

Egretta 43: 119-128 (2000)

Auftreten von Wasservogel-Botulismus an den Salzlacken des Seewinkels, Burgenland

Alfred Grill und Georg Rauer

Grill, A. & G. Rauer (2000): Occurrence of botulism in waterfowl in the saline lakes of the Seewinkel (Burgenland, Austria). *Egretta* 43: 119-128.

This article describes the occurrence of botulism in waterfowl in the Seewinkel from 1982 to 1998, based both on regular controls in the whole area of the saline lakes and on the collection of carcasses. The most serious outbreaks occurred in two waves 1982/83 and 1997/98 and were restricted to the Illmitzer Zicksee and the Lange Lacke (Fig. 1). The total number of victims collected was 12,756 birds of 61 species, with the Mallard making up almost one third of the total (Fig. 2). The outbreaks did not correlate with the water level of the shallow lakes but with high air temperatures from May to July (Fig. 3). We discuss the threats from botulism to individual species with relation to their feeding ecology (Table 1), as well as the importance of various environmental factors in initiating an outbreak.

Keywords: botulism, climatic factors, saline lakes, Seewinkel, water level, waterfowl.

1. Einleitung

Der Erstrnachweis von Wasservogel-Botulismus an den Salzlacken östlich des Neusiedler Sees und somit für Österreich gelang 1982. Die beiden ersten Ausbrüche im Seewinkel 1982 und 1983 sowie eine anschließende interdisziplinäre Untersuchung (1984-1986) waren Thema zweier Publikationen, in denen wir nicht nur die verschiedenen ökologischen Randbedingungen ausführlich behandelten, sondern auch Empfehlungen für zukünftige Untersuchungen vorlegten (Grill 1983, Grill et al. 1987): Dabei sollten nicht mehr zoologische (ornithologische) Fragestellungen im Mittelpunkt stehen, sondern mikrobiologische Freilandstudien (s. auch Westphal 1991). Dieser Vorschlag wurde mit der Bewilligung eines Nationalpark-Forschungsprojektes mittlerweile realisiert (Farnleitner et al. 1998). Da Botulismus im Seewinkel auch nach 1986 bereits mehrmals und in wesentlich stärkerem Umfang wieder aufgetreten ist, geben wir in der vorliegenden Arbeit einen Überblick für den gesamten Zeitraum von 1982-1998. Neben einer zusammenfassenden Darstellung von Ausmaß sowie zeitlicher und räumlicher Verteilung der Ausbrüche, behandeln wir dabei in Anlehnung an die früheren Untersuchungen die folgenden Fragestellungen:

1) Das mittlerweile angewachsene Fundmaterial an Botulismus-Opfern erlaubt besser fundierte Angaben zur Gefährdung einzelner Arten, vor allem in Hinblick auf Fragen des Vogelschutzes im Nationalpark Neusiedler See - Seewinkel.

2) Die längere Serie von Ausbrüchen eröffnet aber auch neue Möglichkeiten, Zusammenhänge mit den Wasserständen an den Lacken und Witterungsfaktoren aufzudecken. Überlegungen zu anderen ökologischen Faktoren sowie Empfehlungen für das Management sind hingegen nicht mehr Gegenstand dieses Beitrages (s. dazu Grüll et al. 1987, Eklund & Dowell 1987, Westphal 1991).

2. Untersuchungsgebiet, Material und Methode

Das Untersuchungsgebiet umfaßt die Salzlacken des gesamten Seewinkels. Eine eingehende Charakterisierung dieser Gewässer, vor allem der beiden hauptsächlich betroffenen Gebiete Illmitzer Zicksee und Lange Lacke findet sich bei Grüll (1983) sowie Grüll et al. (1987). Neuere ökologische Daten zur Veränderung der Feuchtgebiete sind überdies bei Dick et al. (1994) aufgearbeitet. Aktuelle Angaben zu Wasserständen und Witterung, sowie zu den Wasservogelbeständen im Untersuchungszeitraum können den Ergebnissen entnommen werden.

Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von 1982 (Jahr des ersten Ausbruches) bis 1998. Die Grundlage bilden laufende und weitgehend flächendeckende Kontrollen aller Lacken durch die Naturschutzorgane des Amtes der Burgenländischen Landesregierung bzw. ab 1993 die fünf zuständigen Gebietsbetreuer des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel von Juni bis September. Unterstützt wurden diese Routinekontrollen durch jeweils mehrere ornithologisch tätige Personen, die im Rahmen verschiedener Projekte ebenfalls regelmäßige Beobachtungen an den Lacken durchführten. Sobald verstärkt Vogelkadaver auftraten, wurde zumindest bei den größeren Ausbrüchen das Vorliegen von Botulismus veterinärmedizinisch nachgewiesen, und gleichzeitig mit dem möglichst vollständigen Aufsammeln der Kadaver begonnen. Die Suchaktionen waren auf die offenen Lackenufer und auf die wasserseitigen, gefluteten Ränder der Schilfbestände ausgerichtet und erfolgten während eines Ausbruches in Abständen von ein bis zwei Tagen. Die Größe der Mannschaften schwankte 1982 und 1983 zwischen 5 und 15 (in Ausnahmefällen bis 40) und lag dann ab 1992 recht konstant bei 2-8 Personen. Sammelzeit waren die ersten Stunden nach Tagesanbruch. Nach den Einsätzen wurden die Kadaver möglichst bis auf Artniveau bestimmt und ausgezählt. Aktionen zur Vertreibung der Wasservögel zum Schutz vor Botulismus fanden nur 1982 für etwa drei Wochen am Illmitzer Zicksee statt (Einzelheiten s. Grüll 1983, Grüll et al. 1987). Die Wasserstände an den Lacken werden anhand eines Pegels abgelesen, der auf m ü.A. eingemessen ist; der Wasserstand gibt daher die absolute Höhe des Wasserspiegels in m ü.A. an.

Zu danken ist in erster Linie den zahlreichen Beteiligten bei den Sammelaktionen, die diese unangenehme und körperlich anstrengende Arbeit über viele Wochen auf sich genommen haben. Stellvertretend sollen die hauptamtlich tätigen Naturschutzorgane J. Fleischhacker

(†), F. Haider (†), G. Hermann, J. Muska, F. Szűts und F. Tschida, die Nationalpark-Gebietsbetreuer A. Bleich, A. Gangl, R. Haider, D. Hämmerle, H. Lehner, E. Patak, W. Tschida und V. Waba, die Jägerschaft, sowie die Gemeinden Illmitz und Apetlon angeführt werden. Der Nationalparkverwaltung danken wir für die Überlassung der Protokolle über die Aufsammlungen ab 1992 und dem Hydrographischen Dienst beim Amt der Burgenländischen Landesregierung sowie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien für die Bereitstellung von Wasserstands- und Wetterdaten.

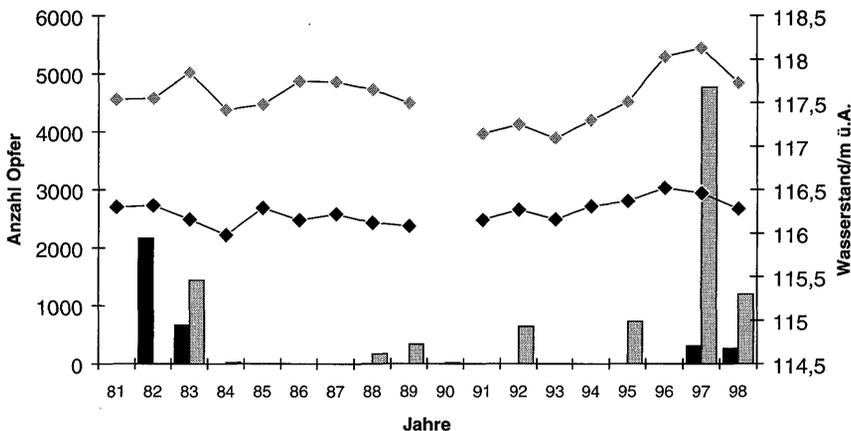


Abb. 1: Anzahl aufgesammlter Botulismusopfer (Säulen) in Abhängigkeit vom Wasserstand (Kurven) am Illmitzer Zicksee (schwarz) und im Gebiet Lange Lacke (grau). Aufgetragen sind die Monatsmittel der Wasserstände für Juli. 1990 waren beide Lacken ausgetrocknet.

Fig. 1: Number of botulism victims collected (columns) as a function of water levels (curves) in the Illmitzer Zicksee (black) and the area of the Lange Lacke (grey). The mid-monthly water-levels for July are recorded. In 1990 both lakes dried out.

3. Ergebnisse

3.1 Ausbrüche

Wasservogel-Botulismus konnte im Seewinkel erstmals 1982 nachgewiesen werden (Grüll 1983), und trat seither in zwei Wellen 1982/83 und 1997/98 verstärkt auf (Abb. 1). Das Maximum mit mehr als 5.000 aufgesammelten Kadavern pro Jahr war 1997 erreicht. Insgesamt wurden bis 1998 12.756 Vergiftungsfälle registriert. Zwischen diesen großen Ausbrüchen lagen zerstreut kleinere Auftreten mit Opferstrecken unter 1000 Individuen. Vom ersten großen Ausbruch 1982 war der Illmitzer Zicksee betroffen, der dann bis 1998 nur noch von untergeordneter Bedeutung war.

Schon im zweiten Jahr 1983 verlagerte sich das Botulismus-Geschehen in das fünf Kilometer entfernte Gebiet Lange Lacke - Wörthenlacken, das dann mit einer Ausnahme (1985: 35 Vergiftungsfälle bei Hochbrutflugenten an der Rochuslacke) Hauptschauplatz der Massensterben blieb. Der Beginn der Ausbrüche variierte zeitlich sehr stark, lag aber immer innerhalb der Monate Juni-September. Nach Ende September traten keine Botulismus-Vergiftungen auf.

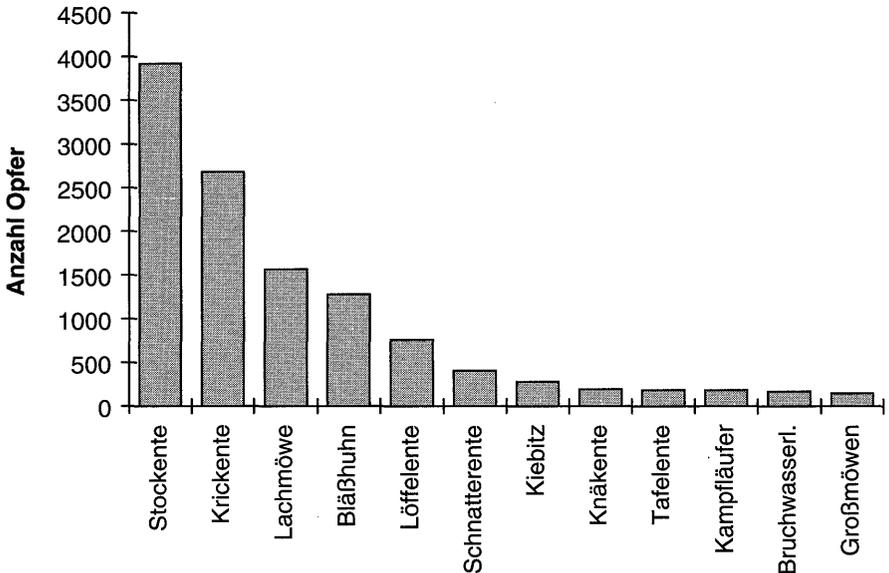


Abb. 2: Von Botulismus betroffene Vogelarten mit mehr als 1% der Gesamtopferzahl 1982-98.

Fig 2: Species affected by botulism (representing over 1 % of the total number of victims 1982-1998).

3.2 Betroffene Arten und unterschiedliche Gefährdung

Unter den aufgesammelten Botulismus-Opfern konnten insgesamt 61 Vogelarten identifiziert werden. Neben den regelmäßiger vorkommenden Schwimm-, Wat- und Möwenvögeln waren mit 11 Graureihern *Ardea cinerea*, 5 Silberreihern *Casmerodius albus* und 19 Löfflern *Platalea leucorodia* fallweise die Schreitvögel vertreten. Betroffen waren aber auch überwiegend terrestrische Arten, wie z.B. 2 Rohrweihen *Circus aeruginosus*, 10 Fasanen *Phasianus colchicus*, 3 Feldlerchen *Alauda arvensis*, 2 Rauchschwalben *Hirundo rustica* oder 9 Rohrsänger *Acrocephalus* sp. Abb. 2 zeigt die mengenmäßige Verteilung auf die 12 am stärksten betroffenen Arten mit Anteilen von mehr als 1 % der Gesamtsumme. Fast ein Drittel der Vergiftungsfälle

entfällt dabei auf die Stockente, die gemeinsam mit Krick- und Löffelente, Lachmöwe und Bläßhuhn 80 % ausmachen. Alle anderen Arten liegen weit unter 5 %.

Die Anzahl der in einem Jahr gefundenen Kadaver in Relation zum gleichzeitig anwesenden Maximalbestand lebender Vögel im gesamten Gebiet kann als grobes Maß für den Gefährdungsgrad durch Botulismus herangezogen werden (s. dazu auch Blaker 1967, Reichholz 1983, Hälterlein & Heinze 1983). Zu bedenken ist dabei allerdings, daß bei den nachbrutzeitlichen Rast- und Mauserbeständen der Turnover an Individuen nicht berücksichtigt werden kann, und die errechneten Gefährdungsgrade daher immer nur Höchstwerte darstellen. Im Extremfall (wie bei der Löffelente) kann die Opferzahl das festgestellte Bestandsmaximum sogar übersteigen. Mit diesen Einschränkungen ergibt sich für die stärker betroffenen Arten das folgende Bild (Tab. 1): Mit Gefährdungsgraden von mehr als 30 % sind die Enten mit Ausnahme der Stockente offensichtlich am anfälligsten. In die zweite Gruppe fallen Stockente, Bläßhuhn, Kiebitz und Bruchwasserläufer. Am wenigsten durch Botulismus gefährdet scheinen schließlich die Möwen, aber auch der Kampfläufer.

Tab. 1: Die hauptsächlich betroffenen Wasservogelarten gereiht nach ihrer Gefährdung durch Botulismus. Maximale Anzahl der Brutpaare, Sommerbestände (Juli - September) und maximale Anzahl pro Jahr aufgesamelter Opfer (mit % des Sommerbestandes) im Neusiedler See-Gebiet 1982 - 1998 (nach Dick et al. 1994, sowie unpubl. Daten von J. Laber).

Tab. 1: Waterfowl species most seriously affected by botulism, ordered according to the level of threat. The maximum number of breeding pairs, the summer (July to September) populations and the maximum number of victims collected per year (with the percentage of the summer population) in the Lake Neusiedl region from 1982 to 1998 (from Dick et al. 1994 and unpublished data from J. Laber).

Art	Brutpaare	Maximum	Max. Opfer	
		Juli-Sept.	n	%
Löffelente <i>Anas clypeata</i>	200	>300	418	>100
Schnatterente <i>A. strepera</i>	100	400	301	75
Tafelente <i>Aythya ferina</i>	30	250	135	54
Krickente <i>Anas crecca</i>	–	>2500	1207	48
Knäkente <i>A. querquedula</i>	100	200	78	39
Stockente <i>A. platyrhynchos</i>	>500	>6000	1694	28
Bruchwasserläufer <i>Tringa glareola</i>	–	250	66	26
Bläßhuhn <i>Fulica atra</i>	>1000	2000	387	19
Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	450	800	135	17
Kampfläufer <i>Philomachus pugnax</i>	–	>1000	56	6
Lachmöwe <i>Larus ridibundus</i>	5000	10000	509	5
Großmöwen <i>L. cachinans/argentatus</i>	5	4000	42	1

3.3 Abhängigkeit von Wasserstand und Witterung

Als Zeitpunkt des Ausbruches einer Botulismus-Periode an einer bestimmten Lacke wird hier immer nur das erste Jahr des Auftretens gewertet. Da Vergiftungen bei Wasservögeln allein durch die Toxinstabilität im Ökosystem noch über neun Monate nach Abklingen eines Ausbruches möglich sind (Haagsma 1973), können Ausbrüche in den unmittelbar nachfolgenden Jahren auch auf den Erstausbruch zurückzuführen sein (Bossenmaier et al. 1954, Sterbetz 1978, Hudec & Pellantová 1985, Hälterlein 1985, Clark 1987). Die zeitliche Verteilung der Erstausbrüche läßt keinen Zusammenhang mit dem Wasserstand an der betreffenden Lacke erkennen (s. Abb. 1, in der auch die Ausbrüche in den jeweils nachfolgenden Jahren verzeichnet sind): vor allem für das Gebiet Lange Lacke wird sichtbar, daß Botulismus sowohl bei extrem hohen als auch niedrigen Wasserständen registriert wurde; der mittlere Juli-Wasserstand in den fünf Jahren mit Beginn einer Botulismus-Periode unterscheidet sich nicht wesentlich von den Wasserständen der anderen 12 Jahre (117,68 gegenüber 117,52 m ü.A.; $U = 21$, $p > 0,05$; Mann-Whitney U-Test). Die zwei stärksten Ausbrüche an der Langen Lacke (1983 und 1997) fallen allerdings auf Jahre mit Wasserständen um 118 m ü.A., die im gesamten Zeitraum nur dreimal erreicht wurden. Umgekehrt herrschten an beiden Lacken in mehreren Jahren ohne Botulismus (mit Ausnahme des Trockenjahres 1990) vergleichbare Bedingungen wie in Botulismusjahren.

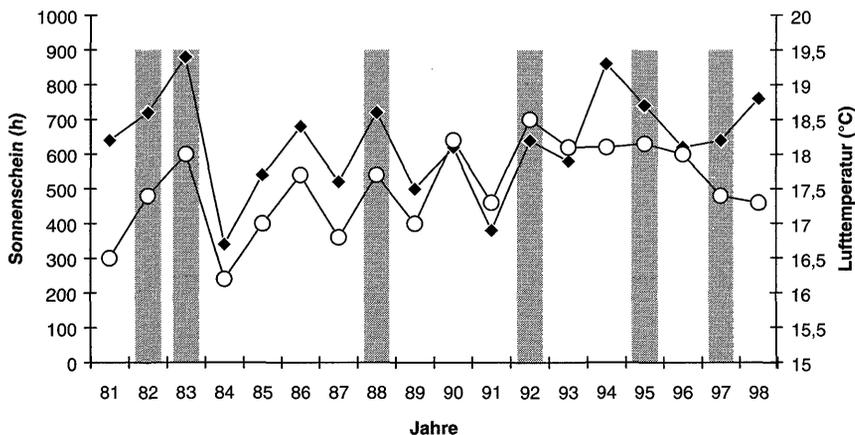


Abb. 3: Sonnenscheindauer (weiß) und mittlere Lufttemperatur (schwarz) in Neusiedl am See von Anfang Mai bis Ende Juli sowie Jahre mit Erstausbrüchen von Botulismus (grau; Erklärung s. Text).

Fig. 3: Hours of sunshine (white) and average air temperatures (black) in Neusiedl am See from the start of May until the end of July, together with years of initial outbreaks of botulism (grey, for explanations see text).

Die Botulismus-Ausbrüche zeigen jedoch eine Abhängigkeit von hohen Lufttemperaturen in den Monaten Mai - Juli, die 1981-93 sehr stark mit der Sonnenscheindauer korrelieren, dann aber völlig unabhängig von diesem Klimafaktor schwanken (Abb. 3; zur Auswahl dieser Faktoren bzw. Periode s. Grüll et al. 1987). In den sechs Jahren mit Erstausrüchen war die mittlere Lufttemperatur zu dieser Zeit signifikant höher als in den anderen 11 Jahren (18,6°C gegenüber 17,9°C; $U = 8$, $p < 0,05$; Mann-Whitney U-Test). Aus den oben angeführten Gründen wurde dabei 1998 nicht berücksichtigt, da in beiden Botulismus-Gebieten bereits im Jahr davor Ausbrüche feststellbar waren. Tatsächlich fallen 4 der 6 Ausbrüche in die wärmsten Jahre mit mittleren Frühsommertemperaturen von mehr als 18,5°C. Nur 1992, 1994 und 1997 passen nicht in dieses Schema: 1994 war extrem warm, aber ohne Anzeichen von Botulismus. Umgekehrt fallen die Ausbrüche 1992 und 1997 in etwas kühlere Jahre; 1992 war dafür durch die höchste Sonnenscheindauer ausgezeichnet, was für 1997 nicht zutrifft.

4. Diskussion

Unterschiede in der Gefährdung der einzelnen Wasservogelarten durch Botulismusvergiftungen können auf unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber Botulinumtoxinen zurückgeführt werden (z.B. Haagsma 1987), dürften aber im Freiland in erster Linie von der Nahrungsökologie abhängig sein, wobei Arten mit hohen Anteilen aquatischer Evertebraten in der Nahrung gegenüber Pflanzenfressern generell benachteiligt sind (Blaker 1967, Reichholf 1983, Eklund & Dowell 1987). Der letztere Aspekt wurde von uns in den früheren Arbeiten bereits ausführlich diskutiert (vgl. Grüll 1983, Grüll et al. 1987). Ein quantitativer Vergleich unserer Ergebnisse mit den älteren Befunden aus den 1980er Jahren ist nicht möglich, da die Daten mit unterschiedlichen Methoden erhoben wurden. Trotzdem fallen zumindest bei den Enten auffällige Verschiebungen in der Reihung auf, wie zum Beispiel die 1997 relativ starke Gefährdung der Schnatterente. Wie Höckerschwan und Bläßhuhn dürfte daher auch diese überwiegend herbivore Schwimmte (in jährlich unterschiedlichem Ausmaß?) entsprechende Mengen an vergifteten Wirbellosen aufnehmen (vgl. auch Serie & Swanson 1976). Bei den anderen Enten ergaben sich Abweichungen vor allem bei der Stockente, die mit nur 28 % jetzt an letzter Stelle steht. Viel mehr als die anderen Entenarten ist sie im Seewinkel in den Sommermonaten an künstliche Futterstellen und terrestrische Nahrungsflächen gebunden, wodurch die Häufigkeit von Vergiftungsfällen zumindest in manchen Jahren nicht unerheblich reduziert werden dürfte (s. Grüll et al. 1987). Auch die 1982 vermutete überdurchschnittlich hohe Gefährdung der Tafelente läßt sich nicht bestätigen. Die neuen Befunde decken sich gut mit den Erfahrungen aus den Botulismus-Gebieten in Bayern und an der Elbe (Wüst 1978, Reichholf 1983, Hälterlein & Heinze 1983). Nach diesen Quellen dürfte auch die extrem hohe Gefährdung der stark planktivoren Löffelente ein überregionales Phänomen sein, während Blaker (1967) für die ökologisch sehr ähnliche Kaplöffelente (*Anas smithii*) interessanterweise eine sehr geringe Botulismus-Belastung feststellte. Aufgrund des umfangreicheren Materials konnten mittlerweile auch für drei Limikolen- und zwei Möwenarten Gefährdungsgrade errechnet werden. Auffallend ist die im Vergleich zu Bruchwasserläufer

und Kiebitz geringe Gefährdung des Kampfläufers. Abgesehen von Bestimmungsproblemen, die vor allem bei schlecht erhaltenen Leichen noch größer sind als bei den Schwimmvögeln, könnte auch dieser Unterschied nahrungsökologisch bedingt sein: mehr als die meisten anderen Watvögel kann der Kampfläufer vor allem bei Trockenheit auf pflanzliche Kost und terrestrische Nahrungsräume ausweichen, wobei zwischen den Rast- und Freizegebieten bis zu mehrere Kilometer zurückgelegt werden (z.B. Glutz von Blotzheim et al. 1975, Parz-Gollner 1983). Die geringe Gefährdung der Lach- und Großmöwen, die die Lacken zu dieser Zeit hauptsächlich als Schlafplatz nutzen und sich überwiegend terrestrisch ernähren, ist (abgesehen von der nach Haagsma 1987 geringeren physiologischen Empfindlichkeit) sicher auch ökologisch begründet.

Vom Standpunkt des Artenschutzes dürfte trotz der hohen Opferzahlen nur bei wenigen Arten eine tatsächliche Populationsgefährdung gegeben sein. Von den stärker betroffenen Brutvögeln werden derzeit nur Löffel-, Schnatter- und Knäkente auf der Roten Liste geführt (Bauer 1994). Ihre kleinen Brutbestände beschränken sich hauptsächlich auf das Lackengebiet. Da der sommerliche Mauserzug im Gebiet vergleichsweise gering ausfällt, könnten von den Botulismus-Vergiftungen zu einem großen Teil die hiesigen Brutpopulationen betroffen sein. Anders ist die Situation wahrscheinlich bei der Stockente einzuschätzen, bei der unter 300 Opfern aus den Monaten Juni bis August 64 % auf adulte Erpel, 31 % auf diesjährige Jungvögel und nur 5 % auf alte Weibchen entfielen (A. Grüll, unpubl.). Die hohen Bestandszahlen sowie die unausgewogene Populationsstruktur lassen hier eher auf große Mauserbestände aus anderen Herkunftsgebieten schließen. Bei allen durchziehenden Arten ist schließlich die Turnover-Rate und somit die tatsächliche Anzahl rastender Individuen unbekannt, sodaß der tatsächliche Gefährdungsgrad möglicherweise sehr stark überschätzt wird. Andererseits zeigen Hälterlein & Heinze (1983), daß es bei durchziehenden Krickentenpopulationen im norddeutschen Raum wahrscheinlich zu Bestandsrückgängen durch Botulismus kommt. Von den derzeit weniger betroffenen Arten (weniger als 1 % der Gesamtopferzahl) sollte vor allem dem Löffler und Säbelschnäbler (*Recurvirostra avosetta*) mit bisher 89 Opfern besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sich die örtlichen Brutbestände beider Arten während des Sommers an wenigen Lacken (v.a. der Langen Lacke) konzentrieren können und hier für Massensterben durch Botulismus sehr anfällig sind; so starben aus einem Brutbestand von maximal 60 Paaren bisher 19 Löffler und aus der Neusiedler See-Population von etwa 50-100 Säblerpaaren bis zu 27 Vögel pro Jahr an Botulismus (vgl. auch Westphal 1991, Dick et al. 1994).

Die Unabhängigkeit der Botulismus-Ausbrüche von den jährlichen Wasserständen und der Zusammenhang mit hohen Frühsommertemperaturen bestätigen im wesentlichen die von Grüll et al. (1987) publizierten Befunde (vgl. auch die neueren Arbeiten von Caspary & Mahler 1988, Hälterlein & Schwettmann 1988). Die nun längere Serie von Ausbrüchen macht noch deutlicher, daß die für die Clostridienentwicklung günstigen Seichtwasserzonen fast alljährlich gegeben sind. Das zeitliche Zusammentreffen der beiden stärksten Ausbrüche an der Langen Lacke mit Hochwasserjahren könnte auch mit der Tatsache zu erklären sein, daß die Schilfbereiche erst ab Wasserständen von mehr als 117,5 m ü.A. geflutet sind und für Schwimmvögel Möglichkeiten zur Nahrungssuche bieten (vgl. Grüll et al. 1987).

Anders verhält es sich mit der Temperatur. Eine starke Erwärmung der Lacken im Frühsommer dürfte die Toxinproduktion tatsächlich fördern. Der fehlende Zusammenhang in den Botulismusjahren 1992 und 1997 macht aber auch hier deutlich, daß die Lufttemperatur nicht der einzig ausschlaggebende und direkt wirksame Umweltfaktor sein kann. So konnten Grüll et al. (1987) zeigen, daß es nicht die Bodentemperaturen im Lackensediment sind, die als unmittelbare Voraussetzung das Auskeimen der Clostridien ermöglichen, sondern daß hohe Temperaturen wahrscheinlich indirekt über andere Faktoren im Ökosystem begünstigend wirken (eingehende Diskussion s. dort, sowie Westphal 1991). Längerfristig gesehen beginnt sich dabei ein wellenförmiger Verlauf des Botulismus-Auftretens abzuzeichnen, wie er von Reichholf (1983) für Bayern beschrieben worden ist. Die ökologischen Prozesse, die für diese zeitlichen Muster ausschlaggebend sind, können nur durch mikrobiologische Freilanduntersuchungen geklärt werden.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage regelmäßiger Kontrollen des gesamten Lackengebietes sowie von Aufsammlungen der Kadaver wird das Auftreten von Wasservogel-Botulismus im Seewinkel von 1982 bis 1998 beschrieben. Die größten Ausbrüche fallen in zwei Wellen in die Jahre 1982/83 und 1997/98 und betreffen fast ausschließlich den Illmitzer Zicksee und die Lange Lacke. Insgesamt wurden 12.756 Opfer in 61 Vogelarten aufgesammelt, von denen fast ein Drittel auf die Stockente entfallen. Die Ausbrüche zeigen keinen Zusammenhang mit den Wasserständen an den Lacken, jedoch mit hohen Lufttemperaturen von Mai bis Juli. In der Diskussion behandeln wir die Gefährdung der einzelnen Arten durch Botulismus in Abhängigkeit von ihrer Nahrungsökologie, sowie die Bedeutung der untersuchten Umweltfaktoren als Auslöser für einen Ausbruch.

Literatur

- Bauer, K. (1994): Rote Liste der in Österreich gefährdeten Vogelarten (Aves). In: Gepp, J.: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, Grüne Reihe 2, 57-65.
- Blaker, D. (1967): An outbreak of botulinus poisoning among waterbirds. *Ostrich* 38: 144-147.
- Bossenmaier, E. F., T. A. Olson, M. E. Rueger & W. H. Marshall (1954): Some field and laboratory aspects of duck sickness at Whitewater Lake, Manitoba. *Trans. N. Amer. Wildl. Conf.* 19: 163-175.
- Caspary, H. J. & U. Mahler (1988): Wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Bekämpfung des Vogelsterbens infolge Botulismus im Naturschutzgebiet „Wagbachniederung“. *Wasser u. Boden* 40: 619-626.
- Clark, W. E. (1987): Avian botulism. In: M. W. Eklund & V. R. Dowell (Eds.): *Avian botulism*. Ch. C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 89-105.
- Dick, G., M. Dvorak, A. Grüll, B. Kohler & G. Rauer (1994): Vogelparadies mit Zukunft? Ramsar-Gebiet Neusiedler See - Seewinkel. Umweltbundesamt, Wien, 356 pp.
- Eklund, M. W. & V. R. Dowell (1987, Eds.): *Avian botulism*. Ch. C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 405 pp.

- Farnleitner, A., A. Kirschner & Th. Zechmeister (1998): Vorkommen und Abschätzung des Giftpotentials BoNT (Botulismus Neurotoxin) toxigener Clostridien spp. und ihre Zuordnung zu ökologischen Parametern in den Lacken des Nationalparks Neusiedler See - Seewinkel. Forschungsantrag an die Nationalparkgesellschaft Neusiedler See - Seewinkel.
- Glutz von Blotzheim, U., K.M. Bauer & E. Bezzel (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas 6 (1. Teil). Akad. Verlagsges. Wiesbaden, 840 pp.
- Grüll, A. (1983): Erstes gesichertes Auftreten von Wasservogel-Botulismus im Seewinkel, Burgenland. Egretta 26: 51-65.
- Grüll, A., G. Rauer und H. Sagmeister (1987): Ökologische Untersuchungen am Wasservogel-Botulismus im Seewinkel (Neusiedler See-Gebiet). Wiss. Arbeiten Burgenland, Sonderband 77: 301-351.
- Haagsma, J. (1973): The etiology and epidemiology of botulism in waterfowl in the Netherlands. Hydrobiol. Bull. 7: 96-105.
- Haagsma, J. (1987): Laboratory investigations of botulism in wild birds. In: M. W. Eklund & V. R. Dowell (Eds.): Avian botulism. Ch.C. Thomas Publisher, Springfield, Illinois, 283-293.
- Hälterlein, B. (1985): Botulismus 1984 in der Wedeler Marsch. Hamb. Avifaun. Beitr. 20: 125-135.
- Hälterlein, B. & G. Heinze (1983): Massensterben von Vögeln durch Botulismus. Ber. Dtsch. Sekt. Int. Rat Vogelschutz 23: 131-158.
- Hälterlein, B. & K. Schwettmann (1988): Neue Daten zur Entwicklung des Botulismus in der Wedeler Marsch bis 1987. Hamb. Avifaun. Beitr. 21: 39-48.
- Hudec, K. & J. Pellantová (1985): Massensterben der Wasservögel in der CSSR. Beitr. Vogelkd. 31, 81-92.
- Parz-Gollner, R. (1983): Einflüsse auf die Habitatwahl und die Verteilung des Kampfläufers, *Philomachus pugnax*, im Seewinkel, Burgenland. Diss. Formal- u. Naturwiss. Fak. Univ. Wien, 82 pp.
- Reichholf, J. (1983): Ausbrüche von Enten-Botulismus im Sommer 1982 in Bayern. Anz. orn. Ges. Bayern 22: 37-56.
- Serie, J. R. und G. A. Swanson (1976): Feeding ecology of breeding Gadwalls on saline wetlands. J. Wildl. Management 40, 69-81.
- Sterbetz, I. (1978): Einfluß der Veränderungen der Agrarumwelt auf die Tierwelt des Naturschutzgebietes Kardoskut. Aquila 84: 65-81.
- Westphal, U. (1991): Botulismus bei Vögeln. Aula Verlag, Wiesbaden, 100 pp.
- Wüst, W. (1978): Europa-Reservat Ismaninger Teichgebiet, 31. Bericht: 1972-1973. Anz. orn. Ges. Bayern 17: 9-36.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Alfred Grill
Biologische Station Neusiedler See
A-7142 Illmitz

Dr. Georg Rauer
Badnerstraße 23
A-2540 Bad Vöslau