

Die monatlichen Wasservogelzählungen am Bodensee 1961/62 bis 1974/75

1. Teil: Fischfresser

von SIEGFRIED SCHUSTER, Radolfzell

Vorbemerkungen

Am 7. Januar 1951 begann am Bodensee die Internationale Entenzählung mit einer Ein-Mann-Aktion: H. SONNABEND zählte allein einen grossen Teil des Überlinger Sees und am deutschen Unterseeufer. Im Winter 1951/52 wurden auf der Schweizer Seite des Bodensees (und z. T. auch an angrenzenden deutschen und österreichischen Ufern) Mittwinter-Wasservogelzählungen und ab 1952/53 auch monatliche Wasservogelzählungen durch Schweizer Zähler durchgeführt, wobei aber stets Lücken blieben. In den nächsten Jahren kamen laufend neue Zähler und neue Zählstrecken hinzu, bis schliesslich ab Winter 1961/62 mit Beginn der Zählungen im Rheindelta der See fast vollständig erfasst wurde und am 13. 9. 1964 mit den Zählungen in der an Haubentauchern reichen Bregenzer Bucht (die vorher nur z. T. erfasst wurde) die letzte nennenswerte Lücke geschlossen wurde. Auch der Artenkatalog wurde erweitert: aus der «Entenzählung» wurde ab 1961 eine Wasservogelzählung mit Erfassung auch der Taucher und Blässhühner. Auf Schweizer Seite wurden diese Arten seit Beginn der Zählungen erfasst. SZIJJ (1963) hat über diese «Pionierzeit» der Wasservogelzählungen am Bodensee bis 1960/61 berichtet. Seitdem laufen die Zählungen reibungslos, organisiert von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach (über die Vertrauensmänner H. EGGENBERGER und H. LEUZINGER) und von der Vogelwarte Radolfzell (Dr. J. SZIJJ), ab 1970 von der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Bodensee.

Die vorliegende Auswertung stellt gleichzeitig einen ersten Nachtrag zur «Avifauna Bodensee» dar (JACOBY, KNÖTZSCH & SCHUSTER 1970), denn die gravierendsten Veränderungen im Wasservogelbestand neben der Seegfrörne, nämlich durch die Massenvermehrung der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* ab 1968, konnten damals erst in Ansätzen erkannt werden. Aus ökonomischen Gründen erscheint die Arbeit in drei Teilen: Fischfresser (Taucher, Kormoran, Säger), Schwäne und Gründelenten, Tauchenten und Blässhuhn.

Folgende Zähler übernahmen die oft mühevollen Feldarbeit — ihnen gebührt in erster Linie Dank. Ist keine Jahreszahl genannt, dann wirkte der Zähler die ganze Zeit von 1961 bis 1975 mit: Am *schweizerischen Oberseeufer* H. EGGENBERGER, A. EUGSTER 1969—1972, W. GABATHULER mit H. EICHENBERGER, A. KAUFMANN 1967—1969, R. LOOSER bis 1970, W. LOOSER ab 1972, A. PFÄNDLER (bis 1973) mit J. DÜRR (ab 1973 allein), M. PFÄNDLER 1966—1967, A. SAAM abwechselnd mit A. PFISTER und R. SCHWALLER, E. STADELMANN bis 1964, S. TRÖSCH ab 1970, G. LEUTENEGGER und U. PFÄNDLER ab 1974. — Am *deutschen Oberseeufer* H. JACOBY bis 1968, G. KNÖTZSCH 1961—1963 und ab 1965, G. LEUTENEGGER und U. PFÄNDLER ab 1974, W. MAIER ab 1963, W. MOSBRUGGER 1968—1974, E. SEITZ ab 1970, J. SZIJJ bis 1970. — In der *Bregenzer Bucht* V. BLUM ab 1964 (vorher keine Zählungen). — Im *Rheindelta* K. MÜLLER ab 1967, P. WILLI bis 1967. — Am *Überlinger See* H. SONNABEND, ausserdem ab 1973 K. SCHIERLING, H. WALTER und L. WEYERS. — Am *schweizerischen Unterseeufer* H. JACOBY ab 1968, H. LEUZINGER und W. HERMANN (zeitweise mit M. und W. FÜLLEMANN und M. MAAG), E. THALMANN bis 1968. — Am *deutschen Unterseeufer* H. HEKKENROTH 1967—1968, H. JACOBY, G. LEUTENEGGER und U. PFÄNDLER ab 1974, V.

MOSBRUGGER 1968—1974, K. MÜHL (zeitweise F. SPLETZER) bis 1967, P. ROLKE 1967—1970, S. SCHUSTER ab 1964, H. SONNABEND bis 1965, E. THIMM 1965—1967, H. WERNER ab 1968 und U. v. WICHT ab 1970. — Am *Mindelsee* H. SONNABEND.

Dank gebührt ausserdem Herrn W. FRIEDRICH für intensive Beratung in statistischen Fragen sowie den Herren Dr. CH. IMBODEN, H. JACOBY, G. KNÖTZSCH, H. LEUZINGER, H. NIEMEYER und Dr. E. SUTTER für die Durchsicht des Manuskripts. Die Berechnungen konnten z. T. mit einem Computer der Vogelwarte Radolfzell durchgeführt werden. Herr Dr. U. v. WICHT übersetzte die Zusammenfassung ins Englische.

Zweck der Wasservogelzählungen

Die Ziele der Wasservogelzählungen bestehen: (a) *Lokal* in der dauernden gleichmässigen Kontrolle der Wasservogelbestände eines beschränkten Gebietes und bei unausbleiblichen Bestandsveränderungen in der zwingend folgenden Fragestellung nach den Gründen — ein krasses Beispiel ergab sich während der Berichtszeit im Ermatinger Becken des Untersees (S. 151) —; auf diese lokalen Aspekte kann in der vorliegenden Arbeit nur am Rande eingegangen werden. (b) *Regional* in der grossen Chance, den Wasservogelzug in einem geschlossenen grösseren Lebensraum (Bodensee) über Jahre hinweg an bestimmten Stichtagen verfolgen zu können. (c) *Überregional* in der Möglichkeit, die Bedeutung der eigenen Region für einzelne Arten und innerhalb von Grossräumen abschätzen zu können (z. B. SCHUSTER 1968) und dadurch unschätzbar wertvolles Zahlenmaterial für den Naturschutz zu gewinnen — die Wetland-Listen der Schweiz und Baden-Württembergs hätten ohne die internationalen Wasservogelzählungen nicht aufgestellt werden können! (d) In der Möglichkeit, den Einfluss *ökologischer Veränderungen* auf Individuen- und Artenzahl zu erkennen — die gewaltigen Veränderungen durch die Wasserverschmutzung, durch die «Seegfrörne» (totale Vereisung des Sees 1962/63) und durch die Massenvermehrung der Dreikantmuschel hätten sonst niemals mit exakten Zahlen belegt werden können.

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt für eine möglichst lange Beibehaltung der monatlichen Zählungen sind die Schwierigkeiten beim Neuaufbau eines Zählernetzes — am Bodensee dauerte dieser Prozess 13 Jahre, seit 10 Jahren läuft die perfekte Erfassung des Sees! Das eigentliche Manko der Wasservogelzählungen liegt in der ungenügenden bzw. fehlenden Auswertung des ungeheuren Zahlenmaterials, sowohl regional als auch überregional. So datiert die einzige umfassende Darstellung der Wasservogelzählungen in der BRD von 1954 (REQUATE 1954), in der Schweiz erfolgten laufende Auswertungen bis 1969 (zuletzt LEUZINGER 1964 und 1969).

Vorgehen bei den Wasservogelzählungen

Zählzeiten: Bei der internationalen Wasservogelzählung werden zwischen September und April einmal monatlich alle Wasservögel (Taucher, Kormorane, Schwäne, Gänse, Enten, Säger und Blässhühner) erfasst. Zähldatum ist derjenige Sonntag, der dem 15. eines Monats am nächsten liegt. Gezählt wird in Absprache zwischen benachbarten Zählern entweder am Samstag (Österreich) oder am Sonntag (z. B. ganzer Untersee). Fällt ein Zähler aus, wird kurzfristig über eine Telefonkette Ersatz besorgt. Eine Verschiebung der Zählung erfolgt seit Jahren nur noch bei schlechten Wetterverhältnissen (Nebel mit Sichtweiten unter 300 m oder starker Wellengang mit Schaumkronen) — in der Regel werden die Zählungen dann an einem der drei folgenden Werkstage nachgeholt, selten eine Woche später, da in solchen Zeiträumen oft grössere Verlagerungen vorkommen.

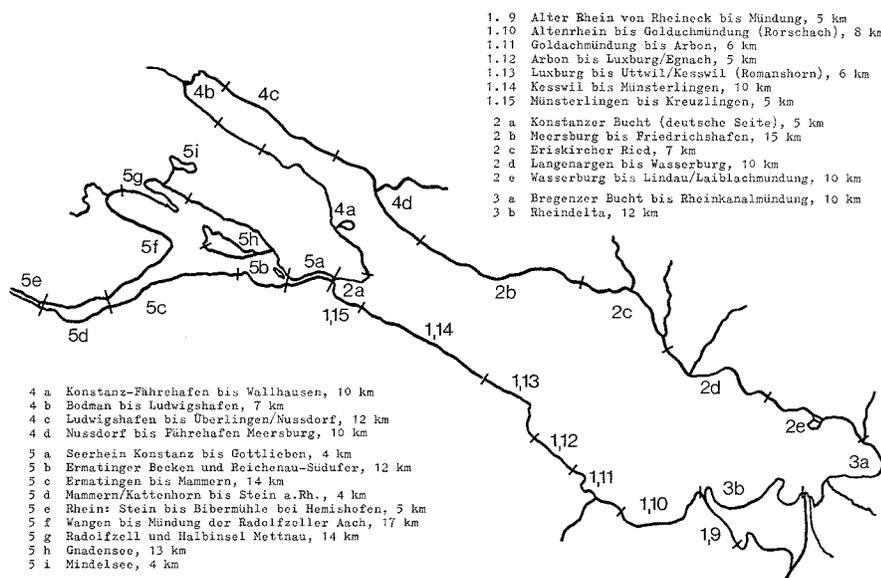


ABB. 1. Zählstrecken am Bodensee, die in der Regel von einem Zähler erfasst werden. 1 = schweizerischer Obersee (Ziffern nach dem schweizerischen Zählnetz), 2 = deutscher Obersee, 3 = österreichischer Obersee, 4 = Überlinger See, 5 = Untersee.

Zählstrecken: Das Bodenseeufer ist in 26 Zählstrecken aufgeteilt (Abb. 1), die in der Regel langjährig von jeweils demselben Zähler betreut werden. Lediglich die 6 km lange Zone zwischen Bodman und Wallhausen am Überlinger See, die nur auf einem Fusspfad zu begehen ist und vor deren Steilufern nur wenige Wasservögel liegen, wird nicht gezählt. Die Zählstrecken sind sehr unterschiedlich lang, und an manchen Punkten liegen die Zählgebietsgrenzen so ungünstig, dass sich manchmal Vogeltrupps nicht eindeutig zuordnen lassen, z. B. verläuft die Grenze zwischen 1.12 und 1.13 mitten durch die vogelreiche Luxburger Bucht. Die meisten dieser für die Erfassung ungünstigen Nahtstellen konnten durch Absprachen bereinigt werden, so zählt im Ermatinger Becken und am See-Ende bei Eschenz/Stein nur noch jeweils ein Zähler.

Zählmethode: Die Strecken werden teils zu Fuss begangen oder mit dem Fahrrad befahren, meist aber wird mit dem Auto etwa alle 1—2 km an günstigen Stellen angehalten. Da nahezu alle Zähler mit 40fachen Fernrohren ausgerüstet sind, lassen sich Wasservögel bei guter Sicht auf über 1 km Entfernung erfassen. Sehr selten kommt es vor, dass Wasservogelschwärme auf Seemitte des Obersees ausweichen — bei Uferentfernungen von 3 km und mehr lassen sich dann nur noch die Grössenordnungen abschätzen; in den letzten Jahren handelte es sich wohl ausschliesslich um Reiherenten, bis 1962 machten auch Kolbenenten und sogar Krickenten solche Ausweichflüge. In der Regel werden die Wasservögel genau gezählt, nur bei sehr dicht liegenden oder grossen (über 2000 Exemplare umfassenden) Verbänden wird geschätzt. Dabei treten sehr unterschiedliche, allerdings fast stets *unter* dem wirklichen Wert liegende Fehler auf (SCHUSTER 1975).

TABELLE 1. Zähltag mit starken Behinderungen durch Sturm, Nebel oder Eisdecke.

Jahr	Sturm (Wellen mit Schaumkr.)	Nebel/Seerauch	% Untersee zugefroren
1961/62	November bis Februar	Dezember	—
1962/63	Dezember und April	—	fast 100 % Januar b. März, Febr. und März auch Überlinger See und z. T. Obersee
1963/64	Oktober, November und März	—	Jan. und Febr. 50 %
1964/65	Okt., Nov., Dez., Jan., Febr., April	—	März 50 %
1965/66	Oktober bis Dezember und März	Januar	—
1966/67	März	Januar	—
1967/68	Januar und März	—	Januar 50 %
1968/69	—	Januar	Februar 50 %
1969/70	März	—	Januar 50 %
1970/71	September	Dez. und Jan.	Januar 75 %
1971/72	März	—	—
1972/73	Sept., Nov. und Febr.	Dezember	—
1973/74	Dezember	Jan. und Febr.	—

Sie kommen naturgemäss nur bei wenigen Massenarten vor — bei der Auswertung wird in einem eigenen Absatz auf Fehlermöglichkeiten bei der Erfassung der jeweiligen Art hingewiesen.

Die Zählergebnisse werden an Ort und Stelle notiert, zu Hause in vorgedruckte Listen übertragen und sofort an die Zentrale eingesandt. Zwei Wochen nach der Zählung errechnet die Zentrale (z. Z. S. SCHUSTER) nach den Zählformularen das nach Seeteilen aufgeschlüsselte Ergebnis und verschickt es rechtzeitig vor der nächsten Zählung an die einzelnen Zähler. So ist jeder Mitarbeiter laufend über das Gesamtergebnis orientiert. Dieses Vorgehen hat sich für die Zusammenarbeit als günstig erwiesen.

Einfluss von Witterungsbedingungen: Eine Schwierigkeit besteht darin, dass die Wetterbedingungen an den einzelnen Seeteilen sehr unterschiedlich sein können: Starker Wellengang herrscht nie am gesamten See, entweder das Nordost- oder das Südwestufer liegen teilweise im Windschatten und lassen Zählungen zu, bei Föhnsturm ist nur der östliche Obersee betroffen. Nebel bzw. Seerauch (bei starker Kälte dampfendes Wasser) kommen ebenfalls nie in allen Gebieten gleich stark vor, z. B. kann am Obersee durch Föhneinfluss die Sonne scheinen, während am Untersee die Sicht 100 m beträgt. Für Eisbildung (kleine Buchten am Untersee frieren fast jedes Jahr zu, der gesamte Bodensee im Durchschnitt alle 50—100 Jahre einmal, zuletzt 1962/63) und Störungen durch Boote (vor allem im September/Oktober und im April) bzw. Jäger gilt Entsprechendes. In Tabelle 1 sind starke Behinderungen auf wichtigen Strecken aufgeführt.

Zur Auswertungsmethode

Statistik ist heute bei der Darstellung und Beurteilung von Zählreihen und Messdaten unentbehrlich geworden. Andererseits kennen sich nur wenige Ornithologen in der Statistik so gut aus, um auch nur die gängigsten Verfahren sicher anzuwenden und beurteilen zu können. Dem Rest bleibt oft nur ein staunendes Unbehagen. Dieser Zustand sollte möglichst bald beendet werden. In der folgenden Auswertung von 14 Zähljahren der Wasservogelzählung am Bodensee (1951—1961 siehe SZIJJ 1963) wird der Versuch unternommen, die angewendeten statistischen Verfahren auch für Leser ohne Vorkenntnisse zu erklären und die

statistische Darstellung mit konservativen Darstellungsformen (Balkendiagramme, Durchzugskurven) zu koppeln.

Masteryear-Verfahren (Bezugsjahr-Verfahren): SZIJJ (1963) hatte bei seiner Auswertung der Wasservogelzählung Bodensee von 1951 bis 1961 das Masteryear-Verfahren angewendet: er setzte die Zählergebnisse der Saison 1960/61 (Summe aller Monate = Wintersumme 1960/61) = 100 % und berechnete daraus die Wintersummen der vorangegangenen Jahre als Prozentwerte sowie die Regressionen. Eine Darstellung der Entwicklung von Wasservogelbeständen nach diesem Verfahren hat, wie NIEMEYER (1969) eindrucksvoll darlegte, bei unvollständigen Zählreihen grosse Nachteile. Nun sind zwar am Bodensee alle Zählreihen seit 1964 vollständig, aber bei bestimmten Wettersituationen (Nebel, Sturm) sind manche Wasservögel nur unzureichend zu erfassen. Dies gilt insbesondere für Haubentaucher und Gänsesäger als oft uferfern liegende Arten. Hier sind «Löcher» in den Zählreihen sofort erkennbar, wie etwa bei den Haubentaucherschichten der acht Monate September bis April vom Winter 1972/73: 4900 — 6100 — 2500 — 2600 — 8500 — 7400 — 10 300 — 4600; im November (2500 Ex.) hatten 14 von 26 Zählstrecken Wellen mit Schaumkronen bei starkem Weststurm, im Dezember (2600 Ex.) 8 von 26 Zählstrecken Nebel mit Sicht unter 300 m. Treten solche «Löcher» im Bezugsjahr (Masteryear) auf, dann werden dadurch alle Prozentwerte verfälscht. Deshalb wurden bei diesen Arten alle Nebel- und Sturmtage als «ausgefallene» Zählungen gestrichen. Von mancher vollständigen Zählreihe bleiben dann im Extremfall nur noch zwei Zählwerte übrig (Tab. 1).

Indizes korrespondierender Monatsmittel: Um trotzdem vergleichbare Werte zu gewinnen, wurde die von NIEMEYER (1969a) entwickelte Methode der «Indizes korrespondierender Monatsmittel» verwendet. Darunter versteht man folgendes: man setzt nicht ein einzelnes Bezugsjahr = 100 %, sondern den Durchschnitt der verwerteten Zählungen aller 14 Jahre. Dadurch können sich ausgefallene Zählungen bzw. Sturm- und Nebeltage nicht mehr so stark negativ auswirken. Diese Methode dürfte die Bestandsentwicklung am zutreffendsten wiedergeben, wenn man von den weiterhin bestehenden Fehlerquellen beim Beobachten absieht (Schätzfehler, Fehler durch Flug- und Tauchaktivität der Vögel usw.), die sich bei Feldarbeiten im Gegensatz zu Laborexperimenten nie ganz ausschalten lassen.

Regressionsgerade: Die Regressionsanalyse ermöglicht es, den Trend der Winterbestandsindizes zu erkennen. Der Verlauf der Regressionslinie zeigt, ob der Winterbestand eine gleichbleibende, steigende oder fallende Tendenz aufweist. Die schwierige Berechnungsformel ist erläutert bei NIEMEYER (1974) und SZIJJ (1963). Zur statistischen Überprüfung der Regressionsgeraden wurde der Korrelationskoeffizient (r) verwendet, da sein Signifikanzniveau dem des Regressionskoeffizienten entspricht; der Korrelationskoeffizient kann jedoch wesentlich leichter berechnet werden (NIEMEYER 1974).

Wintersumme: Der Nachteil der Methode der Indizes korrespondierender Monatsmittel (genauso wie der Bezugsjahr-Methode), dass sie nur relative Zahlen (Prozentwerte) vermittelt, wird hier dadurch umgangen, dass die Diagramme auch die (unbereinigten) absoluten Zahlen als Wintersummen (Summe der Monatszählwerte September bis April) wiedergeben. Beim Vergleich der beiden Werte muss berücksichtigt werden, dass die Indizes korrespondierender Monatsmittel den Trend bedeutend genauer wiedergeben; die Balkendiagramme stimmen damit nur

grob überein, machen aber Aussagen über die absoluten Zahlen. Bei Arten, die auch bei Nebel und Sturm fast ohne Einbusen erfasst werden können (z. B. Zwergtaucher, Kormoran) stimmen beide Darstellungen genau überein.

Monatsmittelwerte: Auch bei der Berechnung der Monatsmittelwerte wurden in den 14 Zählperioden bei Haubentaucher und Gänsesäger alle Sturm- und Nebeltage weggelassen, beim Schwarzhalstaucher nur die Nebeltage, weil sich die Art nie so weit vom Ufer entfernt, dass ihre Erfassung durch Wellenschlag stark beeinträchtigt würde. Zusätzlich zum Mittelwert wird in den Diagrammen die oft beträchtliche Streuung durch die eingezeichneten Maxima und Minima angegeben.

Wahrscheinlichkeit (P): Trifft man anhand von Untersuchungsdaten Aussagen, so kann man mit der statistischen Wahrscheinlichkeit P ausdrücken, wie sicher eine derartige Aussage ist. So ist z. B. die Winterbestandszunahme des Gänsesägers auf dem Bodensee in den letzten 14 Jahren auf dem 1%-Niveau ($P < 0,01$) gesichert. Das bedeutet, dass die Aussage, die Winterbestände des Gänsesägers haben zugenommen, in über 99 % aller Fälle, in denen die gleiche Datenverteilung vorliegt, zutrifft, in weniger als 1 % der Fälle jedoch falsch wäre. Je kleiner also die Irrtumswahrscheinlichkeit ist (z. B. $P = 0,05$ oder $P = 0,01$ oder $P = 0,001$), desto sicherer ist ein Befund.

Vorzeichentest: In den Monatsmittelwerten sind statistisch gesicherte Zu- bzw. Abnahmen besonders gekennzeichnet. Hierzu wurde jedoch nicht — wie von NIEMEYER (1969b) empfohlen — der aufwendige und nur mit grösseren Rechenanlagen zu bewältigende WILCOXON- bzw. U-Test verwendet, sondern der einfache Vorzeichentest nach DIXON und MOOD (SACHS 1972). Der Vorzeichentest kann nach NIEMEYER (1974) auf Wasservogelzählungen dann sinnvoll angewendet werden, wenn die Werte nicht allzu stark streuen. Seine Wirksamkeit sinkt mit zunehmendem Stichprobenumfang.

Wichtige ökologische Veränderungen im Bodensee zwischen 1961 und 1975

Neben allmählichen Veränderungen etwa durch die zunehmende Wasserverschmutzung traten während der Berichtszeit folgende für die Wasservogelbestände entscheidenden und ziemlich abrupte Veränderungen ein.

Charaschwund im Ermatinger Becken: Etwa 1962 hatte die Anreicherung von Phosphaten im See einen so hohen Stand erreicht, dass die empfindlichen Armleuchteralgen (Characeen) abstarben. Die viele Hektar grossen *Chara*-Bestände im Ermatinger Becken waren aber die Nahrungsgrundlage für die zur Kleingefiedermauser am Bodensee zusammenströmenden Kolbenenten (JACOBY, KNÖTZSCH & SCHUSTER 1970). Das Jahr 1962 setzt besonders für diese Art einen deutlichen Wendepunkt.

Seegfrörne 1962/63: Im Februar/März 1963 war der ganze See mit Ausnahme einiger von Menschen geschlagener Löcher und mit Ausnahme der Rheinmündungen und -ausflüsse von einer geschlossenen Eisdecke überzogen (Seegfrörne). Dieses Ereignis tritt etwa alle 100 Jahre ein, zuletzt 1880. Es brachte bei vielen Wasservogelarten einschneidende Veränderungen, insbesondere bei Zwerg- und Schwarzhalstaucher.

Massenvermehrung der Dreikantmuschel Dreissena polymorpha: 1965 wurde die erste Dreikantmuschel im See gefunden, 1968 hatten sich die Tiere derart vermehrt, dass die ersten Auswirkungen auf Wasservögel sichtbar wurden. Im De-

zember 1969 wurden erstmals über 100 000 Wasservögel gezählt, und in den nächsten Jahren stiegen die Zahlen auf fast 200 000. An dieser Entwicklung waren allerdings überwiegend nur drei Arten beteiligt: Tafelente, Reiherente und Blässhuhn (s. auch LEUZINGER & SCHUSTER 1970). Es ist noch nicht abzusehen, auf welchem Niveau sich das Gleichgewicht zwischen Dreikantmuschel und Wasservögeln einpendeln wird.

Zunahme der Fischbestände: Seit Ende der fünfziger Jahre beobachtet man einen steilen Anstieg der Fangzahlen bei Barschen und Weissfischen. Er wurde nur durch die Seegrörne kurzfristig unterbrochen und hat sich seit 1965 weiter fortgesetzt (NÜMANN 1973). Parallel zu dieser Zunahme erfolgte mit leichter Verzögerung ein rascher Anstieg der Haubentaucherzahlen seit 1967 (Abb. 2). Bei den anderen Fischfressern sind die Auswirkungen nicht ganz so eindeutig: z. T. sind die Arten zu selten (Seetaucher, Rothalstaucher, Ohrentaucher, Mittelsäger), z. T. sind sie in ihrer Ernährung auf Kleinfische und Wasserinsekten spezialisiert (Schwarzhals- und Zwergtaucher); beim Kormoran lassen die begrenzten Ruheplätze eine wesentliche Bestandserhöhung nicht zu. Beim Gänsesäger setzte die Bestandszunahme mit fünfjähriger Verzögerung ein (der Bodensee liegt am Rande des regelmässigen Wintervorkommens der Art) und hängt vielleicht auch mit anderen Ursachen zusammen.

Potamogetonschwund durch die Alge Cladophora: Ein weiteres lokales Ereignis soll hier noch hervorgehoben werden, weil es am wichtigsten Entenrastplatz des Sees zu krassen Auswirkungen führte: im Herbst 1974 lagen im Ermatinger Becken knapp 2000 Wasservögel statt 10 000 oder mehr. Die nach dem *Chara*-sterben (siehe oben) als Nahrungsgrundlage dienenden Laichkräuter (*Potamogeton*) waren durch die Alge *Cladophora* zu Boden gedrückt worden und schliesslich zugrunde gegangen.

Wasserstand: Mitentscheidend für die Zusammensetzung der Wasservogelgesellschaften, besonders im Herbst, sind die schwankenden Wasserstände des Sees, die von den Niederschlägen im alpinen Einzugsbereich und von der Schneeschmelze abhängen. Bei Pegelständen über 340 cm (am Pegel Konstanz) fehlen Krickenten z. B. weitgehend. Hat der See dagegen bereits im September diese

TABELLE 2. Wasserstände am Pegel Konstanz an den Wasservogelzähltagen. Der für manche Entenarten entscheidende Pegel 340 cm (Erscheinen der ersten Schlickränder) ist hier gleich 0 gesetzt.

Jahr	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
1961/62	+ 1	—51	—67	—30	—44	—31	— 20	—40
1962/63	— 21	—59	—85	—78	—83	—95	— 82	—35
1963/64	+ 75	+26	—28	—43	—75	—97	— 72	—35
1964/65	— 26	—39	—53	—33	—62	—66	— 80	—14
1965/66	+102	+28	—30	—18	—23	+ 2	— 15	—11
1966/67	+ 55	—19	—31	—29	—23	—25	— 12	— 3
1967/68	+ 64	0	—43	—64	—49	—34	— 41	— 6
1968/69	+ 34	+52	—31	—63	—72	—69	— 55	—49
1969/70	+ 38	—38	—61	—71	—70	—18	— 29	—24
1970/71	+103	+35	— 5	—11	—62	—70	— 77	—43
1971/72	— 14	—59	—79	—79	—85	—94	—103	—68
1972/73	— 29	—67	—65	—27	—75	—83	— 87	—55
1973/74	— 21	—20	— 9	—17	—54	—47	— 58	—28
1974/75	+ 11	—12	—15	+ 2	—12	—43	— 59	—52

kritische Marke unterschritten, dann rasten Krickenten in grosser Zahl. Bei anderen Arten kommen typische wasserstandsbedingte Verlagerungen vor. Die wichtigsten Pegelstände sind in Tabelle 2 dargestellt. Die jährlichen Schwankungen sind im Herbst gross und werden gegen das Frühjahr immer kleiner. Bei den Herbstwasserständen ragen zwischen 1961 und 1975 je eine Hochwasserperiode (von 1965 bis 1970) und eine Niedrigwasserperiode (von 1971 bis 1973) heraus, die sich insbesondere auf den Gründelentenzug auswirkten.

Die einzelnen Arten

1. Fischfresser: Taucher, Kormoran, Säger

PRACHTTAUCHER *Gavia arctica*

Bedeutung des Bodensees: Für den Gesamtbestand der Art ist der See sicher unbedeutend, aber im mitteleuropäischen Binnenland ist er wohl der am regelmässigsten besuchte Durchzugs- und Überwinterungsplatz mit 30—40 Prachtauchern zu den Zugzeiten und regelmässig 10—20 Ex. im Hochwinter.

Winterbestandsentwicklung: Die oben genannten Durchzugs- und Überwinterungszahlen (siehe auch JACOBY, KNÖTZSCH & SCHUSTER 1970) wurden seit 1968 nicht mehr erreicht, insbesondere fehlen die grossen Verbände im März/April. Der Rückgang steht in auffallendem Gegensatz zur Zunahme bei den meisten anderen Fischfressern. Die Wintersummen betragen z. B. 75 Ex. im Winter 1964/65, 110 Ex. 1966/67, 42 Ex. 1968/69, 64 Ex. 1970/71, 25 Ex. 1972/73 und nur noch 18 Ex. 1974/75.

Phänologischer Aspekt: Den Jahresrhythmus geben die Ergebnisse der Wasservogelzählungen recht gut wieder, obwohl die Erfassung hier stark unter Wetterbedingungen zu leiden hat (Tabelle 3).

Ökologischer Aspekt: Von insgesamt 808 im Berichtszeitraum bei den Wasservogelzählungen erfassten Prachtauchern lagen 648 (80 %) auf der Zählstrecke 1.14 zwischen Konstanz und Romanshorn, die deshalb seit langem «Seetaucherstrecke» heisst. Über die Gründe für die Bevozugung dieser Strecke gibt es nach wie vor nur Mutmassungen. Vom gegenüberliegenden deutschen Ufer liegen aus demselben Zeitraum nur 93 Prachtauchermeldungen, vom ganzen Untersee nur 19 vor! Derart krasse Beispiele für traditionelle Bevorzugungen eines bestimmten Seeteils durch Vogelarten kennen wir ausserdem nur noch vom Rotheltaucher, vom Singschwan und von der Pfeifente.

Erfassungsschwierigkeiten: Seetaucher sind nur bei idealen Wetterverhältnissen (Föhn) einigermaßen genau zu erfassen. Dass die Zahlen der an einen bestimmten Termin gebundenen Wasservogelzählung die Ergebnisse vieler zusätzlicher Exkursionen auf der Seetaucherstrecke trotzdem recht gut bestätigen, liegt an der bei Westwind relativ geschützten Lage und vor allem an der Verlässlichkeit des Zählers (H. EGGENBERGER), der die Strecke kontinuierlich seit 1952 betreut!

EISTAUCHER *Gavia immer*

An den Wasservogelzähltagen gelang nur einmal die Beobachtung eines Eistauchers: am 12. 1. 1975 vor der Halbinsel Mettnau/Untersee (S. SCHUSTER), nachdem U. v. WICHT und P. WILLI wohl dasselbe Exemplar einige Wochen vorher ausserhalb der Wasservogelzähltermine gesehen hatten. Dies war der 15. Nachweis für den Bodensee.

TABELLE 3. Monatssummen 1961—1975 nach Ergebnissen der Wasservogelzählungen (in Klammern die Zahl der Jahre, in denen die einzelnen Arten beobachtet wurden).

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
Prachttaucher	2 (1)	25 (8)	184 (14)	140 (11)	98 (12)	197 (13)	88 (13)	75 (11)
Stern- taucher	0	3 (2)	9 (5)	5 (4)	1 (1)	11 (3)	2 (1)	0
Rothals- taucher	85 (11)	97 (11)	143 (13)	87 (12)	95 (10)	150 (9)	108 (10)	33 (9)
Ohren- taucher	0	1 (1)	12 (7)	44 (12)	24 (9)	31 (10)	28 (10)	6 (4)

STERNTAUCHER *Gavia stellata*

Bedeutung des Sees: Noch weit geringer als beim Prachttaucher.

Winterbestandsentwicklung: Keine Veränderungen erkennbar. — *Phänologie:* Die Verteilung der bei den Wasservogelzählungen beobachteten Sterntaucher entspricht ungefähr dem aus Zufallsbeobachtungen entstandenen Bild, allerdings fehlen weitgehend März- und Aprildaten (Tab. 3).

Ökologie: Die Art bevorzugt ganz andere Gebiete als der Prachttaucher; von den 31 Daten stammen 15 vom österreichischen Ufer und 11 vom deutschen Obersee, aber nur 2 vom schweizerischen Obersee, dem Traditionsplatz der Prachttaucher.

Erfassung: Wie beim Prachttaucher; bei der Seltenheit der Art mehr oder weniger Zufallsbeobachtungen. Bei grösseren Entfernungen auch Bestimmungsschwierigkeiten.

HAUBENTAUCHER *Podiceps cristatus*

Bedeutung des Sees: Mit über 1200 Paaren ist der Bodensee wohl der wichtigste mitteleuropäische Brutplatz. Im Winterhalbjahr beherbergt der See in den letzten Jahren zwischen 50 % und 80 % des Haubentaucherbestandes der Bundesrepublik. In der Schweiz erreicht allerdings der Genfersee höhere Zahlen als der Bodensee, z. B. im Januar 1969—1974 zwischen 6000 und 17 000 (GÉROUDET 1969, 1970, 1974).

Winterbestandsentwicklung: Beim Haubentaucher fällt es am schwersten, sich ein genaues Bild vom Vorkommen vor der Seegfrörne 1962/63 zu machen. Zwar

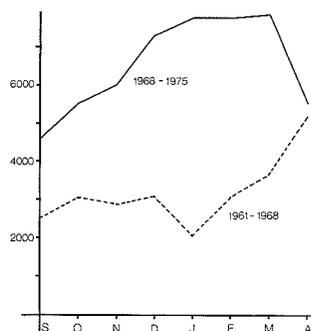


ABB. 2. Monatsmittelwerte von Haubentauchern auf dem Bodensee.

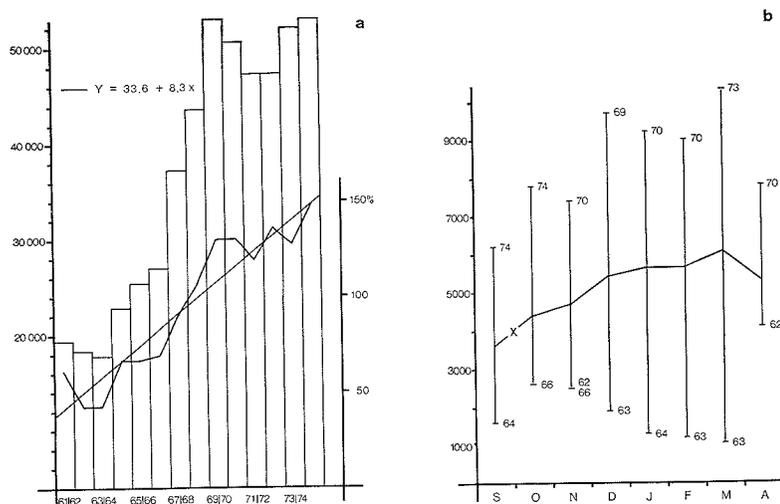


ABB. 3. a) Winterbestände von Haubentauchern auf dem Bodensee. Kurven = Indizes korrespondierender Monatsmittel (Prozentwerte) mit Regressionsgerade, Balken = Wintersummen (S. 149). — b) Monatsmittelwerte September bis April 1961—1975 mit Variationsbreite. Bei den Minima und Maxima ist das Jahr angegeben. Die Minima liegen in den Jahren nach der Seegfrörne 1962/63, die Maxima um 1970. Kreuz = signifikante Zunahme.

wurden die Taucher ab 1961/62 am Bodensee nahezu vollständig erfasst, aber die Werte dieser einzigen Saison vor dem Eiswinter sind wegen starker Beeinträchtigung durch Wind kaum brauchbar; sie liegen zwischen 1500 und 2800, nur im April waren es 4100. Einen besseren Hinweis geben die 1960/61 von der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Bodensee durchgeführten Taucherzählungen (Tab. 4). Da auch im Herbst 1962 die Zahlen um 3000 schwankten, wird man diesen Wert als durchschnittlichen Haubentaucherbestand vor der Seegfrörne annehmen können. Vermutlich gelten diese Zahlen erst ab Ende der fünfziger Jahre, nachdem die Fischereierträge einen ersten Höhepunkt erreicht hatten (NÜMANN 1973). Die Gfrörne selbst überstanden 1000—1200 Haubentaucher vor allem im eisfreien Rhein bei Konstanz und Stein. Damit lagen die Verluste bei dieser Art viel niedriger als bei Schwarzhals- und Zwergtaucher, möglicherweise hat ein Teil der Vögel auch noch den Abflug in eisfreie Gewässer (z. B. Genfersee) geschafft. Dass es Einbussen gab, darauf deuten die niedrigen Werte von 1963/64 hin (im Winter zwischen 1300 und 1800), jedoch wurde die 3000er Marke in den darauffolgenden drei Wintern (bis 1967) auch in den Wintermonaten wieder überschritten — die geringen Abnahmen wurden also am schnellsten

TABELLE 4. Haubentaucherzahlen ausserhalb der Wasservogelzählungen 1960/61.

	11. 9.	2. 10.	Anf. 11.	27. 11.	Mitte 1.	5. 2.	5. 3.
Untersee	1300	1600	960	855	1700	1400	2000
Überlinger See	570	640	420	345	245	250	315
Obersee	1220	1765	1100	550	1000	1200	1080
gesamter Bodensee	3090	4005	2480	1750	2945	2850	3395

von allen drei häufigen Taucherarten wettgemacht. Eine ganz neue Entwicklung setzte 1968/69 ein: Schlagartig stiegen die Winterzahlen auf 8000 an und blieben seitdem auf dieser Höhe — die Wintersumme der letzten Jahre liegt jeweils bei 50 000 Exemplaren, die Regressionsgerade zeigt eine eindeutig steigende Tendenz (Abb. 3a): $r = 0,9439$, $P < 0,001$. Berechnet man den Anteil des Haubentauchers an der Gesamt-Wasservogelmenge, indem man jeweils die Wintersummen zugrunde legt, dann ergeben sich vor der Seegründe und nach 1970 etwa 5 %, dazwischen klettert der Anteil bis auf 13 %, weil die anderen Arten durch die verschiedenen Ereignisse viel stärker geschädigt wurden als der Haubentaucher und erst ab 1969/70 durch die *Dreissena*-Massenvermehrung wieder zunahmen. Von den im April durchschnittlich noch anwesenden 20 000 Wasservögeln sind jedoch 25 % Haubentaucher. Auch als Brutvogel ist der Haubentaucher zusammen mit dem Blässhuhn stets die häufigste Art.

Phänologie: Vor 1968 schwankte der Haubentaucherbestand zwischen September und März nur wenig um 3000 und stieg erst im April stark an (auf über 5000). Seitdem haben sich alle Werte ausser den Aprilzahlen mehr oder weniger verdoppelt — am stärksten gestiegen sind die Winterzahlen: die Kurve ist linkschief geworden. Jetzt fallen die März Zahlen zum April hin auf 5000 ab (Abb. 2). Da die Änderung von 1967—1969 sprunghaft erfolgte, dürfte sie nicht auf Erhöhung irgendwelcher Brutbestände beruhen, sondern wahrscheinlich auf Zug-

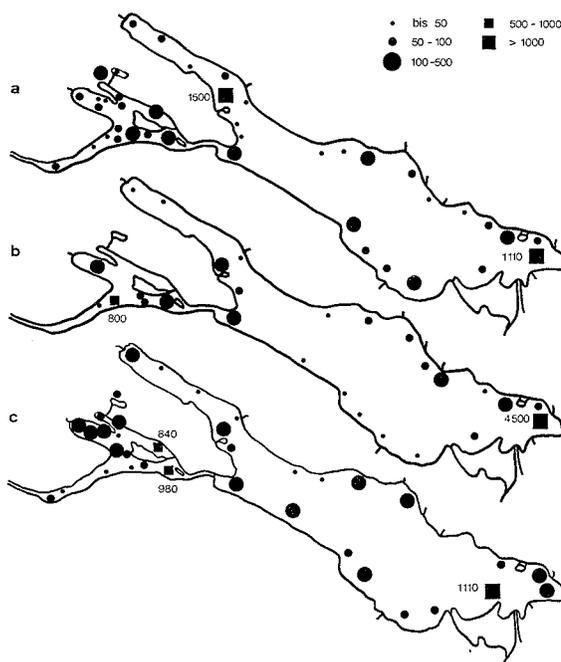


ABB. 4. Verteilung der Haubentaucher auf dem Bodensee. a) Im Oktober 1972 mit 6100 Exemplaren bei starker Streuung (Hinweis auf Durchzug, in der Bregenzer Bucht bereits 1100, aber noch grosse Trupps vor den Schilfgebieten am Untersee und 1500 in den Buchten bei der Insel Mainau, in dieser Grössenordnung allerdings nicht repräsentativ). — b) Im Februar 1973 mit 7400 Ex. (Konzentration auf zwei Winterplätze). — c) Im April 1966 mit 6000 Ex. (Konzentration vor den Brutplätzen).

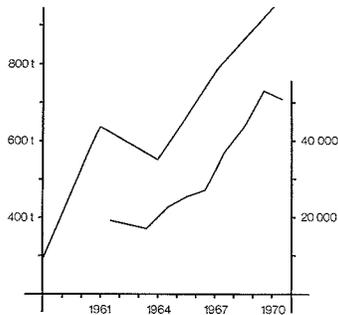


ABB. 5. Fangergebnisse an Barschen und Weissfischen im Bodensee (Mittelwerte aus je drei Jahren in t, obere Kurve) und Haubentaucher-Wintersummen (untere Kurve).

verlagerungen bzw. Winterquartierverlagerungen. Leider liegen Taucherzählungen im Winterhalbjahr nur aus wenigen Gebieten vor, so dass sich kein klares Bild gewinnen lässt. Statistisch sichern lässt sich in der Kurve 1961—1975 (Abb. 3b) nur die Zunahme von September auf Oktober ($P = 0,05$). Bei den wenigen Zahlenwerten der Kurve von 1968—1975 ist eine Sicherung noch nicht möglich.

Ökologie: Ganz grosse Konzentrationen von nahezu 1000 oder mehr Haubentauchern kommen nur an wenigen Stellen vor: im Hochwinter nur im Rheinsee bei Steckborn/Berlingen und vor allem in der Bregenzer Bucht (Abb. 4) — das sind zugleich auch die ergiebigsten Fischfanggebiete des Sees (DEUFEL mdl.). Die Barschfänge pro km und Jahr liegen am österreichischen und bayerischen Seeufer (dem weitaus wichtigsten Haubentaucherliegeplatz!) doppelt so hoch wie in anderen Seeteilen und haben sich seit 1961 weiter erhöht: Bayern 1954—1960 1,6 t/1961—1971 7,2 t, Österreich 1,9 t/6,7 t, Schweiz 0,8 t/3,4 t, Württemberg 1,6 t/3,1 t und Baden 0,2 t/1,1 t. Im April gibt es ähnliche Haubentaucherkonzentrationen, vor allem vor den wichtigsten Brutplätzen im Rheindelta und im Wollmatinger Ried/Gnadensee (Abb. 4). Demgegenüber stehen richtige Haubentaucher-«Wüsten», z. B. die Strecke 2b zwischen Meersburg und Friedrichshafen, obwohl hier Fische (besonders Barsche) in ausreichender Zahl vorkommen. Im Oktober beginnt einerseits schon die Besetzung der Winterplätze, aber grosse Trupps liegen noch vor den Schilfgebieten (Abb. 4). — Die Zunahme der Haubentaucher entspricht der Zunahme der Fischerträge (Abb. 5).

Erfassung: Bei Nebel und Sturm bestehen erhebliche Erfassungsschwierigkeiten, insbesondere in der grossräumigen Bregenzer Bucht. Für die Auswertung wurden deshalb in der Regel die in Tabelle 1 genannten Zähltagelassen und als «ausgefallene Zählung» gewertet.

ROTHALSTAUCHER *Podiceps griseigena*

Bedeutung des Sees: Für die Art nahezu belanglos, wenngleich die Rorschacher Bucht einen der am regelmässigsten aufgesuchten traditionellen Winterplätze Mitteleuropas darstellt (vielleicht für eine kleine Population?).

Winterbestandsentwicklung: Es spricht vieles dafür (vergl. aber unter Erfassung), dass erst mit der Bevorzugung der Rorschacher Bucht etwa ab 1964 das Vorkommen am Bodensee regelmässiger wurde. Seitdem schwankten die Zahlen an diesem jungen Traditionsplatz erheblich (maximal 57 Ex.), nahmen aber in den letzten Jahren wieder stark ab. Gleiches gilt für die Haubentaucher- und Schwarzhalstaucherkonzentrationen in der Rorschacher Bucht. Als Ursache kommt vermutlich eine starke Verschlechterung der Wasserqualität in der durch

eine unterseeische Schwelle vom Austausch mit dem übrigen See abgeschnittenen Bucht in Frage.

Phänologie: Zuzug von Juli (im August mehrmals Beobachtungen von Vögeln in Flügelmauser! H. JACOBY) bis November, Abzug im März/April (Tab. 3).

Ökologie: Von fast 800 an den Wasservogel-Zähltagen beobachteten Exemplaren stammen 650 vom schweizerischen Oberseeufer, insbesondere von der Rorschacher Bucht, Zählstrecke 1.10. Das sind 80% aller Exemplare und damit eine ähnliche Dominanz einer Strecke wie beim Prachtttaucher. Auf den Untersee entfallen nur 41 Exemplare, auf den Überlinger See immerhin 33.

Erfassung: Die Auswertung ist aus zwei Gründen mit erheblichen Fehlerquellen belastet: einmal erschweren Nebel und Sturm in der Regel die Erfassung (die Vögel liegen z. T. weit draussen), zum anderen ist die Rothalstaucherstrecke leider eine der ganz wenigen Zählstrecken, wo nicht mit Hilfe eines Fernrohres gezählt wird.

OHRENTAUCHER *Podiceps auritus*

Bedeutung des Sees: Ohne Belang für das Vorkommen der Art.

Winterbestandsentwicklung: Vor der Seegfrörne gab es in manchen Jahren 20 und mehr Überwinterer an traditionellen Liegeplätzen (vor allem Seetaucherstrecke am schweizerischen Obersee), seitdem schälte sich am Südufer des Überlinger Sees (Strecke 4a) zeitweise ein Schwerpunkt heraus, im ganzen wurde das Vorkommen jedoch zufällig und spärlicher.

Phänologie: siehe Tabelle 3, Seite 153.

Ökologie: Seit der Seegfrörne ist keine Bevorzugung eines Secteils mehr zu erkennen. Insgesamt stammen von 146 Exemplaren 94 vom Obersee (überwiegend vom deutschen Ufer), 41 vom Überlinger See und nur 11 vom Untersee.

Erfassung: Als sehr seltene und tauchaktive Art leicht zu übersehen.

SCHWARZHALSTAUCHER *Podiceps nigricollis*

Bedeutung des Sees: In der Bundesrepublik scheint der Bodensee das einzige Gewässer zu sein, an dem im Winterhalbjahr Schwarzhalstaucher in nennenswerter Zahl vorkommen. Ein weit bedeutenderes Winterquartier als am Bodensee gibt es jedoch mit über 1500, manchmal sogar über 3000 Exemplaren am Genfersee (GÉROUDET 1969, 1970, 1974).

Winterbestandsentwicklung: Der Winterbestand wurde durch die Seegfrörne vermutlich nahezu vollständig vernichtet (Tab. 5). Es dauerte elf Jahre, bis die früheren Zahlen wieder erreicht waren (Abb. 6a).

TABELLE 5. Bestandszahlen von Schwarzhals- und Zwergtaucher vor und nach der Seegfrörne 1963.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
SCHWARZHALSTAUCHER								
1961/62	390	430	510	390	280	270	150	140
1962/63	150	380	480	200	170	6	13	69
1963/64	78	110	110	74	29	29	35	67
ZWERGTAUCHER								
1961/62	1400	2700	2800	2400	2300	1900	2700	1100
1962/63	1700	2100	2700	1900	2400	380	330	290
1963/64	210	400	670	890	830	730	880	520

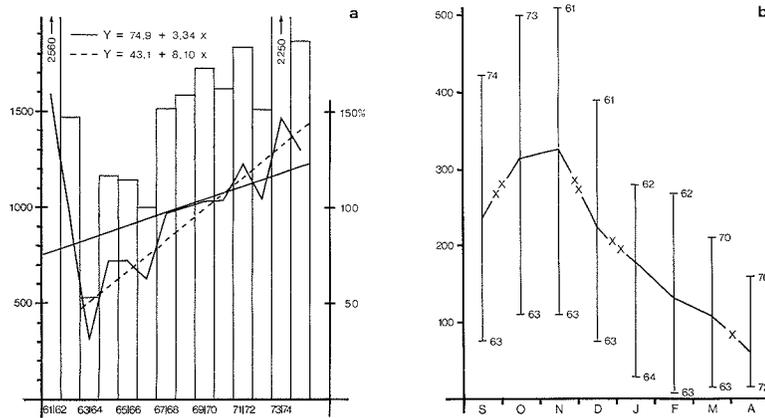


ABB. 6. a) Winterbestände von Schwarzhalstauchern auf dem Bodensee. Kurven = Indizes korrespondierender Monatsmittel (Prozentwerte) mit Regressionsgeraden ab 1961/62 (ausgezogen) bzw. ab 1963/64 (gestrichelt), Balken = Wintersummen (S. 149). — b) Monatsmittelwerte September bis April 1961—1975 mit Variationsbreite. Die Minima liegen in den Jahren nach der Seegfrörne 1962/63, die Maxima entweder vorher oder wieder nach 1970. Kreuze = signifikante Zu- bzw. Abnahmen.

Phänologie: Bei den ab Juli/August am Bodensee versammelten Trupps handelt es sich um Mausergäste — G. KNÖTZSCH fand am 23. 9. 1973 im Rheindelta einen toten Schwarzhalstaucher in voller Flügelmauser. Im Oktober/November scheint Durchzug von anderen (östlichen?) Mausergästen zu erfolgen, denn die Zahlen nehmen von September auf Oktober signifikant zu ($P < 0,01$) und von November auf Dezember ($P < 0,01$) sowie von Dezember auf Januar ($P = 0,01$) genauso wieder ab. Im Januar/Februar bleibt ein weit geringerer Winterbestand zurück. Die Monatsmittelkurve erscheint im Gegensatz zum Haubentaucher ausgesprochen rechtsschief (Abb. 6b).

Ökologie: Die Mausergesellschaften im Juli/August halten sich in Flachwasserzonen vor grösseren Schilfkomplexen auf — bis zur Seegfrörne im Ermatinger Becken, bis Anfang der 70er Jahre im Wetterwinkel/Rheindelta und in den

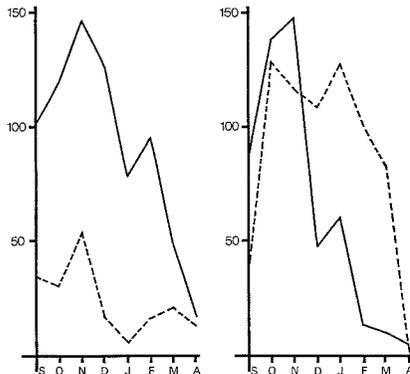


ABB. 7. Monatsmittelwerte von Schwarzhalstauchern am schweizerischen Obersee (ausgezogene Linie) und am deutschen Obersee bei der Argenmündung (gestrichelte Linie). Links Durchschnittswerte 1964—1967, rechts 1970—1973.

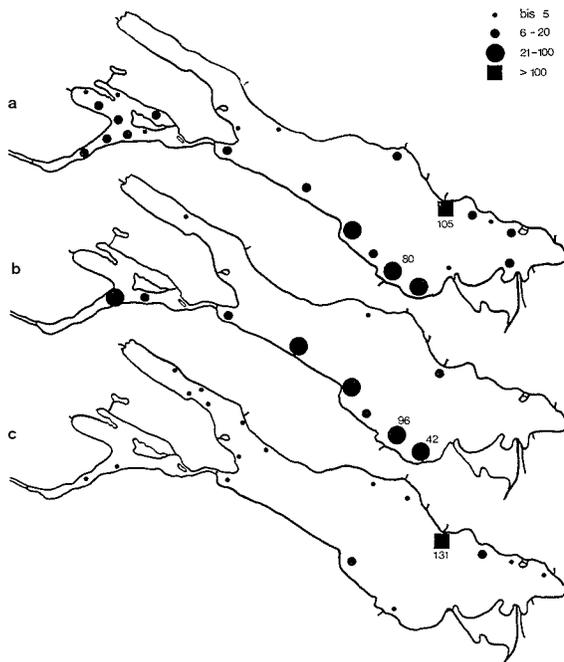


ABB. 8. Verteilung der Schwarzhalstaucher auf dem Bodensee. a) Im Oktober 1972 mit 417 Ex. (starke Streuung deutet auf Durchzug, beginnende Konzentration an den beiden Winterplätzen). — b) Im Januar 1962 (vor der Seegfrörne) mit 284 Ex. fast ausschliesslich am schweizerischen Obersee. — c) Im Januar 1973 mit 208 Ex., überwiegend an der Argenmündung.

letzten Jahren vor dem Eriskircher Ried. Dem Wechsel der Mausegebiete ging ein Wechsel des Hauptwinterquartiers voraus: es lag bis 1967 am schweizerischen Oberseeufer bei Rorschach (seitdem hat sich die Wasserqualität in dieser Bucht stark verschlechtert), seit 1970 befindet es sich in den Baggerlöchern an der Argenmündung (Strecke 2d, Abb. 7). Dort halten sich grosse Mengen Jungfische auf, der Stichling — seit 1966 aus dem ganzen See nahezu verschwunden — hat hier überlebt (DEUFEL mdl.). Die Seegfrörne hatte nur geringe Auswirkungen auf die Einhaltung der traditionellen Liegeplätze: lediglich die Seetaucherstrecke wird seither im Winter gemieden. Verteilung in verschiedenen Monaten siehe Abb. 8.

Erfassung: In der Regel liegen die Schwarzhalstaucher ufernah, deshalb wurden nur die Nebeltage als «ausgefallene» Zählungen gestrichen.

ZWERGTAUCHER *Podiceps ruficollis*

Bedeutung des Sees: In der Bundesrepublik überwintern nach den Ergebnissen der Wasservogelzählungen (EBER briefl.) rund 4000—7000 Zwergtaucher, zu 80 % im Alpenvorland. Die schweizerischen Gewässer beherbergen im Winter ebenfalls etwa 5000—6000 Zwergtaucher. In der Kette der wichtigsten Überwinterungsgewässer von den Donaustauseen bei Ulm bis zum Oberrhein und zum Genfersee nimmt der Bodensee trotz grosser Schwankungen mit 1000—2000 Exem-

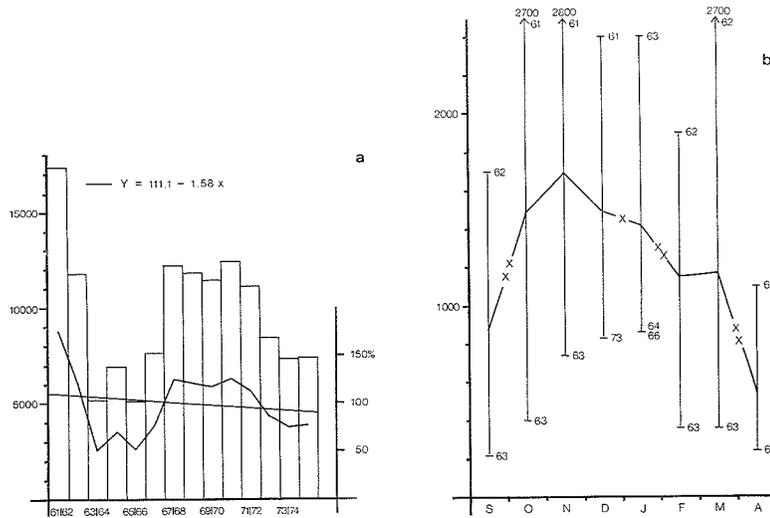


ABB. 9. a) Winterbestände von Zwergtauchern auf dem Bodensee. — b) Monatsmittelwerte September bis April 1961—1975 mit Variationsbreite. Die Minima liegen in den Jahren nach der Seegröfne 1962/63 (bzw. nach 1972), die Maxima vorher. — Gleiche Darstellungsweise wie Abb. 3.

plaren einen der ersten Plätze ein (BANDORF 1970, HÖLZINGER 1967, LEUZINGER 1966). Seine Bedeutung für die Art erreicht jedoch nicht diejenige wie für Hauben- und Schwarzhalstaucher. Als Mausegewässer spielt der See ebenfalls im Gegensatz zu den beiden anderen Arten nur eine sehr bescheidene Rolle, da die Zahlen im August noch recht gering sind. Der Brutbestand beträgt nur rund 150 Paare.

Winterbestandsentwicklung: Leider sind wir über den Bestand vor der Seegröfne 1963 nur schlecht orientiert, da vor 1961 die Taucher bei der Wasservogelzählung nicht erfasst wurden. Aus den Zahlen der Periode 1961/62 und aus den Ergebnissen der Taucherzählungen durch die Ornithologische Arbeitsgemeinschaft Bodensee 1959/60 und 1960/61 kann man schliessen, dass der Gesamtbestand vor 1963 zwischen 2000 und 3000 Exemplare lag. Wie beim Schwarzhalstaucher brachte die Totalvereisung des Sees 1962/63 einen katastrophalen Einbruch (Tab. 5). Es gab mehrere Dutzend Totfunde. Da die Art im Gegensatz zum Schwarzhalstaucher im Bereich fliessenden Wassers überwintert, das auch 1962/63 zum grössten Teil eisfrei blieb (Seerhein zwischen Obersee und Untersee, Rheinausfluss bei Stein), überstanden einige 100 Zwergtaucher die Katastrophe. Bis 1967 erfolgte ein rascher Anstieg der Zahlen, schneller als bei den beiden anderen Arten. Seit 1972 sind die Werte jedoch rückläufig, was eventuell durch die ausgesprochen milden Winter zu erklären wäre, die Überwinterungen auch an Kleingewässern zuliessen (Abb. 9a).

Phänologie: Der stärkste Zuzug setzt später als beim Schwarzhalstaucher erst zwischen Mitte September und Mitte Oktober ein ($P < 0,01$), der Durchzugsgipfel wird jedoch wie bei jener Art erst im November erreicht. Weit mehr als der Schwarzhalstaucher ist der Zwergtaucher Überwinterer, die schwachen Sep-

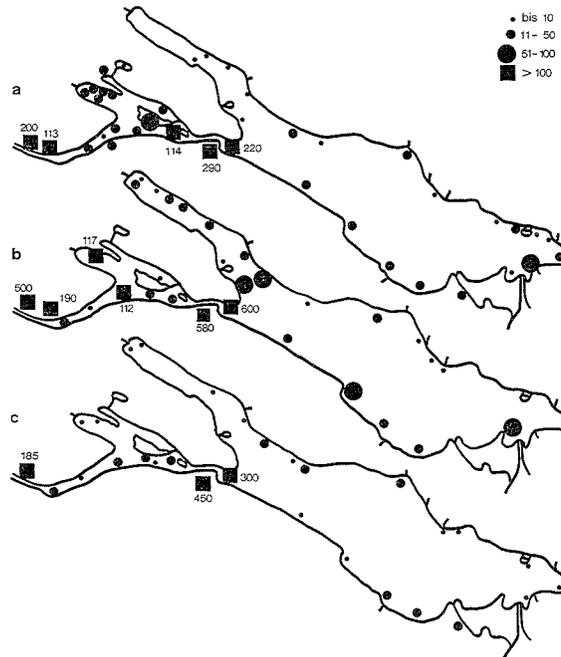


ABB. 10. Verteilung der Zwergtaucher auf dem Bodensee. a) Im Oktober 1972 mit 1660 Ex. (starke Streuung = Durchzug). — b) Im Dezember 1961 mit 2410 Ex. (hohe Zahlen vor der Seegfrörne). — c) Im Dezember 1972 mit 1280 Ex. (Konzentration auf zwei Winterplätze bei Konstanz und Stein a. Rh.).

temperaturzahlen werden erst im April unterschritten. Trotzdem erfolgt wie beim Schwarzhalstaucher ein signifikanter Abzug von Dezember auf Januar ($P = 0,05$) und erst recht von Januar auf Februar ($P = 0,01$). Möglicherweise handelt es sich dabei schon um Rückzug. Im März ist in manchen Jahren eine schwache Durchzugswelle spürbar (Abb. 9b).

Ökologie: Der Durchzug im September und Oktober macht sich durch eine breite Streuung der Beobachtungsorte bemerkbar: nur etwa 40 % aller Zwergtaucher werden an den beiden grossen Winterplätzen mit fliessendem Wasser bei Konstanz und Stein beobachtet (Abb. 10). In den drei schwachen Jahren nach der Seegfrörne waren es in diesen beiden Monaten zwischen 60 % und 85 % aller Vögel — dies könnte bedeuten, dass der Bestand der nicht an einen der beiden Traditionsplätze gebundenen Durchzügler durch die Seegfrörne stärker abgenommen hat als die Zahl der «traditionsbewussten» Vögel (oder die überlebenden Vögel zogen hauptsächlich an die beiden optimalen Plätze). In den Monaten Dezember bis März beträgt der Anteil der beiden Fließwasserstrecken am Gesamtbestand ca. 70 % (nach der Seegfrörne 90 %). Es ist heute unvorstellbar, dass sich — wie z. B. im Dezember 1961 — am Nordufer des Überlinger Sees grössere Zwergtauchertrupps aufhielten, obwohl es nahezu keine schützenden Häfen gibt. Der Aufbau einer kleinen Winterpopulation erfolgt seit einigen Jahren bei Bregenz und Hard (Abb. 10).

Erfassung: Da die Vögel immer ufernah liegen, bereitet die Erfassung im Gegensatz zu den beiden grösseren Arten in der Regel keine Schwierigkeiten. Bei zu grosser Ufernähe tauchen jedoch neue Probleme auf: bei hohem Wasserstand halten sich die Vögel z. T. im Schilf auf, bei niedrigem Wasserstand verstecken sie sich oft zwischen den in offenen Bojenfeldern liegenden Booten. Am Hauptliegeplatz bei Stein a. Rh. liegen die Zwergtaucher derart nahe an gewissen Uferstrecken (sowohl natürliche wie künstliche), dass die Art nur vom Kenner der Strecke einigermaßen genau erfasst werden kann. Dieses Manko ist rechnerisch genauso wenig zu erfassen wie die u. U. ins Gewicht fallende Tauchaktivität (die allerdings auch für die anderen Taucher gilt).

KORMORAN *Phalacrocorax carbo*

Bedeutung des Sees: Für den kleinen mitteleuropäischen Brutbestand wichtiges Winterquartier. In der Bundesrepublik beherbergt der Bodensee 80 % bis 90 % aller im Winterhalbjahr registrierten Kormorane, ein zweites Überwinterungszentrum entsteht am südlichen Oberrhein. Auch vom schweizerischen Überwinterungsbestand (einschliesslich Bodensee) von 400 bis 600 Exemplaren entfällt der grösste Anteil auf den Bodensee.

Winterbestandsentwicklung: Ein über die ganze Berichtsperiode hinweg sehr gleichbleibender Bestand, der vermutlich durch das geringe Angebot an günstigen Ruheplätzen reguliert wird. Kormorane kommen am Bodensee nur an Stellen vor, wo mehrere Seezeichen für die Schifffahrt in ausreichender Uferentfernung stehen. Nur im Gfrörnwinter 1962/63 wurden im Januar 270 statt 160—200 Kormorane gezählt (zum grössten Teil auf einer Kiesbank im Seerhein). Dieselbe Zahl wurde im extrem milden Winter 1974/75 wieder erreicht — es bleibt abzuwarten, ob sich damit eine in anderen Gebieten beobachtete zunehmende Tendenz abzeichnet (Abb. 11a).

Phänologie: Signifikante Zunahme von September auf Mitte Oktober und Mitte November (P jeweils $< 0,01$), wobei ohne erkennbaren Durchzugsgipfel der Winterbestand erreicht wird. Er bleibt bis Mitte Februar unverändert, während bis Mitte März bereits deutlich spürbarer Abzug einsetzt ($P < 0,01$). Die Hauptmasse verlässt den See Ende März (Abb. 11 b).

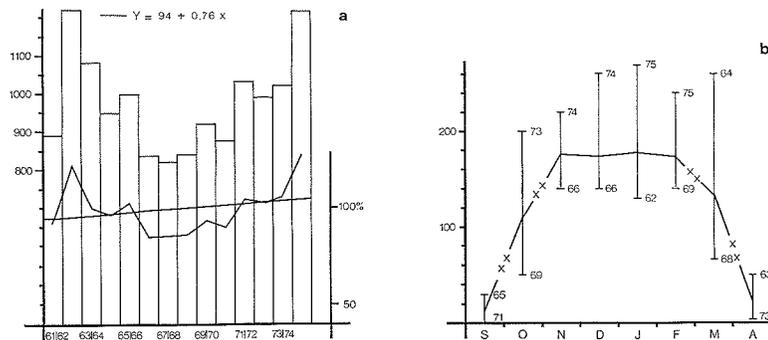


ABB. 11. a) Winterbestände von Kormoranen auf dem Bodensee. — b) Monatsmittelwerte September bis April 1961—1975 mit Variationsbreite. — Gleiche Darstellungsweise wie Abb. 3.

Ökologie: Entscheidend für das Vorkommen sind sichere Ruheplätze, auf denen die Vögel den grössten Teil des Tages zubringen. Zum Fischen werden oft kilometerweite Flüge unternommen (Abb. in JACOBY, KNÖTZSCH & SCHUSTER 1970).

Erfassung: Der Kormoran ist neben den Schwänen die Wasservogelart, die mit den geringsten Zählfehlern erfasst werden kann — die Fehler dürften wohl immer unter 10 % bleiben.

ZWERGSÄGER *Mergus albellus*

Bedeutung des Sees: Sehr geringe Bedeutung für die Art. In der Bundesrepublik hält sich die Hauptmasse der Zwergsäger nördlich der Mittelgebirge, insbesondere in Nordrhein-Westfalen auf. Selbst in Südbayern überwintern mehr Zwergsäger als am Bodensee. Ähnlich gering ist die Bedeutung der schweizerischen Seen.

Winterbestandsentwicklung: Bei dem geringen Bestand kaum erkennbar. In strengen Wintern liegen die Zahlen deutlich höher, z. B. 120 Exemplare im Februar 1963 und 98 im kalten März 1964. Im extrem milden Winter 1974/75 betrug dagegen das Maximum 16 Exemplare im Januar! Das Vorkommen korreliert nicht mit den anderen Sägerarten. — *Phänologie:* Siehe Tabelle 6. Im November wurden nur in 6 von 14 Zählperioden Zwergsäger festgestellt, im Dezember, Januar und Februar alljährlich, im März 13mal, im April nur dreimal einzelne.

Ökologie: Recht streng an wenige Gebiete gebunden: Gnadensee einschliesslich Markelfinger Winkel (Strecken 5f und 5g), Ermatinger Becken (5b) und Eriskircher Ried (2c). Vom Untersee stammen 47 % aller Exemplare, vom Rheindelta nur 9,6 % bei allerdings zunehmender Tendenz (vergleiche Gänsesäger!) und vom Überlinger See wurden in 14 Zähljahren nur insgesamt 19 Exemplare gemeldet. Von den restlichen Daten stammt der grösste Teil aus dem Eriskircher Ried.

Erfassung: Der Zwergsäger ist eine der am schwierigsten zu erfassenden Arten, jedenfalls am Untersee. Das liegt einmal an der grossen Tauchaktivität — oft sind 50 % der Vögel unter Wasser — vor allem aber am unstillen Auftreten: ein längerer Aufenthalt eines geschlossenen Trupps in einem Gebiet ist die Ausnahme. So sind Doppelzählungen und Erfassungslücken nie auszuschliessen — die Fehler können bis über 50 % betragen!

MITTELSÄGER *Mergus serrator*

Bedeutung des Sees: Belanglos für die Art.

Winterbestandsentwicklung: Bei der Seltenheit der Art schwer feststellbar. Jedenfalls ist das Vorkommen nicht von strengen oder milden Wintern abhängig, z. B. im extrem milden Winter 1974/75 mit 33 Exemplaren eine überdurchschnittliche Wintersumme. — *Phänologie:* Siehe Tabelle 6.

Ökologie: Von 339 bei den Wasservogelzählungen erfassten Mittelsägern stammen je 55 (= 16 %) vom Untersee mit Rhein und vom Rheindelta, ein einziger

TABELLE 6. Monatsmittel 1961—1975 nach den Ergebnissen der Wasservogelzählungen.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April
Zwergsäger	0	0	1	17	35	50	33	0
Mittelsäger	0	3	4	4	5	5	3	1

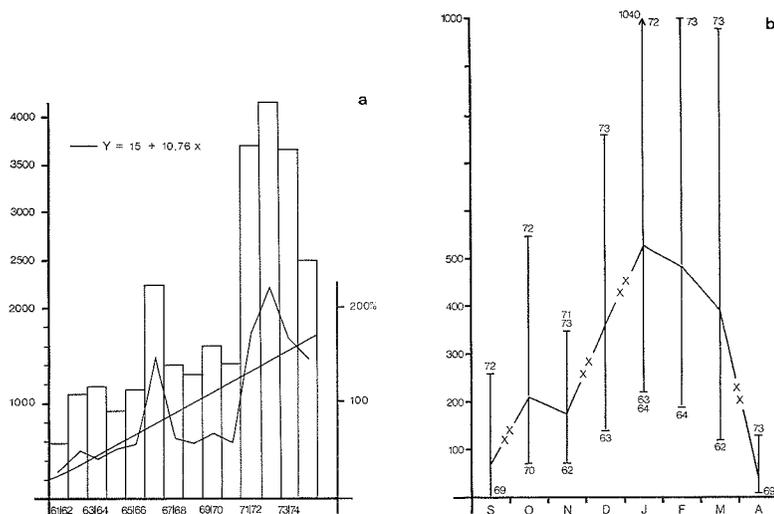


ABB. 12. a) Winterbestände von Gänsesägern auf dem Bodensee. — b) Monatsmittelwerte September bis April 1961—1975 mit Variationsbreite. — Gleiche Darstellungsweise wie Abb. 3.

vom Überlinger See, die Hauptmasse vom deutschen und schweizerischen Oberseeufer (vergleiche Gänse- und Zwergsäger).

Erfassung: Da schlicht gefärbte Vögel bei weitem überwiegen (ca. 80 %), die sich regelmässig auch in den grossen, weit verstreuten Gänsesägertrupps in beträchtlicher Uferentfernung aufhalten, sind die Erfassungsschwierigkeiten extrem hoch. Dazu kommen noch Tauchaktivität, unstetes Verhalten und die allgemeine Seltenheit der Art.

GÄNSESÄGER *Mergus merganser*

Bedeutung des Sees: Für den Gesamtbestand der Art hat der See nur eine relativ geringe Bedeutung — in der Bundesrepublik überwintern ca. 5000 Gänsesäger. Er ist aber lebenswichtig als Kleingefieder-Mauserplatz bzw. Überwinterungsgebiet für die kleine (vermutlich südbayerische) Voralpenpopulation. Ab September versammeln sich alljährlich vor dem Rheindelta mehrere hundert Gänsesäger.

Winterbestandsentwicklung: Die Regressionsgerade (Abb. 12a) zeigt eine durch die Seegrönne völlig unbeeinflusst gebliebene eindeutig steigende Tendenz ($P < 0,01$). Bei genauer Betrachtung erweist sich die Zunahme — vom Ausnahmejahr 1966/67 abgesehen (ebenfalls ein extrem milder Winter!) — als ein sprunghafter Effekt der letzten milden Winter. Hier können erst die nächsten Jahre volle Klarheit bringen. Es besteht auch die Möglichkeit eines ganz anderen Zusammenhangs: grossen Winterbeständen gehen regelmässig auch hohe Herbstzahlen voraus (Tab. 7). Daraus lässt sich ableiten, dass die Herbstvögel möglicherweise auch am Bodensee überwintern. Schliesslich spielt sicher die Zunahme der Fische eine wichtige Rolle.

Phänologie: Der Einflug zweier verschiedener Populationen — kommt in der Monatsmittelkurve (Abb. 12b) deutlich zum Ausdruck: von September auf Oktober

TABELLE 7. Gänsesägerzahlen im Herbst und Hochwinter nach den Ergebnissen der Wasservogelzählungen und Anteil des Untersees an den jeweiligen Saisonsummen.

Jahr	Herbstsumme September—November	Hochwintersumme Dezember—Februar	Anteil des Untersees an der Saisonsumme
1961—1965	—	—	ca. 40 %
1965/66	169	770	44 %
1966/67	710	1330	11 %
1967/68	243	890	34 %
1968/69	229	800	44 %
1969/70	211	1120	31 %
1970/71	160	960	17 %
1971/72	616	2370	5 %
1972/73	1000	2050	9 %
1973/74	790	2140	21 %
1974/75	700	1470	10 %

steigen die Zahlen der im Rheindelta das Kleingefieder mausernden Vögel (wohl aus der südbayerischen Brutpopulation, SCHUSTER 1968, BAUER & ZINTL 1974) signifikant an ($P < 0,01$) und bleiben bis Mitte November nahezu unverändert. Erst von November auf Dezember ($P < 0,01$) und nochmals auf Januar ($P = 0,05$) erfolgt ein weiterer steiler Anstieg, wenn nordische Gänsesäger einfliegen. Der Abflug erfolgt je nach Wetterlage Ende Februar, meist erst im März.

Ökologie: Auch hier erweist sich, dass in Jahren mit hohem Gänsesägerbestand der Anteil des Untersees am Gesamtbestand gering ist und die Rheindeltazahlen (durch die zahlreichen Herbstgäste, die den Winter hindurch ausharren?) gross sind (Tab. 7). Am Untersee verteilen sich die Säger auf dieselben Plätze wie die Zwergsäger, in manchen Jahren liegen grössere Trupps auf dem nur 2 km² grossen Mindelsee. Das Rheindelta (mit Bregenzer Bucht) erreicht in allen Monaten über 50 % des Gänsesäger-Gesamtbestandes, die höchsten Werte durch die streng ans Rheindelta gebundenen Mauservögel im September/Oktober (Tab. 8).

TABELLE 8. Anteil des Rheindeltas am Gänsesäger-Gesamtbestand 1961—1975.

September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April
99 %	86 %	70 %	74 %	69 %	59 %	61 %	61 %

Erfassung: Schwierigkeiten wie bei allen Sägern extrem hoch, einmal durch das unstetes Verhalten und die grosse Flug- und Tauchaktivität, im Rheindelta zusätzlich noch durch die oft grosse Uferentfernung. Wie beim Haubentaucher wurden deshalb für die Diagramme und Berechnungen Nebel- und Sturmtage als «ausgefallene Zählungen» gestrichen.

FISCHFRESSER INSGESAMT

Die Bedeutung des Sees für die einzelnen Arten ist sehr unterschiedlich. Mitteleuropäische Bedeutung hat der Bodensee insbesondere für folgende Arten: (Prachtaucher), Haubentaucher, Schwarzhalstaucher, Zwergtaucher, Kormoran, Gänsesäger.

Winterbestandsdynamik: Die Gesamtbestände aller Fischfresser erreichten 1962/63 und 1963/64 nach dem Jahrhundertwinter einen Tiefpunkt, von dem sie sich jedoch schneller als andere Wasservögel erholten. Bereits 1967/68 erfolgte eine

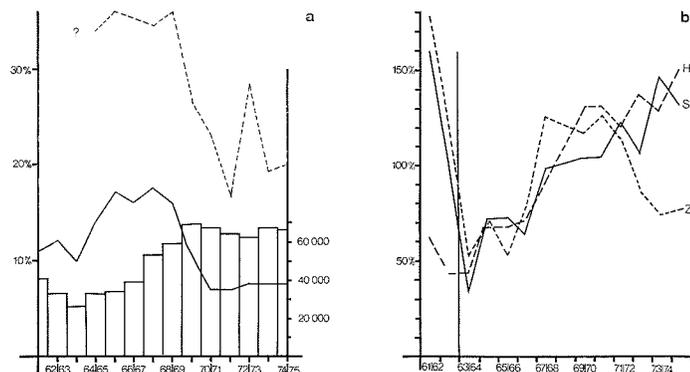


ABB. 13. a) Prozentanteil der Fischfresser am Gesamtbestand aller Wasservögel des Bodensees (ausgezogene Linie) bzw. des österreichischen Seeufers (gestrichelte Linie) und Wintersummen der Fischfresser. — b) Winterbestandsentwicklung beim Haubentaucher (H), Schwarzhalstaucher (S) und Zwergtaucher (Z) auf dem Bodensee nach den Indizes korrespondierender Monatsmittel. Senkrechter Strich = Seegrörne.

auffällige Zunahme, die allerdings im Gegensatz zu anderen Wasservögeln den Fischfresser-Gesamtbestand lediglich verdoppelte (von 30 000 Exemplaren Wintersumme auf 65 000, Abb. 13a). Bei steigenden absoluten Zahlen der Fischfresser fiel damit ihr Anteil am Wasservogel-Gesamtbestand von 16 % auf 7,5 % und liegt jetzt unter den Werten vor der Seegrörne mit 11 % (Abb. 13a). Diese Zahlen gelten für alle Seeteile mit Ausnahme des fischreichen österreichischen Seeufers mit bis zu 36 % Fischfressern. Leider liegen Gesamtzählungen von Fischfressern erst seit 1961/62 vor, aus der Bregenzer Bucht erst seit 1964. Vergleicht man die Zahlen der drei häufigsten Taucherarten (Abb. 13b), dann ergibt sich von 1963/64 bis 1971/72 eine gleichmässige Zunahme, die sich seitdem lediglich beim Zwergtaucher nicht weiter fortsetzt.

Phänologie: Während die Bestände der beiden kleinsten Arten (Schwarzhal- und Zwergtaucher) bereits im Oktober/November kulminieren, erreichen die grösseren Arten erst ab Januar ihre Maxima.

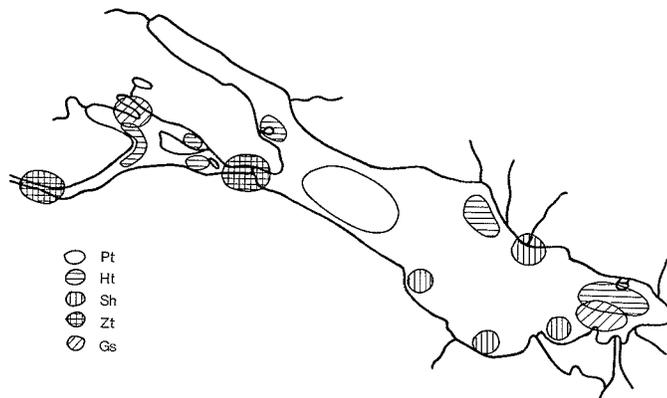


ABB. 14. Hauptliegeplätze von Fischfressern am Bodensee. Pt = Prachttaucher, Ht = Haubentaucher, Sh = Schwarzhalstaucher, Zt = Zwergtaucher, Gs = Gänsesäger.

Ökologie: Trägt man die Hauptliegeplätze der einzelnen Fischfresser auf einer Karte auf (Abb. 14), dann ergibt sich eine deutliche Aufteilung der einzelnen Seeteile unter die verschiedenen Arten. Das Bild würde allerdings dadurch komplizierter, dass von Jahr zu Jahr und auch von Monat zu Monat Unterschiede vorkommen, z. B. wurden beim Schwarzhalstaucher auch die Liegeplätze der Mauertrupps im August/September eingetragen. Auffallend sind die sich überschneidenden Liegeplätze von Haubentaucher und Gänsesäger. Nur der Kormoran lässt sich nicht einordnen, weil seine Häufigkeit in erster Linie vom Vorhandensein sicherer Ruheplätze abhängt.

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1961/62 werden am Bodensee alle Wasservögel monatlich zwischen September und April nahezu vollständig erfasst. Die Zählungen von 1961—1975 werden ausgewertet, hier zunächst in einem ersten Teil die Fischfresser. Zählmethode und Auswertungsmethoden werden beschrieben. Zu den ökologischen Veränderungen mit Einfluss auf die Wasservögel gehören das Verschwinden der *Chara*-Algen aus dem Ermatinger Becken des Untersees, das völlige Zufrieren des Bodensees 1962/63, die Massenvermehrung der Dreikantmuschel ab 1968, die Zunahme der Fischbestände und die unterschiedlichen Wasserstände.

Für Eis-, Stern-, Rothals-, Ohrentaucher, Mittel- und Zwergsäger hat der Bodensee nur eine geringe Bedeutung. Beim Prachtaucher nehmen die Winterzahlen aus unerklärlichen Gründen ab (10—40 Exemplare), die Haubentaucherbestände nahmen von 3000 auf etwa 8000 zu, entsprechend der Zunahme der Fischbestände. Schwarzhal- und Zwergtaucher erlitten durch die totale Vereisung 1962/63 schwere Einbussen, erholten sich aber bis 1971 wieder, beide Arten erreichen im November ihr Maximum mit 330 bzw. 1700 Exemplaren. Beim Zwergtaucher ist seit 1971 eine unerklärliche Abnahme festzustellen (durch milde Winter?). Der Kormoranbestand blieb mit 200 Exemplaren gleichmässig, er hängt mehr von der Zahl günstiger Ruheplätze als von der Nahrungsmenge ab. Beim Gänsesäger fliegen zwei Populationen ein: im September erscheinen mitteleuropäische Vögel zur Kleingefiedermauser, im Dezember und Januar nordische Vögel.

Die Gesamtzahlen steigen stark, insbesondere seit 1971. Die Fischfresser machen z. Z. 7,5 % des gesamten Wasservogelbestandes aus, vor dem fischreichen österreichischen Ufer bis zu 36 %. Die meisten Arten haben ganz bestimmte bevorzugte Liegeplätze. Der Bodensee ist unter die einzelnen Arten aufgeteilt.

SUMMARY

Since 1961/62 there have been nearly complete monthly censuses between September and April of migrating and wintering waterfowl of Lake Constance. The censuses since 1961 up to 1975 are being valued, beginning in this first part with fish-eating species. Methods of counting and evaluation are being described. Ecological changes influencing the waterfowl of Lake Constance include the disappearance of the stonewort *Chara* from the Ermatinger Becken/Untersee (West of Lake Constance), the complete freezing of Lake Constance in 1962/63, the mass production of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*, the increase in fish and the fluctuations of the waterlevel.

Great northern and red-throated diver, red-necked and Slavonian grebe, red-breasted merganser and smew do not occur in significant numbers. For unknown reasons the wintering numbers of the black-throated diver have been decreasing (10—40 birds), the great crested grebe has been increasing from 3000 up to about 8000 birds according to the increase in fish. Black-necked and little grebe were heavily affected by the complete freezing in 1962/63, but recovered again by 1971. Both species reach maximum numbers in November amounting to 330 resp. 1700 birds. For inconceivable reasons there has been a decrease in the little grebe since 1971 (perhaps as a result of mild winters?). The cormorant has had constant numbers amounting to 200 birds due to the fact that this bird is more dependent on favourable roosting places than on food. There are two waves of migration in the goosander: in September central-European birds

arrive for the moulting of body-feathers, in December and January birds from northern Europe follow.

Total numbers have been rising heavily, especially since 1971. At present fish-eating species amount to 7.5 per cent of the total waterfowl the percentage off the fish-abounding Austrian shore being 36 per cent. Most species favour certain resting places. Lake Constance has been divided between the different species.

LITERATUR

- BANDORF, H. (1970): Der Zwergtaucher. Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg.
- BAUER, K., & H. ZINTL (1974): Brutvorkommen und Brutbiologie des Gänseägers *Mergus merganser* in Bayern. Anz. orn. Ges. Bayern 13: 71—86.
- GÉROUDET, P. (1969): Les 15e et 16e recensements hivernaux (1968 et 1969) des oiseaux d'eau en Suisse romande. Nos Oiseaux 30: 166—170.
- (1970): Le 17e recensement hivernal (mi-janvier 1970) des oiseaux d'eau en Suisse romande. Nos Oiseaux 30: 314—317.
- (1974): Les 18e, 19e et 20e recensements hivernaux des oiseaux d'eau en Suisse romande mi-janvier 1971, 1972 et 1973. Nos Oiseaux 32: 188—201.
- HÖLZINGER, J., & K. SCHILHANSL (1967): Durchzug und Überwinterung der Lappentaucher (Podicipediformes) im Ulmer Raum. Anz. orn. Ges. Bayern 8: 113—122.
- JACOBY, H., G. KNÖTZSCH & S. SCHUSTER (1970): Die Vögel des Bodenseegebietes. Orn. Beob. Beiheft zu Bd. 67.
- LEUZINGER, H. (1964): Bericht über die internationalen Wasservogelzählungen 1960/61 bis 1962/63 und die nationale Wasservogelzählung 1962/63 in der deutschen Schweiz. Orn. Beob. 61: 141—176.
- (1966): Einwirkungen des Polarwinters 1962/63 auf den Bestand des Zwergtauchers *Podiceps ruficollis* in der deutschen Schweiz und im Grenzgebiet am Untersee. Orn. Beob. 63: 2—18.
- (1969): Bericht über die nationale Wasservogelzählung 1965/66 und die Mittwinter-Wasservogelzählungen 1967, 1968 und 1969 in der Schweiz und deren Grenzgebieten. Orn. Beob. 66: 163—172.
- LEUZINGER, H., & S. SCHUSTER (1970): Auswirkungen der Massenvermehrung der Wandermuschel *Dreissena polymorpha* auf die Wasservögel des Bodensees. Orn. Beob. 67: 269—274.
- NIEMEYER, H. (1969a): Eine statistische Untersuchung über die Wirksamkeit von Indices zur Kennzeichnung der Bestandsentwicklung von Wasservögeln. Int. Rat Vogelschutz, Deutsche Sektion, Bericht Nr. 9: 55—58.
- (1969b): Zur biometrischen Bearbeitung periodischer Wasservogelzählungen. Int. Rat Vogelschutz, Deutsche Sektion, Bericht Nr. 9: 59—66.
- (1974): Statistische Auswertungsmethoden. In BERTHOLD, P., E. BEZZEL & G. THIELCKE: Praktische Vogelkunde. Greven. S. 68—108.
- NÜMANN, W. (1973): Versuch einer Begründung für den Wandel in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung des Fischbestandes im Bodensee während der letzten 60 Jahre und eine Bewertung der Besatzmassnahmen. Schweiz. Z. Hydr. 35: 206—238.
- REQUATE, H. (1954): Die Entenvogelzählung in Deutschland. Biol. Abh. 10: 1—40.
- SACHS, L. (1972): Statistische Auswertungsmethoden. Berlin, Heidelberg, New York.
- SCHUSTER, S. (1968): Mausern die bayerischen Gänseäger am Bodensee ihr Kleingefieder? Anz. orn. Ges. Bayern 8: 291—293.
- (1975): Fehlerquellen bei Wasservogelzählungen am Beispiel baden-württembergischer Gewässer. Anz. orn. Ges. Bayern 14: 79—86.
- SZIJJ, J. (1963): Zehn Jahre Entenvogelzählung am Bodensee. Vogelwarte 22: 1—17.