsuntersuchungen an Wasservögeln des Attersees und auch Angaben über Biomasse und Produktion der Wasserpflanzen fehlen, können keine Aussagen über die Nutzung der Wasserpflanzenbestände durch Wasservögel getroffen werden.

Bläßhuhn, Reiherente und Schellente wurden als am Attersee häufige Wasservogelarten, die sich tauchend ernähren, zum Vergleich ausgewählt. Es soll geprüft werden, ob sich Zusammenhänge zwischen den Verteilungsmustern dieser drei Arten und der Ausbildung verschiedener Uferzonen ableiten lassen.

## 2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Der Attersee ist nach dem Bodensee der größte Voralpensee Österreichs. Auf einer Seehöhe von 469 m gelegen, hat er eine Flächenausdehnung von 45,6 km<sup>2</sup>, eine maximale Tiefe von 170,6 m und eine mittlere Tiefe von 84,2 m. Der See ist nur selten eisbedeckt. In der üblichen Einstufung der Nährstoffsituation ist er als oligotroph einzustufen. Die Gesamtuferlänge beträgt 51,06 km.

Die Kartierungen von Schröder beziehen sich auf das sogenannte Sublitoral. Das ist jene Zone, die zwischen der Niedrigwasserlinie und der unteren Grenze höheren Pflanzenwuchses (Makrophyten) liegt; im Attersee reicht diese Zone in der Regel bis in 10 m Tiefe und ist am besten im Norden des Sees entwickelt (Schröder, 1982). Wegen der künstlichen Wasserstandsregulierung des Attersees treten in diesem Bereich des Sees nur geringe Veränderungen auf. Innerhalb des Sublitorals, das eine Fläche von 2,825.750 m<sup>2</sup> einnimmt, hat Schröder 5 Abschnitte unterschieden, die kurz beschrieben werden sollen:

1. Steinzone. Das wichtigste Kennzeichen dieser Zone sind freigespülte Gerölle, die nur von winzigen Wasserpflanzen besiedelt werden. Zwischen den einzelnen Steinen findet man Kalkteilchen. Hier wachsen kleinere Wasserpflanzen, meist Armleuchteralgen (Characeen). Mit 568.750 m<sup>2</sup> stellt diese Zone 20,1 Prozent der gesamten Sublitoralfläche.
2. Sedimentboden. Unter diesem Begriff wird ein feinkörniger Boden verstanden, der keinen flächendeckenden Makrophytenbewuchs aufweist. Er schließt meist an den Steinboden an und kommt im flachen Wasser geschützter Buchten vor. 641.500 m<sup>2</sup> werden von diesem Bodentyp bedeckt, was einem Anteil von 22,7 Prozent am Sublitoral entspricht.
3. Lockerer Makrophytenrasen. Diese Zone ist mit Makrophyten, meist kleineren Armleuchteralgen, bewachsen, die im dm-Abstand auf dem Substrat siedeln. Die Hauptverbreitungsgebiete dieser 615.750 m<sup>2</sup> (21,8 Prozent) großen Zone liegen im Nordteil des Sees.
4. Dichter Makrophytenrasen. Meist anschließend an die lockeren Rasen, sind dies dichte Bestände miteinander verfilzter kleinerer Makrophyten, überwiegend Armleuchteralgen, die den Boden teppichartig überziehen, 382.500 m<sup>2</sup> (13,5 Prozent) des Sublitorals werden davon eingenommen.
5. Makrophytenwald. Am unteren Ende des Sublitorals in einem Bereich von 5 bis 10 m Wassertiefe wachsen dichte Pflanzenbestände. Die Wasserpflanzen können hier meterlang werden. In den tiefen Abschnitten dominieren Armleuchteralgen, sonst treten Gefäßpflanzen (z. B. Laichkraut, Tausendblatt) besonders in Erschei-

nung. Verbreitungsschwerpunkte sind der Norden und Westen des Sees. Die flächenmäßige Ausdehnung des Makrophytenwaldes beträgt 617.250 m<sup>2</sup> (21,8 Prozent).

Schröder teilte die Gesamtuferstrecke in 22 Abschnitte ein, für welche die jeweiligen Anteile der 5 Sublitoraltypen bestimmt worden waren. Für dieselben Sektoren liegen die Wasservogelanzahlen vor. Am 15. März 1981 wurden 2268 Bläbühner, 124 Reiherenten und 68 Schellenten am See festgestellt. Am 18. Jänner 1981 waren es 3951 Bläbühner, 1788 Reiherenten und 92 Schellenten. Details der Zählmethodik sind in Aubrecht (1979) zu finden.

Die Standardmethode zur Analyse der Beziehungen zwischen einer Größe, der abhängigen Variablen, und mehreren anderen Größen, den unabhängigen Variablen, ist die lineare Mehrfachregression. Sie ist eine Erweiterung der bekannten Einfachregression, mit deren Hilfe der lineare Zusammenhang zwischen zwei Variablen geschätzt wird. In der grafischen Repräsentation wird dieser Zusammenhang mit einer Geraden abgebildet.

Ausführliche Erläuterungen zur Mehrfachregression (multiplen Regression) findet man in vielen Lehrbüchern der Statistik. Oft wurden viele unabhängige Variable gemessen, ohne daß diese alle von Bedeutung für die interessierende Abhängige wären. Man kann nun automatisierbare Verfahren zur Auswahl der wichtigsten unabhängigen Variablen entwerfen und damit wesentliche Zusammenhänge rasch auffinden. Hier wurde ein Verfahren angewendet, das in Jennrich (1977) ausführlich beschrieben ist. Die grafische Darstellung der Mehrfachbeziehungen ist auf der Zeichenebene nicht mehr möglich. Dennoch läßt sich die Güte des Zusammenhanges dadurch veranschaulichen, daß man die beobachteten Werte gegen die aus der Regressionsgleichung „vorausgesagten“ Werte abträgt. Ist der Zusammenhang perfekt, liegen alle Punkte auf einer Geraden. Je weniger eindeutig er ist, desto mehr streuen die Daten um die ideale Gerade. Zahlenmäßig läßt sich dies mit dem multiplen Korrelationsmaß „R“ ausdrücken: strenger Zusammenhang entspricht dem Wert 1 und völlige Unbestimmtheit dem Wert 0. Da saisonale Unterschiede nicht von unmittelbarem Interesse waren, mußten die Daten bezüglich der beiden Zähltermine standardisiert werden. Erreicht wurde dies dadurch, daß für jede Wasservogelart je Termin das Mittel und die Streuung über alle 22 Abschnitte gebildet wurden. Von den Originalwerten wurde dann das Mittel abgezogen und das Ergebnis durch die Streuung dividiert.

Prozentwerte wurden nur im Fall des Makrophytenwaldes für die endgültige Analyse verwendet. Da Prozentwerte als solche schlecht für statistische Analysen der geschilderten Art verwendbar sind, wurden sie der üblichen inversen Sinustransformation unterzogen.

### 3. Ergebnisse

Die Rohdaten können auf vielfältige Weise zueinander in Beziehung gebracht werden. Zahlreiche Möglichkeiten wurden von uns auf ihre Aussagekraft getestet. Schließlich kristallisierten sich als günstigste Parameter zur Beschreibung der Wasservogelverteilung die Zahl der Vogel pro Uferkilometer und die theoretische mittlere Breite der jeweiligen Zonen heraus. Diese wurde aus den Flächen- und Uferlängenangaben

Schröders berechnet: Die theoretische Breite ist der Quotient aus Zonenfläche und Uferlänge. Relative Flächenanteile scheinen keine geeigneten Beschreibungsgrößen zu sein; die einzige Ausnahme bildet hierbei der Makrophytenwald. Die Vogeldaten, nämlich die Anzahlen pro Uferkilometer, wurden in der beschriebenen Weise saisonbereinigt.

Die Ergebnisse der Regressionsanalyse für das Bläßhuhn geben Tab. 1 und Abb. 1 wieder. 6 Variable wurden als wichtig für die Verteilung erkannt. Bewertet man die Wichtigkeit der einzelnen Variablen an Hand der sogenannten standardisierten partiellen Regressionskoeffizienten, sind die beiden wichtigsten Variablen die Breite des Makrophytenwaldes und die Breite des lockeren Makrophytenrasens. Die geringste Bedeutung hat die Anwesenheit von Reiherenten.

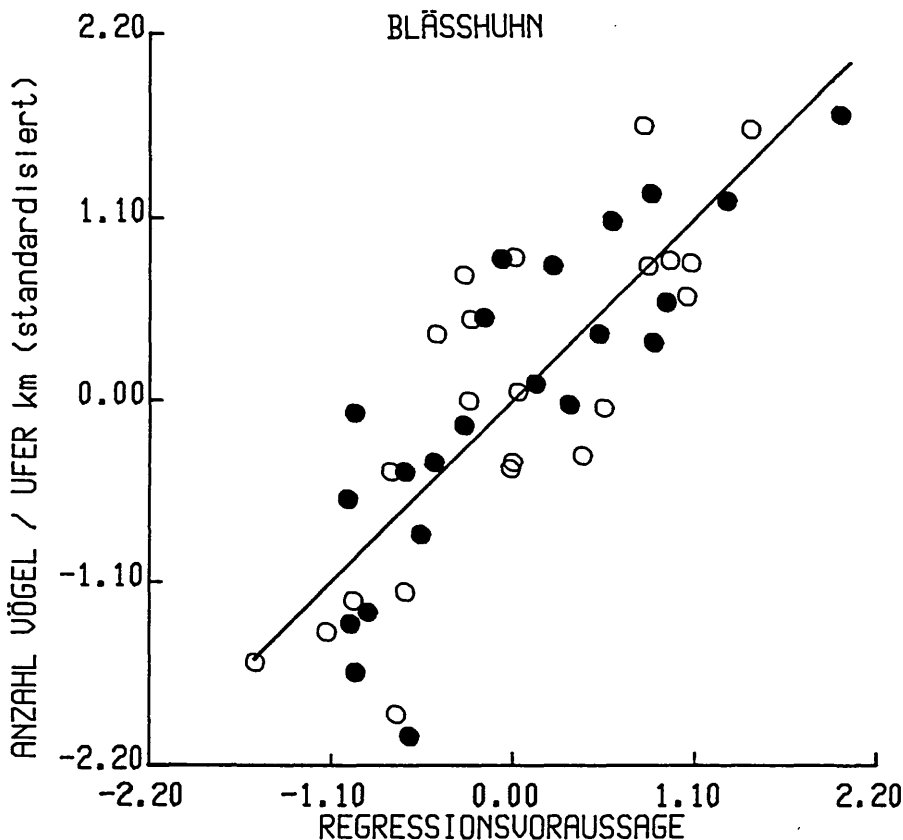


Abb. 1: Ergebnis der Regressionsanalyse (Tab. 1) für den Zusammenhang zwischen Habitatparametern und dem Auftreten von *Fulica atra*. Aufgetragen sind die standardisierten Häufigkeiten gegen die aus der Regressionsgleichung berechneten. Bei perfektem Zusammenhang würden die Punkte auf der ebenfalls eingezeichneten Geraden liegen. Gefüllte Kreise sind Jänner-, leere Kreise Märzdaten.

Tab. 1: Regressionsanalyse der Beziehungen zwischen Bläßhuhnauftreten (Vögel/Uferkilometer) und Beschaffenheit der Uferzone im Attersee. Die Bläßhuhnzahlen wurden transformiert und standardisiert (siehe Text). In Abb. 1 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

Variable	Regressionskoeffizient	Irrtumswahrscheinlichkeit
theor. Breite Steinzone	0,08872	0,5 %
theor. Breite Sedimentboden	0,03879	0,1 %
theor. Breite lockerer Makrophytenrasen	0,06737	0,01%
relativer Anteil Makrophytenwald	0,04770	0,1 %
theor. Breite Makrophytenwald	-0,10063	0,05%
Reiherenten/Uferkilometer	0,37308	0,5 %
Achsenabschnitt	-1,68398	
Multipler Korrelationskoeffizient	0,81918	0,01%

Die Verteilung der Reiherenten wird nach unseren Analysen von 4 der berücksichtigten Umweltparameter bestimmt (Tab. 2, Abb. 2). Am wichtigsten ist der Sedimentboden, das heißt sowohl statistische Signifikanz als auch standardisierter Regressionskoeffizient weisen auf eine sehr enge Beziehung hin. Diese Relation ist wie die mit den Steinböden negativ. Das bedeutet, daß hohe Bläßhuhnzahlen mit geringer theoretischer Breite dieser zwei Uferzonen assoziiert ist. Geringeres Gewicht ist den beiden positiven Korrelationen zugemessen. Sie deuten auf wichtige Zusammenhänge zwischen Bläßhühnern und der Zone dichter Makrophyten bzw. der Anwesenheit von Reiherenten.

Tab. 2: Regressionsanalyse der Beziehungen zwischen Reiherentenauftreten (Vögel/Uferkilometer) und Beschaffenheit der Uferzone im Attersee. Die Reiherentenzahlen wurden transformiert und standardisiert (siehe Text). In Abb. 2 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

Variable	Regressionskoeffizient	Irrtumswahrscheinlichkeit
theor. Breite Steinzone	-0,06315	0,05%
theor. Breite Sedimentboden	-0,06171	0,01%
theor. Breite dichter Makrophytenrasen	0,04325	5 %
Bläßhühner/Uferkilometer	0,38379	0,5 %
Achsenabschnitt	1,12999	
Multipler Korrelationskoeffizient	0,74689	0,01%

Die Schellentenverteilung wird bei unkritischer Anwendung der Analysemethoden zwar signifikant von der Breite der Sedimentböden bestimmt, jedoch entsprechen die Daten vor allem wegen der vielen schellentenfreien Uferabschnitte nicht den Voraussetzungen für eine statistische Beurteilung der Ergebnisse. Mehr als erste Hinweise auf die Ansprüche der Schellente lassen sich daher nicht gewinnen.

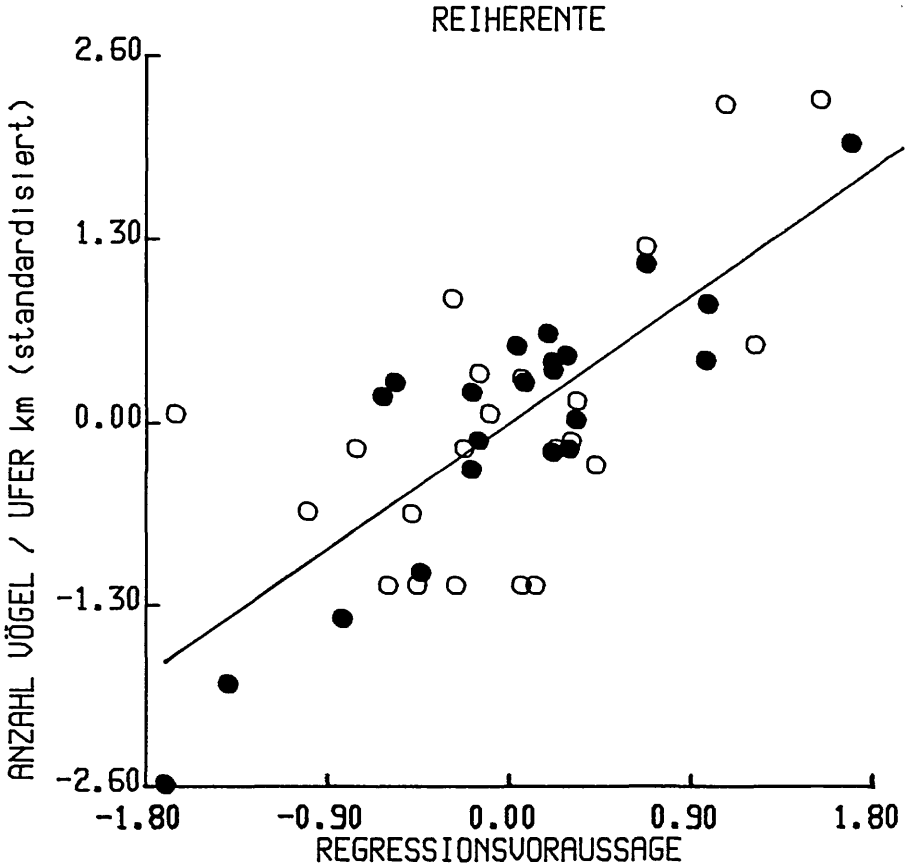


Abb. 2: Ergebnis der Regressionsanalyse (Tab. 2) für den Zusammenhang zwischen Habitatparametern und dem Auftreten von *Aythya fuligula*. Weitere Erklärungen siehe Abb. 1.

#### 4. Diskussion

Die Analysen haben klare Beziehungen zwischen der Verteilung der untersuchten Wasservögel und der Beschaffenheit der Uferzone des Attersees ergeben. Aus solchen statistischen Relationen können aber ohne Zusatzinformationen weder direkte

ursächliche Verknüpfungen abgeleitet werden, noch darf daraus der Schluß gezogen werden, daß damit die ökologischen Verhältnisse erschöpfend erfaßt worden wären. Der Makrophytenwald ist für das Bläßhuhn offensichtlich eine wichtige Zone. Die Ergebnisse scheinen zunächst widersprüchlich, ist doch die Anzahl der Bläßhühner mit dem relativen Flächenanteil des Makrophytenwaldes positiv und mit dessen theoretischer Breite negativ korreliert (Tab. 1). Ein Teil der Schwierigkeiten geht auf die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Uferzonen zurück. Generell sind die Breiten der einzelnen Zonen miteinander positiv korreliert. Auch die relativen Flächenanteile und theoretischen Breiten des Makrophytenwaldes hängen bei geraden Uferlinien gut zusammen. Anders ist es in den flachen Buchten im Norden des Sees. Dort gibt es bei ziemlich ähnlichen, hohen relativen Flächenanteilen noch große Unterschiede in den theoretischen Breiten, die alle über den Werten der übrigen Abschnitte liegen. Dies wirkt sich in der Analyse deswegen aus, weil in den Buchten im Norden zugleich viele Bläßhühner vorkommen. Die Buchten im Süden haben keine Makrophytenwälder. Sonst spielt der genannte Effekt bei diesem langgestreckten See kaum eine Rolle. Die bedeutendste Uferzone ist nach Berücksichtigung der verschiedenen Bewertungskriterien (statistische Signifikanz, standardisierter partieller Regressionskoeffizient) sicherlich die Zone des lockeren Makrophytenbewuchses. Wassertiefe und wahrscheinlich auch das dortige Nahrungsangebot dürften hier und auch in der Steinzone, deren Breite ähnlich verteilt ist, den Ansprüchen des Bläßhuhns sehr entgegenkommen. Die positive Korrelation mit dem Auftreten der Reiherente kann einerseits auf soziale Attraktion zwischen den Arten oder auf andere gemeinsame oder gut korrelierte in der Analyse nicht erfaßte Ansprüche zurückgehen. Die soziale Attraktion kann der gemeinsamen Sicherheit dienlich sein. Auch die Verteilung der Reiherente ist von der Ausbildung der Uferzonen und der Anwesenheit der anderen Art (Bläßhuhn) bestimmt. Breite Ausdehnung von Steinzone und Sedimentboden scheinen dem Vorkommen von Reiherenten abträglich, ausgedehnte dichte Makrophytenrasen jedoch förderlich zu sein. Flache seichte Ufer dürften demnach bei den Reiherenten nicht beliebt sein. Zonen mittlerer Tiefe am Rand der Halde jedoch bieten offensichtlich günstige Bedingungen für diese Tauchente. Zur positiven Beziehung mit dem Bläßhuhn gilt das dort Gesagte. Das Vorkommen der Schellente ist mit den untersuchten Umweltparametern nur schlecht in Zusammenhang zu bringen. Die Verteilungsmuster weisen auch zwischen den beiden Zählabschnitten nur geringe Ähnlichkeit auf. Am ehesten noch deuten die Daten auf eine Bevorzugung steil abfallender Uferzonen hin. Die vorliegende Untersuchung macht deutlich, daß, der Komplexität ökologischer Beziehungen entsprechend, Ergebnisse sehr verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen sinnvoll verwendet werden können und müssen. Andererseits entheben solche doch noch recht grobe Auswertungen nicht einer sorgfältigen, auf gezielten Beobachtungen und Experimenten beruhenden ökologischen und ethologischen Analyse.

### **Zusammenfassung**

1981 wurden am Attersee sowohl die einzelnen Zonen des Uferbereiches kartiert (Schröder, 1982) als auch die Wasservögel gezählt. Die Verteilungen von Bläßhuhn und Reiherente sind gut mit der Ausdehnung bestimmter Bodentypen der Uferzone korrelierbar. Entsprechende Analysen für die Schellente sind noch unbefriedigend.

## Literatur

- Aubrecht, G. (1978): Die Wasservögel des Attersees 1977 und 1978. Jb. Oö. Mus. Ver. 124/I, 193–238.
- Aubrecht, G. und O. Moog (1981): Die Entwicklung des Wasservogelbestandes im Attersee von Winter 78/79 bis Winter 80/81. Arb. Lab. Weyregg 5, 166–174.
- (1982): Der Wasservogelbestand des Winterhalbjahres 1981/82 am Attersee. Arb. Lab. Weyregg 6, 1979–182.
- Aubrecht, G. und G. M. Steiner (1979): Wasservögel und Makrophyten am Attersee. Arb. Lab. Weyregg 3, 253–261.
- Hadl, G., O. Moog, G. Müller und A. Müller-Jantsch (1978): Zum Auftreten der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) Pallas im Salzburger und oberösterreichischen Salzkammergut. Österr. Fischerei 31, 163–165.
- Hurter, H. (1979): Nahrungsökologie des Bläßhuhns (*Fulica atra*) an den Überwinterungsgewässern im nördlichen Alpenvorland. Orn. Beob. 76, 257–288.
- Jacoby, H. und H. Leuzinger (1972): Die Wandermuschel als Nahrung der Wasservögel am Bodensee. Anz. orn. Ges. Bayern 11, 26–35.
- Jennrich, R. I. (1977): Stepwise regression. In: K. Enslein, A. Ralston und H. S. Wils (Hsg.): Statistical methods for digital computers, vol. III. New York, 58–75.
- Leuzinger, H. (1972): Zur Ökologie der Schellente (*Bucephala clangula*) am wichtigsten Überwinterungsplatz des nördlichen Alpenvorlandes. Phänologie, Geschlechterverhältnis und Abhängigkeit des Verhaltens der Schellente vom Nahrungsangebot im Gebiet Untersee/Rhein. Orn. Beob. 69, 207–235.
- Leuzinger, H. und S. Schuster (1970): Auswirkungen der Massenvermehrung der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) auf die Wasservögel des Bodensees. Orn. Beob. 67, 269–274.
- Moog, O. und G. Müller (1979): Zur Nahrung und Verteilung des Bläßhuhns (*Fulica atra*) am Mondsee. Egretta 22, 1–3.
- Müller, G. und H. M. Knoflacher (1981): Beiträge zur Ökologie der überwinternden Wasservögel am Mondsee. Jb. Oö. Mus. Ver. 126/I, 305–345.
- Pedroli, J. C. (1981): Le regime alimentaire des oiseaux aquatiques hivernantes se nourrissant de Moules zebrees. Nos Oiseaux 36, 143–150.
- Reichholf, J. und H. Reichholf-Riehm (1982): Die Stauseen am unteren Inn. Ergebnisse einer Ökosystemstudie. Akad. Naturschutz Landschaftspflege, Laufen/Salzach 6, 47–89.
- Schröder, H. G. (1982): Biogene benthische Entkalkung als Beitrag zur Genese limnischer Sedimente. Beispiel: Attersee (Salzkammergut; Oberösterreich). Diss. Univ. Göttingen. 178 pp.
- Schuster, S. (1976): Die monatlichen Wasservogelzählungen am Bodensee 1961/62 bis 1974/75. 3. Teil: Tauchenten und Bläßhuhn. Orn. Beob. 73, 209–224.
- Suter, W. (1982): Die Bedeutung von Untersee-Ende/Hochrhein (Bodensee) als wichtiges Überwinterungsgebiet für Tauchenten (*Aythya, Bucephala*) und Bläßhuhn (*Fulica atra*). Orn. Beob. 79, 73–96.
- Szijj, J. (1965): Ökologische Untersuchungen an Entenvögeln (Anatidae) des Ermatinger Bäckens (Bodensee). Vogelwarte 23, 24–71.
- Willi, P. (1970): Zugverhalten, Aktivität, Nahrung und Nahrungswerwerb auf dem Klingnauer Stausee häufig auftretender Anatiden, insbesondere von Krickenten, Tafelenten und Reiherenten. Orn. Beob. 87, 141–217.

### Anschriften der Verfasser:

- Dr. Gerhard Aubrecht, Oberösterreichisches Landesmuseum, Museumstraße 14, A-4020 Linz.
- Univ.-Doz. Dr. Hans Winkler, Institut für Limnologie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Gaisberg 116, A-5310 Mondsee.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Egretta](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [27\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Winkler Hans Christoph, Aubrecht Gerhard

Artikel/Article: [Zusammenhänge zwischen überwinternden Wasservögeln und die Beschaffenheit der Uferzone des Attersees. 23-30](#)