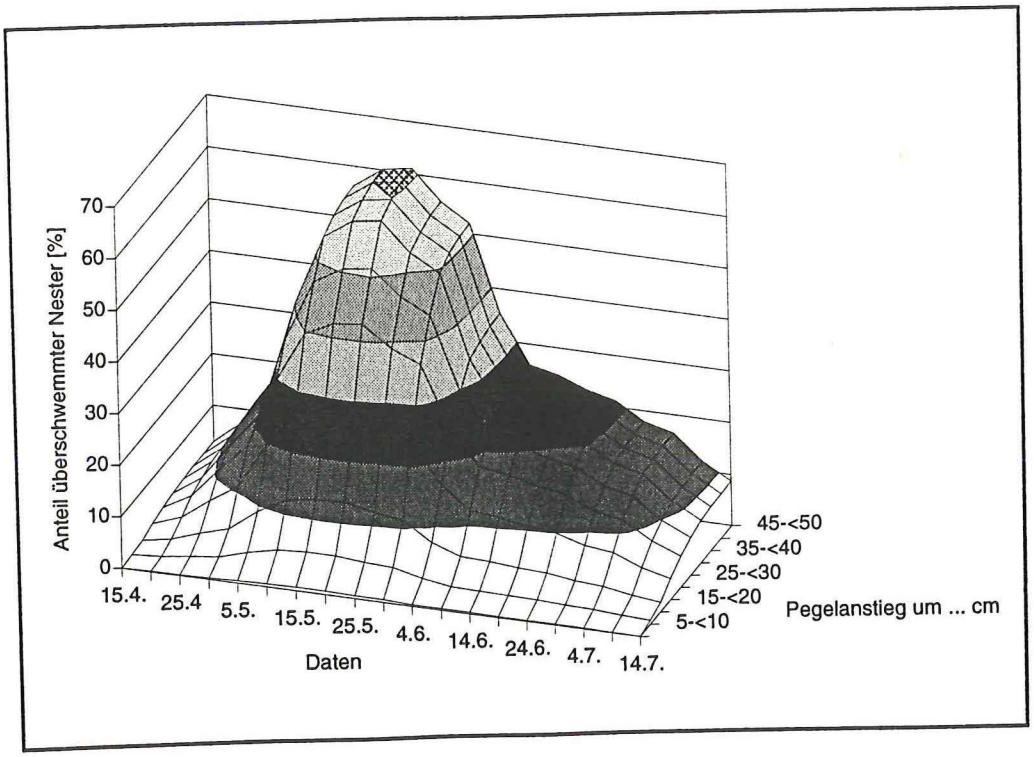
Die Folgen des Reglementes zur Regulierung der Jurarandgewässer

Einfluss der Wasserstandsschwankungen des Neuenburgersees auf den Bruterfolg von schilfbewohnenden Singvögeln

Schlussbericht

Resultate der Jahre 1990 bis 1993



Bericht:

A. Aebischer
Zoologisches Institut
Universität Fribourg
Pérolles
1700 Fribourg

Feldarbeiten:

A. Aebischer
V. Antoniazza
M. Antoniazza

Projektleiter:

Prof. D. Meyer
Zoologisches Institut
Universität Fribourg
Pérolles
1700 Fribourg

im Auftrag des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BWW)

Fribourg, Dezember 1993

1. Einleitung 1

2. Untersuchungsgebiet 4

2.1 Lage und Vegetation 4
2.2 Witterung 6
2.3 Wasserstand 7

3. Methoden 9

3.1 Zeitpunkt, Dauer und Ablauf der Feldarbeiten 9
3.2 Erstellung der Nestkarten 9

4. Resultate 13

4.1 Nestfunde 13
4.2 Neststandorte 13
4.2.1 Bevorzugte Pflanzengesellschaften 13
4.2.2 Bevorzugte Nestunterlagen 15
4.2.3 Beeinflussung der Auswahl des Neststandortes durch verschiedene Faktoren 16
4.3 Nesthöhen 18
4.3.1 Nesthöhen über Wasser 18
4.3.2 Absolute Nesthöhen 19
4.3.3 Beeinflussung der Nesthöhe durch verschiedene Faktoren 22
4.3.4 Wie weit können die Vögel bei steigendem Wasserstand ausweichen? 24
4.4 Brutphänologie 26
4.5 Bruterfolg 31
4.5.1 Erfolgreiche Nester 32
4.5.2 Ausgeflogene Jungvögel 32
4.5.3 Prädation 32
4.5.4 Überschwemmungen 32
4.5.5 Verhalten der Vögel bei Brutverlust 33
4.6 Entwicklung der Brutbestände in den letzten Jahren 34
4.7 Auswirkungen verschiedener Wasserstände 38
4.7.1 Berechnung der bei Hochwasser zu erwartenden Verluste anhand der absoluten Nesthöhen 38
4.7.2 Berechnung der bei Hochwasser zu erwartenden Verluste anhand der Nesthöhen 43
4.7.3 Vergleich der errechneten mit den festgestellten Verlusten 49
4.7.4 Anteil brütender Paare in Gebieten, die direkt vom See überschwemmt werden 50
4.8 Nester anderer Vogelarten 50

5. Für den Artenschutz ideale Wasserstandsganglinie 52

6. Diskussion 55

7. Zusammenfassung 61

8. Dank 62

9. Literaturverzeichnis 63

Anhang

1. Einleitung

Noch vor 120 Jahren war das Sumpfgebiet zwischen Murten-, Neuenburger- und Bielersee weitgehend unbegeh- und unbewohnbar. 1869 begannen die Arbeiten zur 1. Juragewässerkorrektion, bei welcher mehrere Flüsse begradigt und umgeleitet und der Wasserspiegel der Seen um rund 2,7 Meter gesenkt wurde. 400 Quadratkilometer Feuchtgebiet verschwanden, jedoch wurde in seichten Uferzonen der Grund frei, so dass am Neuenburgersee-Südufer ein neuer Schilfgürtel entstehen konnten. Nach der 2. Juragewässerkorrektion (1958-1970) verschwanden einerseits die vorher üblichen jährlichen Wasserstandsschwankungen (bis zu 3 Metern), andererseits wurde die Wasserstandsregulierung erleichtert. Die Schwankungen können heute allerdings noch immer bis zu einem Meter ausmachen (Buttler 1987).

Bereits Ende der 70er Jahre machte Antoniazza (1979) darauf aufmerksam, dass ein Anstieg des Wasserstandes des Neuenburgersees jeweils Brutverluste bei Vögeln, die im Schilfgürtel nisten, zur Folge hat. In den letzten Jahren führten Hochwasser im Schilfgürtel mehrmals zu vielen überschwemmten Nestern oder zur Aufgabe von Bruten, ohne dass bisher genaue Angaben über das Ausmass der Verluste gemacht werden konnten (Lindemann 1988, Antoniazza 1989). Besonders betroffen waren dabei vor allem jene Schilfvögel, die ihre Nester in den unteren und mittleren Vegetationsschichten bauen.

In der vorliegenden Arbeit ging es darum, herauszufinden, wie wichtig die durch Überschwemmungen verursachten Brutverluste sind, und wie der Wasserstand des Neuenburgersees allenfalls reguliert werden müsste, um die Schäden an der Avifauna gering zu halten. Ziel ist einerseits das Erstellen einer Wasserstandsganglinie, welche den bestmöglichen Bruterfolg garantiert und andererseits die Bewertung von Abweichungen vom idealen Wasserstand bezüglich Brutverlusten. Dazu mussten möglichst viele Nester verschiedener Vogelarten gefunden werden. Anhand der Analyse der an den Nestern erfolgten Messungen (s. Kap. 3.2) und der Beobachtungen in den Revieren sollte herausgefunden werden,

- in welchen Höhen die Vögel ihre Nester bauen
- weshalb sie in diesen Höhen bauen, d.h. welche Faktoren für die Auswahl der Nesthöhe massgebend sind
- welche Höhen den Vögeln für die Errichtung des Nestes zur Verfügung stehen, d.h. in welchem Masse ein vertikales Ausweichen bei Hochwasser möglich ist
- in welchem Ausmass andere Verluste (Prädation, Niederschläge, Kälte) auftreten
- wie sich die Vögel bei Brutverlusten verhalten
- wann die Brutsaison der einzelnen Arten beginnt, wie lange diese dauert und welcher Anteil der Bruten zu einem gegebenen Zeitpunkt noch nicht begonnen, bereits begonnen oder bereits beendet wurde.
- wie die Kurve des Seepegels im Verlauf der Brutsaison aussehen müsste, um möglichst wenige Nester zu überschwemmen
- wie sich Überschwemmungen, respektiv verschiedene Seepegel auf den Bruterfolg und langfristig auf die Populationen auswirken.

Antoniazza (1979) fand in der Grande-Cariçaie 25 Brutvogelarten. Die Nestsuche kam für uns nur für wenige Arten in Frage, da einerseits die Überschwemmungen nicht bei allen Arten Schaden anrichten, und andererseits die Nestsuche bei mehreren Arten zu zeitaufwendig ist - sei es aufgrund der Seltenheit, sei es

aufgrund der diskreten Lebensweise. Haubentaucher, Zwergtaucher, Höckerschwan und Blässhuhn bauen häufig schwimmende Nester, die bei einem Wasseranstieg unbehelligt bleiben. Bei zu tiefem Seepegel kann es aber vorkommen, dass die ersten beiden Arten keinen Zugang mehr zum Nest finden und es deshalb verlassen. Zwergreiher sind im ganzen Gebiet zu selten, um genügend Nester finden zu können. Bei Teich- und Wasserrallen können die Nester fast nur durch Zufall gefunden werden. Kiebitz und Feldschwirl brüten meist an trockeneren Stellen im Kleinseggenried, so dass sie von Überschwemmungen kaum betroffen sind. Die verschiedenen Rohrsängerarten hängen ihre Nester an Schilfstengeln in Höhen zwischen 50 und 150 cm auf, die Nester werden also bei Hochwasser nur in Ausnahmefällen zerstört. Verschiedene Singvögel brüten nur ausnahmsweise im Schilf: Zilpzalp, Fitis, Schwarzkehlchen, Amsel und Hänfling. Das Auffinden von Stockentennestern gelingt häufig nur durch Zufall. Während der Brutzeit verraten Stockenten den Standort ihres Nestes kaum und nach dem Schlüpfen verlassen die Jungen das Nest sofort.

Als Arten, die durch Überschwemmungen grössere Schäden erleiden und von denen genügend Nester gefunden werden können, bleiben somit noch Rohrschwirl *Locustella luscinioïdes*, Bartmeise *Panurus biamicus* und Rohrammer *Emberiza schoeniclus*, welche ihre Nester in der Regel in Seggenbülten, zwischen den Blättern der Deutschen Schneide *Cladium mariscus* oder auf der Knickschicht von Schilf bauen. Sowohl Rohrschwirl wie Bartmeise figurieren auf der Roten Liste der gefährdeten und verletzlichen Vogelarten der Schweiz (Zbinden 1989). Beide gehören zu den regelmässig brütenden Arten, deren Bestand in der Schweiz (und in ganz Mitteleuropa) wegen ihrer Biotopsansprüche oder wegen des grossen Flächenbedarfs klein und daher in den meisten Fällen besonders verletzlich ist. In der Schweiz brüten rund 300 Rohrschwirlpaare (Aebischer, in Vorb.) und weniger als 100 Bartmeisenpaare. Über 80% aller Rohrschwirle brüten am Neuenburgersee. Die Bartmeise brütet ausserhalb der Grande-Cariçaie nur noch am Heidenweg (St. Petersinsel) am Bielersee. Im Gegensatz zu den beiden anderen Arten zählt die Rohrammer zu den häufigeren Vögeln in Feuchtgebieten. Die fortwährende Zerstörung günstiger Bruthabitate führte jedoch in vielen Gebieten zu Bestandesabnahmen (Blümel 1982). Antoniazza (1979) schätzte den Bestand am Neuenburgersee auf 630 bis 780 Brutpaare.

In den Jahren 1990 bis 1993 wurden am Südufer des Neuenburgersees an 264 gefundenen Nestern von Rohrschwirlen, Rohrammern und Bartmeisen verschiedene Daten gesammelt und diese mit Angaben aus früheren Jahren ergänzt. M. und V. Antoniazza (1980) sowie B. Magnin fanden in den Jahren 1976-1989 82 Nester der erwähnten drei Arten, von denen sie jeweils verschiedene Daten wie Nesthöhe, Schilfdichte, Zahl und Alter der Jungen usw. festhielten. Bei der Auswertung unserer Resultate habe ich wo immer möglich auch die Daten dieser frühreren Nestfunde berücksichtigt. 1993 und z.T. bereits in den vorausgegangenen Jahren verfolgten wir Paare, die ihre Brut verloren hatten, besonders intensiv, um herauszufinden, ob, wo und wann sie Ersatzbruten begannen.

Die vorliegende Arbeit stellt eine Zusammenstellung der Resultate aus den Jahren 1990, 1991 und 1992 (Aebischer, Antoniazza, Antoniazza & Meyer 1991, 1992) dar. Zudem werden hier die Ergebnisse aus dem Jahr 1993 berücksichtigt, eine Gesamtbeurteilung der Wasserstandsganglinien vorgenommen und Vorschläge für die Wasserstandsregulierung unterbreitet. Eine Synthese dieses Berichtes wird im Frühling 1994 auf französisch erscheinen.

Im Kap. 4.2 werden die Neststandorte beschrieben und die möglichen Einflüsse der Vegetation auf die Auswahl dieser Standorte durch die Vögel analysiert. Im Kap. 4.3 wird näher auf die Nesthöhen und die Ausweichmöglichkeiten bei Hochwasser eingegangen. Der Ablauf der Brutsaison ist im Kap. 4.4, der ermittelte Bruterfolg und mögliche Verlustursachen sind im Kap. 4.5 behandelt. Das Kap. 4.6 beschriebt die

Entwicklung der Bestände der drei untersuchten Arten in den letzten Jahren. Im Kap. 4.7 werden anhand der festgestellten Nesthöhen und Brutzeiten die Auswirkungen verschiedener Wasserstände auf den Bruterfolg analysiert. Die theoretischen, errechneten Anteile überschwemmter Nester werden mit den tatsächlich ermittelten Verlusten verglichen. Schliesslich ist im Kap. 4.7 die erwünschte, für Schilfvögel ideale Wasserstandsganglinie formuliert.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und Vegetation

Für unsere untersuchten Arten sind mit Schilf durchsetzte Grosseggenrieder heute der wichtigste Lebensraum. Im Gegensatz zu Rohrschwirl und Rohrammer, die im ganzen Schilfgürtel verbreitet sind, tritt die Bartmeise jedes Jahr nur an gewissen Orten auf und besiedelt nicht alle günstigen Biotope. Zur Durchführung der Arbeit wurden vorwiegend Gebiete gewählt, in denen alle 3 Arten vorkommen (s. Abb. 1). Da eine Einzelperson unmöglich sämtliche in Frage kommenden Gebiete während der ganzen Brutdauer bearbeiten kann, mussten wir uns auf einige Zonen beschränken. Das Untersuchungsgebiet umfasst im wesentlichen die Schilfflächen zwischen Portalban, Gletterens und Chevroux sowie einen Teil des Reservates von Cheyres. Zusätzlich wurden einige Nestfunde aus andern Gebieten berücksichtigt. Eine genaue Beschreibung der Vegetation geben Berset (1949/50), Keller (1969/70), Antoniazza (1979) und Roulier (1983). Eine pflanzensoziologische Kartierung im Masstab 1:5000 steht vor dem Abschluss.

Sektor 1

Der Sektor 1 umfasst das Gebiet zwischen den Teichen von Chevroux und der Bucht von Ostende, welches zu den feuchtesten des ganzen Seeufers gehört. Untersucht wurde eine 250 m breite Fläche, die sich vom See bis zum ca. 500 m entfernten Wald erstreckt. Seit 1986 wurde hier kein Schilf mehr gemäht. Mit Ausnahme der waldnahen Gebiete ist der Sektor 1 praktisch überall und fast immer von mehreren Dezimetern Wasser überschwemmt. Die 12 ha grosse Fläche besteht grösstenteils aus Caricetum elatae und Scirpo-Phragmitetum. Schilffrei sind nur einige Teiche, die z.T. von Typhetum angustifoliae umgeben sind. Die Schilfhöhe beträgt 1 - 3,5 m und nimmt gegen den Wald hin, wo Orchio-Schoenetum und Molinietum coeruleae dominieren, ab. An mehreren Stellen breitet sich Cladietum marisci aus. Der Grund liegt zwischen 429,20 und 429,30 m ü.M. und steigt gegen den Wald hin bis über 429,80 m ü.M.

Sektoren 4 und 5

Zwischen Gletterens und Portalban dehnt sich ein Schilfgürtel von 1,5 km Länge und 400 - 500 m Breite aus. Die Sektoren 4 und 5 umfassen 28 ha im westlichen Teil, d.h. vom Bootshafen von Gletterens bis zur Pumpstation. Die Vegetation zeichnet sich durch 4 Hauptgesellschaften aus: Caricetum elatae, Scirpo-Phragmitetum, Cladietum marisci und Orchio-Schoenetum nigricantis. Da letztere von den interessierenden drei Arten höchstens von der Rohrammer besiedelt wird, wurde sie nicht wie die andern systematisch abgesucht. Scirpo-Phragmitetum findet sich vor allem in einem an den See grenzenden Streifen von 10 bis 50 m Breite, sowie in einigen durch die Mähmaschine künstlich gebildeten Teichen. Dominiert werden die Sektoren 4 und 5 von Caricetum elatae. *Carex elata* bildet hier Bülten mit z.T. über einem Meter Durchmesser. Das ganze Grosseggenried ist mit verschieden hohen Schilfstengeln durchsetzt, welche je nach Wassertiefe 1-3 m hoch wachsen. Cladietum marisci tritt meist nur kleinflächig auf. Die Sektoren 4 und 5 sind optisch durch einen überschwemmten Zufahrtsweg der Mähmaschine getrennt. Auf der Landseite ist der Schilfgürtel durch einen Feuchtwald begrenzt. Der Grund liegt zwischen 429,20 m und 429,40 m, die Düne, welche den Schilfgürtel vom See weitgehend trennt, liegt etwa 429,60 m hoch.

Sektor 6

Zwischen den Teichen und dem Hafen von Chevroux befindet sich der 19 ha grosse Sektor 6. Wiederum bildet auf der Landseite der Wald die Grenze. Im Südwesten schliesst eine Siedlung an den Schilfgürtel an. Eine bewaldete Düne bildet eine natürliche Grenze zum See. Die Schilfhöhe beträgt 1,5 bis über 3 Meter.

Dem See entlang hat sich ein stellenweise 100 m breites Scirpo-Phragmitetum ausgebildet. Der grösste Teil des Sektors ist von Caricetum elatae bedeckt, welches z.T. aus sehr dicht beieinander stehenden Bülten besteht. Je nach Feuchtigkeit ist es von mehr oder weniger dichtem und hohem Schilf durchsetzt. Cladietum marisci findet man nur an wenigen Stellen und Orchio-Schoenetum nigricantis ausschliesslich in Waldnähe.

Sektor 7

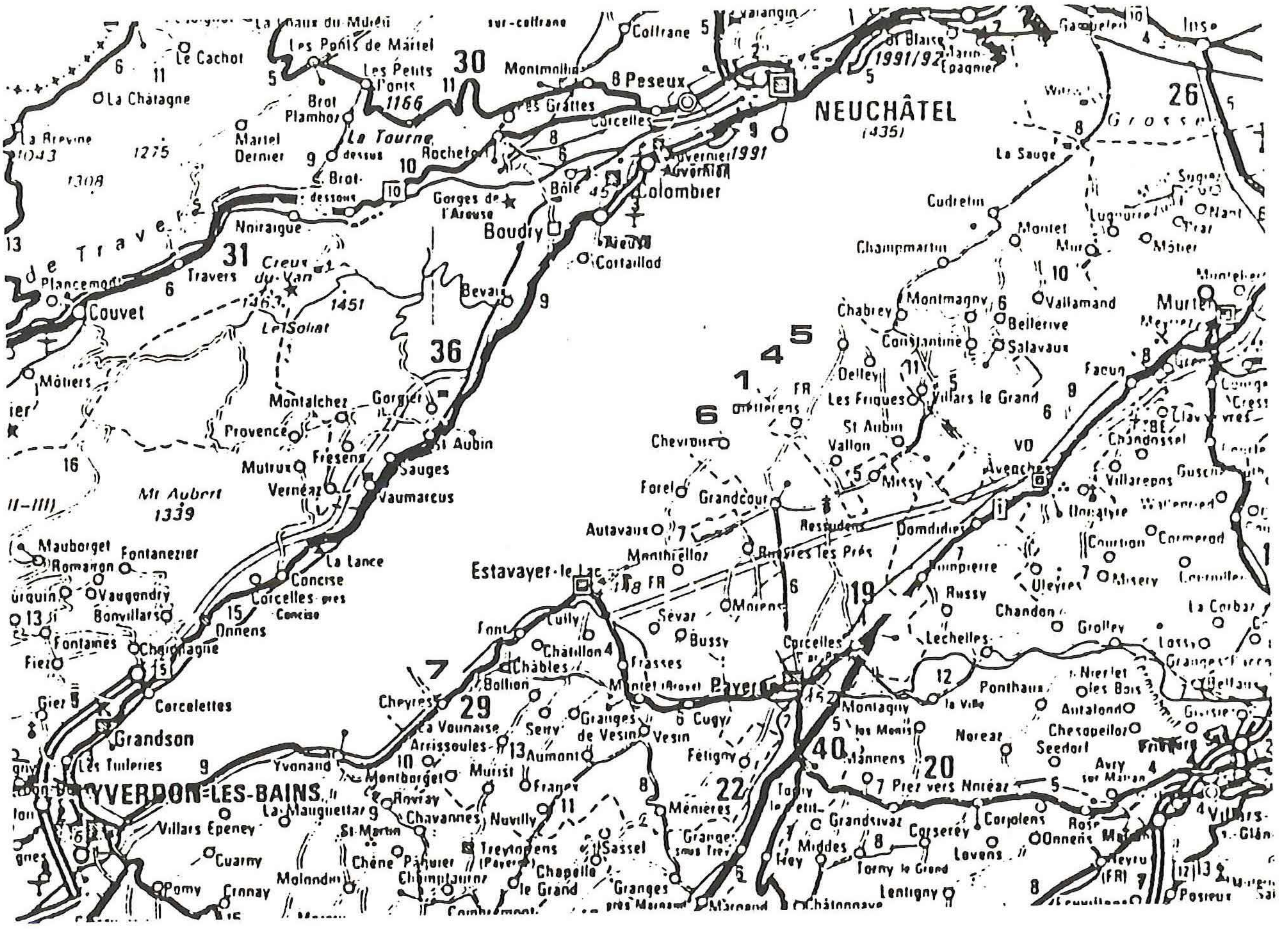
Der Sektor 7 liegt im südlichen Teil des knapp 50 ha grossen Naturschutzgebietes zwischen Cheyres und Châbles. Der 19 ha grosse Sektor ist durch eine durchgehende Düne vom See getrennt. Im westlichen Teil dominiert Caricetum elatae. An feuchten Stellen tritt örtlich Scirpo-Phragmitetum auf, Schilf ist aber im allgemeinen nur schwach entwickelt. Da und dort breitet sich Cladietum marisci aus. Molinietum caeruleae kommt vorwiegend im östlichen Teil vor. Der Anteil an Schoenetum nigricantis ist wesentlich höher als in den andern Sektoren, wobei sich besonders entlang der Düne grössere zusammenhängende Bestände finden. Allgemein zeichnet sich der ganze Sektor durch eine mosaikartige Verteilung der verschiedenen Pflanzengesellschaften aus. Für eine genauere Beschreibung des Reservats sei auf Keller (1969/1970) und Moret & Roulier (1987) verwiesen. Die Bodenhöhe liegt zwischen 429,55 und 429,65 m, die Düne auf ca. 430,20 m.

Die Sektoren 1, 4, 5 und 6 sind während der Brutzeit alle grösstenteils überschwemmt. Die Seggenbülten wachsen aber genügend hoch, so dass Rohrschwirl, Bartmeise und Rohrammer zu Brutbeginn i.d.R. genügend günstige Niststellen finden können. Trotz der vorhandenen Dünen steht das Wasser jeweils an mehreren Orten mit dem Seewasser in Verbindung, so dass eine Veränderung des Seepegels auch eine Veränderung der Wassertiefe im Grosseggenried bewirkt. Dies konnten wir durch Vergleiche des täglichen Seepegels mit den Wasserstandsmessungen an mehreren Orten und an verschiedenen Daten während der ganzen Brutsaison bestätigen. Einzig der Wasserstand im Sektor 7 verändert sich unabhängig vom Seepegel. Dort wird die Düne erst bei einem Wasserstand von 430,21 m überspült (Lindemann 1988). Häufige oder starke Niederschläge können den Pegel im Sektor 7 dennoch ansteigen lassen und sehr wahrscheinlich tut dies bei einem Seepegel zwischen 429,70 m und 430,20 m auch der Wasserdruck des Sees durch die Düne.

In Gebieten, die durch eine Düne vom See getrennt sind, sind die Nester nicht in gleichem Masse dem Hochwasser ausgesetzt. Durch den Vergleich der Wasserstandsschwankungen des Sees mit den Schwankungen an verschiedenen Orten im Schilfgürtel konnte festgestellt werden, in welchen Gebieten des Neuenburgersee-Südufers bei Seepegeln bis 429,60 m das Wasser direkt mit dem See in Verbindung steht. Zwischen Chevroux und Portalban, zwischen Cudrefin und dem Broyekanal sowie am Fanel steigt der Wasserspiegel in den Schilfzonen parallel zum Wasserspiegel des Sees. Das Wasser im Gebiet zwischen Portalban und Cudrefin steht bis zu einem Seepegel von 429,60 m und vielleicht auch bei höheren Pegeln nicht mit dem Seewasser in direkter Verbindung. Ebenso variiert der Wasserstand in Champ-Pittet, zwischen Yvonand und Cheyres sowie zwischen Cheyres und La Corbière unabhängig vom Seewasserstand. Nicht klar ist, wie sich der Wasserstand in den Schilfgebieten südlich von Chevroux bis La Motte, wo allerdings nur sehr wenige Rohrschwirle und Bartmeisen brüten, verhält.

Alle Teile des Untersuchungsgebietes, ausser dem gesamten Sektor 1 und einem Teil des Sektors 7, in denen seit 1986 nicht mehr gemäht wurde, unterlagen einem Mähprogramm im 3-Jahres-Zyklus. Im Winterhalbjahr wurde jeweils ca. ein Drittel der gesamten Schilffläche gemäht, im Herbst 1991 infolge des Ausfalls der Mähmaschine allerdings nur ca. 52 ha.

Abb. 1: Lage der verschiedenen Sektoren des Untersuchungsgebietes



2.2 Witterung

Im April **1990** hatten wir einen trockenen und warmen Monatsbeginn mit einer anschliessenden feuchten und kühlen Phase. Erst gegen Monatsende wurde es wieder merklich wärmer und trockener. Im Mai des selben Jahres blieb die Witterung aussergewöhnlich trocken und warm. Im Juni kamen die Niederschläge weit über die Norm zu liegen und die Temperaturen blieben, mit Ausnahme des Monatsende, unter dem Durchschnitt. Schlechtwetter verzeichnete man auch Anfang Juli, bevor schliesslich hochsommerliche Temperaturen und viel Sonne eintrafen, welche bis Ende August wetterbestimmend waren. Die Avifauna konnte 1990 von den trockenen Monaten Mai und Juli profitieren, erlitt aber während der Schlechtwetterperiode im Juni einige Einbussen.

Der April **1991** war sehr wechselhaft mit einer schönen Periode gegen Mitte des Monats, die aber durch einen Kälteeinbruch abrupt beendet wurde. Insgesamt blieb der April sehr trocken. Im Mai lagen sowohl Niederschläge wie Temperaturen bis zum 20. fast andauernd unter dem Mittel. Das letzte Monatsdrittel war etwas wärmer. Im Juni waren Regenfälle häufiger. Juli und August waren trotz einigen Gewittern im

allgemeinen schön. Die kalten Apriltage mit Nachtfrösten dürften den Brutbeginn 1991 verzögert haben. Zudem wurde eine optimale Jungenaufzucht durch die starken Niederschläge im Juni verhindert.

Im April **1992** lagen sowohl die Niederschläge, wie die Temperaturen etwas über dem langjährigen Mittel. Der Mai war sehr warm (2-3 Grad über dem Durchschnitt) und niederschlagsarm. Einzig Ende Monat traten starke Regenfälle ein, welche bis zum 11. Juni noch regelmässig auftraten. Im Juni waren häufig Niederschläge und 1 bis 1,5 Grad zu tiefe Temperaturen zu verzeichnen. Im Juli regnete es vor allem zwischen dem 6. und dem 12. sowie am 21. und am 22. Die Temperaturen lagen 1-2 Grad über dem Mittel.

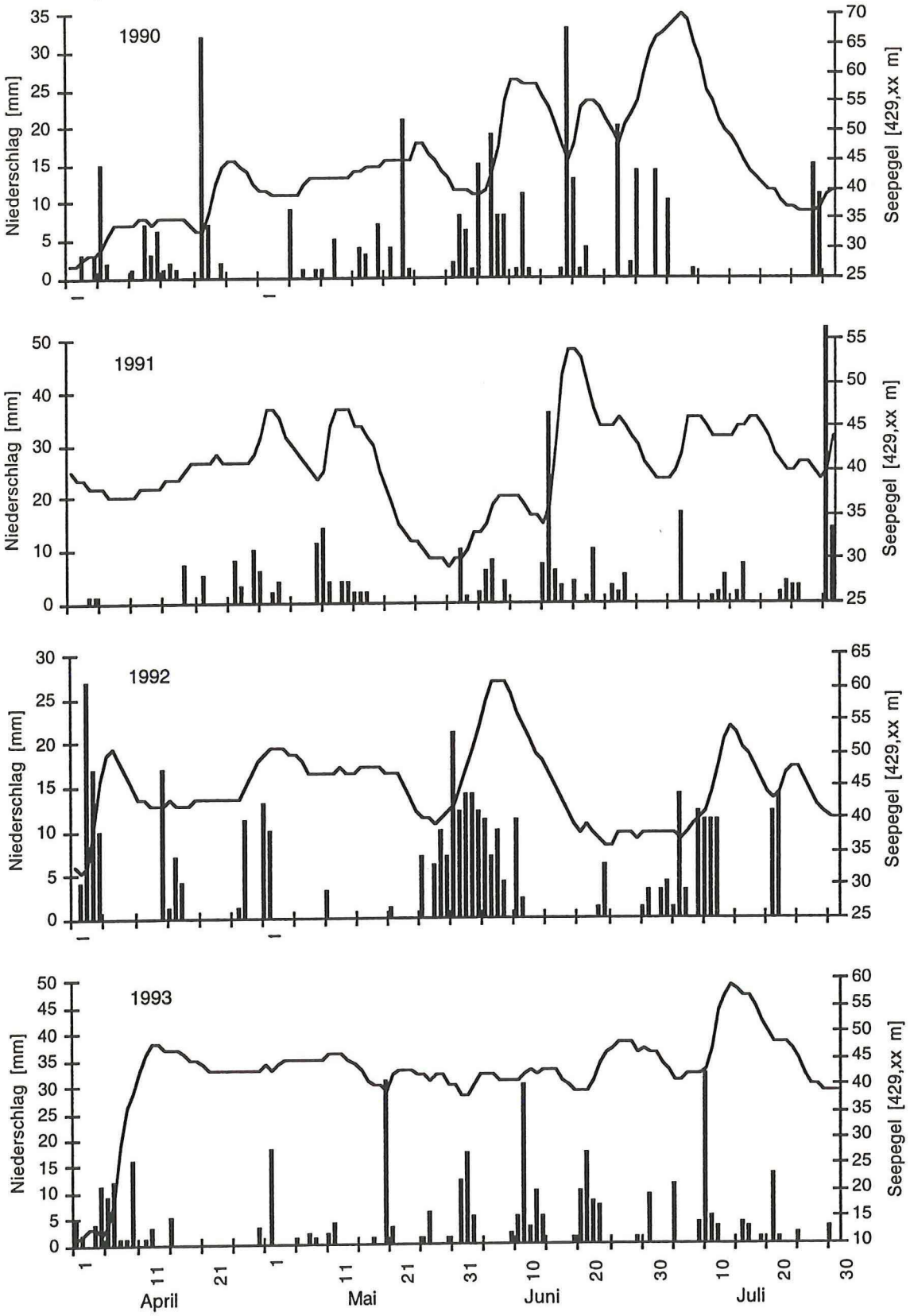
Im April, Mai und Juni **1993** lagen die Temperaturen überdurchschnittlich hoch, im Juli entsprachen sie etwa dem langjährigen Mittel. Regen fiel insbesondere Anfang April und an jeweils 10 bis 15 Tagen im Mai, Juni und Juli. Die Niederschläge entsprachen im April und Juli etwa dem Durchschnitt, im Mai lagen sie etwas darunter und im Juni etwas darüber.

2.3 Wasserstand

Für die Regulierung des Wasserstandes des Neuenburgersees ist bekanntlich das Amt für Wasserwirtschaft des Kantons Bern zuständig. Das Regulierreglement besteht aus Reguliervorschriften, einem Regulierdiagramm mit der Beziehung Datum - Seestand - Abfluss und einem Anhang für die Beschränkung des Aareabflusses im Murgenthal bei Hochwasser. Reguliert wird nur eine Grösse, nämlich der Abfluss aus dem Bielersee beim Stauwehr Nidau/Port. Aufgrund der Fliessbedingungen in Aare, Zihlkanal und Broyekanal ergeben sich dann die Wasserstände in Bieler-, Neuenburger- und Murtensee.

Wie einleitend erwähnt, bewirken Wasserstandsschwankungen während der Brutperiode regelmässig Brutverluste. Pro Tag kann der Pegel bis zu 30 cm steigen, wie dies z.B. am 14./15.2.90 der Fall war. Damals stieg der Wasserspiegel in 5 Tagen um 81 cm! Lindemann (1988) stellte nach den Überschwemmungen 1987 im Resevat von Cheyres die Zerstörung aller Zweitbruten (ausser bei den Rohrsängern) fest. In Abb. 2 sind die Niederschläge und der Seepegel während den Brutsaisons 1990 bis 1993 angegeben.

Abb. 2: Niederschläge (Angaben der Meteorologischen Anstalt Payerne) und Seepegel des Neuenburgersees (Angaben des Service hydrologique national) während den Untersuchungsperioden 1990 bis 1993



3. Methoden

3.1 Zeitpunkt, Dauer und Ablauf der Feldarbeiten

Die Feldarbeiten führten wir 1990 zwischen Ende April und Ende Juli, 1991 zwischen Ende April und Ende Juni, 1992 von Anfang April bis Ende Juli und 1993 von Anfang April bis Mitte August durch. Ab April wurden die Standorte der singenden oder beobachteten Männchen kartiert und später in den ermittelten Revieren (oder Kolonien bei der Bartmeise) nach nistmaterial-, futter- oder kotballentragenden Altvögeln Ausschau gehalten. Das genaue Vorgehen bei der Nestsuche wurde früher beschrieben (Aebischer 1991a). Als Orientierungshilfen im Schilf dienten in den Sektoren 1, 4, 5 und 7 alle 50 Meter aufgestellte, farbig markierte, 3 bis 5 Meter hohe Holz- oder Plastikstangen. So konnten die optisch oder akustisch festgestellten Aktivitäten der Vögel auf Karten 1:1000 bis 1:2000 übertragen werden. Der Aufwand für die Nestsuche und mehrmalige Nestkontrolle betrug 5 - 6 Stunden pro Nest. Fang, Markierung mit Farbringen und das Beobachten von Revierverschiebungen erforderte pro Saison rund zusätzliche 100 Stunden.

3.2 Erstellung der Nestkarten

An jedem Nest massen und beschrieben wir Nestlage, Nestüberdeckung, Pflanzengesellschaft, Distanz zu offenen Wasserflächen, Schilfdichte, Schilfhöhe, Nesthöhe, Wassertiefe, Bültenstruktur, potentielle Höhe für den Nestbau und den Bruterfolg. Der Nestinhalt (Anzahl Eier, Anzahl und Alter der Jungen) wurde bei jedem Nestbesuch notiert. Das Alter der Nestlinge konnte bei Bartmeisen nach den Angaben von Wawrzyniack & Sohns (1986), bei der Rohrammer nach Blümel (1982) und bei Rohrschwirlen nach eigenen Untersuchungen (Aebischer, in Vorb.) ermittelt werden. Aus dem Alter der Jungvögel und mit den bekannten Daten für die Bebrütungsdauer und die Nestlingszeit (s. Tab. 28) liessen sich die Daten für den Legebeginn und für das Ausfliegen der Jungvögel ermitteln. Da der Pegelstand sowohl für den Messtag wie für den Tag der ersten Eiablage bekannt ist (Tabellen des "Service Hydrologique National"), konnte die Schilfhöhe (über der Wasseroberfläche) und die Nesthöhe (über der Wasseroberfläche) bei Legebeginn bestimmt werden (ausser im Sektor 7). Da die Nestbaudauer bei allen Arten stark variiert (etwa 2 bis 9 Tage, Schiermann 1928, Dirkx 1939, König 1951, Ghiot 1971, Ulbricht 1975, Blümel 1982, Wawrzyniack & Sohns 1986), war es nicht möglich, Schilf- und Nesthöhen für den Tag des Nestbaubeginns zu ermitteln. Ein Vergleich der täglichen Pegelsstände (von April bis Juli 1990 bis 1993) mit jenen der 5 Tage zuvor oder danach ergab aber einen durchschnittlichen Unterschied von nur 0,22 cm! Durch die Addition der Nesthöhe zum Seepegel an einem beliebigen Tag, erhält man die "absolute Nesthöhe ". Sie entspricht jenem Pegelstand, bei dem die Nestmulde überschwemmt wird. 1992 und 1993 wurde zusätzlich versucht, an jedem Nest jenen Höhenbereich zu bestimmen, der potentiel für die Errichtung eines Nestes geeignet ist. Für jedes Nest wurde eine Nestkarte erstellt. Nachfolgend werden die einzelnen Elemente der Nestkarten erläutert.

Nr: fortlaufende Nestnummern

Sektor: Nummer des Sektors, in welchem das Nest gefunden wurde

Nestlage: kurze Beschreibung des Neststandortes oder der Nestunterlage

Nestüberdeckung: fast jedes Nest war von der Vegetation, die sich senkrecht darüber befand, teilweise oder vollständig überdeckt. Von Auge wurde der Überdeckungsgrad abgeschätzt.

Mahd: Alter der Parzelle (in Jahren) seit der letzten Mahd. Die sogenannten "Kontrollzonen" wurden seit mindestens 6 Jahren nicht mehr gemäht

dom. Pfl.gesel.: Pflanzengesellschaft, die in der Nestregion dominiert

sichtbare Wasserfl. %: Der Flächenanteil der Nestregion, der nicht von Bülten überdeckt war und entsprechend freies Wasser aufwies. Die freie Wasserfläche wurde erst einige Wochen nach dem Nestbaubeginn gemessen, kann also nur dazu dienen, einen groben Anhaltspunkt über die Feuchtigkeit des Untergrunds in der Nestregion zu geben. "0" bedeutet entweder, dass die Nestumgebung mit sehr dicht beieinander liegenden Bülten bedeckt ist oder aber, dass kein offenes Wasser vorhanden war

Dat.: Datum, an welchem die freie Wasserfläche gemessen wurde

Dist. offenes Wasser: Entfernung zur nächsten offenen Wasserfläche

Dist. 1. Jahr: Entfernung des Nestes zur nächstgelegenen Parzelle "Jahr 1" (s. unter "Mahd"), sofern die Distanz nicht über 300 m betrug

Schilfh.: Ungefähre Abschätzung der Schilfhöhe in der weiteren Nestregion

Schilfh.-ø: Durchschnitt der 10 am nächsten beim Nest stehenden Schilfstengel (Höhe ab Boden)

Dichte 1m alt: Mit Hilfe eines Doppelmeters wurde ein Quadratmeter mit dem Nest als Mittelpunkt abgegrenzt und die Anzahl der mindestens einjährigen Schilfstengel, die sich darin befanden, gezählt

Dichte 1m neu: Sofern die neuen (diesjährigen) Schilfpflanzen bereits über die Nesthöhe hinaus gewachsen waren, wurden sie ebenfalls gezählt

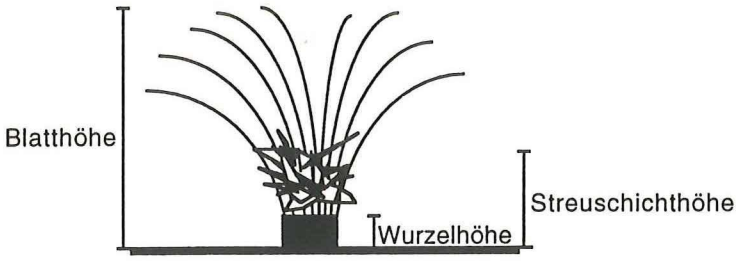
Höhe Wurzel: Entfernung zwischen dem Boden und dem Bültenboden

Höhe Streu oben: Entfernung zwischen dem Boden und den obersten dürren Blättern (Streuschicht), die für die Nestüberdeckung noch eine Rolle spielen

Streuschichtdicke: ="Höhe Streu oben" minus "Höhe Wurzel"

Höhe Blätter: Höhe der Seggen- oder Mariskenblätter der Bülte, in der sich das Nest befand (s. nachfolgende Zeichnung). Gemessen wurde vom Boden bis zum oberen Ende der Blätter. Bei Nestern, die sich zwischen Rohrkolbenblättern oder Schilfstengeln befanden, wurden keine Angaben gemacht.

Beob.tag, Eier, Junge, Alter, Nesth./B., Wassert.: Daten, an welchen das Nest kontrolliert wurde und Anzahl Eier resp. Junge, deren Alter, die Nesthöhe über Boden sowie die Wassertiefe am entsprechenden Tag



Pegelh. Nestmulde: Mit Hilfe der Nesthöhen, der Wassertiefen und dem Seepegel als Referenz (der Seepegel konnte täglich telefonisch abgehört werden (Tel. 038/25 43 20) und der "Service hydrologique national" stellt Tabellen mit sämtlichen Tagespegeln zur Verfügung) konnte nachträglich in den Sektoren 1 bis 6 die absolute Höhe des tiefsten Punktes der Nestmulde errechnet werden. Im Sektor 7 war dies aus Gründen, die ich im Kap. 2.1 erläutert habe, nicht möglich

Legebegø, Brutbegø, geschlüpftø, ausgeflogenø: Die Ermittlung von Legebeginn, Brutbeginn, Schlüpftermin und Datum des Ausfliegens war mit einigen Problemen verbunden. Nur bei Nestern, die ich in der Legephase fand, war der Legebeginn genau zu bestimmen. Ob ein Gelege bereits vollständig war, fand ich heraus, indem wir das Nest an aufeinanderfolgenden Tagen immer wieder aufsuchten, bis die Eizahl nicht mehr zunahm. Nester die ein Vollgelege enthielten, wurden nach dem Schlüpfen der Jungvögel noch mindestens einmal besucht. Bei Bartmeisen und Rohrammern konnte ich dann mit Hilfe von Angaben aus der Literatur (Blümel 1982, Wawrzyniak und Sohns 1986), beim Rohrschwirl anhand eigener Messungen das Alter der Nestlinge auf 1 bis 2 Tage genau bestimmen (mit Hilfe des Gewichts sowie der Länge der Kiele, der Hand- und Armschwingen, der Flügel und der Tarsen). Bebrütungsdauer und Nestlingszeit variieren i.d.R. um 1 bis 2 Tage. So erhält man bei der Ermittlung der Daten für den Legebeginn, den Brutbeginn, das Schlüpfen und das Ausfliegen jeweils ein frühest mögliches und ein spätest mögliches Datum. Notiert wurde jeweils der Median zwischen den beiden Daten.

Nesth. bei Legebeginn: Distanz zwischen Nestmulde und Wasseroberfläche bei Legebeginn

Wassertiefe bei Legebeginn: Wassertiefe unter dem Nest bei Legebeginn

Pegel bei Legebeginn: Seepegel am Tag des Legebeginns

Gelegegrösse: Anzahl Eier beim Vollgelege

Junge ausgeflogen: Anzahl Junge, die das Nest verlassen haben

Nest überschwemmt: Vermerk, ob und wann das Nest überschwemmt wurde

Eier tot, Junge tot: Angaben über die Anzahl verschwundener Eier oder Junge

Verlust: Gesamtverlust an Eiern und Jungen vom Legebeginn bis zum Ausfliegen der Nestlinge

Verlustursache: vermutete Ursache für Ei- oder Jungenverluste

1. od. 2. Brut: Anhand unserer Beobachtungen auf dem Feld oder anhand der ermittelten Brutphänologie der einzelnen Arten (s. Kap. 4.4) wurde entschieden, ob das Nest zur 1. oder zur 2. Jahresbrut zu zählen ist oder ob es sich um eine Ersatzbrut handelt

Bem: allfällige Bemerkungen

Die im Schilf gesammelten Daten wurden mit Filemaker Pro (Claris) verwaltet. Die Berechnungen und statistischen Auswertungen erfolgten auf StatView 4.0 (Abacus Concepts) und Excel 4.0 (Microsoft). Unterschiede in Nesthöhen und absoluten Nesthöhen zwischen den Arten und in verschiedenen Jahren wurden mit Varianzanalysen untersucht. Schilfhöhen und Schilfdichten wurden mit dem Test von Kruskal-Wallis verglichen, da sie bei verschiedenen Arten unterschiedliche Varianzen aufweisen. Die verschiedenen Analysen an Nesthöhen und absoluten Nesthöhen erfolgte mit parametrischen Tests (ausser beim Vergleich zwischen den Arten, da dort aufgrund von vier Ausnahmenestern eine Normalverteilung nicht mehr gegeben war). Die Abhängigkeit der Nesthöhen von mehreren Variablen wurde mit multipler Regression untersucht. Anhand der Ergebnisse der Bestandeserhebungen von Antoniazza (1988, 1991 und in Vorb.) wurden Trends in der Bestandesentwicklung der einzelnen Arten errechnet. In Anlehnung an Berthold & Querner (1979) und Berthold *et al.* (1986) versuchten wir, Trends oder Tendenzen in der Bestandesentwicklung zu ermitteln. Als Trends bezeichnen wir Zu- oder Abnahmen, die mindestens auf dem 5 %-Niveau statistisch gesichert sind. Als Tendenzen bezeichnen wir Zu- oder Abnahmen, die auf dem 10 %-Niveau statistisch geischert sind, das 5 %-Niveau aber nicht erreichen. Untersucht wurde dabei einerseits die Entwicklung in jedem einzelnen Gebiet (seit 1985 in Cheyres, seit 1986 in Gletterens und seit 1988 in Chevroux), andererseits auch die Entwicklung des Durchschnittes der drei Gebiete (nur zwei Gebiete bei der Bartmeise, da diese in Cheyres nicht brütet). Die Nestkarten sämtlicher gefundener Nester befinden sich am Zoologischen Institut der Universität Freiburg.

4. Resultate

4.1 Nestfunde

Zwischen 1976 und 1993 fanden wir insgesamt 346 Nester von Rohrschwirlen, Bartmeisen und Rohrammern, wovon rund drei Viertel zwischen 1990 und 1993 (Tab. 1). An 317 Nestern konnten wir den Legebeginn ermitteln. Bartmeisen begannen 81 %, Rohrammern 75 % und Rohrschwirle 60 % aller gefundenen Bruten vor dem 25. Mai (Tab. 2). Einerseits sind bis Mitte Juni bei allen Arten die Jungen der Erstbruten grösstenteils ausgeflogen oder die Eier für eventuelle Ersatzbruten gelegt, andererseits wird durch die fortschreitende Entwicklung der neuen Schilfstengel und durch die abnehmende Aktivität der Vögel bei der Revierverteidigung die Nestsuche erschwert. Während bei Bartmeisen Drittbruten häufig sind (Wawrzyniak & Sohns 1986), dürften solche bei Rohrammern nur sehr selten vorkommen (Blümel 1982). Für Rohrschwirle waren Drittbruten bis anhin nicht bekannt. 1993 konnten wir dank individueller Markierung der Altvögel erstmals für drei Paare Drittbruten nachweisen. 1991 fanden wir trotz intensiver Suche nur 7 Rohrschwirlnester. Möglicherweise wurden wegen den relativ niedrigen Temperaturen viele Bruten aufgegeben oder gar nicht begonnen.

Tab. 1: Anzahl gefundener Nester in verschiedenen Jahren

	1976-1989	1990	1991	1992	1993	Total
Bartmeise	34	23	19	11	11	98
Rohrammer	26	34	10	23	29	122
Rohrschwirl	22	14	7	37	46	126
Total	82	71	36	71	86	346

Tab. 2: Anzahl und Anteil Bruten, die vor dem 25. Mai, zwischen dem 26. Mai und Ende Juni oder nach dem 1. Juli begonnen wurden

	bis 25. Mai	%	26. Mai - 30. Juni	%	ab 1. Juli	%	Total
Bartmeise	68	81	14	17	2	2	84
Rohrammer	87	75	29	25	0	0	116
Rohrschwirl	70	60	35	30	12	10	117
Total	225	71	78	25	14	4	317

4.2 Neststandorte

4.2.1 Bevorzugte Pflanzengesellschaften

In allen Sektoren des Untersuchungsgebietes dominiert flächenmässig Caricetum elatae (Steifseggenried). Entsprechend lagen auch die meisten Nester (81 %) in dieser Pflanzengesellschaft (Tab. 3). 11 % aller

Nester lagen in Cladietum marisci (Schneidenried). Scirpo-Phragmitetum (Teichröhricht) kommt als Neststandort nur dort in Frage, wo seit mehreren Jahren nicht mehr gemäht wurde. Nur dann finden die Vögel auf umgefallenem Schilf ("Knickschicht") oder zwischen sehr dicht beieinander stehenden Schilfstengeln günstige Nestunterlagen. 8 Rohrschwirl-, 4 Bartmeisen- und 1 Rohrammernest wurden in Typhetum angustifoliae (Rohrkolben-Röhricht) gebaut. Rohrkolbenbestände treten praktisch nirgends grossflächig auf und haben als Neststandort für unsere Arten nur geringe Bedeutung. In Orchido-Schoenetum nigricantis (Kopfried-Sumpf) brüten nur Rohrammern. Grössere Bestände dieser Gesellschaft findet man im Untersuchungsgebiet nur im Sektor 7. Dort wurden auch 4 Rohrammernester gefunden.

Tab. 3: Anzahl gefundener Nester in verschiedenen Pflanzengesellschaften

Pflanzengesell.	Bartmeise	%	Rohrammer	%	Rohrschwirl	%	Total	%
Caricetum elatae	63	77.8	97	82.2	101	80.8	261	80.6
Cladietum marisci	7	8.6	16	13.6	14	11.2	37	11.4
Scirpo-Phragmitetum	7	8.6	0	0.0	2	1.6	9	2.8
Typhetum angustifoliae	4	4.9	1	0.8	8	6.4	13	4.0
Orchido-Schoenetum	0	0.0	4	3.4	0	0.0	4	1.2
Total	81	100	118	100	125	100	324	100

Rohrschwirl- und Rohrammernester unterscheiden sich in den verschiedenen Pflanzengesellschaften bezüglich der Nesthöhen nicht. Bei Bartmeisen liegen die Nester im Typhetum höher als in den anderen Pflanzengesellschaften. Berücksichtigt man diese Nester nicht, ist auch bei der Bartmeise kein Unterschied mehr zu erkennen (Tab. 4). Auch die absoluten Nesthöhen unterscheiden sich in verschiedenen Pflanzengesellschaften nicht signifikant (Tab. 5). Lediglich die 4 Bartmeisennester im Typhetum unterscheiden sich von den übrigen Bartmeisennester. Die Nester sind somit in allen Pflanzengesellschaften möglichen Überschwemmungen in gleichem Masse ausgesetzt.

Tab. 4: Varianzanalyse der Nesthöhen in verschiedenen Pflanzengesellschaften für alle 3 Arten

Art	n	Freiheitsgrad	F	p
Rohrschwirl	96	3	0.601	0.616
Rohrammer	97	3	1.252	0.295
Bartmeisen mit Typhanestern	63	3	24.384	<0.001
Bartmeisen ohne Typhanestern	60	2	1.264	0.290

Tab. 5: Varianzanalyse der absoluten Nesthöhen in verschiedenen Pflanzengesllschaften für alle 3 Arten

Art	n	Freiheitsgrad	F	p
Rohrschwirl	86	3	2.205	0.093
Rohrammer	86	2	0.661	0.519
Bartmeisen mit Typhanestern	68	3	19.016	<0.001
Bartmeisen ohne Typhanestern	65	2	2.581	0.084

4.2.2 Bevorzugte Nestunterlagen

Weitaus die meisten Nester (249 von 302) lagen in Seggenbülten (i.d.R. Bülten von *Carex elata*). 13,6 % aller Nester wurden zwischen Mariskenblättern gebaut. Andere Pflanzen dienten nur ausnahmsweise als Nestuntelage (Tab. 6). Bartmeisen errichteten ihre Nester in 5 Fällen auf Rohrkolben und einmal zwischen Schilfstengeln. Als einzige Art wählte die Rohrammer gelegentlich die Horste des Schwarzen Kopfriedes *Schoenus nigricans* als Unterlage. Ein Rohrammernest fanden wir auf einem Rohrkolben und ein Rohrschwirlnest zwischen Schilfstengeln. Bei Rohrschwirlen und Rohrammern hängen Nesthöhen und absolute Nesthöhen nicht von der Unterlage ab. Bei Bartmeisen lagen sowohl Nesthöhen wie absolute Nesthöhen der Typha-Nester höher als bei den anderen Nestern. Die Struktur der einzelnen Typha-Pflanzen lässt einen Bau nur in jener Höhe zu, in welcher die Blätter auseinanderweichen. Diese Höhe liegt meist über der Streuschicht der Seggen. Berücksichtigt man die Typha-Nester nicht, stellt man bezüglich Nesthöhen und absoluten Nesthöhen zwischen den verschiedenen Unterlagen auch bei der Bartmeise keinen signifikanten Unterschied fest (Tab. 7 und 8).

Tab. 6: Anzahl gefundener Nester auf verschiedenen Nestunterlagen

	Bartmeise	%	Rohrammer	%	Rohrschwirl	%	Total	%
in Seggenbülte	58	79.5	102	87.9	89	78.8	249	82.5
zw. Mariskenblättern	9	12.3	9	7.8	23	20.4	41	13.6
zw. Schilfstengeln	1	1.4	0	0.0	1	0.9	2	0.7
zw. Rohrkolbenblättern	5	6.8	1	0.9	0	0.0	6	2.0
in Kopfriedbülte	0	0.0	4	3.4	0	0.0	4	1.3
Total	73	100	116	100	113	100	302	100

Tab. 7: Varianzanalyse der Nesthöhen auf verschiedenen Nestunterlagen für alle 3 Arten

Art	n	Freiheitsgrad	F	p
Rohrschwirl	97	1	0.298	0.587
Rohrammer	96	2	1.618	0.204
Bartmeisen mit Typhanestern	63	2	33.400	<0.001
Bartmeisen ohne Typhanestern	59	1	0.274	0.602

Tab. 8: Varianzanalyse der absoluten Nesthöhe auf verschiedenen Nestunterlagen für alle 3 Arten

Art	n	Freiheitsgrad	F	p
Rohrschwirl	87	1	2.724	0.103
Rohrammer	86	1	0.986	0.324
Bartmeisen mit Typhanestern	67	3	16.949	<0.001
Bartmeisen ohne Typhanestern	63	2	1.084	0.345

4.2.3 Beeinflussung der Auswahl des Neststandortes durch verschiedene Faktoren

Es ist anzunehmen, dass sich die Vögel bei der Auswahl der Neststandorte an der unmittelbaren Nestregion orientieren. Als Faktoren, die die Wahl beeinflussen können, kommen die Vegetation (Schilfhöhe, Schilfdichte, Bültenstruktur) und der Bedeckungsgrad der Nestregion durch die Vegetation in Frage. Sowohl die Schilfhöhe wie die Schilfdichte können den Sichtschutz beeinflussen. Hohes und dichtes Schilf kann die Brutverluste durch Prädatoren aus der Luft (Rabenvögel, Weihen), Brutparasiten (Kuckuck) oder Niederschläge verringern. Da die Nester meist *in* der Streuschicht gebaut werden, dürfte der Bedeckungsgrad durch alte Seggen- oder Mariskenblätter bei der Feindvermeidung mindestens ebenso wichtig sein.

Die Vögel werden also ihre Nester möglichst gut versteckt bauen. Andererseits erhöht sich bei sehr tief gebauten Nestern die Wahrscheinlichkeit, dass sie überschwemmt werden. Es stellt sich somit die Frage, ob die Vögel möglichst tief oder möglichst hoch bauen, ob sie einen Kompromiss eingehen im Sinne eines "Trade-offs" (Milinski & Heller 1978) oder ob sie alle durch die Bültenstruktur vorgegebenen Höhen ausnutzen. Um herauszufinden, welche Faktoren die Nesthöhe beeinflussen und welche der potentiell vorhandenen Neststandorte gewählt werden, massen wir an jedem Nest neben der Nesthöhe verschiedene Vegetationsstukturen und die Wassertiefe.

4.2.3.1 Schilfdichten

An jedem gefundenen Nest wurden in einem Quadratmeter mit dem Nest als Mittelpunkt die Schilfstengel gezählt. An den Bartmeisennestern lag die durchschnittliche Schilfdichte bei 75 Stengeln/m^2 (SD=48,5), an den Rohrammernestern bei 33,4 Stengeln/m^2 (SD=19,2) und bei den Rohrschwirlnestern bei 44,1 Stengeln/m^2 (SD=32,7)(s. Tab. 9). Die drei Arten unterscheiden sich bezüglich der Schilfdichte signifikant voneinander. Bei allen Arten fällt die grosse Streuung auf. Dies deutet daraufhin, dass die Schilfdichten die Auswahl der Neststandorte nicht stark beeinflussen. Die Unterschiede zwischen den drei Arten sind eher auf ihre unterschiedlichen Präferenzen bezüglich des Schilftypus zurückzuführen als auf eine unterschiedliche Wahl des Neststandortes. Bartmeisen bewohnen eher hohe, dichte Schilfbestände, während Rohrammern sehr dichtes Schilf meiden, hingegen manchmal auch in trockeneren Gebieten mit niedrigerem und lockerem Schilf brüten. Das Rohrschwirlhabitat liegt bezüglich der Schilfstruktur zwischen denjenigen der Bartmeisen und der Rohrammern. Die bevorzugten Schilftypen der 3 Arten überlappen sich aber stark.

4.2.3.2 Schilfhöhen

Bei jedem gefundenen Nest massen wir die Höhe der 10 am nächsten beim Nest stehenden Schilfstengel vom Boden bis zum Rispenansatz und die Wassertiefe. Da wir den Seepegel und den Legebeginn für jedes beliebige Datum kennen, können wir auf die Wassertiefe bei Legebeginn und so auf die Schilfhöhe *über Wasser* bei Legebeginn (wie sie die Vögel bei Legebeginn antreffen) schliessen. Aus den 10 Messpunkten errechneten wir jeweils den Mittelwert. Dieser lag bei Bartmeisen mit 213,3 cm am höchsten (s. Tab. 10). An den Rohrammernestern lag die durchschnittliche Schilfhöhe bei 165,0 cm und an den Schwirlnestern bei 191,1 cm. Die drei Arten unterscheiden sich bezüglich der Schilfhöhe am Nest signifikant. Wie die Schilfdichten variieren auch die Schilfhöhen bei allen Arten stark. Aufgrund der festgestellten grossen Streuung an den einzelnen Nestern (s. Tab. 10) dürfte die Schilfhöhe die Auswahl der Neststandorte nicht

beeinflussen, zumal die Nestüberdeckung mit den Schilfhöhen bei keiner der drei Arten gut korreliert (s. Tab. 18). Zudem stellten wir fest, dass die Nester in vielen Revieren augenscheinlich nicht an den Orten mit den höchsten Schilfstengeln errichtet wurde.

4.2.3.3 Streuschichtdicken

Alle drei Arten bevorzugen als Neststandort Bülten mit möglichst gut entwickelter Streuschicht. Vergleicht man die Streuschichtdicke an den 1993 gefundenen Nestern mit den Streuschichtdicken an 655 regelmässig (alle 12,5 m) über die Untersuchungsfläche verteilten Orten, stellt man hochsignifikante Unterschiede fest. Selbst wenn man von den regelmässig gewählten Orten nur jene berücksichtigt, an denen die Streuschicht über 30 cm dick ist, findet man noch hochsignifikante Unterschiede (χ^2=90.75, df=2, p<0.0001). An sämtlichen Rohrschwirl- und Rohrammer- sowie an 36 von 39 Bartmeisenneststandorten lag die Streuschichtdicke über 20 cm (Rohrschwirl: M_{83}=47,6 ±16,1 cm, Minimalwert: 20 cm, Bartmeise: M_{39}=41,0 ±20,1 cm, Minimalwert: 12 cm, Rohrammer: M_{61}=44,0 ±14,6 cm, Minimalwert: 20 cm). Die Vögel errichten ihre Nester also nur dort, wo die Streuschichtdicke genügend entwickelt ist. In dickeren Streuschichten werden die Nester bei keiner der drei Arten signifikant höher gebaut (Tab. 11).

Tab. 9: Schilfdichten bei Legebeginn in verschiedenen Jahren. Die drei Arten unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis, H_{korr} = 50.07, p<0,0001).

		1990	1991	1992	1993	1976-1993 total
Bartmeise	Mittelwert	94.6	66.8	62.4	47.5	75.0
	Standardabweichung	51.1	26.6	25.0	28.4	48.5
	Minimalwert	35	22	12	25	11
	Maximalwert	200	110	95	120	235
	n	23	19	11	10	79
Rohrammer	Mittelwert	35.0	38.7	38.4	28.2	33.4
	Standardabweichung	23.2	22.9	17.3	12.9	19.2
	Minimalwert	2	11	13	11	2
	Maximalwert	110	70	74	54	110
	n	34	10	23	29	112
Rohrschwirl	Mittelwert	35.5	64.4	40.2	37.4	44.1
	Standardabweichung	26.3	35.9	19.9	22.7	32.7
	Minimalwert	4	14	7	10	3
	Maximalwert	110	110	88	105	240
	n	13	7	36	45	107

Tab. 10: Schilfhöhen bei Legebeginn in verschiedenen Jahren. Die drei Arten unterscheiden sich signifikant (Kruskal-Wallis, $H_{korr} = 50.63$, $p<0,0001$)

		1990	1991	1992	1993	1976-1993 total
Bartmeise	Mittelwert	212.6	236.6	208.9	224.9	213.3
	Standardabweichung	41.6	53.1	30.0	41.2	47.1
	Minimalwert	126	152	168	169.5	126
	Maximalwert	272.5	340	271	313	340
	n	20	18	9	10	67
Rohrammer	Mittelwert	173.3	180.5	169.4	164.4	165
	Standardabweichung	28.1	44.2	19.4	25.1	29.5
	Minimalwert	124.5	123	133.5	93	93
	Maximalwert	254.5	274	200.5	207	274
	n	29	10	21	23	104
Rohrschwirl	Mittelwert	181.3	259.2	183.2	192.5	191.1
	Standardabweichung	25.2	45.0	33.4	36.8	40.1
	Minimalwert	150	183.5	92	139	92
	Maximalwert	248.5	309	279	293	309
	n	13	7	35	41	100

Tab. 11: Korrelation zwischen den Nesthöhen resp. absoluten Nesthöhen und den Streuschichtdicken an den Nestern

	Nesthöhe - Streuschichtdicke		absolute Nesthöhe - Streuschichtdicke	
	r	**p**	**r**	**p**
Rohrschwirl	0.052	0.650	0.139	0.238
Bartmeise	0.101	0.474	0.211	0.129
Rohrammer	0.078	0.657	0.122	0.480

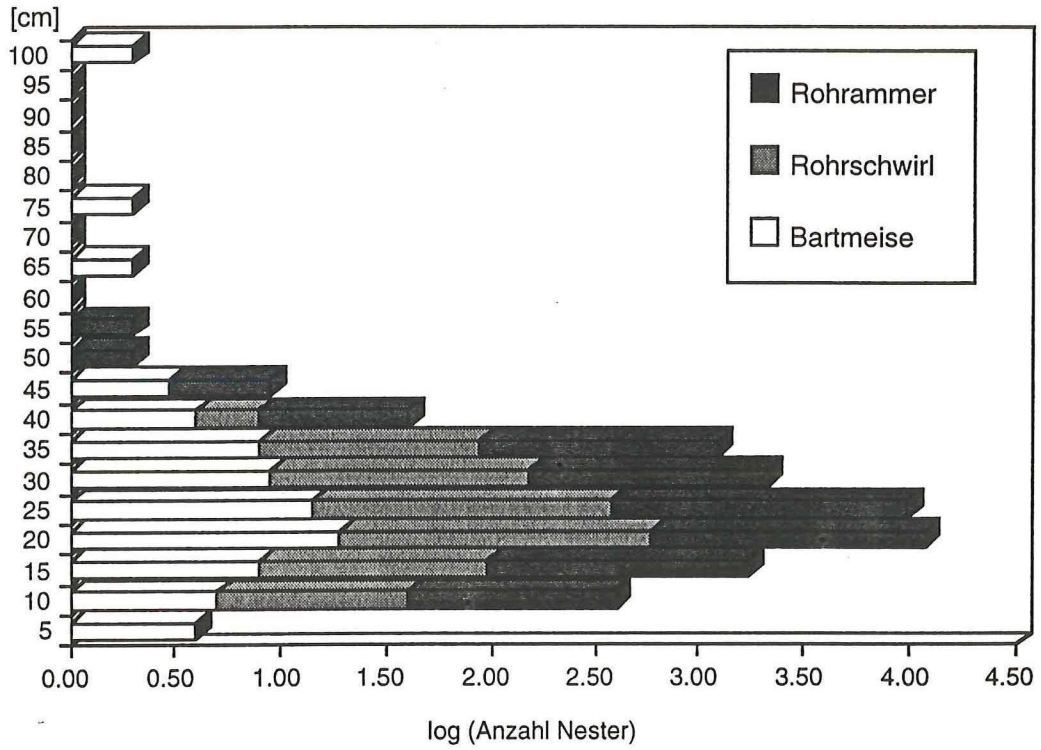
4.3 Nesthöhen

4.3.1 Nesthöhen über Wasser

Die durchschnittliche Nesthöhe (Distanz zwischen dem Grund der Nestmulde und der Wasseroberfläche bei Legebeginn) lag bei Rohrammern bei 21,3 cm (SD=9,3; n=104), bei Rohrschwirlen bei 20,3 cm (SD=6,6; n=101), bei Bartmeisen bei 23,4 cm (SD=14,8; n=68) und bei Bartmeisen ohne den Nestern auf Rohrkolben: 20,8 cm, SD= 8,7; n=64. Die drei Arten unterscheiden sich bezüglich der Nesthöhe nicht signifikant (ANOVA, F=1,922, p=0,148). Die Werte lagen bei Rohrammern zwischen 5 und 50 cm, bei Schwirlen zwischen 3 und 36 cm und bei Bartmeisen zwischen 4 und 96 cm (ohne Rohrkolbennester: 4 bis 42 cm; s. Abb. 3). Die Nesthöhen unterscheiden sich in verschiedenen Jahren nicht signifikant (Tab. 12). Insgesamt

wurden 8,4 % der Nester in Höhen unterhalb 10 cm und 21,2 % in Höhen unterhalb 15 cm errichtet. Nur 3,3 % der Nester lagen bei Legebeginn mehr als 40 cm oberhalb des Wassers.

Abb.3: Verteilung der Nesthöhen der drei Arten



Tab. 12: Varianzanalyse der Nesthöhen in verschiedenen Jahren 1990-1993 für alle drei Arten

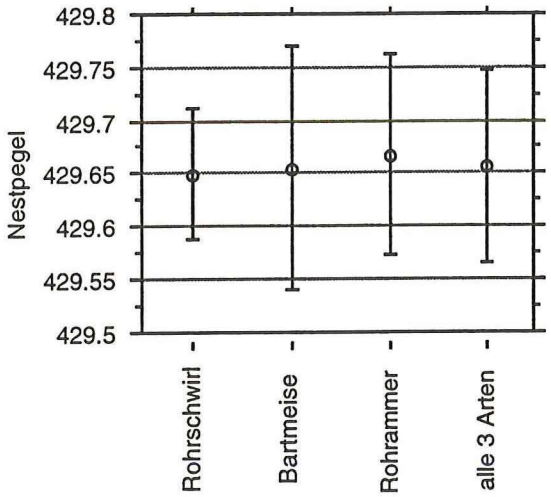
Art	Freiheitsgrad	F	p
Bartmeise	3	2.649	0.587
Rohrammer	3	1.518	0.216
Rohrschwirl	3	0.418	0.741

4.3.2 Absolute Nesthöhen

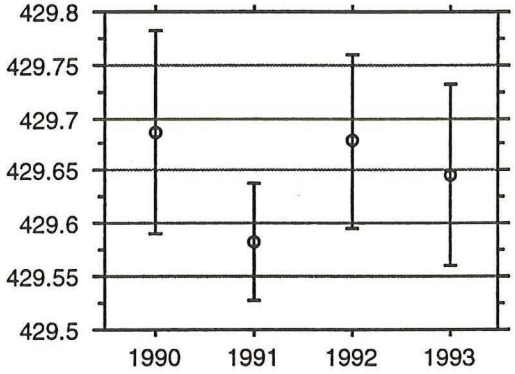
Die absoluten Nesthöhen (absolute Höhe des Grundes der Nestmulde; entspricht jenem Seepegelstand, bei welchem das Nest überschwemmt würde) der drei Arten unterscheiden sich nicht signifikant (Kruskal-Wallis, $H_{korr} = 3{,}72$, $p=0{,}156$). Mittelwerte und Standardabweichungen sind in der Tabelle 13 wiedergegeben (s. auch Abb. 4a). Die drei Arten sind also Überschwemmungen in gleichem Masse ausgesetzt. Von 255 zwischen 1985 und 1993 gefundenen Nestern wurden nur 3 (6,7 %) unter 429,50 m errichtet. 26,2 % lagen unterhalb 429,60 m, 58,8 % unterhalb 429,70 m, 86 % unterhalb 429,80 m und 97,8 % aller Nester unterhalb 429,90 m (s. Abb. 5). Die absoluten Nesthöhen unterscheiden sich bei allen Arten in verschiedenen Jahren (1990 - 1993) signifikant (Tab. 14). Diese Unterschiede (s. auch Abb. 4b und 4c) sind auf die verschiedenen

Wasserstände in den einzelnen Jahren zurückzuführen. 1991 lag der Seepegel während der Brutsaison etwas tiefer als in den anderen Jahren und 1993 lag er etwas tiefer als 1990 und 1992 (s. Abb. 2). In den Jahren 1992 und 1993 stellten wir an jedem Neststandort (n=165) fest, in welcher absoluten Höhe die Vögel das Nest hätten bauen können (potenielle absolute Nesthöhen). Insgesamt hätten nur 13,3 % der Nester tiefer als 429,50 m (festgestellt: 0,8 % der Nester) und nur 3,6 % der Nester tiefer als 429,45 m (festgestellt: 0,4 % der Nester) angelegt werden können (Tab. 15). Unterhalb der Höhe von 429,40-429,50 m sind kaum günstige Nistplätze vorhanden.

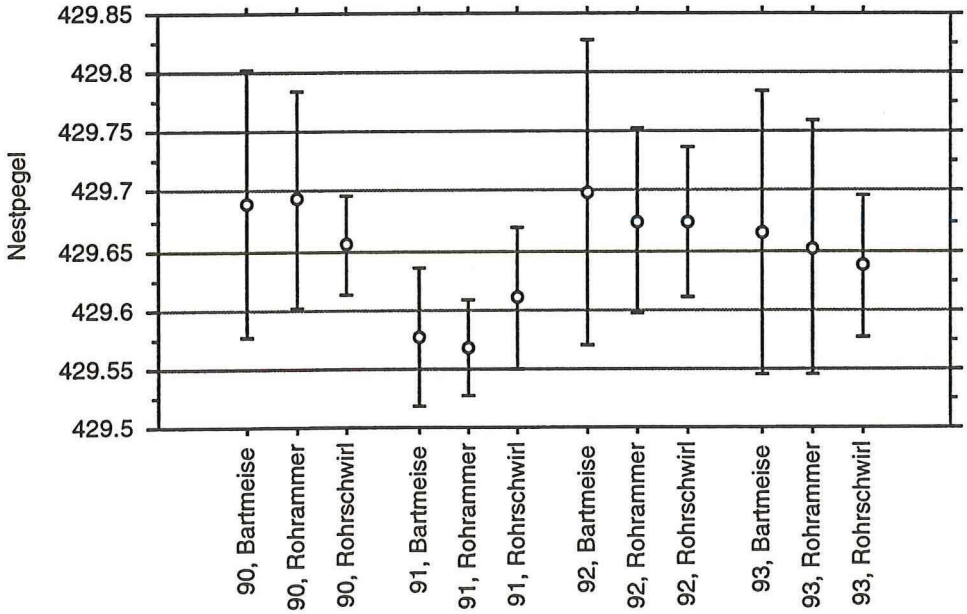
Abb. 4: Streuung der absoluten Nesthöhen (Mittelwerte und Standardabweichungen) **a)** der drei Arten (1990-1993), **b)** in verschiedenen Jahren (alle Arten zusammen), **c)** bei den einzelnen Arten in verschiedenen Jahren



a)

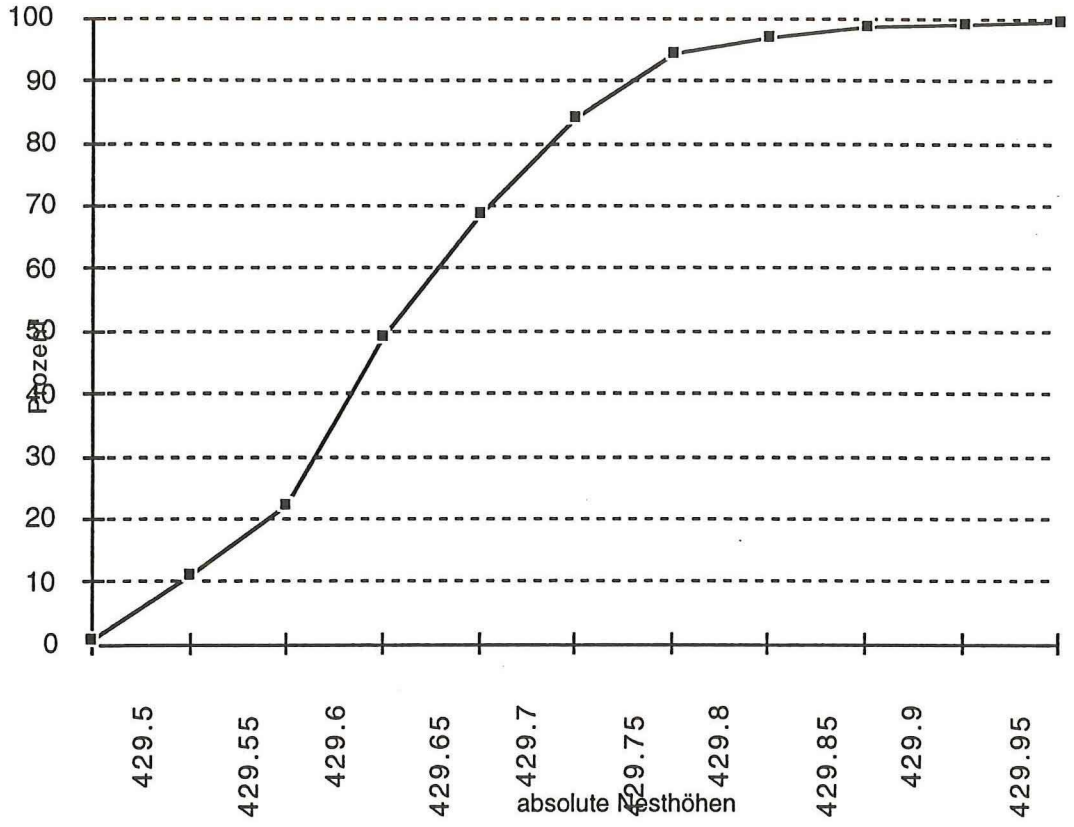


b)



c)

Abb.5: Kumulierte Häufigkeiten der absoluten Nesthöhen 1985 - 1993 in Prozent



Tab. 13: Mittelwerte, Standardabweichungen (SD) und Extremwerte der absoluten Nesthöhen aller Arten

Art	Durchschnitt	SD	n	Minimalwert	Maximalwert
Rohrschwirl	429.65	0.07	91	429.53	429.91
Rohrammer	429.68	0.10	92	429.46	429.89
Bartmeise mit Rohrkolbennestern	429.69	0.16	72	429.49	430.44
Bartmeise ohne Rohrkolbennestern	429.67	0.12	68	429.49	430.00
Total	429.67	0.11	255	429.46	430.44

Tab. 14: Varianzanalyse der absoluten Nesthöhen in verschiedenen Jahren 1990-1993 für alle drei Arten

Art	Freiheitsgrad	F	p
Bartmeise	3	4.580	0.006
Rohrammer	3	3.802	0.013
Rohrschwirl	3	3.197	0.028

Tab. 15: Lage der unteren Grenzen der *potentiellen* absoluten Nesthöhenaller Arten

Art	< 429,55m	%	< 429,50m	%	< 429,45m	%	< 429,40m	%	Total
Rohrschwirl	21	26.9	7	9.0	0	0	0	0	78
Bartmeise	12	30.0	9	22.5	4	10.0	1	2.5	40
Rohrammer	17	36.2	6	12.8	2	4.3	0	0	47
Total	50	30.3	22	13.3	6	3.6	1	0.6	165

Die Überschwemmungsgefahr der Nester dürfte in allen direkt mit dem Seewasser in Verbindung stehenden Gebieten etwa gleich gross sein. In den untersuchten Sektoren 1, 4, 5 und 6 konnten für Rohrschwirl und Bartmeise keine signifikanten Unterschiede der absoluten Nesthöhen festgestellt werden (Tab. 16). Die absoluten Nesthöhen der Rohrammernester lagen im Sektor 6 durchschnittlich etwas höher als in den anderen Sektoren. Zwischen den Letzteren unterscheiden sich aber die absoluten Nesthöhender Rohrammern nicht. Alle Rohrammernester im Sektor 6 fanden wir 1990, als der Wasserstand höher lag als in den anderen Jahren. Über die Überschwemmungsgefahr im Sektor 7 können keine genauen Angaben gemacht werden, da sich dort der Wasserstand unabhängig vom Seepegel verändert. Der Seepegel steigt in der Regel nach stärkeren Niederschlägen. Letztere führen auch im Sektor 7 zu einer Erhöhung des Wasserstandes (s. auch Kap. 2.1).

Tab. 16: Varianzanalyse der absoluten Nesthöhen in den verschiedenen Sektoren für alle drei Arten

Art	Freiheitsgrad	F	p
Rohrschwirl	3	0.253	0.859
Bartmeise	3	1.437	0.240
Rohrammer	3	3.286	0.025

4.3.3 Beeinflussung der Nesthöhe durch verschiedene Faktoren

Die Tatsache, dass sich Schilfhöhen und Schilfdichten an den Nestern zwischen den drei Arten signifikant unterscheiden (s. Kap. 4.2.3.1 und 4.2.3.2), absoluten Nesthöhen aber nicht, deutet daraufhin, dass die absoluten Nesthöhen nicht durch die Schilfstruktur beeinflusst werden. Dies wird auch dadurch bestätigt, dass die absoluten Nesthöhen bei keiner der drei Arten mit der Schilfhöhe oder mit der Schilfdichte korrelieren (Tab. 17).

Tab. 17: Korrelationen zwischen absoluten Nesthöhenund Schilfhöhen resp. Schilfdichten

	Schilfhöhe		Schilfdichte	
	r	p	r	p
Rohrschwirl	0.059	0.637	0.098	0.440
Bartmeise	-0.110	0.389	-0.136	0.258
Rohrammer	0.196	0.130	0.102	0.426

Überraschenderweise korreliert die **Nesthöhe** bei allen drei Arten mit der Schilfhöhe und bei Schwirlen und Bartmeisen auch mit der Schilfdichte (Tab. 18). Die Nestüberdeckung wird aber durch die Schilfhöhe nicht beeinflusst (Tab. 19).

Tab. 18: Korrelationen zwischen Nesthöhen und Schilfhöhen resp. Schilfdichten

	Schilfhöhe		Schilfdichte	
	r	p	r	p
Rohrschwirl	0.281	0.015	0.278	0.016
Bartmeise	0.298	0.018	0.465	<0.0001
Rohrammer	0.423	0.0002	0.577	0.878

Tab. 19: Korrelationen zwischen Nestüberdeckung und Schilfhöhen

	r	p
Rohrschwirl	0.022	0.835
Bartmeise	-0.193	0.152
Rohrammer	-0.095	0.384

Tab. 20: Korrelationen zwischen Nesthöhen und Höhen der Bültenböden

	r	p	r^2
Rohrschwirl	0.482	<0.0001	0.2323
Bartmeise	0.691	<0.0001	0.4775
Rohrammer	0.549	<0.0001	0.3014

Die Vermutung, dass die Bodenstruktur und/oder der langjährige mittlere Wasserstand Bültenstruktur und Schilfstengel an einem gegebenen Ort in gleicher Richtung beeinflussen (zunehmende oder abnehmende Höhe des Bültenbodens und gleichzeitig der Schilfstengel) liess sich bestätigen: Die Höhen der Bültenböden über dem Grund und die durchschnittliche Schilfhöhe über Grund zeigen eine hochsignifikante Korrelation (r=0,576, p<0,0001, n=168). Der massgebende Faktor für die Nesthöhe ist die Höhe der Bültenböden (Tab. 20). Beim Rohrschwirl kann die Nesthöhe zu 23 %, bei der Bartmeise zu 48 % und bei der Rohrammer zu 30 % durch die Höhe der Bültenböden erklärt werden (Determinationkoeffizienten r^2).

Im Laufe der Brutzeit wächst die neue, diesjährige Vegetation immer höher. Führt dies dazu, dass spätere Nester auch höher gebaut werden können? Zur Beantwortung dieser Frage wurde für jede Art die Nesthöhe mit den "Tagnummern" (29. März = Tag 1, 30. März = Tag 2 usw.) in Beziehung gesetzt. Die Nesthöhe nahm mit fortschreitender Brutsaison bei keiner der drei Arten zu (Tab. 21).

Tab. 21: Korrelationen zwischen Nesthöhen und Tagnummern (29. März = Tag 1)

	r	p
Rohrschwirl	0.158	0.170
Bartmeise (ohne Typhanester)	-0.234	0.068
Rohrammer	0.156	0.158

Insgesamt ist die Nesthöhe mit den Faktoren "Schilfhöhe über Wasser bei Legebeginn", "Schilfdichte", "Wassertiefe bei Legebeginn" und "Tagnummer" nur schwach korreliert. Die vier Faktoren zusammen können die Nesthöhe beim Rohrschwirl nur zu 24,7 %, bei der Bartmeise zu 17,5 % und bei der Rohrammer zu 37,8 % erklären (Determinationskoeffizienten der multiplen Regression).

Je höher der Wasserstand bei Legebeginn, desto höher liegen die absoluten Nesthöhen (Tab. 22). Die Vögel können aber nur begrenzt ausweichen. Pegelstand bei Legebeginn und Nesthöhen sind signifikant negativ korreliert. Mit zunehmendem Pegelstand nimmt die Nesthöhe ab (Tab. 23).

Tab. 22: Korrelationen zwischen absoluter Nesthöhe und Seepegel bei Legebeginn

	r	p
Rohrschwirl	0.538	<0.0001
Bartmeise	0.479	0.0001
Rohrammer	0.392	<0.0001

Tab. 23: Korrelationen zwischen Nesthöhen und Seepegel bei Legebeginn

	r	p
Rohrschwirl	-0.350	0.0002
Bartmeise	-0.411	0.0007
Rohrammer	-0.303	0.0017

4.3.4 Wie weit können die Vögel bei steigendem Wasserstand ausweichen?

In den Jahren 1992 und 1993 stellten wir an jedem Neststandort (n=165) fest, in welcher Höhe über Wasser ("potentielle Nesthöhe") und in welcher absoluten Höhe ("potentielle absolute Nesthöhe") die Vögel das Nest hätten bauen können. Insgesamt hätten nur 14 % der Nester höher als 429,85 m und 31 % der Nester höher als 429,80 m angelegt werden können. An 52 % der Neststandorte hatten die Vögel nicht die Möglichkeit, höher als auf 429,75 m zu bauen (Tab. 24). An 88 % der Nester hatten die Vögel nicht die Möglichkeit, höher als 40 cm bauen und an 95 % der Nester konnten sie höchstens auf 45 cm bauen.

Je höher die Vögel bei Hochwasser bauen müssen, desto schwieriger wird es für sie, einen Neststandort zu finden. Mit zunehmender Nesthöhe wird es auch schwieriger, einen Neststandort mit genügender Bedeckung zu finden und bei schlechterer Bedeckung nimmt die Gefahr eines Brutverlustes durch Niederschläge oder Prädatoren zu.

Rohrschwirle bauten 44 von 80 Nestern (55,0 %) im unteren, 24 (30,0 %) im mittleren und nur 12 (15,0 %) im oberen Drittel der Streuschicht. Bei der Bartmeise lagen 24 der 35 Nester (68,6 %) im unteren, 7 (20,0 %) im mittleren und 4 (11,4 %) im oberen Drittel. Von 49 Rohrammernestern lagen 22 (44,9 %) im unteren, 23 (46,9 %) im mittleren und 4 (8,2 %) im oberen Drittel. Insgesamt wurden 54,9 % aller Nester im unteren Drittel und 77,4 % in der unteren Hälfte der Streuschicht errichtet. Die Vögel versuchen also ihr Nest möglichst tief in der Streuschicht zu bauen. Die Nestüberdeckungen unterscheiden sich in den drei Höhenklassen (unteres, mittleres, oberes Drittel) nicht signifikant (Kruskal-Wallis, H_{korr}=0.169, p=0.734). Die Nestüberdeckung korreliert nicht negativ mit der Nesthöhe (r=0.024, p=0.764). Nester, die höher gebaut werden, sind nicht schlechter überdeckt. Es konnten auch keine signifikanten Korrelationen zwischen der Nestüberdeckung und der Streuschichtdicke, der Schilfdichte, der absoluten Nesthöhe, der Nesthöhe über Wasser bei Legebeginn und der Bültenbodenhöhe über Wasser festgestellt werden (Tab. 25). Die meisten Vögel bauen aber ihre Nester nur an Stellen, an denen sie eine genügende Überdekckung vorfinden (Tab. 26). Nur rund 13 % der Nester waren zu weniger als 50 % überdeckt.

Während fünf verschiedenen Zeitperioden von 2 bis 12 Tagen Dauer befestigten wir an jeweils 29 bis 43 verschiedenen Orten Gefässe mit Trichtern (7cm ø), um die Niederschlagsmenge zu ermitteln. Über jedem Trichter wurde die Bedeckung gemessen. In 4 von 5 Fällen wurde eine hochsignifikante Korrelation zwischen der Niederschlagsmenge und dem Bedeckungsgrad festgestellt (Tab. 27). Je besser der Bedeckungsgrad, desto besser sind also die Nestlinge vor Niederschlägen geschützt.

Tab. 24: Lage der oberen Grenzen der *potentiellen* Nesthöhen (oben) und absoluten Nesthöhen (unten) aller Arten (Angaben in Anzahl resp. Anteil von Nestern)

Art	>30 cm	%	>35 cm	%	>40 cm	%	>45cm	%	>50	%	Total
Rohrschwirl	47	59	27	34	14	18	6	8	3	4	80
Bartmeise	19	51	12	32	4	11	2	5	1	3	37
Rohrammer	14	27	6	12	2	4	0	0	0	0	51
Total	80	48	45	27	20	12	8	5	4	2	168

Art	>429,75	%	>429,80	%	>429,85	%	>429,90	%	Total
Rohrschwirl	37	47	22	28	10	13	3	4	78
Bartmeise	20	50	15	38	8	20	4	10	40
Rohrammer	22	47	14	30	5	11	3	6	47
Total	79	48	51	31	23	14	10	6	165

Tab. 25: Korrelation zwischen der Nestüberdeckung und verschiedenen Variablen

	Rohrschwirl		Bartmeise		Rohrammer	
	r	p	r	p	r	p
Streuschichtdicke	-0.010	0.934	-0.023	0.889	0.156	0.231
Schilfdichte	-0.025	0.804	0.172	0.181	0.009	0.933
Nesthöhe	0.015	0.891	0.028	0.842	-0.140	0.197
Bültenbodenhöhe über Wasser	0.052	0.679	-0.352	0.052	-0.180	0.261
absolute Nesthöhe	-0.022	0.843	-0.051	0.703	-0.116	0.298

Tab. 26: Häufigkeitsverteilung verschiedener Bedeckungsgrade

	Rohrschwirl		Bartmeise		Rohrammer		Total	
Bedeckungsgrad	n	%	n	%	n	%	n	%
95 - 100 %	34	33.3	24	37.5	23	23	81	30.5
80 - 90 %	33	32.4	17	26.6	34	34	84	31.6
50 - 79 %	26	25.5	14	21.9	27	27	67	25.2
0 - 49 %	9	8.7	9	14.1	16	16	34	12.7
Total	102	100	64	100	100	100	266	100

Tab. 27: Kendall-Rangkorrelation zwischen der Niederschlagsmenge und dem Bedeckungsgrad

Periode	n	tau	z	p
11.5. - 17.5.	42	-0.555	-5.18	<0.0001
18.8. - 22.5.	29	-0.431	-3.82	0.0001
3.6. - 15.6.	39	-0.491	-4.96	<0.0001
25.6. - 28.6.	43	-0.099	-1.08	0.28
9.7. - 11.7.	45	-0.389	-4.46	<0.0001

4.4 Brutphänologie

Für die meisten in den Jahren 1977 und 1985 bis 1993 gefundenen Bruten konnte nach der Ermittlung des Schlüpftermins der Jungen oder nach deren Altersbestimmung durch Rückrechnung anhand der brutbiologischen Daten (Tab. 28) auf das Datum des Legebeginns resp. des Ausfliegens geschlossen werden. Nester, die vor der Eiablage überschwemmt werden, können die Vögel innerhalb weniger Tage durch einen Neubau ersetzen. Da alle 3 Arten für Zweitbruten neue Nester errichten, spielen Überschwemmungen nach dem Ausfliegen der Jungvögel keine Rolle mehr. Ein extremer Anstieg des Wasserspiegels kann aber die Anzahl möglicher Neststandorte stark einschränken (s. Kap. 4.3.4).

Zwar brüten im Juli nur noch wenige Paare, der Anteil später Bruten (Ausfliegen der Jungen nach Mitte Juli) liegt aber wahrscheinlich bei allen Arten etwas höher als aus den Tabellen (29-31) hervorgeht. Das Auffinden der wenigen späten Bruten erfordert einen sehr hohen Zeitaufwand, zumal auch die weit entwickelte neue Vegetation und das unauffälligere Verhalten der Vögel die Arbeit erschwert.

Aus der Tabelle 29 wird ersichtlich, bis zu welchem Datum jeweils ein bestimmter Anteil der Bruten begonnen oder beendet wurde. In den Abbildungen 6 und 7 ist die Anzahl Nester mit Legebeginn resp. Ausflugdatum in den verschiedenen Pentaden für alle 3 Arten dargestellt. Aus den Tabellen 30 und 31 lässt sich für jede beliebige Pentade errechnen, wieviele Bruten schon begonnen, bereits beendet oder noch nicht begonnen wurden (s. auch Kap. 4.7).

Rohrschwirle beginnen ausnahmsweise schon Mitte April mit der Eiablage. In der Regel werden die ersten Bruten aber erst Ende April begonnen. Bei Bruten, die erst nach Mitte Mai gezeitigt werden, dürfte es sich

um Ersatzbruten handeln. Ab Anfang Juni beginnen die Schwirle mit den Zweitbruten. 1993 stellen wir zwei Drittbruten fest, deren erste Eier am 26. Juni, respektiv am 27. Juni gelegt wurden. Rund die Hälfte aller Schwirlbruten sind bis Mite Juni abgeschlossen. Die beiden Drittbruten flogen erst am 25. und 26. Juli aus. **Bartmeisen** legen ihre Eier ausnahmsweise bereits Anfang April. Die meisten Erstbruten werden in der letzten Aprildekade begonnen. Bis Mitte Juni stellten wir für alle Pentaden mehrere begonnene Bruten fest, weshalb Erst- und Zweitbruten nicht klar getrennt werden können. In zwei Fällen wurden die Eier erst Mitte Juli abgelegt. B is Ende Mai sind bereits die Hälfte aller Jungvögel ausgeflogen. Nach Mitte Juli waren nur 2 Bruten noch nicht abgeschlossen. Die weitaus meisten **Rohrammer**bruten wurden zwischen Ende April und Mitte Mai begonnen. Die Ablage von Ersatz- und Zweitbruten erfolgte bis Ende Juli. Der Grossteil der Erst- und Ersatzbruten ist bis Mitte Juni beendet. Die letzten Junge flogen Ende Juli aus.

Der Zeitpunkt, an dem ein Weibchen zu legen beginnt, hängt von endogenen *und* exogenen Faktoren ab. Als äussere Zeitgeber wirken veränderte Tageslängen, Temperatur und Futterangebot (Immelmann 1971). Nach Lack (1954) beginnen Vögel, die die nötige Nahrung zur Jungenaufzucht früh im Jahr finden, auch früher zu brüten als andere. Neub (1977) stellte bei Kohlmeisen fest, dass der jährliche Legebeginn mit der Wärmemenge des Zeitintervalls März-April korreliert. Nach Perrins (1970) beeinflusst die Verfügbarkeit der zur Eiproduktion benötigten Futtermenge den Brutbeginn. Wie stark sich die Witterung und damit das Futterangebot auf den Brutbeginn unserer Arten auswirkt, lässt sich hier nicht beurteilen. Es stehen zuwenig Nester aus verschiedenen Jahren zur Verfügung, um durch Vergleich mit dem jeweiligen Klima der entsprechenden Jahre Schlüsse zu ziehen. Zudem ist es nötig, um eventuelle jährliche Unterschiede im Beginn der Brutzeit festzustellen, in einer Population in verschiedenen Jahren bei möglichst vielen Bruten den Legebeginn zu ermitteln. 1992 und 1993 verfolgten wir im Untersuchungsgebiet den genauen Brutverlauf der Rohrschwirle an jeweils rund 20 Revieren, deren Besitzer (Männchen) jedoch z.T. unverpaart blieben. 1992 wurden 12 sichere Erstbruten (ohne Ersatzbruten) gefunden, an denen der Legebeginn genau ermittelt werden konnte. 1993 waren es deren 11. 1992 wurde an 7 der 12 Nestern und 1993 an 9 der 11 Nestern bis zum 6. Mai mit der Eiablage begonnen. Die Daten unterscheiden sich nicht signifikant (U-Test, U=46,5, p=0,228). Da die Temperatursumme (Werte der Aerologischen Station Payerne) der durchschnittlichen Tageswerte für den Monat April 1992 tiefer ausfiel (261 °C) als 1993 (297 °C) und dieser Unterschied bei Berücksichtigung nur der zweiten Monatshälfte noch deutlicher ausfällt (157,1 °C gegenüber 186 °C), hätte 1993 ein früherer Brutbeginn erwartet werden können.

Tab. 28: Brutbiologische Daten zu den drei Arten nach [1]Schiermann (1924, 1928), [2]Ten Kate (1931), [3]Dirkx (1939), [4]König (1951), [5]Mildenberger (1958), [6]Glutz v. Blotzheim (1962), [7]Feindt & Jung (1968), [8]Ghiot (1976), [9]Blümel (1982), [10]Hermann (1982/83), [11]Pikulski (1986), [12]Wawrzyniack & Sohns (1986), [13]Aebischer (in Vorb.)

	Bebrütungsdauer	Nestlinsdauer	Legebeginn	Quelle
Rohrschwirl	12 - 14 d	12 - 14 d	ab vorletzem Ei	1), 3), 5), 11), 13)
Bartmeise	11 - 13 d	10 - 13 d	ab vorletzem Ei	2), 4), 7), 12)
Rohrammer	12 - 14 d	10 - 12 d	ab vorletzem Ei	6), 8), 9), 10),

Tab. 29: Daten, bis zu welchen bei 10, 25, 50, 75 oder 90 % aller Nester die Eiablage begonnen resp. die Jungen ausgeflogen sind

Legebeginn	**10 %**	**25 %**	**50 %**	**75 %**	**90 %**
Rohrschwirl	1.5.	7.5.	14.5.	12.6.	1.7
Bartmeise	16.4.	24.4.	30.4.	20.5.	10.6.
Rohrammer	1.5.	5.5.	10.5.	24.5.	12.6.
alle 3 Arten	26.4.	3.5.	10.5.	31.5.	17.6.

Ausflugdatum	**10 %**	**25 %**	**50 %**	**75 %**	**90 %**
Rohrschwirl	30.5.	4.6.	13.6.	11.7.	29.7.
Bartmeise	12.5.	20.5.	27.5.	15.6.	5.7.
Rohrammer	27.5.	1.6.	6.6.	19.6.	9.7.
alle 3 Arten	23.5.	30.5.	6.6.	27.6.	16.7.

Tab. 30: Summierte Häufigkeiten der Legebeginn-Daten 1976 - 1993 (die Pentadennummern entsprechen den Daten in der Tab. 32)

	Alle 3 Arten		Rohrschwirl		Bartmeise		Rohrammer	
Pentade	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%
18	1	0.3	0	0.0	1	1.2	0	0.0
19	5	1.6	0	0.0	5	6.0	0	0.0
20	6	1.9	0	0.0	6	7.1	0	0.0
21	8	2.5	0	0.0	8	9.5	0	0.0
22	13	4.1	1	0.9	12	14.3	0	0.0
23	27	8.5	1	0.9	26	31.0	0	0.0
24	64	20.1	10	8.5	43	51.2	11	9.4
25	108	34.0	25	21.4	49	58.3	34	29.1
26	171	53.8	50	42.7	58	69.0	63	53.8
27	199	62.6	60	51.3	60	71.4	79	67.5
28	209	65.7	63	53.8	63	75.0	83	70.9
29	226	71.1	70	59.8	68	81.0	88	75.2
30	238	74.8	72	61.5	71	84.5	95	81.2
31	253	79.6	81	69.2	73	86.9	99	84.6
32	262	82.4	84	71.8	76	90.5	102	87.2
33	278	87.4	92	78.6	79	94.0	107	91.5
34	290	91.2	97	82.9	82	97.6	111	94.9
35	294	92.5	98	83.8	82	97.6	114	97.4
36	303	95.3	105	89.7	82	97.6	116	99.1
37	307	96.5	108	92.3	82	97.6	117	100.0
38	309	97.2	110	94.0	82	97.6	117	100.0
39	312	98.1	111	94.9	84	100.0	117	100.0
40	315	99.1	114	97.4	84	100.0	117	100.0
41	317	99.7	116	99.1	84	100.0	117	100.0
42	318	100.0	117	100.0	84	100.0	117	100.0

Abb. 6: Legebeginn aller gefundener Rohrschwirl-, Bartmeisen- und Rohrammerbruten (die Pentadennummern entsprechen den Daten in der Tab. 32)

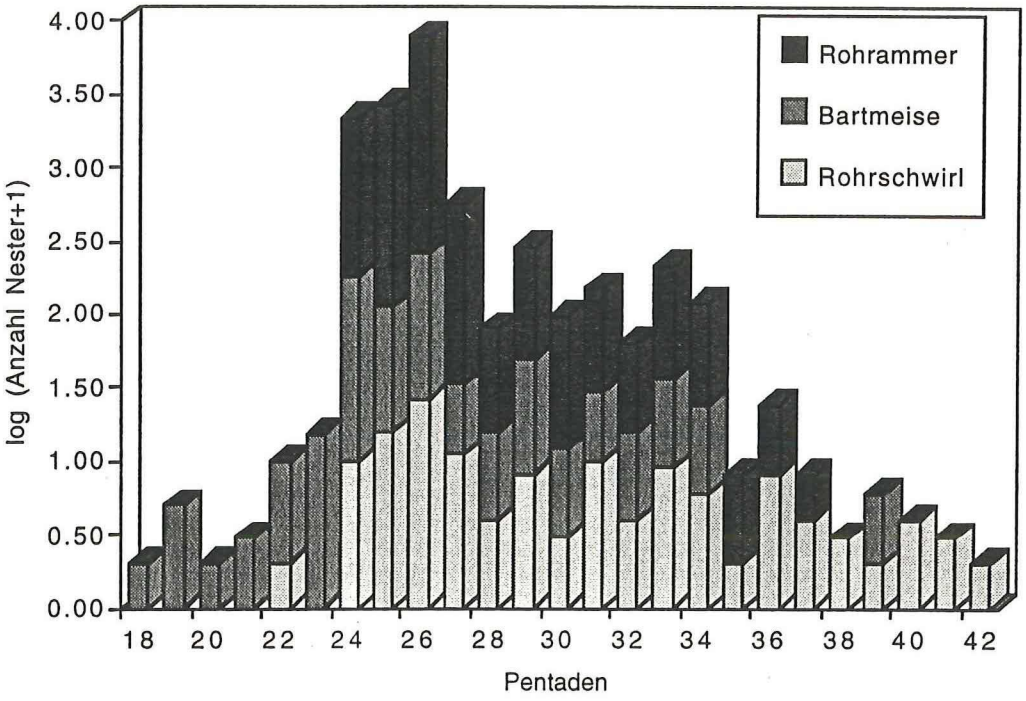
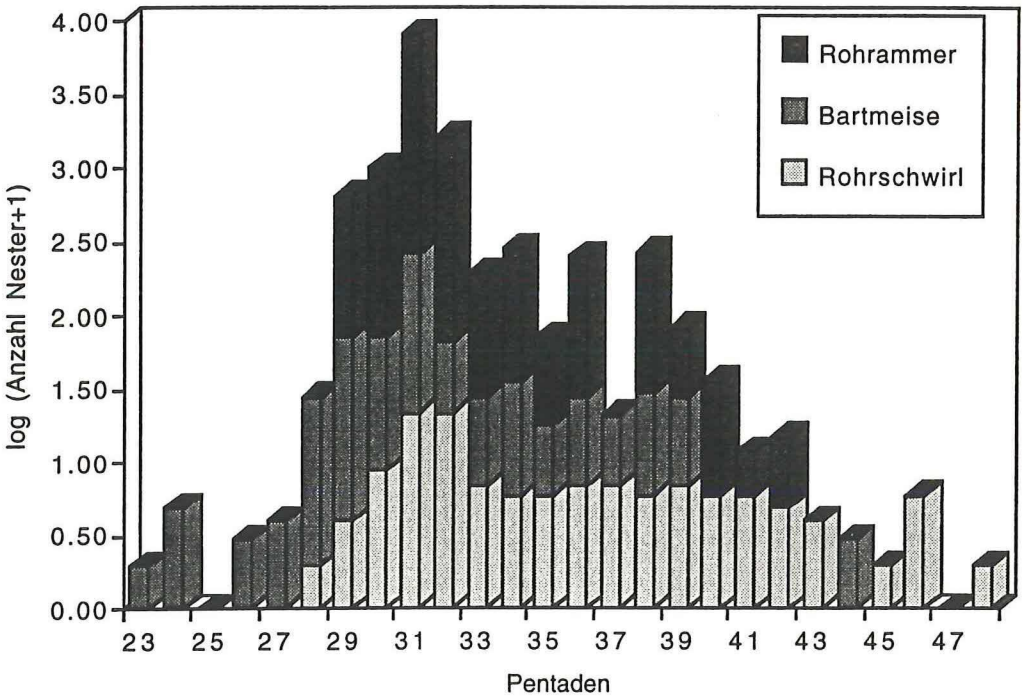


Abb. 7: Ausfliegedaten der Jungvögel aller gefundener Rohrschwirl-, Bartmeisen- und Rohrammerbruten (die Pentadennummern entsprechen den Daten in der Tab. 32)



Tab. 31: Summierte Häufigkeiten der Ausflieg-Daten 1976 - 1993 (die Pentadennummern entsprechen den Daten in der Tab. 32)

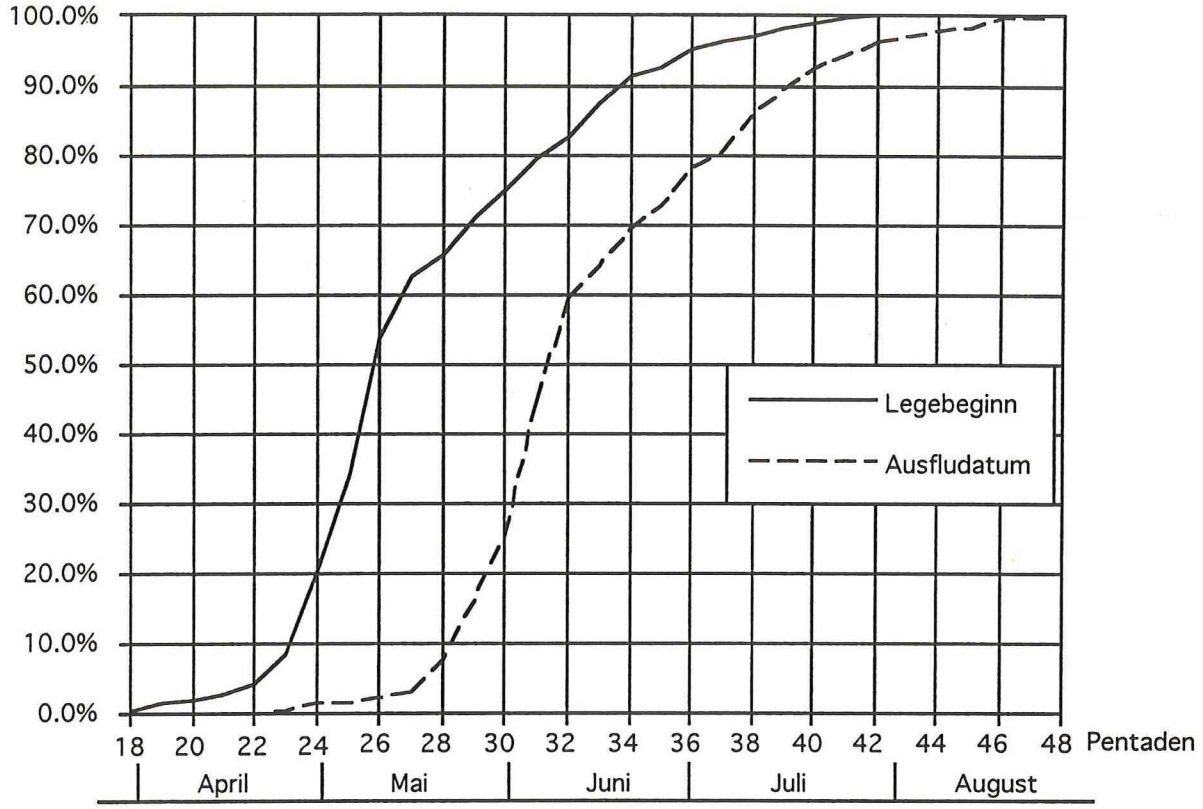
	Alle 3 Arten		Rohrschwirl		Bartmeise		Rohrammer	
Pentade	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%	summierte Anzahl Nester	%
23	1	0.3	0	0.0	1	1.2	0	0.0
24	5	1.6	0	0.0	5	6.0	0	0.0
25	5	1.6	0	0.0	5	6.0	0	0.0
26	7	2.2	0	0.0	7	8.3	0	0.0
27	10	3.1	0	0.0	10	11.9	0	0.0
28	24	7.5	1	0.9	23	27.4	0	0.0
29	52	16.4	4	3.4	40	47.6	8	6.8
30	80	25.2	12	10.3	47	56.0	21	17.9
31	142	44.7	33	28.2	58	69.0	51	43.6
32	189	59.4	54	46.2	60	71.4	75	64.1
33	204	64.2	60	51.3	63	75.0	81	69.2
34	221	69.5	65	55.6	68	81.0	88	75.2
35	231	72.6	70	59.8	70	83.3	91	77.8
36	248	78.0	76	65.0	73	86.9	99	84.6
37	256	80.5	82	70.1	75	89.3	99	84.6
38	273	85.8	87	74.4	79	94.0	107	91.5
39	284	89.3	93	79.5	82	97.6	109	93.2
40	294	92.5	98	83.8	82	97.6	114	97.4
41	300	94.3	103	88.0	82	97.6	115	98.3
42	306	96.2	107	91.5	82	97.6	117	100.0
43	309	97.2	110	94.0	82	97.6	117	100.0
44	311	97.8	110	94.0	84	100.0	117	100.0
45	312	98.1	111	94.9	84	100.0	117	100.0
46	317	99.7	116	99.1	84	100.0	117	100.0
47	317	99.7	116	99.1	84	100.0	117	100.0
48	318	100.0	117	100.0	84	100.0	117	100.0

Tab. 32: Pentadennummern und die entsprechenden Daten

Pentade	von ... bis...
18	27.3.-31.3.
19	1.4.-5.4.
20	6.4.-10.4.
21	11.4.-15.4.
22	16.4.-20.4.
23	21.4.-25.4.
24	26.4.-30.4.
25	1.5.-5.5.
26	6.5.-10.5.
27	11.5.-15.5.
28	16.5.-20.5.
29	21.5.-25.5.
30	26.5.-30.5.
31	31.5.-4.6.
32	5.6.-9.6.
33	10.6.-14.6.

Pentade	von ... bis...
34	15.6.-19.6.
35	20.6.-24.6.
36	25.6.-29.6.
37	30.6.-4.7.
38	5.7.-9.7.
39	10.7.-14.7.
40	15.7.-19.7.
41	20.7.-24.7.
42	25.7.-29.7.
43	30.7.-3.8.
44	4.8.-8.8.
45	9.8.-13.8.
46	14.8.-18.8.
47	19.8.-23.8.
48	24.8.-28.8.

Abb. 8: Summierte Häufigkeiten der Legebeginn- und Ausflugdaten 1976 -1993 aller 3 Arten zusammen (die Pentadennummern entsprechen den Daten in der Tab. 32)



4.5 Bruterfolg

Verluste von Gelegen oder Nestlingen, die vor dem Endecken der Nester auftreten, sind meist nicht mehr feststellbar. Tote Nestlinge werden in der Regel und taube Eier zum Teil von den Altvögeln aus dem Nest entfernt. Gelegegrösse und Schlüpferfolg und somit der Gesamtbruterfolg (=Anzahl ausgeflogener Junge dividiert durch Anzahl Eier) konnten also nicht genau ermittelt werden. Für die vorliegende Arbeit ist es aber weit wichtiger, die Anzahl ausgeflogener Jungvögel zu kennen (s. Tab. 34). Bruten, deren Ausgang nicht bekannt ist, wurden bei der Berechnung der durchschnittlichen Anzahl Jungvögel pro Nest nicht erfasst. Sucht man ein Nest kurz vor dem Ausfliegen der Nestlinge auf, kommt es gelegentlich vor, dass die Nestlinge weghüpfen und nicht mehr vollständig zählbar sind. Nester, bei denen dies der Fall war, wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Bruten, deren Junge beim letzten Nestbesuch ein Alter von mindestens 8 Tagen aufwiesen, die aber später nicht meht kontrolliert wurden, galten als erfolgreich.
Erfolgreiche Bruten werden mit grösserer Wahrscheinlichkeit gefunden, als Bruten, die vor dem Ausfliegen der Jungen ausgeraubt, überschwemmt oder verlassen werden, da die Altvögel während einer längeren Zeitperiode (bis zum Ausfliegen der Jungen) die Nester immer wieder aufsuchen. Deshalb müssen die Angaben in den Tabellen 33 und 34 als Maximalwerte aufgefasst werden.

4.5.1 Erfolgreiche Nester

Als erfolgreiches Nest wird ein Nest, aus welchem mindestens ein Junges ausfliegt, bezeichnet. Insgesamt waren 80 % (!) der gefundenen Nester erfolgreich (Tab. 33). Die Werte schwankten bei den drei Arten von Jahr zu Jahr zwischen etwa 60 und 95 %, waren insgesamt aber ziemlich konstant. Aus 56 Nestern flogen keine Jungvögel aus.

4.5.2 Ausgeflogene Jungvögel

Durchschnittlich flogen 2,50 bis 3,35 Junge pro Nest aus (Tab. 34). Als Mittelwert für alle drei Arten zusammen erhält man 3,04 Junge pro Nest (748 Junge aus 246 Nestern). Um die Anzahl ausgeflogener Junge pro Paar pro Jahr zu ermitteln, müssten alle Paare voneinander unterschieden werden können. 1992 und 1993 hatten wir jeweils einen grossen Teil der untersuchten Rohrschwirlpaare farbig beringt, so dass wir für diese Paare den Gesamtbruterfolg kennen (Reviere mit unverpaarten Männchen sind nicht berücksichtigt): 1992 flogen pro Paar 6,1 Junge aus (n=12 Nester) und 1993 6,7 Junge (n=15 Nester).

4.5.3 Prädation

An den bis 1991 gefundenen Nester lag die Prädationsrate bei 3,4 %, 1992 bei 12,3 % und 1993 bei 10,7 %. Nur 22 von total 295 Nestern (7,5 %) wurden prädatiert (Tab. 35). Jones (1972) und Schranck (1972) stellten fest, dass eine hohe Nestüberdeckung zu einer geringeren Prädationsrate führt. In unserer Studie stellten wir an den prädatierten Nestern folgende Bedeckungsgrade fest: 20 %, 30 %, 2 x 40 %, 50 %, 3 x 60 %, 75 %, 3 x 80 %, 3 x 90 %, 4 x 95 %, 2 x 100 %. Meist konnten wir den Prädator nicht genau ermitteln. Werden Eier oder Junge von Kleinsäugern oder Wasserrallen geraubt, dürfte die Nestüberdeckung kaum eine Rolle spielen. Pikulski (1986) stellte beim Rohrschwirl fest, dass an prädatierten Nestern die Wassertiefe durchschnittlich geringer war, als an erfolgreichen Nestern. Dieselbe Feststellung konnten auch wir machen; allerdings blieb bei uns die Anzahl prädatierter Nester gering (Tab. 36).

4.5.4 Überschwemmungen

12 von 299 Nestern (4 %) wurden überschwemmt (Tab. 37). Die übrigen 22 erfolglosen Bruten erlitten Verluste vermutlich durch Niederschläge oder Kälte oder wurden verlassen.

Tab. 33: Anteil erfolgreicher Nester (n: Gesamtzahl gefundener Nester, % erf.: Anteil erfolgreicher Nester)

	vor 1991		1991		1992		1993		Total	
	n	% erf.	n	% erf.	n	% erf.	n	% erf.	n	% erf.
Rohrschwirl	16	94	6	83	37	78	45	84	104	83.7
Bartmeise	24	63	18	78	11	91	10	70	63	73.0
Rohrammer	46	89	10	80	26	81	27	63	109	79.8
Total	86	83	34	79	74	81	82	76	276	79.7

Tab. 34: Ausgeflogene Junge pro Nest (inkl. erfolglose Nester)

	1990	1992	1993	1985-1993	Anzahl Junge	Anzahl Nester
Rohrschwirl	4.1	3.2	3.1	**3.35**	318	95
Bartmeise	2.6	3.9	1.3	**2.50**	125	50
Rohrammer	3.7	2.8	2.0	**3.02**	305	101

Tab. 35: Anteil prädatierter Nester (n: Gesamtzahl gefundener Nester)

	bis 1991		1992		1993		Total		
	n	prädatiert	n	prädatiert	n	prädatiert	n	prädatiert	%
Rohrschwirl	26	1	34	4	46	2	106	7	6.6
Bartmeise	54	3	10	0	11	2	75	5	6.7
Rohrammer	66	1	21	4	27	5	114	10	8.8
Total	146	5	65	8	84	9	295	22	7.5

Tab. 36: Durchschnittliche Wassertiefen an allen Nestern und Wassertiefen an prädatierten Nestern

	alle Nester			prädatierte Nester		
	Mittelwert	SD	n	Mittelwert	SD	n
Rohrschwirl	19.9	6.4	77	12.1	5.2	7
Bartmeise	23.4	14.8	68	17.7	2.5	3
Rohrammer	21.3	9.2	83	8.7	4.5	7
Total	21.5	10.5	228	11.7	5.4	17

Tab. 37: Anteil überschwemmter Nester

	n	überschwemmte Nester	%
Rohrschwirl	109	3	2.8
Bartmeise	76	5	6.6
Rohrammer	114	4	3.5
Total	299	12	4.0

4.5.5 Verhalten der Vögel bei Brutverlust

Wie reagieren Vögel, deren Gelege oder Nestlinge verloren gehen? 1992 und 1993 versuchten wir an jenen Paaren, die durch Überschwemmungen, Prädation oder Wettereinflüsse ihre Brut verloren, festzustellen, ob sie das Revier verlassen oder ob und wann sie mit einer Ersatzbrut beginnen. Folgendes stellten wir dabei fest:

Beim **Rohrschwirl** verliess 1 von 10 Paaren nach dem Verlust das Revier. Allen anderen begannen sofort wieder mit dem Nestbau, denn für die Ersatzbruten stellten den Legebeginn jeweils nach wenigen Tagen fest (1 x nach 2-6 d, 2 x 4 d, 3 x 5 d, 1 x 5-7 d, 1 x 9-13 d, 1 x 17-23 d). Dirkx (1939) stellte an 5 verlorenen Nestern den Beginn einer neuen Eiablage nach 4-10 Tagen fest (Mittel: 6,6 d). In Polen begannen 3 Paare, die ihr Nest verloren hatten nach 9, 11 und 11 Tagen mit der Eiablage der Ersatzbrut (Pikulski 1986). **Bartmeisen** begannen in unserem Untersuchungsgebiet einmal 5 Tage nach dem Brutverlust mit der neuen Eiablage. Nach Wawrzyniak & Sohns (1986) legen die Weibchen nach 5 bis 9 Tagen, meist nach 6 Tagen nach dem Verlust das erste Ei des Ersatzgeleges. Drei verlorene **Rohrammer**bruten wurden ebenfalls schnell ersetzt. Die Eiablage der neuen Gelege erfolgte nach 5 Tagen, nach 5-10 Tagen und nach 6-8 Tagen. Nach Hermann (1982/83) legen die Ammern das erste Ei des Ersatzgeleges 6 Tage nach dem Brutverlust (n=8).

Lindemann (1988) stellte 1987 in Cheyres fest, dass es nach einem extremen Wasserstandsanstieg von 429,49 m (3. Juni) auf 430,24 m (22. Juni) zu starken Revierverschiebungen kam. Durch die Überschwemmung wurden alle bereits begonnenen Zweitbruten zerstört und ein Grossteil der günstigen Neststandorte lag danach unter Wasser. Feldschwirle, die trockenere Gebiete bevorzugen, verliessen das Gebiet. Rohrschwirle konnten nach der Überschwemmung auch Zonen besiedeln, die vorher für diese Art zu trocken waren. Bruthinweise konnten aber keine mehr festgestellt werden. Vermutlich fehlten günstige Nistplätze. Im selben Jahr stellte P. Rapin am 3. August fütternde Altvögel bei Corcelles-près-Payerne fest. Damals tauchten in diesem 1,5 ha grossen Reservat ab Ende Juni vier höchst wahrscheinlich vom Hochwasser am Neuenburgersee vertriebene Sänger auf, welche offenbar noch etwas verspätet Junge aufzogen (Cercle ornithologique de Fribourg 1993).

Verlieren die Vögel ihre Brut durch Hochwasser, scheinen sie also sofort in der Nähe des ersten Nestes eine neue Brut zu beginnen - sofern sie nach einer Überschwemmung noch günstige Nistplätze finden. Wird aber ein Gebiet infolge einer starken Überschwemmung so stark verändert, dass es nicht mehr als Bruthabitat erkannt wird, verlassen die Vögel das Gebiet.

4.6 Entwicklung der Brutbestände in den letzten Jahren

Seit mehreren Jahren werden die Brutdichten der Schilfvögel in drei verschiedenen Gebieten am Neuenburgersee-Südufer systematisch erfasst (Antoniazza 1988, 1991 & in Vorb.). In Cheyres begannen diese Untersuchungen bereits 1985, in Gletterens 1986 und in Chevroux 1988. In der Tabelle 38 sind die in den verschiedenen Jahren ermittelten Dichten festgehalten.

Rohrschwirle zeigen sowohl in Cheyres wie in Gletterens einen Trend zur Zunahme (Tab. 39). Bei Bartmeisen ist in beiden Gebieten keine Tendenz feststellbar. Diese Art brütet häufig in Kolonien. Liegt eine solche Kolonie in einem Jahr *im*, im folgenden Jahr aber etwas *ausserhalb* eines Untersuchungsgebiet, wirkt sich dies sehr stark auf die Brutdichten im Untersuchungsgebiet aus. Bei den Rohrammern besteht nur in Gletterens ein Trend zur Zunahme. Beurteilt man die Durchschnitte der drei Gebiete (zwei Gebiete bei Bartmeisen), fällt der positive Trend bei Schwirlen und Ammern auf (Tab. 40, Abb. 9 rechts). Bartmeisen zeigen keine Tendenz zu Zu- oder Abnahmen. Untersucht man die logarithmierten Dichten, um die Extremwerte weniger zu gewichten, erhält man sehr ähnliche Resultate. Polynomiale Regressionsanalysen 2. und 3. Grades ergeben für Schwirle und Ammern keine besseren Resultate ($p>0,1$ für alle Koeffizienten). Die Entwicklung der Bartmeisenbestände wird mit einem Poynom 2. Grades besser wiedergegeben

(p=0.047 für beide Koeffizienten) als mit Polynomen 1. (p= 0.74) oder 3. Grades (p= 0.45 für alle 3 Koeffizienten). Zusätzlich wurde anhand der Gesamtzahl Paare in den drei Gebieten und der Gesamtfläche aller Gebiete die Dichte für die Gesamtfläche berechnet und so eventuelle Zu- oder Abnahmen in den letzten Jahren untersucht. Beim Rohrschwirl und bei der Rohrammer war sowohl für die Gesamtfläche wie für die logarithmierten Dichten ein stark positiver Trend feststellbar. Bartmeisen zeigten wiederum keine Tendenz zu Zu- oder Abnahmen (Tab. 41, Abb. 9 links).

Tab. 38: Entwicklung der Brutdichten (Paare pro 10 ha) von 1976-1993 in Gletterens, Chevroux und Cheyres (nach Antoniazza, 1979, 1988, 1991 u. pers. Mitt.)

Rohrschwirl	**Cheyres**	**Chevroux**	**Gletterens**
1976	4,2		9,0
1985	2,2	6,0	
1986	2,7		4,8-5,9
1987	2,2	4,6-5,4	8,0
1988	2,2	6,3	4,7-5,3
1989	6,0	12,6	7,3
1990	4,4	17,4	10,4
1991	4,4	19,5	11,4
1992	4,9	21,6	11,4-12,0
1993	5,5	16,8	16,3
Bartmeise			
1976			
1985		3,8-5,6	
1986			5,2-5,6
1987		4,3-4,9	7,3
1988		8,4-12,6	9,3-12,0
1989		8,4-12,6	5,3-5,9
1990		14,7-18,9	2,6-3,9
1991		14,7-16,8	5,7-7,0
1992		15,8-20,0	3,8-5,1
1993		7,4-10,5	3,2-3,8
Rohrammer			
1976	7,5		8-10
1985	4,4	3,8-5,0	
1986	4,9		5,2
1987	5,5	2,0-2,6	6,0
1988	6,0	5,3	6,0
1989	4,9	6,8	9,3
1990	3,6	10,5	8,1
1991	4,4	10,5	8,9
1992	4,9	8,4	11,4
1993	7,1	9,5	13,9

Tab. 39: Spearman-Rangkorrelation der Brutdichten in verschiedenen Jahren für drei verschiedene Gebiete

	Cheyres		Chevroux		Gletterens	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
Rohrschwirl	0.746	0.036	0.657	0.141	0.881	0.020
Bartmeise	-	-	0.524	0.166	0.071	0.897
Rohrammer	0.188	0.630	0.529	0.243	0.923	0.015

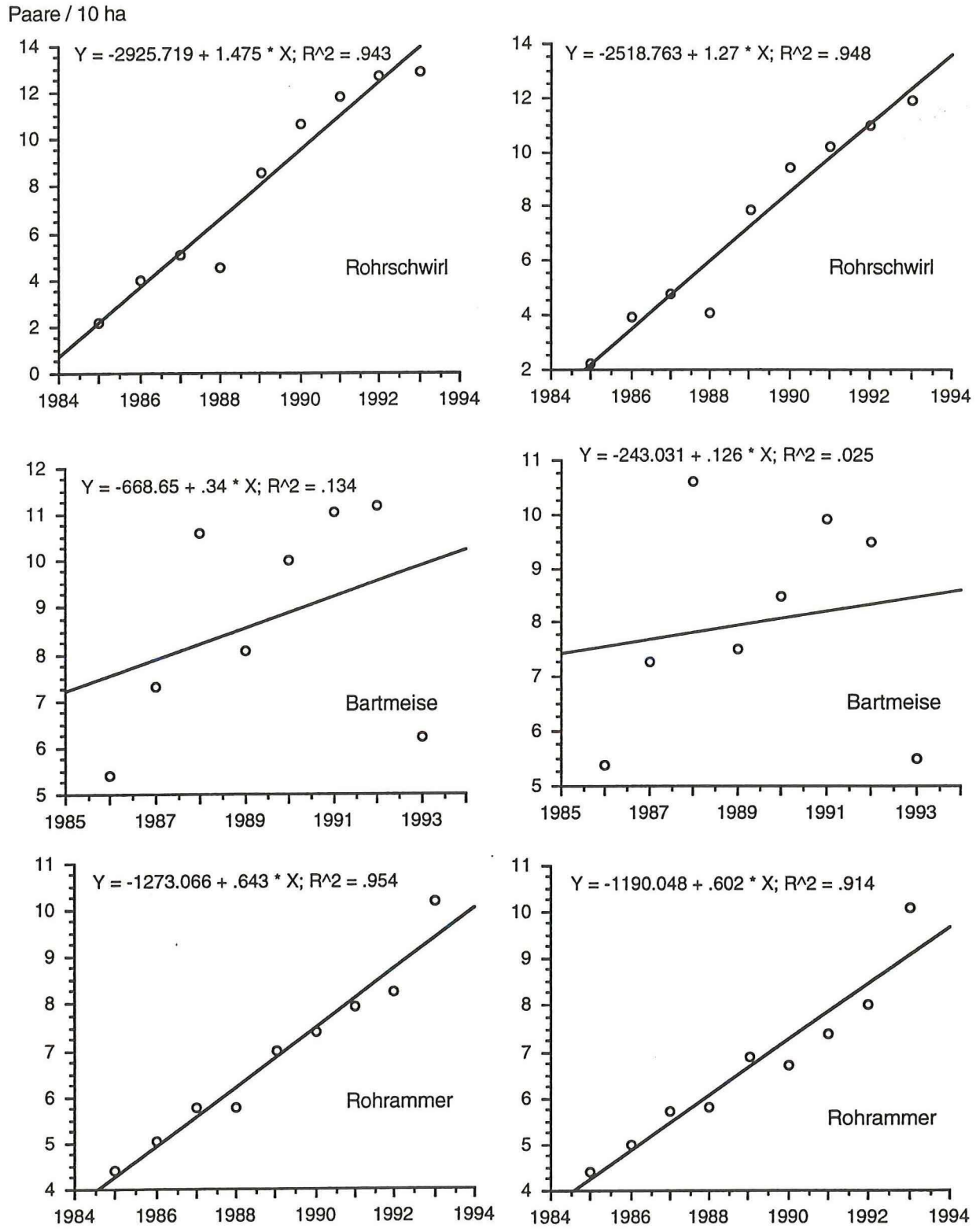
Tab. 40: Spearman-Rangkorrelation der Brutdichten in verschiedenen Jahren für den Durchschnitt aus drei Gebieten

	durchschnitlliche Brutdichte		log (durchschnitlliche Brutdichte)	
	Rho	p	Rho	p
Rohrschwirl	0.983	0.005	0.983	0.005
Bartmeise	0.429	0.257	0.214	0.571
Rohrammer	1.000	0.005	0.992	0.005

Tab. 41: Spearman-Rangkorrelation der Gesamt-Brutdichten (für die Gesamtfläche der drei Untersuchungsgebieten) in den letzten Jahren

	durchschnitlliche Brutdichte		log (durchschnitlliche Brutdichte)	
	Rho	p	Rho	p
Rohrschwirl	0.983	0.005	0.954	0.007
Bartmeise	0.238	0.529	0.232	0.617
Rohrammer	0.983	0.005	0.954	0.007

Abb. 9: Bestandesentwicklung der Rohrschwirle, Bartmeisen und Rohrammern am Neuenburgersee (Dichten nach Antoniazza 1979, 1988, 1991 u. pers. Mitt.). Links: Durchschnittswerte der drei Untersuchungsgebiete. Rechts: Gesamtdichte (bezogen auf Gesamtfläche) der drei Untersuchungsflächen. Ordinate: Anzahl Paare pro 10 ha.



4.7 Auswirkungen verschiedener Wasserstände

4.7.1 Berechnung der bei Hochwasser zu erwartenden Verluste anhand der absoluten Nesthöhen

Anhand der bekannten absoluten Nesthöhen und Ausflugdaten kann der theoretische Verlust an Nestern für beliebige absolute Nesthöhen und beliebige Tage (resp. Pentaden) berechnet werden (s. Tab. 43). Es ist bekannt, wieviele Prozent der Bruten bis zu einer bestimmten Pentade beendet sind und wieviele Prozent der Nester unterhalb eines bestimmten Pegels liegen.

1. Fall:
Bezeichnen wir mit X_i den Anteil beendigter Bruten bis zur Pentade i und mit Y_k den Anteil Nester unterhalb des Pegels k, errechnet sich der Anteil überschwemmter Bruten (Z_{ik}) bei einem Wasseranstieg in der Pentade i auf das Niveau k mit der Formel:

$$Z_{ik} = Y_k \times [(1 - X_i) - (1 - X_{i+6})] \qquad \text{(Formel 1)}$$

Beispiel: Welche Verluste bewirkt ein Wasserspiegelanstieg zwischen dem 14. und dem 19. Juni auf den Pegel von 429,80 m? Bis zum 19. Juni sind die Jungen von 69,5 % aller Nester ausgeflogen (s. Tab. 42 a). 30,5 % der Bruten sind also noch nicht abgeschlossen (wären also im Fall einer Überschwemmung betroffen) oder wurden noch nicht begonnen. Wieviele Prozent wurden noch nicht begonnen? Da die Dauer vom Legebeginn bis zum Ausfliegen der Nestlinge 6 Pentaden beträgt (Rohrschwirl: 28-32 Tage, Bartmeise: 25-31 Tage, Rohrammer: 25-30 Tage; Nestbauphase nicht berücksichtigt), wurden bis zum 19. Juni jene Nester noch nicht begonnen, deren Junge erst nach dem 19. Juli (6 Pentaden nach dem 19. Juni) ausfliegen. Dies sind 7,5 % aller Nester (100 %-92,5 %=7,5 %). Damit enthalten also **23,0 %** (30,5 %-7,5 %) der Nester in der Pentade vom 15. Juni zum 19. Juni Eier oder Junge(s. Tab. 49). **Da 88,2 %** aller absoluter Nesthöhen unterhalb 429,80 m liegen (s. Tab. 42 b), werden 0,882 x 0,230 = 0,203 = **20,3 %** der Nester überschwemmt (s. auch Tab. 43).

2. Fall:
Erfolgt während der Brutsaison nur ein stärkerer Seepegelanstieg (über 429,50 m), mit einer nachfolgenden Senkung des Wasserspiegels (wie dies in den Jahren 1985, 86, 87, 89. 91, 92 und 93 der Fall war), gelten die Werte in Tab. 43. Welche Verluste erleiden die Vögel, wenn es zu einem zweiten Wasseranstieg kommt? In der Tab. 43 ist nicht berücksichtigt, dass nach einem ersten Wasseranstieg ein Teil der Bruten bereits überschwemmt ist. Liegt der Seepegel nach einem ersten Anstieg bereits oberhalb 429,50 m auf einer bestimmten Höhe "h", wird der Anteil der bei der zweiten Überschwemmung betroffener Nester kleiner. In der Formel 1 muss "Y_k" korrigiert werden. Der Anteil überschwemmter Nester (das korrigierte Y_k) entspricht dann nicht mehr Y_k, sondern der Differenz zwischen Y_k und dem Y bei der Pegelhöhe h (Y_h). Die Formel 1 wird zu:

$$Z_{ik} = (Y_k - Y_h) \times [(1 - X_i) - (1 - X_{i+6})] \qquad \text{(Formel 2)}$$

In Anwendung zum obigen Beispiel: Steigt der Wasserstand beim zweiten Mal nicht von unterhalb 429,50 m sondern z.B. von 429,65 m auf 429,80 m, werden nicht 20,3 %, sondern (0,882-0,457) x 0,230 = 0,098 = **9,8 %** überschwemmt. Der Gesamtbrutverlust setzt sich zusammen aus den Verlusten des ersten

Hochwassers (berechnet nach der Formel 1) und den Verlusten des zweiten Hochwassers (berechnet nach der Formel 2).

3. Fall:

Wenn das zweite Hochwasser erst längere Zeit nach der ersten Überschwemmung eintrifft, haben die Vögel Zeit, neue Bruten zu beginnen. Liegt der Seepegel vor dem Hochwasser bereits längere Zeit über 429,50 m, können die Vögel ihre Nester gezwungenermassen nur noch auf einem höheren Niveau bauen, die absoluten Nesthöhen entsprechen also nicht mehr unserem Pegel-Verteilungsmuster. Wie hoch liegen dann die Verluste? Um das neue Verteilungsmuster zu erhalten, werden nur jene absoluten Nesthöhen berücksichtigt, die auf mindestens jenem Niveau liegen, welches dem Seepegel *vor* dem Wasseranstieg entspricht (z.B. 429, 60 m, 429,70 m, 429,80 m) Man erhält so die summierten Häufigkeiten in Tab. 44. Die Auswirkungen bei diesen drei absoluten Nesthöhen-Verteilungsmustern kann man den Tabellen 45 - 47 entnehmen. Kam es vor einem solchen Anstieg bereits zu einem Anstieg nach Fall 1, setzt sich der Gesamtbrutverlust der Brutsaison zusammen aus den Verlusten des ersten Hochwassers (Tab. 43) und den Verlusten des zweiten Hochwassers (aus Tab. 45, 46 oder 47).

Tab. 42: Summierte Häufigkeiten a) der beendeten Bruten im Lauf der Brutsaison, b) der Nester unterhalb verschiedener Pegel

bis Datum ...	Anteil beendigter Bruten
15. April	0.0 %
20. April	0.0 %
25. April	0.3 %
30. April	1.6 %
5. Mai	1.6 %
10. Mai	2.2 %
15. Mai	3.1 %
20. Mai	7.5 %
25. Mai	16.4 %
30. Mai	25.2 %
4. Juni	44.7 %
9. Juni	59.4 %
14. Juni	64.2 %
19. Juni	69.5 %
24. Juni	72.6 %
29. Juni	78.0 %
4. Juli	80.5 %
9. Juli	85.8 %
14. Juli	89.3 %
19. Juli	92.5 %
24. Juli	94.3 %
29. Juli	96.2 %
3. August	97.2 %
8. August	97.8 %
13. August	98.1 %

a)

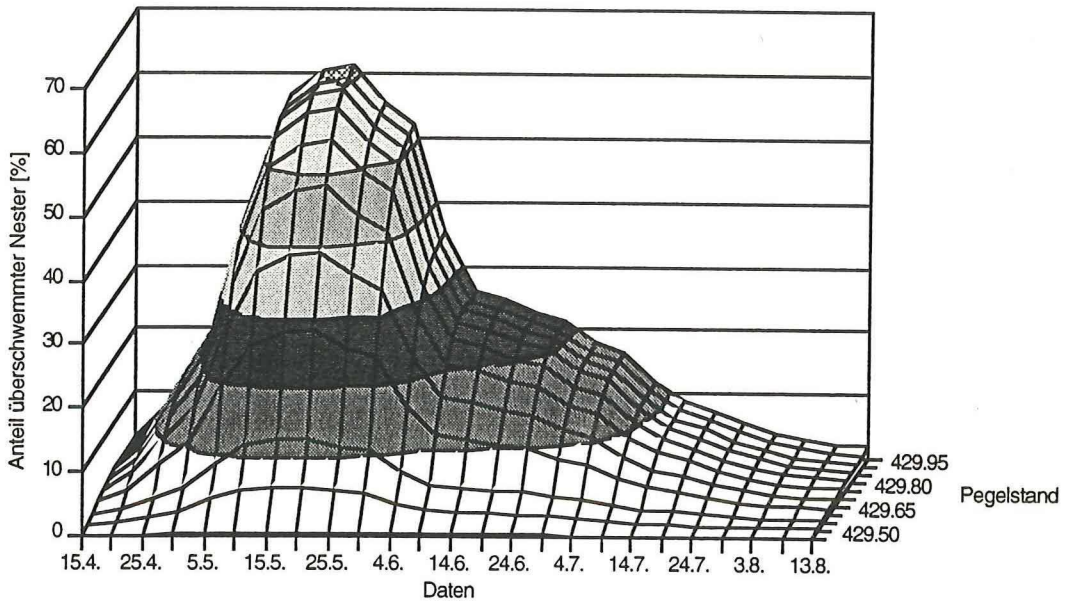
bis absolute Nesthöhe ...	Anteil überschwemmter Nester
429.50	0.8 %
429.55	10.2 %
429.60	20.4 %
429.65	45.7 %
429.70	63.8 %
429.75	78.3 %
429.80	88.2 %
429.85	94.1 %
429.90	96.5 %
429.95	97.6 %
430.00	98.8 %

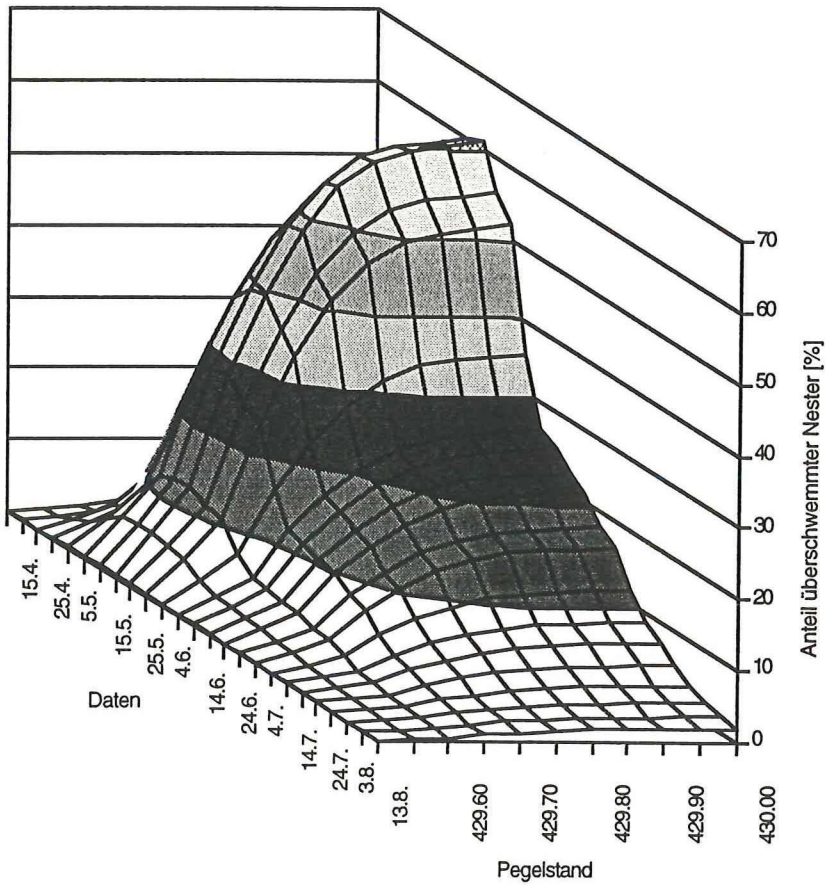
b)

Tab. 43: Hypothetische Auswirkungen von verschiedenen Seepegeln auf die Nester von Rohrschwirl, Bartmeise und Rohrammer in den vom Neuenburgersee überschwemmten Schilfgebieten (oberste Reihe: Pegelstände, linke Kolonne: Daten). Bsp.: Ein Pegelanstieg auf 429,80m in der Pentade vom 15.Juni zum 19. Juni würde 20,3 % aller Bruten der Saison überschwemmen. Alle Angaben in %.

bis ...	429.50	429.55	429.60	429.65	429.70	429.75	429.80	429.85	429.90	429.95	430.00
15.4.	0.0	0.3	0.6	1.4	2.0	2.4	2.7	2.9	3.0	3.0	3.1
20.4.	0.1	0.8	1.5	3.4	4.8	5.9	6.6	7.1	7.2	7.3	7.4
25.4.	0.1	1.6	3.3	7.4	10.3	12.6	14.2	15.2	15.5	15.7	15.9
30.4.	0.2	2.4	4.8	10.8	15.1	18.5	20.8	22.2	22.8	23.0	23.3
5.5.	0.3	4.4	8.8	19.7	27.5	33.7	38.0	40.6	41.6	42.1	42.6
10.5.	0.5	5.8	11.7	26.1	36.5	44.8	50.5	53.8	55.2	55.8	56.5
15.5.	0.5	6.2	12.5	27.9	39.0	47.8	53.9	57.5	59.0	59.6	60.4
20.5.	0.5	6.3	12.6	28.3	39.6	48.5	54.7	58.3	59.8	60.5	61.3
25.5.	0.4	5.7	11.5	25.7	35.9	44.0	49.6	52.9	54.2	54.9	55.5
30.5.	0.4	5.4	10.8	24.1	33.7	41.3	46.6	49.7	51.0	51.5	52.2
4.6.	0.3	3.7	7.3	16.4	22.8	28.0	31.6	33.7	34.5	34.9	35.4
9.6.	0.2	2.7	5.4	12.1	16.8	20.7	23.3	24.8	25.5	25.8	26.1
14.6.	0.2	2.6	5.1	11.5	16.0	19.7	22.1	23.6	24.2	24.5	24.8
19.6.	0.2	2.3	4.7	10.5	14.7	18.0	20.3	21.6	22.2	22.4	22.7
24.6.	0.2	2.2	4.4	9.9	13.8	17.0	19.1	20.4	20.9	21.2	21.4
29.6.	0.1	1.9	3.7	8.3	11.6	14.3	16.1	17.1	17.6	17.8	18.0
4.7.	0.1	1.7	3.4	7.6	10.7	13.1	14.7	15.7	16.1	16.3	16.5
9.7.	0.1	1.2	2.4	5.5	7.7	9.4	10.6	11.3	11.6	11.7	11.9
14.7.	0.1	0.9	1.8	4.0	5.6	6.9	7.8	8.3	8.5	8.6	8.7
19.7.	0.1	0.7	1.5	3.3	4.6	5.6	6.4	6.8	6.9	7.0	7.1
24.7.	0.0	0.6	1.1	2.5	3.4	4.2	4.8	5.1	5.2	5.3	5.3
29.7.	0.0	0.4	0.8	1.7	2.4	3.0	3.4	3.6	3.7	3.7	3.8
3.8.	0.0	0.3	0.6	1.3	1.8	2.2	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8
8.8.	0.0	0.2	0.4	1.0	1.4	1.7	1.9	2.1	2.1	2.1	2.2
13.8.	0.0	0.2	0.4	0.9	1.2	1.5	1.7	1.8	1.8	1.9	1.9

Abb. 10: Zu erwartende Anteile überschwemmter Nester beim Anstieg des Wasserspiegels zu verschiedenen Zeitpunkten auf verschiedene Pegegstände.





Tab. 44: Summierte Häufigkeiten der Nester unterhalb verschiedener Pegel wenn der Seepegel vor einem Hochwasser bereits auf 429, 60 m resp. 429,70 m resp. auf 429,80 m lag.

wenn alle absoluten Nesthöhen ≥429,60 m	Anteil d. Nester unterhalb des Pegels	wenn alle absoluten Nesthöhen ≥429,70 m	Anteil d. Nester unterhalb des Pegels	wenn alle absoluten Nesthöhen ≥429,80 m	Anteil d. Nester unterhalb des Pegels
429.65	27.7%	429.75	37.0%	429.85	51.7%
429.70	49.1%	429.80	64.2%	429.90	72.4%
429.75	67.9%	429.85	82.7%	429.95	82.8%
429.80	81.8%	429.90	90.1%	430.00	93.1%
429.85	91.2%	429.95	93.8%		
429.90	95.0%	430.00	97.5%		
429.95	96.9%				
430.00	98.7%				

Tab. 45: Auswirkungen verschiedener Seepegelanstiege: Anteil überschwemmter Nester wenn der Wasserstand vor dem Hochwasser auf 429,60 m lag (oberste Reihe: Pegelstände, linke Kolonne: Daten). Alle Angaben in %.

	429.65	429.70	429.75	429.80	429.85	429.90	429.95	430.00
15.4.93	0.9	1.5	2.1	2.5	2.8	2.9	3.0	3.1
20.4.93	2.1	3.7	5.1	6.1	6.8	7.1	7.3	7.4
25.4.93	4.5	7.9	10.9	13.2	14.7	15.3	15.6	15.9
30.4.93	6.5	11.6	16.0	19.3	21.5	22.4	22.9	23.3
5.5.93	11.9	21.2	29.3	35.3	39.3	40.9	41.8	42.5
10.5.93	15.8	28.1	38.8	46.8	52.2	54.3	55.4	56.5
15.5.93	16.9	30.0	41.5	50.0	55.7	58.0	59.2	60.3
20.5.93	17.2	30.4	42.1	50.7	56.5	58.9	60.1	61.2
25.5.93	15.6	27.6	38.2	46.0	51.3	53.4	54.5	55.5
30.5.93	14.6	25.9	35.9	43.2	48.2	50.2	51.2	52.1
4.6.93	9.9	17.6	24.3	29.3	32.6	34.0	34.7	35.3
9.6.93	7.3	13.0	17.9	21.6	24.1	25.1	25.6	26.1
14.6.93	7.0	12.3	17.0	20.5	22.9	23.8	24.3	24.8
19.6.93	6.4	11.3	15.6	18.8	21.0	21.9	22.3	22.7
24.6.93	6.0	10.7	14.7	17.8	19.8	20.6	21.0	21.4
29.6.93	5.0	8.9	12.4	14.9	16.6	17.3	17.6	18.0
4.7.93	4.6	8.2	11.3	13.7	15.2	15.9	16.2	16.5
9.7.93	3.3	5.9	8.1	9.8	10.9	11.4	11.6	11.8
14.7.93	2.4	4.3	6.0	7.2	8.0	8.4	8.5	8.7
19.7.93	2.0	3.5	4.9	5.9	6.6	6.8	7.0	7.1
24.7.93	1.5	2.7	3.7	4.4	4.9	5.1	5.2	5.3
29.7.93	1.1	1.9	2.6	3.1	3.5	3.6	3.7	3.8
3.8.93	0.8	1.4	1.9	2.3	2.6	2.7	2.7	2.8
8.8.93	0.6	1.1	1.5	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2
13.8.93	0.5	0.9	1.3	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9

Tab. 46: Auswirkungen verschiedener Seepegelanstiege: Anteil überschwemmter Nester wenn der Wasserstand vor dem Hochwasser auf 429,70 m lag (oberste Reihe: Pegelstände, linke Kolonne: Daten). Alle Angaben in %.

	429.75	429.80	429.85	429.90	429.95	430.00
15.4.93	1.1	2.0	2.6	2.8	2.9	3.0
20.4.93	2.8	4.8	6.2	6.8	7.0	7.3
25.4.93	6.0	10.3	13.3	14.5	15.1	15.7
30.4.93	8.7	15.2	19.5	21.3	22.1	23.0
5.5.93	15.9	27.7	35.6	38.8	40.4	42.0
10.5.93	21.2	36.7	47.3	51.5	53.7	55.8
15.5.93	22.6	39.2	50.5	55.1	57.3	59.6
20.5.93	22.9	39.8	51.3	55.9	58.2	60.5
25.5.93	20.8	36.1	46.5	50.6	52.7	54.8
30.5.93	19.5	33.9	43.7	47.6	49.5	51.5
4.6.93	13.2	23.0	29.6	32.3	33.6	34.9
9.6.93	9.8	16.9	21.8	23.8	24.8	25.7
14.6.93	9.3	16.1	20.8	22.6	23.5	24.5
19.6.93	8.5	14.8	19.0	20.7	21.6	22.4
24.6.93	8.0	13.9	17.9	19.6	20.4	21.2
29.6.93	6.7	11.7	15.1	16.4	17.1	17.7
4.7.93	6.2	10.7	13.8	15.0	15.7	16.3
9.7.93	4.4	7.7	9.9	10.8	11.3	11.7
14.7.93	3.3	5.6	7.3	7.9	8.3	8.6
19.7.93	2.7	4.6	6.0	6.5	6.8	7.0
24.7.93	2.0	3.5	4.5	4.9	5.1	5.3
29.7.93	1.4	2.4	3.1	3.4	3.6	3.7
3.8.93	1.0	1.8	2.3	2.5	2.6	2.7
8.8.93	0.8	1.4	1.8	2.0	2.1	2.1
13.8.93	0.7	1.2	1.6	1.7	1.8	1.9

4.7.2 Berechnung der bei Hochwasser zu erwartenden Verluste anhand der Nesthöhen

Im Kap. 4.3.3 wurde gezeigt, dass sich zwar die absoluten Nesthöhen (Tab. 14), nicht aber die Nesthöhen (Tab. 12) in verschiedenen Jahren (1990 bis 1993) signifikant unterscheiden. 1991 lagen die durchschnittlichen absoluten Nesthöhen am niedrigsten, 1990 am höchsten. 1991 lag auch der Wasserspiegel während der Brutsaison am niedrigsten und 1990 höchsten (Abb. 2). Trotz dieser unterschiedlichen Wasserstände blieben die Nesthöhen bei allen Arten in den verschiedenen Jahren durchschnittlich gleich. Die absoluten Nesthöhen sind bei allen drei Arten stark positiv und die Nesthöhen bei allen Arten negativ mit dem Seepegel am Tage des Legebeginns korrelieren (Tab. 22 & 23; für alle Arten zusammen: absolute Nesthöhen : $r=0,495$, $p<0,0001$; Nesthöhen: $r=-0,271$, $p<0,0001$). Die Vögel scheinen also beim Nestbau gewisse Abstände zur Wasseroberfläche einzuhalten, können aber aufgrund der Seggenstruktur nicht beliebig hoch nach oben ausweichen.

Im folgenden soll versucht werden, die Auswirkungen eines Pegelanstieges aufgrund der bekannten Verteilung der Nesthöhen zu beurteilen. Für jede Pentade ist bekannt, wieviele Prozent der Nester Eier oder Junge enthalten (Tab. 48). Multipliziert man diese Werte mit dem Anteil Nester, die unterhalb einer gewissen

Höhen liegen (Tab. 49), erhält man für verschiedene Pentaden und verschieden starke Pegelanstiege der Anteil überschwemmter Nester (Tab. 50). In den Abb. 13 und 14 sind die Auswirkungen verschieden starker Anstiege visualisert. Ein Anstieg um 10 cm entspricht etwa einem Anstieg auf den Pegel von 429,60 m, ein Anstieg um 30 cm etwa einem Anstieg auf den Pegel von 429,80 m (vergl. Tab. 50 mit Tab. 43 & 45 und Abb. 12 mit Abb. 10).

Tab. 47: Auswirkungen verschiedener Seepegelanstiege: Anteil überschwemmter Nester wenn der Wasserstand vor dem Hochwasser auf 429,80 m lag (oberste Reihe: Pegelstände, linke Kolonne: Daten). Alle Angaben in %. Achtung! Liegt der Pegel längere Zeit auf 429,80 m, stehen viel weniger günstige Nistplätze zur Verfügung. Manche Paare schreiten dann möglicherweise nicht zur Brut und es ist auch damit zu rechnen, dass Vögel, vorab Rohrammern, das Gebiet verlassen.

	429.85	429.90	429.95	430.00
15.4.93	1.6	2.2	2.6	2.9
20.4.93	3.9	5.4	6.2	7.0
25.4.93	8.3	11.7	13.3	15.0
30.4.93	12.2	17.1	19.5	22.0
5.5.93	22.3	31.2	35.7	40.1
10.5.93	29.6	41.4	47.4	53.3
15.5.93	31.6	44.2	50.6	56.9
20.5.93	32.1	44.9	51.3	57.7
25.5.93	29.1	40.7	46.5	52.3
30.5.93	27.3	38.2	43.7	49.2
4.6.93	18.5	25.9	29.6	33.3
9.6.93	13.6	19.1	21.9	24.6
14.6.93	13.0	18.2	20.8	23.4
19.6.93	11.9	16.7	19.0	21.4
24.6.93	11.2	15.7	18.0	20.2
29.6.93	9.4	13.2	15.1	16.9
4.7.93	8.6	12.1	13.8	15.5
9.7.93	6.2	8.7	9.9	11.2
14.7.93	4.5	6.4	7.3	8.2
19.7.93	3.7	5.2	6.0	6.7
24.7.93	2.8	3.9	4.5	5.0
29.7.93	2.0	2.8	3.1	3.5
3.8.93	1.4	2.0	2.3	2.6
8.8.93	1.1	1.6	1.8	2.0
13.8.93	1.0	1.4	1.6	1.8

Tab. 48: Anteil Nester, die zu verschiedenen Zeitpunkten Eier oder Junge enthalten.

Datum	Anteil aktiver Bruten
15.April	3.10 %
20.April	7.50 %
25.April	16.10 %
30.April	23.60 %
5.Mai	43.10 %
10.Mai	57.20 %
15.Mai	61.10 %
20.Mai	62.00 %
25.Mai	56.20 %
30.Mai	52.80 %
4.Juni	35.80 %
9.Juni	26.40 %
14.Juni	25.10 %
19.Juni	23.00 %
24.Juni	21.70 %
29.Juni	18.20 %
4.Juli	16.70 %
9.Juli	12.00 %
14.Juli	8.80 %

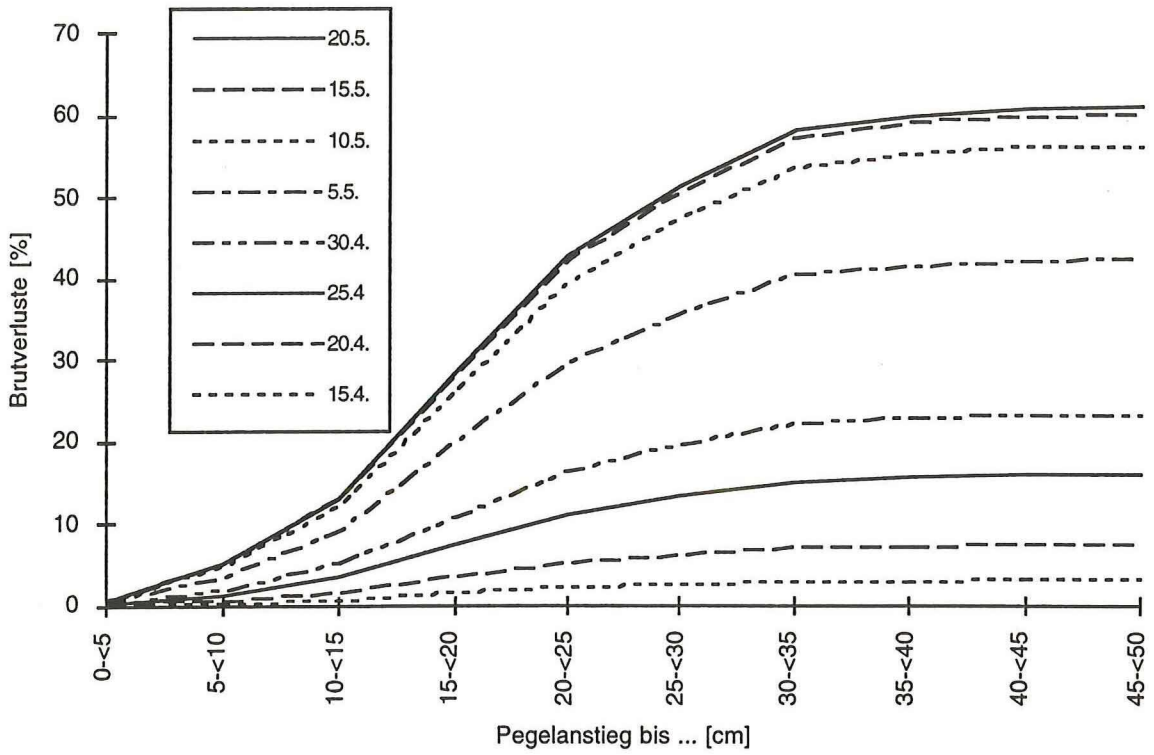
Tab. 49: Verteilungsmuster der Nesthöhen (summierte Häufigkeiten)

bis Nesthöhe...	Anteil Nester
5 cm	1.1 %
10 cm	8.4 %
15 cm	21.2 %
20 cm	45.8 %
25 cm	69.2 %
30 cm	82.8 %
35 cm	93.8 %
40 cm	96.7 %
45 cm	98.2 %
50 cm	98.5 %

Tab. 50: Zu erwartende Verluste (Angaben in %) bei einem Seepegelanstieg um verschiedene Höhen (oberste Linie, in cm) zu verschiedenen Zeitpunkten (linke Kolonne)

Daten	0-<5	5-<10	10-<15	15-<20	20-<25	25-<30	30-<35	35-<40	40-<45	45-<50
15.4.	0.0	0.3	0.7	1.4	2.1	2.6	2.9	3.0	3.0	3.1
20.4.	0.1	0.6	1.6	3.4	5.2	6.2	7.0	7.3	7.4	7.4
25.4.	0.2	1.4	3.4	7.4	11.1	13.3	15.1	15.6	15.8	15.9
30.4.	0.3	2.0	5.0	10.8	16.3	19.5	22.1	22.8	23.2	23.2
5.5.	0.5	3.6	9.1	19.7	29.8	35.7	40.4	41.7	42.3	42.5
10.5.	0.6	4.8	12.1	26.2	39.6	47.4	53.7	55.3	56.2	56.3
15.5.	0.7	5.1	13.0	28.0	42.3	50.6	57.3	59.1	60.0	60.2
20.5.	0.7	5.2	13.1	28.4	42.9	51.3	58.2	60.0	60.9	61.1
25.5.	0.6	4.7	11.9	25.7	38.9	46.5	52.7	54.3	55.2	55.4
30.5.	0.6	4.4	11.2	24.2	36.5	43.7	49.5	51.1	51.8	52.0
4.6.	0.4	3.0	7.6	16.4	24.8	29.6	33.6	34.6	35.2	35.3
9.6.	0.3	2.2	5.6	12.1	18.3	21.9	24.8	25.5	25.9	26.0
14.6.	0.3	2.1	5.3	11.5	17.4	20.8	23.5	24.3	24.6	24.7
19.6.	0.3	1.9	4.9	10.5	15.9	19.0	21.6	22.2	22.6	22.7
24.6.	0.2	1.8	4.6	9.9	15.0	18.0	20.4	21.0	21.3	21.4
29.6.	0.2	1.5	3.9	8.3	12.6	15.1	17.1	17.6	17.9	17.9
4.7.	0.2	1.4	3.5	7.6	11.6	13.8	15.7	16.1	16.4	16.4
9.7.	0.1	1.0	2.5	5.5	8.3	9.9	11.3	11.6	11.8	11.8
14.7.	0.1	0.7	1.9	4.0	6.1	7.3	8.3	8.5	8.6	8.7

Abb. 11: Zu erwartende Brutverluste (Ordinate) durch Überschwemmung bei Seepegelanstiege um verschiedene Höhen (Abszisse).



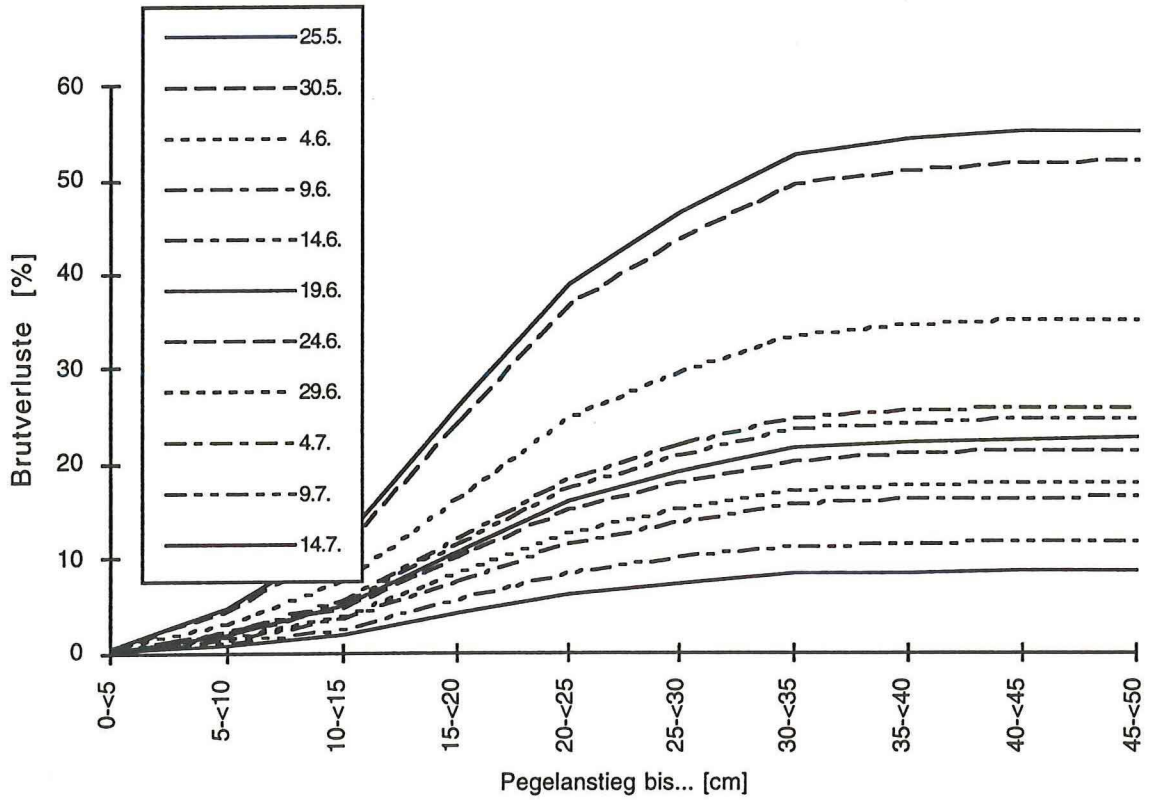
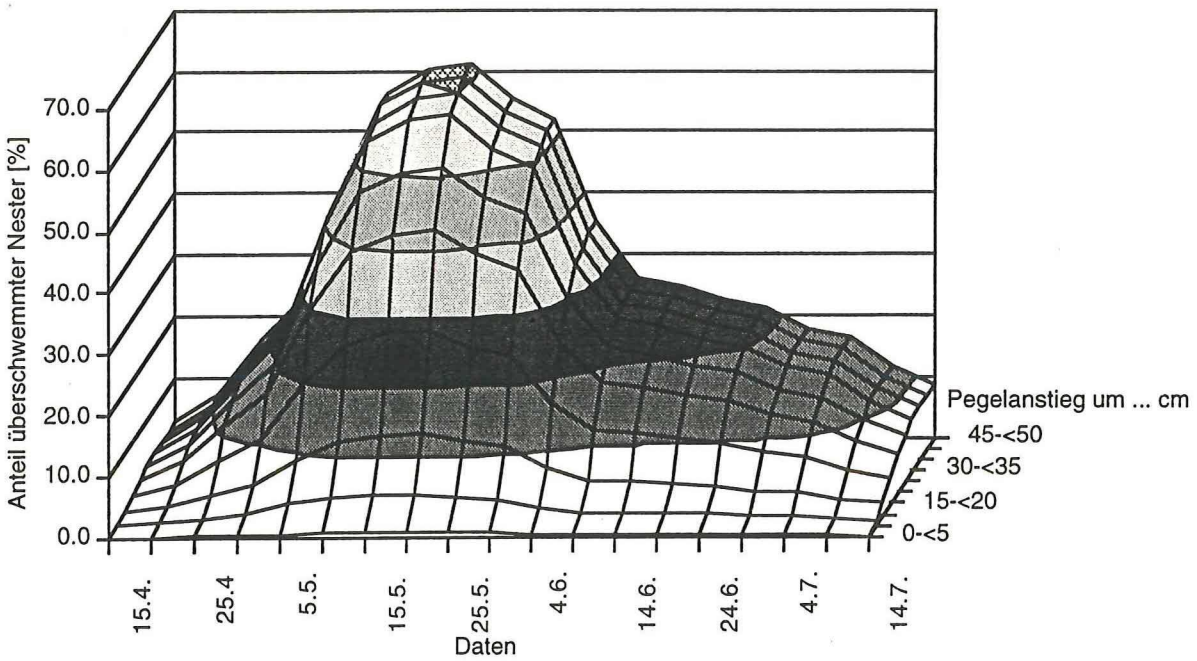


Abb. 12: Anteile überschwemmter Nester bei Seepegelanstiege um verschiedene Höhen zu verschiedenen Zeitpunkten (Werte aus Tab. 50). Vergleiche mit Abb. 10.



Kommt es kurz nach einem ersten Pegleasnstieg zu einem zweiten, ist ein Teil der Bruten infolge des ersten Anstiegs bereits überschwemmt. Bei der Berechnung der jetzt zu erwartenden Verluste muss vom Wert in der rechten Tabellenhälfte der Tab. 49 der Wert, der zur bereits überschwemmten Höhe (linke Tabellenhälfte) gehört, abgezogen werden. Die Werte der Tab. 48 werden jetzt mit diesen Differenzen multipliziert. Man erhält je nach der Höhe des ersten Anstieges neue Werte. Für die Berechnung des Gesamtverlustes einer Saison werden diese Werte zu den errechneten Verlusten für die erste Überschwemmung addiert.

Erfolgt ein zweiter Pegelanstieg erst längere Zeit nach dem ersten Hochwasser (3. Fall im Kap. 4.7.1) behalten die Werte der Tab. 50 ihre Gültigkeit, da die Vögel beim Bau der neuen Nester wieder den selben Abstand zum neuen Wasserpiegel einhalten.

4.7.3 Vergleich der errechneten mit den festgestellten Verlusten

Mit unseren Modellen wurden die Wasserstandsganglinien der letzten Jahren (1985 bis 1993) bewertet:

1993	1. Fall
1992	1. Fall
1991	1. Fall
1990	2. oder 3. Fall
1989	1. Fall
1988	3. Fall
1987	zuerst 3. dann 2. Fall
1986	zweimal 3. Fall
1985	2. oder 3. Fall

(1. Fall: nur eine Überschwemmung; 2. Fall: zweite Überschemmung kurz nach einem ersten Wasseranstieg; 3. Fall: Anstieg nachdem der Pegel bereits über 429,50 m lag, evt. nach einem ersten Anstieg)

Danach errechneten wir die hypothetischen Verluste durch Überschwemmungen anhand der absoluten Nesthöhen (s. Kap. 4.7.1) und anhand der Nesthöhen (s. Kap. 4.7.2) und verglichen sie mit den in den Jahren 1986 und 1990 bis 1993 festgestellten Verlusten (Tab. 51). Die Differenz zwischen den festgestellten und den errechneten Werten anhand der absoluten Nesthöhen beträgt jeweils etwa 1 bis 6 %. Aus dem Ausnahmejahr 1987 stehen leider kaum Nestdaten zur Verfügung. Nach den Angaben von Lindemann (1988) wurden aber kaum Erstbruten, hingegen die meisten Zweitbruten überschwemmt, was unserem errechneten Wert anhand der absoluten Nesthöhen ziemlich nahe kommt. Die Differenz zwischen den festgestellten und den errechneten Werten anhand der Nesthöhen liegt für die Jahre 1990 bis 1993 etwa zwischen 0,5 und 2 %. Die Differenz von rund 14 % im Jahr 1986 ist wohl darauf zurückzuführen, dass der Seepegel in jenem Jahr längere Zeit über 429, 70 m lag, unser Modell aber nicht berücksichtigt, dass die möglichen Nesthöhen nach oben begrenzt sind. Bei einem hohen Wasserstand müssen die Vögel an den nur noch beschränkt vorhandenen günstigen Neststandorten bauen und können nicht mehr eine Mindestdistanz zur Wasseroberfläche einhalten. Die Werte in der rechten Hälfte der Tabelle 49 liegen dann unter den reellen Werten.

In Jahren, in denen der Seepegel während der Brutsaison längere Zeit über etwa 429,65 m liegt, scheint sich also die Berechnung anhand der absoluten Nesthöhen besser zu bewähren als die Berechnung anhand der Nesthöhen. Für die Jahre 1990 bis 1993 waren beide Berechnungsmethoden etwa gleich präzis. Es ist zu beachten, dass die geringere Anzahl Jungvögel durch einen eventueller Verzicht der Altvögel auf Nachkommenschaft infolge starker Überscchwemmung (z.B. im Jahr 1987) nicht berechnet wurde. Natürlich handelt es sich dabei ebenfalls um Verluste, die sich auf die Populationsdynamik auswirken.

Tab. 51: Vergleich der errechneten Verluste mit den festgestellten Verlusten an Nestern durch Überschwemmungen. (*Wieviele Nester 1985 theroretisch überschwemmt wurden (22 % oder 57,1 %) ist nicht klar, da der Wasserstand in jenem Jahr nach dem ersten Anstieg langsam aber ständig gesunken ist und wir deshalb das Verteilungsmuster der absoluten Nesthöhen vor dem zweiten Anstieg nicht kennen)

Jahr	Anteil überschwemmter Nester (errechnet anhand der absoluten Nesthöhen)	Anteil überschwemmter Nester (errechnet anhand der Nesthöhen)	festgestellte überschwemmte Nester
1993	**2 %**	**2 %**	**1 %** (1 von 86)
1992	**5 %**	**2 %**	**2 %** (1 von 65)
1991	**2 %**	**0,5 %**	**0 %** (0 von 35)
1990	**10 %** oder **11 %**	**4 %**	**6 %** (4 von 71)
1989	**2 %**	**0,5 %**	-
1988	**5 %**	**4 %**	-
1987	21 + 21 = **42 %**	6 + 16 = **22 %**	-
1986	11+ 22 = **33 %**	3 + 8 = **11 %**	**27 %** (6 von 22)
1985	**22 %** oder **57 %***	**55 %**	-

4.7.4 Anteil brütender Paare in Gebieten, die direkt vom See überschwemmt werden

Die hypothetischen Prozentsätze der Tab. 42 b und 44 beziehen sich nur auf jene Schilfflächen, die direkt vom See überschwemmt werden. Massgebend für einen Seepegelanstieg sind Niederschläge. Regenfälle führen zwar auch in den vom See abgeschlossenen Gebieten zu einer Wasserstandserhöhung, eine solche ist aber durch die Regulierungsmassnahmen nicht beeinflussbar.
1992 zählten wir am Neuenburgersee-Südufer 218 bis 240 singende **Rohrschwirle**. 131 bis 143 (55-66 %) dieser Reviere lagen in Gebieten, die direkt vom Seewasser überschwemmt werden (Fanel; Broyekanal - Cudrefin; Portalban - Chevroux). 77 bis 85 (32-39 %) dieser Sänger besetzten Reviere in Schilfparzellen, die bei einem Seepegelstand von 429,60 m nicht vom See überflutet werden (Cudrefin - Portalban; La Corbière - Estavayer - Cheyres - Yvonand - Champ-Pittet). Ob die kleinen Schilfflächen zwischen Chevroux und La Motte vom See überschwemmt werden, wissen wir nicht. Dort stellten wir 10 bis 12 Sänger (4-6 %) fest. Die Populationsgrösse der **Bartmeisen** und deren Verteilung am Südufer ist nicht genau bekannt. 1987 wurde die Population auf über 80 Paare geschätzt (Antoniazza 1988). Da aber über die Hälfte aller günstiger Bruthabitate direkt vom Seewasser überschwemmt werden und ein Grossteil aller Bartmeisen zwischen Chevroux und Portalban brüten, dürfte der Anteil Nester, der bei einem Seepegelanstieg durch Überschwemmung gefährdet ist, etwa gleich hoch liegen wie beim Rohrschwirl.

4.8 Nester anderer Vogelarten

Eher zufällig fanden wir auch 3 Feldschwirl-, 3 Wasserrallen und 22 Stockentennester. Alle **Feldschwirl**nester lagen an trockenen Orten. Die Nesthöhe betrug 12, 13 und 21 cm über dem Boden. Die Eiablage begann am 10. Mai, am 12. Mai und am 19. Juni. Die Jungen flogen am 9. Juni, am 11. Juni und am 14. Juli aus. An den drei **Wasserrallen**nestern ermittelten wir absolute Nesthöhen von 429,45 m, 429,57 m und 429,59 m. Alle drei Bruten dürften in der ersten Maihälfte begonnen worden sein. Zwei waren sicher nicht

erfolgreich. In einem Fall ist der Ausgang nicht bekannt. In den letzten Jahren gelangen uns regelmässig Funde von **Stockenten**nestern (1 bis 6 pro Jahr). Häufig machten uns die davonfliegenden Weibchen auf den Neststandort aufmerksam. Die absoluten Nesthöhen von 18 Nestern lagen zwischen 429,50 m und 429,79 m, bei einem Mittelwert von 429,58 ±0,09 m. Nur 4 von 18 Nestern waren sicher erfolgreich. Auffällig war die sehr hohe Prädationsrate: mindestens 11 der 14 erfolglosen Bruten wurden ausgeraubt. Häufig waren wohl Rabenvögel die Verlustursache, denn mehrmals konnten wir Rabenkrähen mit Stockenteneiern im Schnabel beobachten. Hohe Gelegeverluste werden auch in anderen Gebieten Europas festgestellt. Sie können durch Ersatzgelege weitgehend kompensiert werden (Bauer & Glutz v. Blotzheim 1968). Zudem ist die Art nicht auf den Schilfgürtel am Neuenburgersee angewiesen, sondern brütet auch in vielen anderen Gebieten der Schweiz, wo sie sich bezüglich des Neststandortes sehr vielseitig zeigt. Überschwemmte Nester stellten wir keine fest. Die Eiablage erfolgte zwischen Anfang April und dem 20. Juni. 16 Nester lagen auf Seggenbülten, wobei es sich oft um sehr grosse, von Wasser umgebene Bülten handelte. 2 Nester lagen an etwas erhöhten Orten in der Streuschicht am Boden. 22 Nester lagen in Gebieten, die direkt vom Seewasser überschwemmt sind, 2 Nester lagen im Sektor 7 (Cheyres). Während die Brutphänologie etwa derjenigen der drei genau untersuchten Arten entspricht, liegen die absoluten Nesthöhen rund 9 cm tiefer. Stockenten sind somit am Neuenburgersee Überschwemmungen in stärkerem Masse ausgesetzt als Rohrschwirle, Rohrammern oder Bartmeisen. Hochwasser dürfte aber die Population weniger stark treffen, da Stockenten auch vielerorts brüten, wo sie nicht von Hochwasser bedroht sind.

5. Für den Artenschutz ideale Wasserstandsganglinie

Aufgrund der Resultate im Kap. 4 können folgende Schlüsse gezogen werden:

-Liegt der Seepegel während der ganzen Brutsaison unterhalb 429,50 m, werden durch Wasserstandsschwankungen keine Nester überschwemmt.

-Erreicht der Pegel seinen Höchststand bereits vor Mitte April und kommt es später zu keinem weiteren nennenswerten Anstieg, werden keine Nester überschwemmt. Der Wasserstand sollte aber nicht über 429,70 m, auf gar keinen Fall über 429,80 m steigen, da sonst ein sehr grosser Teil der günstigen Neststandorte unter Wasser liegt, was zu Brutverzicht führt.

-Ein leichter Anstieg bis zu 10 cm bewirkt Verluste von höchstens 10 %, da nur soviele Nester in diesem Höhenbereich liegen.

-Für alle Pegelanstiege während der Brutsaison (Mitte April bis Ende Juli) können die zu erwartenden Verluste aus den Tabellen 43, 45, 46, resp. 50 gelesen werden. Am schlimmsten wirkt sich ein Wasseranstieg zwischen Anfang und Ende Mai aus, da in diesem Monat zu jedem Zeitpunkt 45 - 60 % aller Nester Eier oder Junge enthalten (s. Tab. 48).

-Ein starker Pegelanstieg während der Brutsaison hat die geringsten Folgen, wenn er nach Mitte bzw. nach Ende Juni erfolgt, da dann bereits rund zwei Drittel resp. über drei Viertel aller Bruten abgeschlossen sind.

Sowohl für Pegelanstiege in verschiedenen Ausmassen wie für das Auftreten von Pegelanstiegen zu verschiedenen Zeitpunkten können Aussagen gemacht werden, über die relative Schädlichkeit der Ereignisse. In den Abb. 13 und 14 sind die Nutzwertfunktionen für die beiden erwähnten Parameter dargestellt. Ein optimaler Bruterfolg entspricht dabei 100 Prozent auf der Ordinate. Der Ordinatenabschnitt entspricht in der Abb. 13 dem Anteil Nester, der oberhalb der jeweiligen Höhe liegt, in der Abb. 14 dem Anteil Nester, der zum jewiligen Zeitpunkt keine Eier oder Junge enthält. In der Tabelle 52 sind vereinfacht die Auswirkungen verschiedener Wasserstandserhöhungen festgehalten.

Bei Beibehaltung des mittleren Wasserstandes der letzten Jahre, wären vom Standpunkt des Artenschutzes aus Überschwemmungen vor Anfang Mai, den Überschwemmungen in der Hauptbrutperiode Mai und Juni vorzuziehen. Eine allgemeine Senkung des mittleren Wasserstandes würde im Laufe der Jahre die Entwicklung und Struktur der Vegetation verändern. Wahrscheinlich würde die Bültenbildung beeinträchtigt und die Schilffläche verringert und so das Angebot an günstigen Revieren für die Vögel abnehmen.

Abb. 13: Nutzwertfunktion verschiedener Pegelanstiege (unabhängig des Zeitpunktes). 100 % = optimaler Bruterfolg.

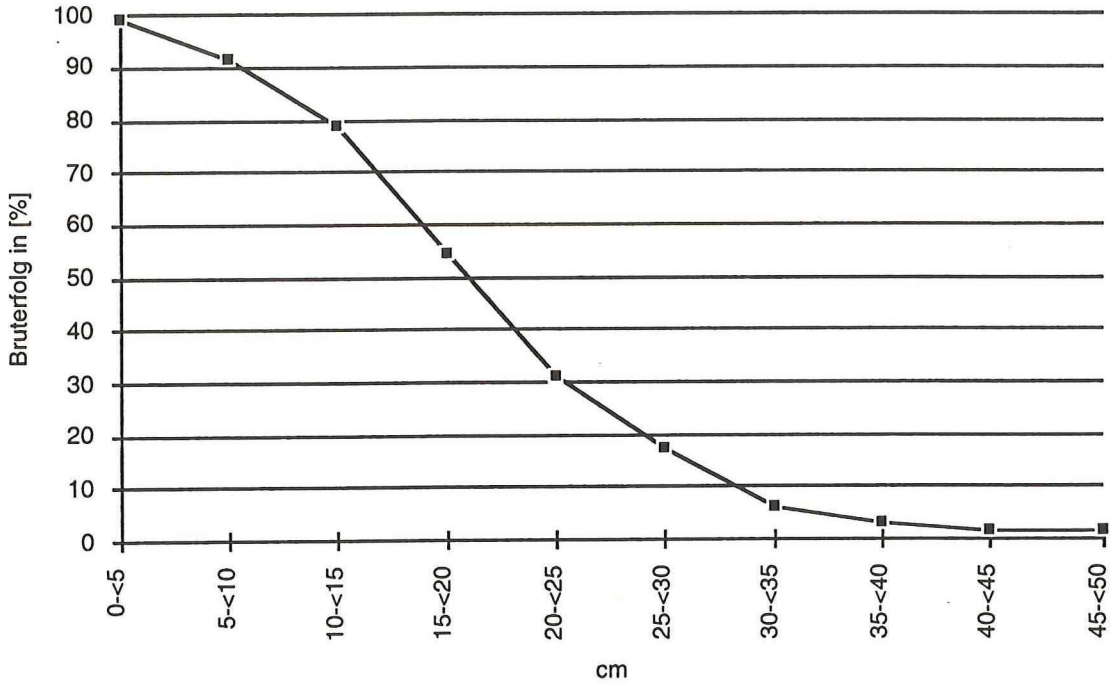
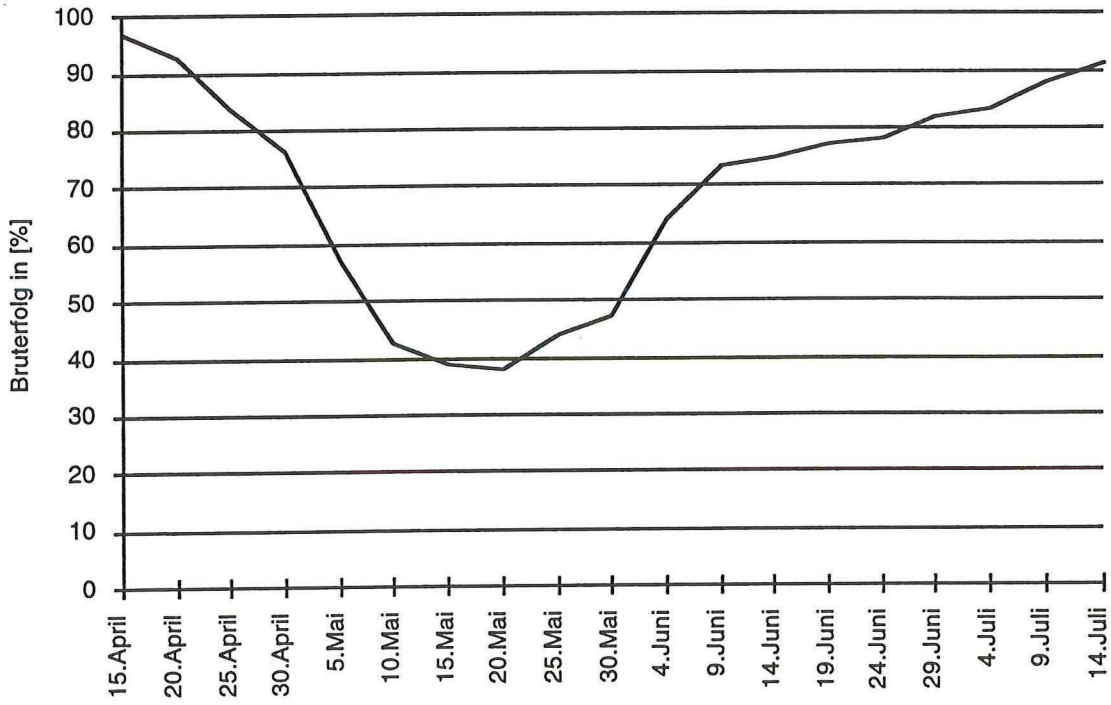


Abb. 14: Nutzwertfunktion verschiedener Überschwemmungsdaten (unabhängig des Ausmasses des Wasseranstieges). 100 % = optimaler Bruterfolg.



Tab. 52: Vereinfachte Darstellung der Auswirkungen verschiedener Wasserstandserhöhungen

	Anstieg auf 429,60 m	Anstieg auf 429,70 m	Anstieg auf 429,80 m	Anstieg um 10 cm	Anstieg um 20 cm	Anstieg um 30 cm
≈ Ende April	≈ 5 %	≈ 15 %	≈ 20 %	≈ 5 %	≈ 15 %	≈ 20 %
≈ 10. Mai	≈ 10 %	≈ 35 %	≈ 50 %	≈ 10 %	≈ 30 %	≈ 50 %
≈ 20. Mai	≈ 10 %	≈ 40 %	≈ 50 %	≈ 10 %	≈ 35 %	≈ 50 %
≈ Anfang Juni	≈ 5-10 %	≈ 20 %	≈ 30 %	≈ 5 %	≈ 20 %	≈ 30 %
≈ Ende Juni	≈ 5 %	≈ 10 %	≈ 15 %	< 5 %	≈ 10 %	≈ 15 %

6. Diskussion

Es ist anzumehmen, dass im jahrhundertelangen Selektionsprozess Nistplatz und Nestbaubeginn bei Schilfvögeln so bestimmt wurden, dass unter natürlichen Bedingungen jahreszeitliche Schwankungen des Wasserstandes und klimatische Faktoren die Populationen langfristig nicht gefährden. Menschliche Aktivitäten hingegen können dieses Zusammenspiel verschiedener Elemente stark verändern, wie dies z.B. in den letzten 120 Jahren am Neuenburgersee der Fall war. Der Schilfgürtel am Neuenburgersee ist zwar erst in den letzten Jahrzehnten entstanden und stellt ein vom Menschen geschaffenes Habitat dar, er muss aber als Ersatz für den Verlust vieler anderer Schilfgebiete in Mitteleuropa aufgefasst werden. Die Frage, wie sich die künstlich veränderten Wasserstände am Neuenburgersee auf den Bruterfolg der Schilfvögel auswirkt, ist vor allem deshalb wichtig, weil es sich bei der Grande-Cariçaie um eines der wenigen verbliebenen, grösseren Schilfgebieten in Mitteleuropa handelt und dort der Populationsschwerpunkt für mehrere Vogelarten liegt.
80-90 % der rund 300 Rohrschwirlpaare in der Schweiz brüten am Neuenburgersee (Aebischer, in Vorb.). Grössere Vorkommen findet man erst wieder am Neusiedlersee im Osten Österreichs mit 3000-5000 Brutpaaren und in Holland mit 1500-2500 Brutpaaren, wobei dort die Bestände seit den 70er Jahren eine abnehmende Tendenz zeigen (Glutz v. Blotzheim & Bauer 1991). 1959/60 schätzt man im Marais de St-Gond in Frankreich den Rohrschwirlbestand auf 6500-8500 Paare (Erhard & Spitz 1964). 1969 wurde das Gebiet trockengelegt! Heute gibt es in Frankreich keine so grossen Populationen mehr. Der Rohrschwirl gehört in Frankreich zur Kategorie Vögel mit 1000 - 10'000 Paaren (Commission de l'avifaune française 1992). Den Bestand in ganz Westdeutschland schätzt man auf 300-600 Brutpaare (Bauer & Thielcke 1982).

Neben den knapp 100 Paaren am Neuenburgersee brüten Bartmeisen in der Schweiz nur noch in wenigen Paaren am Heidenweg (Bielersee). In der Bundesrepublik Deutschland (inkl. ehem. DDR) schätzte man den Bestand 1975 auf 520-700 Brutpaare. Die nächstgelegenen Gebiete mit grösseren Beständen liegen in Holland, wo die Population 1983 auf 700 bis 1400 Paare geschätzt wurde (1975 noch 7500-8000 Paare) und am Neusiedlersee in Österreich Dort brüten vermutlich über 10'000 Paare (andere Unterart: *P. biarmicus russicus*, Glutz v. Blotzheim & Bauer 1993), es ist aber der einzige regelmässige Brutplatz in Österreich (Dvorak *et al.*,1993). In allen Gebieten treten starke Schwankungen auf und manchmal kommt es zum fast totalen Zusammenbruch ganzer Populationen (Bezzel 1993).

Für den Wiederaufbau solcher Populationen ist häufig ein Geburtenüberschuss aus anderen Populationen notwendig. Randpopulationen (="sink populations") können z.T. nur fortbestehen, wenn sie ständig von einer Immigration aus Kernpopulationen (="source populations") profitieren können. Andererseits können kleine Randpopulationen zur Stabilität der Kernpopulationen beitragen (Pulliam 1988, Lewin 1989, Howe, Davis & Mosca 1991, Pulliam & Danielson 1991). Geringere Individuenzahlen erhöhen die Wahrscheinlichkeit für Inzucht und in der Folge die Sterblichkeit und Sterilität. Inzucht führt auch zum Verlust von wichtigen Genen und eventuell zum Aussterben einer Population nach einem oder mehreren Katastrophenjahren (bei Schilfvögeln vor allem starke Überschwemmungen und länger anhaltende schlechte Wetterbedinungen). Naturschutzbestrebungen müssen aus den dargestellten Gründen dahinzielen, möglichst naturnahe Populationsgrössen und nicht nur seltene Arten zu erhalten.

An insgesamt 346 Nestern von Rohrschwirlen, Bartmeisen und Rohrammern sammelten wir Daten, die über die Nistgewohnheiten dieser Arten Aufschluss geben sollten. Uns interessierten dabei besonders Beginn und Ende der Brutzeit, Neststandorte und Nesthöhen, die Beeinflussung der Nesthöhen und des Bruterfolges durch den Wasserstand und die Vegetation sowie mögliche Folgen der Wasserstandsregulierungen auf das Fortbestehen der Populationen.

Bei allen untersuchten Arten lagen rund 80 % Nester in Seggenbülten (i.d.R. *Carex elata*), 14 % lagen zwischen den Blättern der Deutschen Schneide *Cladium mariscus*. Diese Pflanzen bieten den Vögeln die besten Unterlagen un den besten Schutz für ihr Nest. Im Gegensatz zu anderen Autoren (Schiermann 1924, König 1951, Wawrzyniak & Sohns 1986) fanden wir nur zwei Nester zwischen Schilfstengeln. Reine Schilfbestände kommen nur dann als Neststandort in Frage, wenn die Schilfstengel sehr nahe beeinander liegen oder wenn gebrochene Schilfstengel eine Knickschicht bilden, die als Nestunterlage dienen kann. Andere Neststandorte treten nur ausnahmsweise auf. 6 Bartmeisennester lagen auf Rohrkolben, auf denen die Vögel nur in jenem Bereich bauen können, wo die Blätter auseinanderweichen. Solche Nester kommen deshalb wesentlich höher zu liegen als andere. Abgesehen von diesen Rohrkolbennestern unterscheiden sich die Nesthöhen der drei Arten nicht signifikant. Die Nesthöhen unterscheiden sich auch nicht auf den verschiedenen Unterlagen, in verschiedenen Pflanzengesellschaften oder in den verschiedenen Untersuchungssektoren. Somit sind die Nester aller Arten dem Hochwasser in gleichem Masse ausgesetzt. Zwischen Nesthöhen und Schilfhöhen oder Schilfdichten ist kein Zusammenhang zu erkennen. Die Arten unterscheiden sich zwar bezüglich der Schilfhöhen und -dichten an den Nestern, zeigen also eine gewisse artspezifische Bevorzugung; ihre Nester werden aber immer in den selben Höhen gebaut. Die Struktur der Seggenbülten und Schneidenblätter lässt meist gar keine andere Höhe zu. In besser entwickelter Streuschicht werden die Nester nicht höher gebaut. An 180 von 183 Nestern betrug die Streuschichtdicke aber mindestens 20 cm. Die Vögel errichten ihre Nester also nur an Orten, an denen die Streuschicht genügend ausgeprägt ist. Auf die Nesthöhe wirkt sich dies aber nicht aus. Die Nester lagen beim Rohrschwirl auf durchschnitlich 20,3 cm, bei Rohrammern auf 21,3 cm und bei Bartmeisen auf 23,4 cm (ohne Rohrkolbennestern auf 20,8 cm). Unsere Werte stimmen gut mit den Vergleichswerten aus der Literatur überein (Ten Kate 1931, Mildenberger 1958, Kux 1959, Feindt & Jung 1968, Haartman 1969, Henry 1972, Blümel 1982, Pikulski 1986, Wawrzyniak & Sohns 1986). Die Streuung der Nesthöhen ist am Neuenburgersee allerdings geringer. Die von uns festgestellten, praktisch identischen Werte bei den drei Arten erklären sich durch die Nutzung der gleichen Nestunterlagen (Seggenbülten oder Schneidenblätter). An Orten mit tieferem Wasser stellten wir häufig mächtigere und höhere Bülten fest. Auf alten Fotos, die gemacht wurden, als der Wasserstand noch höher lag, sind ebenfalls grössere Bülten zu beobachte. Wahrscheinlich werden die Bülten durch den langjährigen Wasserstand geformt. Bliebe der durchschnittliche Pegelstand während einigen Jahren weit über oder unter dem heutigen Mittel, würden vermutlich auch die Seggenbülten höher resp. tiefer wachsen. Damit würden sich auch die potentiellen Nesthöhen verschieben.

In allen Gebieten, die direkt vom Seewasser überschwemmt werden, konnte die absolute Höhe der Nester über Meer ("absolute Nesthöhe ") ermittelt werden. Diese entspricht gerade jenem Niveau, bei welchem das Nest überschwemmt würde. Da wir feststellen konnten, wieviele Nester unterhalb eines beliebigen Niveaus liegen, kann für beliebige Pegelanstiege vorausgesagt werden, wieviele Nester überschwemmt werden. Wie die Nesthöhen unterscheiden sich auch die absoluten Nesthöhen bei den drei Arten nicht signifikant.
Da die Wasserstände in den letzten vier Jahren unterschiedlich hoch lagen, die Nesthöhen aber nicht, wundert es nicht, dass sich die absoluten Nesthöhen bei allen Arten in den verschiedenen Jahren unterscheiden: In Jahren mit tieferem Wasserstand liegen die durchschnitllichen absoluten Nesthöhen der drei Arten auch tiefer als in Jahren mit höherem Wasserstand. Die absoluten Nesthöhen sind sehr gut positiv mit dem Seepegel bei Legebeginn korreliert. Da sich die Nesthöhen in verschiedenen Jahren trotz der unterschiedlichen Wasserstände nicht unterscheiden, und zudem nur 8 % aller Nester in Höhen unterhalb 10 cm liegen, darf angenommen werden, dass die Vögel bei Beginn des Nestbaus eine Minimaldistanz zur Wasseroberfläche einhalten. Die Nesthöhen unterscheiden sich zwar in verschiedenen Jahren nicht, sie sind aber negativ mit dem Seepegel bei Legebeginn korreliert. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen,

dass die Vögel bei Hochwasser für den Nestbau nicht beliebig nach oben ausweichen können. Tatsächlich hatten die Vögel an 95 % der Neststandorte nicht die Möglichkeit, höher als 45 cm über dem Wasser zu bauen.

Bartmeisen beginnen ihre Brutsaison bereits Anfang April. Rohrschwirle und Rohrammern beginnen mit der Eiablage etwa um den 25. April. Bei Rohrammern und Bartmeisen dauert die Brutzeit etwa bis zur zweiten Julidekade, beim Rohrschwirl etwa bis Anfang August. Da wir 1992 und 1993 ein besonderes Augenmerk auf den Rohrschwirl richteten, ist es möglich, dass uns spät brütende Paare bei dieser Art stärker auffielen als bei den anderen. Insgesamt sind rund 90 % der Bruten bis Mitte Juli abgeschlossen.

Rund 80 % der von uns gefundenen Nester waren erfolgreich. Pro Nest flogen 3,4 (Rohrschwirl), 2,5 (Bartmeise) und 3,0 (Rohrammer) Junge aus. Um die Anzahl ausgeflogener Junge pro Paar und Jahr zu kennen, müsste man alle Altvögel individuell unterscheiden können. 1992 und 1993 hatten wir die meisten Rohrschwirle farbig beringt. Wir stellten so pro Paar 6,1 resp. 6,7 ausgeflogene Junge pro Jahr fest. Die Verlustrate blieb insgesamt sehr gering. Von 295 Nestern wurden nur 22 (7,5 %) ausgeraubt und von 299 Nestern lediglich 12 (4 %) überschwemmt (Tab. 53). Während der Bruterfolg am Neuenburgersee bei der Bartmeise etwa den Daten aus der Literatur entspricht, liegen die Werte bei Rohrschwirlen und Rohrammern weit über dem Durchschnitt: Pikulski (1986) ermittelte für den **Rohrschwirl** 2,5 Junge pro Nest, wobei nur 32 % der Paare Zweitbruten zeitigten (also höchstens 3,5 Junge pro Paar und Jahr). Dittberner & Dittberner (1991) stellten 1,8 Junge pro Nest und 4,7 Junge pro Paar und Jahr fest, wobei es zu mehreren Ersatzbruten kam. Bei Pikulski flogen aus 56 % aller Nester Jungvögel (Verluste meist durch Prädation), bei Dittberner & Dittberner waren 14 von 34 Nester (41 %) erfolgreich. Für die **Bartmeise** stellten Feindt & Jung (1968) 2,1 Junge pro Nest (72 % der Nester erfolgreich) und Wawrzyniak & Sohns (1986) 3,4 Junge pro Nest (90 % der Nester erfolgreich) fest. Bei Blümel (1982) flogen aus 125 **Rohrammer**nestern durchschnitlich 2,3 Junge und bei Ulbricht (1975) aus 20 Nestern durchschnitllich nur 1,0 Junges. Aus 68 Nestkarten aus dem Archiv der Vogelwarte Sempach ermittelte ich 2,6 ausgeflogene Jungvögel pro Nest. Hermann (1982/83) fand 52 % erfolgreiche Nester und 4,5 aufgezogene Junge pro Paar und Jahr. Ghiot (1971) ermittelte 62 % erfolgreiche Nester.

Die von uns ermittelten Verluste liegen vermutlich etwas unter den reellen Werten, da die Wahrscheinlichkeit, ein erfolgreiches Nest zu finden, grösser ist, als jene für erfolglose Nester. Dies dürfte jedoch auch für Untersuchungen anderer Autoren gelten. Möglicherweise wurde durch unsere Anwesenheit im Schilf die Prädationsrate etwas verringert. Der hohe Bruterfolg ist aber wohl grösstenteils auf die geringen Überschwemmungen und auf die eher guten Wetterbedingungen in den letzten Jahren zurückzuführen. Die relativ stabilen, aber meist niedrigen Wasserstände in den letzten 4 Jahren führten zu nur wenigen überschwemmten Nestern. Im für die Bruten wichtigsten Monat Mai wurden an der Meteorologischen Station Payerne in den letzten 5 Jahren jeweils unterdurchschnitlliche Niederschlagsmengen gemessen (57 %, 64 %, 62 %, 90 % und 80 % der Norm). Auch im Juli blieben die Niederschläge in vier der letzten fünf Jahre unter dem Durchschnitt. Der Juni 1989 war ebenfalls niederschlagsarm, in den Jahren 1990 und 1993 fielen aber wesentlich mehr Niederschläge als durchschnitllich (154 % resp. 121 % der Norm). Überraschend ist bei uns die geringe Prädationsrate von nur 6 bis 9 %. Pikulski (1986) stellte beim Rohrschwirl als Verlustursache haupsächlich Prädation fest (27 % aller Nester). Die häufigste Ursache für Brutverluste bei Freibrütern ist Prädation (Cody 1971, Deramond 1959, Lack 1954, Ricklefs 1969). Der Bruterfolg unterliegt natürlicherweise beträchtlichen jährlichen Schwankungen, die zu einem grossen Teil auf Witterungseinflüsse zurüchzuführen sind (Bezzel & Prinzinger 1990). Auch in unserer Studie wurden grosse Unterschiede von Jahr zu Jahr festgestellt. Für Schilfvögel kommen folgende Feinde in Betracht: Fuchs, Rabenvögel,

Wasserralle, Rohrweihe, Ringelnatter, Spitzmaus, Mäuse Wasserratte, Bisamratte, Marderartige, Mooshummel, Wegschnecke, (Ten Kate 1931, Seitz 1943, König 1951, Feindt & Jung 1968, Marion & Marion 1975, Blümel 1982, Wawrzyniack & Sohns 1986, Dittberner & Dittberner 1992, Aebischer unveröff.). Selten parasitieren Kuckucke bei der Rohrammer (Blümel 1982, Davies & Brooke1991), ausnahmsweise auch beim Rohrschwirl (Henry 1972, Mildenberger 1984). Nach König (1951) und Ten Kate (1931) stellen Wasserstandsschwankungen die Hauptursache für Brutverlsute bei Bartmeisen dar.

Tab. 53: Zusammenstellung des Brutefolges am Neuenburgersee und in anderen Gebieten

Autor	Art	ausgefl. Junge pro Nest	ausgefl. Junge pro Paar pro Jahr	erfolgreiche Nester
diese Studie (Neuenburgersee)	Rohrschwirl	3.35	6.4	84 %
"	Bartmeise	2.50		73 %
"	Rohrammer	3.02		80 %
Pikulski (1986)	Rohrschwirl	2.5	< 3.5	56 %
Dittberner & Dittberner (1991)	Rohrschwirl	1.8	4.7	41 %
Feindt & Jung (1968)	Bartmeise	2.1		72 %
Wawrzyniak & Sohns (1986)	Bartmeise	3.4		90 %
Blümel (1982)	Rohrammer	2.3		
Ulbricht (1975)	Rohrammer	1.0		
Hermann (1982/83)	Rohrammer		4.5	52 %
Ghiot (1971)	Rohrammer			62 %
Archiv Vogelwarte Sempach	Rohrammer	2.6		

Die am Neuenburgersee ermittelte Ausfliegrate von 2,5 bis 3,4 Jungvögel pro Nest dürfte für den Erhalt der Bestände ausreichen, zumal in diesen Werten alle erfolglosen Nester berücksichtigt wurden und die Vögel nach einem Brutverlust nachgewiesenermassen i.d.R. sofort mit einer Ersatzbrut beginnen. Somit konnten fast alle Paare zwei Bruten pro Jahr aufziehen (z.T. sogar drei) und entsprechend über 5 Junge pro Paar ausfliegen. Die hochsignifikanten Dichtezunahmen bei Rohrschwirl und Rohrammer in den letzten Jahren ist wohl auf den hohen Bruterfolg zurückzuführen. Bei den Bartmeisen war der Bruterfolg etwas geringer und entsprach den Angaben in der Literatur. Für diese Art konnte am Neuenburgersee weder eine Zu- noch eine Abnahme verzeichnet werden.

Um die Dynamik einer Population beschreiben zu können, müssen demografische Variablen wie Geburtenrate, Jugendmortalität, Adultmortalität, mittlere Lebenserwartung und Rückkehrrate (bei ziehenden Arten) bekannt sein. Zum Erlangen solcher Kenntnisse sind Langzeitstudien und die Überwachung ganzer Populationen erforderlich. Und selbst dann bleibt bei ziehenden Arten, die keine ausgeprägte Brutortstreue zeigen, noch ein grosser Unsicherheitsfaktor, da nicht bekannt ist, welcher Anteil der Population sich im folgenden Jahr anderswo ansiedelt.
Wir kennen für unsere Populationen weder die Adult- noch die Jugendmortalität. Nach Cody (1971) beträgt aber die jährliche Adultserblichkeit bei Kleinvögeln 40 bis 60 %, die Jugendsterblichkeit vom Ausfliegen bis zum Ende des 1. Lebensjahres etwa 60 bis 70 %. Demnach sollten in einer Population 2,5 bis 3,3 Junge pro

Paar pro Jahr ausfliegen, um theoretisch stabil zu bleiben. Zumindest in den letzten 5 Jahren wurden diese Werte von allen drei untersuchten Arten am Neuenburgersee erreicht. Die Veränderung von bloss einer der erwähnten demografischen Variablen (z.B. eine verringerte Geburten- oder Ausfliegerate infolge von Hochwasser) kann die Bestandesentwicklung stark beeinflussen (Pulliam, Dunning & Liu 1992). Treten sehr hohe Verluste nur in einem einzelnen Katastrophenjahr auf, können diese aber in den Folgejahren kompensiert werden (wie schon an vielen Kleinvögeln beobachtet). Berthold & Querner (1979) schätzen bei Kleinvögeln eine natürliche Fluktuationsrate von 20-30 %. Nach dem Ausnahmejahr 1987, als praktisch sämtliche Zweitbruten dem Hochwasser zum Opfer fielen, wurde der Aufwärtstrend von Rohrschwirlen und Rohrammern kurz unterbrochen (s. Abb. 9). Die Rohrschwirldichte war 1988 leicht niedriger und die Rohrammerdichte ungefähr gleich wie 1987. Aber schon 1989 folgten die Populationen wieder dem Aufwärtstrend.

Mit RamasAge (Applied Biomathematics) simulierten wir für verschiedene Fortpflanzungsraten (2, 4, 6 oder 8 Junge pro Paar pro Jahr) und verschiedene Überlebenswahrscheinlichkeiten (20-50 % für ausgeflogene Junge bis zum nächsten Frühjahr und 30-70 % für Altvögel) die Populationsentwicklung während 10 bis 20 Jahren (s. Tab. 54). Als Anfangspopulationsgrössen für verschiedene Altersklassen wählten wir Werte, die in der Grössenordnung der beobachteten Werte lagen (200-900 Jungvögel, 200-600 Altvögel). Bei einem Fortpflanzungserfolg von durchschnittlich lediglich 2 ausgeflogenen Jungen pro Paar pro Jahr (bei Berücksichtigung auch der erfolglosen Paare) ist die Population in keinem Fall überlebensfähig. Bei einer Überlebensrate von 60 % der Altvögel und 40 % der Jungvögel müssen pro Paar und Jahr 4 Junge ausfliegen, damit die Population nicht abnimmt. Die Verluste eines einzelnen Katastrophenjahres können in jedem Fall kompensiert werden. Selbst der Brutausfall in zwei aufeinanderfolgenden Jahren bringt die Population noch nicht in Gefahr.

Wie häufig grosse Überschwemmungen nach der Einführung des Regulierungsreglements auftreten, ist nicht bekannt. Deshalb können heute auch noch keine genauen Voraussagen über die Populationsentwicklungen gemacht werden.

Tab. 54: Entwicklung einer Population bei verschiedenen Fortpflanzungerfolgen und verschiedenen Überlebenswahrscheinlichkeiten. "-" = Population nimmt ab; "≈konst." = Population erreicht ein Gleichgewicht

Überlebensrate Jungvögel:	20 %	20 %	30 %	30 %	40 %	50 %
Überlebensrate Altvögel	40 %	60 %	40 %	60 %	60 %	70 %
2 Junge/Paar/Jahr	-	-	-	-	-	-
4 Junge/Paar/Jahr	-	-	-	-	≈konst.	≈konst.
6 Junge/Paar/Jahr	-	-	-	≈konst.	≈konst.	≈konst.
8 Junge/Paar/Jahr	-	-	≈konst.	≈konst.	≈konst.	≈konst.

Der Verlust früher Bruten wirkt sich vermutlich stärker auf die Populationsentwicklung aus als der Verlust später Bruten. Nach dem Verlust einer Erstbrut beginnen zwar die meisten Paare sofort mit einer Ersatzbrut. Nach deren Ausfliegen reicht aber vielleicht die Zeit nicht mehr für eine Zweitbrut. Zudem überleben

Jungvögel aus frühen Bruten häufig mit grösserer Wahrscheinlichkeit bis zum fortpflanzungsfähigen Alter im nächsten Frühjahr als Junge aus Spätbruten.

Schätzungsweise je ein Drittel aller Rohrschwirl-, Bartmeisen- und Rohrammerpaare brütet am Neuenburgersee an Stellen, die nicht direkt vom See überschwemmt werden. Ein Seepegelanstieg hat für sie nicht unbedingt die gleichen Folgen wie für jene Paare, die in Gebieten brüten, deren Wasser mit dem Seewasser in Verbindung steht. Der Pegelstand des Neuenburgersees steigt vor allem nach Niederschlägen. Regenfälle führen aber auch in den vom See isolierten Schilfgebieten zu einem Wasseranstieg. Während durch eine Korrektur der Abflussgeschwindigkeit des Seewassers der Bruterfolg in den vom See überschwemmten Gebieten erhöht werden kann, ist dies in anderen Gebieten nicht der Fall. Es gibt keinen Hinweis darauf, dass Vögel in den isolierten Gebieten bei Hochwasser einen höheren Bruterfolg erzielen würden und so Teile der Verluste in den vom See überschwemmten Gebieten kompensieren können. Abgesehen davon, muss versucht werden, die Verluste durch Überschwemmungen in den mit dem See in Verbindung stehenden Gebieten klein zu halten - unabhängig vom Anteil Paare, die in diesen Gebieten brüten.

Auch ein zu tiefer Wasserstand kann sich auf die Vogelwelt negativ auswirken. Haubentaucher und andere Arten (z.B. Drosselrohrsänger) profitieren von Überschwemmungen, da dann eine grössere Schilffläche ihren Habitatansprüchen entspricht. Ein Absinken des Wasserspiegels während der Brutsaison des Haubentauchers führt nach Renevey (1989) am Neuenburgersee zum Verlust von 10 % der Bruten, weil dann die trockengelegten Nester nicht mehr schwimmend erreichbar sind. Nach Dementjev (1969), Dirkx (1939) und Erhard & Spitz (1964) gründen Rohrschwirle ihre Reviere nur in überschwemmten Gebieten und Mildenberger (1958) fand, dass fallender Wasserstand zur Verminderung des Bestandes und Niedrigwasser zur Aufgabe des Biotopes führen kann.

Anhand der bekannten Verteilungsmuster der Nesthöhen über Wasser und der absoluten Nesthöhen wird in den Kapiteln 4.7 und 5 ausführlich dargelegt, wie sich verschiedene Wasserstandsganglinien auf den Bruterfolg der untersuchten Arten auswirken und welche Wasserstandsganglinien eine optimale Jungenaufzucht ermöglichen.

7. Zusammenfassung

Zwischen 1990 und 1993 wurden am Neuenbugersee an rund 260 Nestern von Rohrschwirlen, Bartmeisen und Rohrammern die Nesthöhe, der Nestinhalt und der Bruterfolg ermittelt und die umliegende Vegetation analysiert. Die Daten konnten mit Messungen und Beobachtungen aus früheren Jahren ergänzt werden.
Die Nesthöhen aller Arten hängen in erster Linie von der Struktur der Seggenbülten, aber auch vom Wasserstand bei Brutbeginn ab. Die Nesthöhen unterscheiden sich weder zwischen den Arten noch in den verschiedenen Untersuchungssektoren. Rohrschwirle, Bartmeisen und Rohrammern sind somit Hochwasser in gleichem Masse ausgesetzt. In Gebieten, die direkt vom Seewasser überschwemmt werden, konnten wir anhand der Wassertiefe, der Nesthöhe über Wasser und dem bekannten Seepegel die absolute Nesthöhe ermitteln. Diese unterscheiden sich zwischen den Arten und in verschiedenen Sektoren nicht. Im Gegensatz zu den Nesthöhen über Wasser zeigen sie aber in verschiedenen Jahren in Abhängigkeit vom jeweiligen Wasserstand Unterschiede. Je höher der Wasserstand, desto höher kommen die absoluten Nesthöhen zu liegen. Alle drei Arten scheinen gewisse Distanzen zwischen den Nestern und der Wasseroberfläche einzuhalten. Bei Hochwasser ist dies aber nur beschränkt möglich, da die Struktur der Seggenbülten nur einen gewissen Höhenbereich für den Nestbau zulässt.

Bartmeisen beginnen ihre Bruten ab Anfang April, Rohrschwirle und Rohrammern gegen Ende April. Die Brutperiode dauert etwa bis Ende Juli.

Der am Neuenburgersee ermittelte Bruterfolg stimmt bei der Bartmeise mit den Angaben aus der Literatur überein. Bei Rohrschwirlen und Rohrammern stellten wir wesentlich höhere Werte fest. Sowohl Prädationsrate wie der Anteil überschwemmter Nester blieben unerwartet tief. Ein Bruterfolg wie in den Jahren 1990 bis 1993 dürfte bei allen Arten zum Erhalt der Bestände ausreichen und bei Rohrschwirl und Rohrammer vermutlich sogar zu einem Populationsanstieg führen. Ein solcher wurde in den letzten Jahren auch festgestellt.
Anhand der Nesthöhen, der absoluten Nesthöhen und der Brutphänologie können Voraussagen über die zu erwartenden Verluste bei verschiedenen Wasserstandsganglinien gemacht werden. Die Auswirkungen verschiedener Pegelstände werden ausführlich erläutert und die errechneten Werte mit den ermittelten Verlusten verglichen. Die Differenzen liegen in der Grössenordnung von wenigen Prozenten; allerdings blieben die Verluste in allen vier Jahren sehr gering. Liegt der Seepegel während der Brutsaison längere Zeit über 429,60 m, werden die Verluste besser anhand des bekannten Verteilungsmusters der absoluten Nesthöhen berechnet. Bei einem Wasseranstieg ausgehend von einem Niveau unterhalb 429,50 m dürfte die Berechnung anhand des Verteilungsmusters der Nesthöhen präziser sein. Zwei Nutzwertfunktionen geben Auskunft über die Schädlichkeit eines Wasseranstieges auf verschiedene Höhen respektiv an verschiedenen Daten.

8. Dank

M. Antoniazza führte mich vor einigen Jahren in den Lebensraum Schilf ein. Ich durfte immer von seiner langjährigen Erfahrung mit Schilfvögeln profitieren. Er und vor allem auch V. Antoniazza haben viele Stunden in die Nestsuche investiert und ihre Beobachtungen und Messungen präzise festgehalten und zur Verfügung gestellt. J. Studer, M. Krieg und M. Tschan halfen uns mit sehr viel Einsatz bei der Revierkartierung, Nestsuche und Beringung. Prof. D. Meyer, unter dessen Leitung das Projekt durchgeführt wurde, vertraute uns die Untersuchung an, setzte sich immer für das gute Gelingen der Arbeit ein und trug Wesentliches zur Lösung anstehender Probleme bei. L.-F. Bersier war mit viel Geduld bei der Datenverarbeitung behilflich. Die Schweizerische Vogelwarte Sempach stellte uns ihre Bibliothek und die Rohrammer-Nestkarten aus ihrem Archiv zur Verfügung und insbesondere R. Lévêque und H.Schmid dienten uns mit weiteren Informationen.

Ihnen und auch allen Ungenannten, die uns bei der Arbeit irgendwie behilflich waren, sei hier bestens gedankt.

9. Erwähnte Literatur

Aebischer, A. (1991): Einfluss der Wasserstandsschwankungen des Neuenburgersees auf den Bruterfolg von schilfbewohnenden Singvögeln. Diplomarbeit, Universität Fribourg.

Aebischer, A., M. Antoniazza, V. Antoniazza & D. Meyer (1991): Einfluss der Wasserstandsschwankungen des Neuenburgersees auf den Bruterfolg von schilfbewohnenden Singvögeln. Zwischenbericht 1991: Resultate der Jahre 1990 und 1991. Typoscript.

Aebischer, A., M. Antoniazza, V. Antoniazza & D. Meyer (1992): Einfluss der Wasserstandsschwankungen des Neuenburgersees auf den Bruterfolg von schilfbewohnenden Singvögeln. 2. Zwischenbericht 1992. Typoscript.

Antoniazza, M. (1979): Les oiseaux nicheurs des marais non-boisés de la Rive Sud du lac de Neuchâtel. Travail de licence, Université de Neuchâtel.

Antoniazza, M. (1988): Gestion des zones naturelles (rapp. no 5): Effets de l'entretien sur l'avifaune nicheuse des marais: 1er rapport/résultats de 1985-87. Cheseaux-Noréaz.

Antoniazza, M. (1989): Gestion des zones naturelles (rapp. no 8): Avifaune nicheuse des marais: rapport intermédiaire/résultats des recensements de 1988. Cheseaux-Noréaz.

Antoniazza, M. (1991): Gestion des zones naturelles (rapp. no 18): Avifaune nicheuse des marais: rapport intermédiaire/résultats des recensements de 1990. Cheseaux-Noréaz

Antoniazza, V. (1980): Régime alimentaire et autres facteurs d'isolement écologique de trois passereaux nicheurs du marais. Travail de licence, Université de Neuchâtel.

Bauer, K.M. & U.N. Glutz v. Blotzheim (1968): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 8 (Anseriformes 1. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M.

Bauer, S. & G. Thielcke (1982): Gefährdete Brutvogelarten in der Bundesrepublik Deutschland und im Lande Berlin: Bestandesentwicklung, Gefährdungsursachen und Schutzmassnahmen. *Vogelwarte* 31: 183-391.

Berset, J. (1949/50): La végétation de la réserve de Cheyres et des rives avoisinantes du lac de Neuchâtel. *Bull. Soc. Frib. Sc. Nat.* 40: 65-94.

Berthold,P., G. Fliege, U. Querner, H. Winkel (1986): Die Bestandesentwicklung von Kleinvögeln in Mitteleuropa: Analyse von Fangzahlen. *J. Orn.* 127 (4): 397-437.

Berthold,P., A. Kaiser, U. Querner, R. Schlenker (1993): Analyse von Fangzahlen im Hinblick auf die Bestandesentwicklung von Kleinvögeln nach 20-jährigem Betrib der Station Mettnau, Süddeutschland. *J. Orn.* 134 (3): 283-299.

Berthold,P. & U. Querner (1979): Über Bestandesentwicklung und Fluktuationsrate von Kleinvogelpopulationen: Fünfjährige Untersuchungen in Mitteleuropa. *Ornis Fennica* 56: 110-123..

Bezzel, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Passeres. Aula-Verlag, Wiesbaden.

Bezzel, E. & R. Prinzinger (1990): Ornithologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

Blümel, H. (1982): Die Rohrammer. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

Buttler, A. (1987): Etude écosystémique des marais non boisés de la rive sud du Lac de Neuchatel: Phytosociologie, pédologie, hydrodynamique et hydrochimie, production végétale, cycles biogéochimique et influance du fauchage sur la végétation. Dissertation, Université de Neuchâtel.

Cercle ornithologique de Fribourg, ed. (1993): Atlas des Oiseaux nicheurs du canton de fribourg et de la Broye vaudoise. Cercle ornithologique de Fribourg, Fribourg.

Cody, M.L. (1971): Ecological aspects of reproduction. In: Avian biology Vol I, edited by D.S. Farner et al. pp. 461-513. Academic Press, New York.

Commission de l'avifaune française (1992): Liste des oiseaux de France. *Alauda* 60: 57.

Davies, N. & Brooke, M. (1991): Coevolution of the cuckoo and its hosts. *Sci. Amer.* 264: 66-73.

Deramond, M. (1959): La dynamique des populations d'oiseaux à la lumière des travaux récents. *Alauda* 27 (3): 161-198.

Dirkx, H. (1939): Notes sur Locustella luscinioides luscinioides. *Le Gerfaut* 29 (1): 1-31.

Dittberner, H. & W. Dittberner (1991): Gelegestärke, Schlupf- und Ausflugrate beim Rohrschwirl. *Der Falke* 38: 114-120.

Dittberner, H. & W. Dittberner (1992): Verhaltensbiologische Beobachtungen am Nest des Rohrschwirls. *Beitr. Vogelkd.* 38 (3): 145-166.

Dvorak,M., A. Ranner & H.-M. Berg, ed. (1993): Atlas der Brutvögel Österreichs. Umweltbundesamt, Wien.

Erhard, Ch. & F. Spitz (1964): Observation sur l'avifaune des Marais de St. Gond (Marnes). *Oiseaux de France* 14 (no. 1): 44-45.

Feindt, P. & Jung, K. (1968): Bartmeisen: Einblicke in ihr verborgenes Leben. Gebrueder Gerstenberg, Hildesheim.

Ghiot, C. (1971): Portrait du Bruant des roseaux. *Res. Nat. Orn. Bel.* 19: 20-26.

Ghiot, C. (1976): Contribution à l'étude du comportement territorial chez le bruant des roseaux. *Le Gerfaut* 66: 267-305.

Glutz von Blotzheim, U.N. (1962): Die Brutvögel der Schweiz. Aargauer Tagblatt AG, Aarau.

Glutz v. Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1991): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 12 (Passeriformes 3. Teil). Aula-Verlag, Wiesbaden.

Glutz v. Blotzheim, U.N. & K.M. Bauer (1993): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 13 (Passeriformes 4. Teil). Aula-Verlag, Wiesbaden.

Haartman, L. v. (1969): The nesting habits of Finnish birds. *Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn.* 32: 1-187.

Henry, C. (1972): Notes sur la réproduction et la biologie de la locustelle tachetée et de la locustelle luscinioide. *L' Oiseau* 42: 52-60.

Hermann, H. (1982/83): Oekologie und Verhalten der Rohrammer in den Amperauen bei Emmering. *Verh. Orn. Ges. Bayern* 23 (5/6): 459-477.

Howe, R., G.J. Davis, V. Mosca (1991): The demographic significance of sink populations. *Biol. Conserv.* 57: 239-255.

Immelmann, K. (1971): Ecological aspects of periodic reproduction. In: Avian biology Vol. I, edited by D.S. Farner et al. pp. 341-389. Academic Press, New York & London.

Jones, R.E. (1972): Evaluation of nesting cover as protection from magpie predation. *J.Wildl.Manag.* 36 (3): 727-732.

Keller, L. (1969/70): Etude des groupements végétaux de la réserve de Cheyres. *Bull. Soc. Fri. Sc. Nat.* 59: 47-59.

König, O. (1951): Das Aktionssystem der Bartmeise Teil 1 u. 2. *Oesterr. Zool. Zeitschr.* 3: 1-82 u. 247-325.

Kux, Z. (1959): Prispévek k bionomii sykoric vousatych a chrastaln malych na jehomoravskych rybnicich. *Casopis moravskebo musea v Brne* 44: 139-170.

Lack, D. (1954): The natural regulation of animal numbers. Oxford University Press, Oxford.

Lewin, R. (1989): Sources and sinks complicate ecology. *Science* 243: 477-478.

Lindemann, W. (1988): Die Nistvögel zweier Parzellen des unverholzten Feuchtgebiets am Südostufer des Neuenburgersees. Diplomarbeit, Universität Fribourg.

Marion, L. & Marion, P. (1975): Contibution à l'étude écologique du Lac de Grand-Lieu. Societe des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France, Nantes.

Mildenberger, H. (1958): Zur Oekologie und Brutbiologie des Rohrschwirls. *J.Ornithol.* 99: 92-99.

Mildenberger, H. (1984): Die Vögel des Rheinlandes,Band 2. Kilda-Verlag, Greven.

Milinski, M. & R. Heller (1978): The influence of a predator on the optimal foraging behaviour of sticklebacks (Gasterosteus aculeatus L.). *Nature* 275: 642-644.

Moret, J.-L. & Ch. Roulier (1986): Effets de l'entretien sur la végétation. Résultats de 1986. Surveillance scientifique (rapp. no 3). Groupe d'étude et de gestion. Cheseaux-Noréaz.

Neub, M. (1977): Evolutionsökologische Aspekte zur Brutbiologie von Kohlmeise und Blaumeise. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg i. B.

Perrins, C.M. (1970): The timing of birds' breeding seasons. *Ibis* 112: 242-255.

Pikulski, A. (1986): Breeding biology and ecology of Savi's Warbler at Milicz fish-ponds. *Ptaki Slaska* 4: 2-39.

Pulliam, H. (1988): Sources, sinks and population regulation. *Am. Nat.* 132: 652-661.

Pulliam, H. & B.J. Danielson (1991): Sources, sinks and habitat selection: A landscape perspective on population dynamics. *Am. Nat.* 137: s51-s66.

Pulliam, H., J.B. Dunning & J.G. Liu (1992): Poulation dynamics in complex landscapes - a case study. *Ecol. Appl.* 2: 165-177.

Renevey,B. (1989): Biologie de la population nicheuse du grêbe huppé, Podiceps cristatus, sur la rive sud-est du lac de Neuchâtel. Dissrtation, Universität Bern.

Ricklefs, R.E. (1969): An analysis of nesting mortality in birds. *Smith. Contr. Zool.* 9: 1-48.

Roulier, C. (1983): Contribution à l'étude phytosociologique des groupements végétaux non boisés de la rive sud du lac de Neuchatel. *Bull. Soc. Frib. sc. nat.* 72: 75-125.

Schiermann, G. (1924): Locustella luscinioides im Kremmer Luch bei Berlin. *J. Orn.* 72 (1): 1-4.

Schiermann, G. (1928): Der Rohrschwirl. *J.Orn.* 76: 660-668.

Schranck, B.W. (1972): Waterfowl nest cover and some predation relationships. *J.Wildl.Manag.* **36** (1): 182-186.

Seitz, S. (1943): Ein Beitrag zur Singvogelwelt des Neusiedlersees: Die Brutvögel der Sumpflandschaft. *Beitr. Fortpfl. biol. Vögel* 19: 1-9.

Ten Kate, C. G. B. (1931): Zur Brutbiologie von Panurus biarmicus. *Beitr. Fortpfl.biol. Vögel* 7 (1): 1-44 u. 7-47.

Ulbricht, H. (1975): Zur Brutbiologie der Rohrammer. *Beitr. Vogelkd.* 21 (6): 452-470.

Wawrzyniak, H. & Sohns, G. (1986): Die Bartmeise. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

Zbinden, N. (1989): Beurteilung der Situation der Vogelwelt in der Schweiz in den 1980er Jahren - Rote Liste der gefährdeten und verletzlichen Vogelarten der Schweiz. *Orn. Beob.* 86: 235-241.

Anhang 1: Brutphänologie der Bartmeise

Legebeginn	Ausflugdatum
29.3.77	24.4.77
1.4.77	26.4.77
1.4.77	26.4.77
1.4.77	26.4.77
2.4.77	27.4.77
10.4.77	6.5.77
11.4.77	7.5.77
20.4.77	16.5.77
23.4.77	18.5.77
24.4.77	19.5.77
25.4.77	20.5.77
28.4.77	23.5.77
7.5.77	2.6.77
10.5.77	4.6.77
18.5.77	13.6.77
25.5.77	19.6.77
10.7.85	5.8.85
12.7.85	7.8.85
30.4.86	25.5.86
4.5.86	30.5.86
6.5.86	1.6.86
13.5.86	9.6.86
17.5.86	13.6.86
26.5.86	22.6.86
6.6.86	2.7.86
10.6.86	5.7.86
6.5.87	2.6.87
12.5.89	6.6.89
15.4.90	12.5.90
16.4.90	11.5.90
17.4.90	12.5.90
20.4.90	16.5.90
21.4.90	17.5.90
23.4.90	21.5.91
24.4.90	20.5.90
24.4.90	20.5.90
24.4.90	20.5.90
25.4.90	20.5.90
28.4.90	24.5.90
30.4.90	25.5.90
30.4.90	25.5.90
5.5.90	1.6.90
24.5.90	19.6.90
31.5.90	26.6.90
12.6.90	8.7.90
16.6.90	14.7.90
16.6.90	11.7.90
22.4.91	18.5.91
23.4.91	19.5.91
27.4.91	23.5.91
27.4.91	23.5.91

Legebeginn	Ausflugdatum
28.4.91	24.5.91
30.4.91	26.5.91
30.4.91	27.5.91
30.4.91	26.5.91
1.5.91	27.5.91
3.5.91	30.5.91
7.5.91	2.6.91
7.5.91	2.6.91
9.5.91	4.6.91
22.5.91	17.6.91
30.5.91	25.6.91
2.6.91	28.6.91
10.6.91	6.7.91
23.4.92	19.5.92
23.4.92	21.5.92
26.4.92	23.5.92
26.4.92	23.5.92
27.4.92	23.5.92
30.4.92	23.5.92
8.5.92	3.6.92
19.5.92	14.6.92
21.5.92	16.6.92
5.6.92	1.7.92
9.6.92	5.7.92
25.4.93	21.5.93
27.4.93	22.5.93
30.4.93	25.5.93
3.5.93	28.5.93
5.5.93	31.5.93
10.5.93	4.6.93
25.5.93	19.6.93
26.5.93	21.5.93
15.6.93	10.7.93

Anhang 2: Brutphänologie der Rohrammer

Legebeginn	Ausflugdatum
8.5.85	4.6.85
8.5.85	4.6.85
11.5.85	7.6.85
11.5.85	8.6.85
12.5.85	8.6.85
15.5.85	11.6.85
22.5.85	18.6.85
29.5.85	25.6.85
28.4.86	24.5.86
5.5.86	31.5.86
9.5.86	5.6.86
10.5.86	6.6.86
12.5.86	8.6.86
15.5.86	11.6.86
16.5.86	12.6.86
26.5.86	21.6.86
28.5.86	24.6.86
10.6.86	9.7.86
5.5.87	1.6.87
6.5.87	3.6.87
26.4.89	23.5.89
29.4.89	26.5.89
10.5.89	6.6.89
13.5.89	9.6.89
26.4.90	22.5.90
26.4.90	23.5.90
27.4.90	24.5.90
30.4.90	26.5.90
30.4.90	27.5.90
1.5.90	30.5.90
3.5.90	30.5.90
3.5.90	30.5.90
3.5.90	31.5.90
3.5.90	30.5.90
4.5.90	1.6.90
4.5.90	1.6.90
5.5.90	3.6.90
5.5.90	1.6.90
7.5.90	4.6.90
9.5.90	4.6.90
10.5.90	6.6.90
10.5.90	7.5.90
10.5.90	6.6.90
11.5.90	8.6.90
13.5.90	10.6.90
19.5.90	15.6.90
22.5.90	17.6.90
29.5.90	27.6.90
29.5.90	26.6.90

Legebeginn	Ausflugdatum
30.5.90	25.6.90
12.6.90	9.7.90
15.6.90	12.7.90
17.6.90	14.7.90
18.6.90	16.7.90
18.6.90	16.7.90
22.6.90	19.7.90
22.6.90	19.7.90
28.6.90	26.7.90
28.4.91	25.5.91
1.5.91	28.5.91
3.5.91	30.5.91
4.5.91	31.5.91
5.5.91	2.6.91
9.5.91	5.6.91
10.5.91	6.6.91
19.5.91	16.6.91
22.5.91	17.6.91
31.5.91	27.6.91
28.4.92	25.5.92
4.5.92	31.5.92
4.5.92	30.5.92
5.5.92	1.6.92
7.5.92	3.6.92
8.5.92	3.6.92
8.5.92	4.6.92
8.5.92	4.6.92
9.5.92	4.6.92
10.5.92	6.6.92
10.5.92	6.6.92
10.5.92	6.6.92
11.5.92	7.6.92
12.5.92	7.6.92
13.5.92	9.6.92
1.6.92	27.6.92
9.6.92	5.7.92
10.6.92	6.7.92
11.6.92	7.7.92
13.6.92	9.7.92
23.6.92	19.7.92
25.6.92	21.7.92
30.6.92	26.7.92
27.4.93	24.5.93
1.5.93	27.5.93
1.5.93	27.5.93
3.5.93	30.5.93
5.5.93	31.5.93
5.5.93	31.5.93
7.5.93	4.6.93

Legebeginn	Ausflugdatum
7.5.93	2.6.93
8.5.93	2.6.93
8.5.93	2.6.93
8.5.93	3.6.93
9.5.93	4.6.93
9.5.93	4.6.93
10.5.93	5.6.93
13.5.93	8.6.93
14.5.93	9.6.93
15.5.93	12.6.93
18.5.93	13.6.93
21.5.93	16.6.93
23.5.93	18.6.93
26.5.93	21.6.93
31.5.93	26.6.93
3.6.93	29.6.93
8.6.93	5.7.93
9.6.93	5.7.93
12.5.93	8.6.93

Anhang 3: Brutphänologie des Rohrschwirls

Legebeginn	Ausflugdatum
20.4.77	18.5.77
3.5.77	31.5.77
6.5.77	3.6.77
6.5.77	3.6.77
8.5.77	5.6.77
9.5.77	6.6.77
10.5.77	7.6.77
12.5.77	9.6.77
7.5.86	4.6.86
8.5.86	6.6.86
12.5.86	10.6.86
25.5.86	24.6.86
10.6.86	8.7.86
23.5.89	21.6.89
2.5.90	1.6.90
4.5.90	3.6.90
4.5.90	2.6.90
8.5.90	6.6.90
9.5.90	6.6.90
10.5.90	8.6.90
10.5.90	8.6.90
10.5.90	8.6.90
11.5.90	9.6.90
15.5.90	13.6.90
23.5.90	21.6.90
31.5.90	28.6.90
10.6.90	8.7.90
19.6.90	18.7.90
3.5.91	1.6.91
7.5.91	4.6.91
10.5.91	7.6.91
11.5.91	8.6.91
20.5.91	18.6.91
22.5.91	19.6.91
22.5.91	19.6.91
28.4.92	26.5.92
29.4.92	27.5.92
1.5.92	29.5.92
1.5.92	29.5.92
3.5.92	2.6.92
5.5.92	2.6.92
6.5.92	3.6.92
7.5.92	4.6.92
7.5.92	4.6.92
9.5.92	6.6.92
10.5.92	7.6.92
10.5.92	10.6.92
11.5.92	8.6.92
12.5.92	9.6.92

Legebeginn	Ausflugdatum
13.5.92	11.6.92
14.5.92	12.6.92
16.5.92	13.6.92
25.5.92	22.6.92
25.5.92	22.6.92
2.6.92	30.6.92
3.6.92	1.7.92
4.6.92	2.7.92
9.6.92	7.7.92
9.6.92	7.7.92
12.6.92	12.7.92
13.6.92	12.7.92
13.6.92	11.7.92
15.6.92	14.7.92
16.6.92	15.7.92
17.6.92	17.7.92
17.6.92	15.7.92
21.6.92	19.7.92
25.6.92	24.7.92
26.6.92	24.7.92
26.6.92	27.7.92
1.7.92	29.7.92
26.4.93	26.5.93
26.4.93	24.5.93
26.4.93	23.5.93
27.4.93	25.5.93
28.4.93	26.5.93
28.4.93	27.5.93
28.4.93	27.5.93
1.5.93	2.6.93
1.5.93	31.5.93
2.5.93	31.5.93
4.5.93	2.6.93
4.5.93	31.5.93
5.5.93	3.6.93
6.5.93	5.6.93
7.5.93	6.6.93
7.5.93	4.6.93
8.5.93	7.6.93
9.5.93	9.6.93
14.5.93	15.6.93
19.5.93	18.6.93
28.5.93	26.6.93
30.5.93	29.6.93
1.6.93	29.6.93
1.6.93	27.6.93
2.6.93	29.6.93
3.6.93	2.7.93
4.6.93	4.7.93

Legebeginn	Ausflugdatum
5.6.93	3.7.93
10.6.93	10.7.93
11.6.93	9.7.93
13.6.93	11.7.93
25.6.93	22.7.93
25.6.93	21.7.93
27.6.93	26.7.93
27.6.93	24.7.93
2.7.93	29.7.93
3.7.93	2.8.93
5.7.93	1.8.93
6.7.93	2.8.93
14.7.93	10.8.93
19.7.93	16.8.93
19.7.93	14.8.93
19.7.93	14.8.93
21.7.93	16.8.93
21.7.93	17.8.93
27.7.93	25.8.93

Anhang 4: Verteilung der absoluten Nesthöhen ("Nestpegel")

From (≥)	To (<)	Count	Percent
429.450	429.500	2	.778
429.500	429.550	25	9.728
429.550	429.600	26	10.117
429.600	429.650	63	24.514
429.650	429.700	47	18.288
429.700	429.750	38	14.786
429.750	429.800	27	10.506
429.800	429.850	15	5.837
429.850	429.900	6	2.335
429.900	429.950	3	1.167
429.950	430.000	3	1.167
430.000	430.050	0	0.000
430.050	430.100	0	0.000
430.100	430.150	0	0.000
430.150	430.200	0	0.000
430.200	430.250	1	.389
430.250	430.300	0	0.000
430.300	430.350	0	0.000
430.350	430.400	0	0.000
430.400	430.450	1	.389
	Total	257	100.000

alle drei Arten zusammen

From (≥)	To (<)	Count	Percent
429.450	429.500	0	0.000
429.500	429.550	5	7.463
429.550	429.600	9	13.433
429.600	429.650	20	29.851
429.650	429.700	13	19.403
429.700	429.750	11	16.418
429.750	429.800	6	8.955
429.800	429.850	2	2.985
429.850	429.900	0	0.000
429.900	429.950	1	1.493
429.950	430.000	0	0.000
430.000	430.050	0	0.000
430.050	430.100	0	0.000
430.100	430.150	0	0.000
430.150	430.200	0	0.000
430.200	430.250	0	0.000
430.250	430.300	0	0.000
430.300	430.350	0	0.000
430.350	430.400	0	0.000
430.400	430.450	0	0.000
	Total	67	100.000

Rohrschwirl

From (≥)	To (<)	Count	Percent
429.450	429.500	1	1.370
429.500	429.550	10	13.699
429.550	429.600	6	8.219
429.600	429.650	17	23.288
429.650	429.700	8	10.959
429.700	429.750	9	12.329
429.750	429.800	8	10.959
429.800	429.850	4	5.479
429.850	429.900	2	2.740
429.900	429.950	2	2.740
429.950	430.000	3	4.110
430.000	430.050	1	1.370
430.050	430.100	0	0.000
430.100	430.150	0	0.000
430.150	430.200	0	0.000
430.200	430.250	1	1.370
430.250	430.300	0	0.000
430.300	430.350	0	0.000
430.350	430.400	0	0.000
430.400	430.450	1	1.370
	Total	73	100.000

Bartmeise

From (≥)	To (<)	Count	Percent
429.450	429.500	0	0.000
429.500	429.550	5	7.246
429.550	429.600	8	11.594
429.600	429.650	14	20.290
429.650	429.700	9	13.043
429.700	429.750	12	17.391
429.750	429.800	10	14.493
429.800	429.850	7	10.145
429.850	429.900	4	5.797
429.900	429.950	0	0.000
429.950	430.000	0	0.000
430.000	430.050	0	0.000
430.050	430.100	0	0.000
430.100	430.150	0	0.000
430.150	430.200	0	0.000
430.200	430.250	0	0.000
430.250	430.300	0	0.000
430.300	430.350	0	0.000
430.350	430.400	0	0.000
430.400	430.450	0	0.000
	Total	69	100.000

Rohrammer

Anhang 5: Verteilung der Nesthöhen über Wasser bei Legebeginn

From (≥)	To (<)	Count	Percent
0.000	5.000	3	1.099
5.000	10.000	20	7.326
10.000	15.000	35	12.821
15.000	20.000	67	24.542
20.000	25.000	64	23.443
25.000	30.000	37	13.553
30.000	35.000	30	10.989
35.000	40.000	8	2.930
40.000	45.000	4	1.465
45.000	50.000	1	.366
50.000	55.000	1	.366
55.000	60.000	0	0.000
60.000	65.000	1	.366
65.000	70.000	0	0.000
70.000	75.000	1	.366
75.000	80.000	0	0.000
80.000	85.000	0	0.000
85.000	90.000	0	0.000
90.000	95.000	0	0.000
95.000	100.000	1	.366
	Total	273	100.000

alle drei Arten zusammen

From (≥)	To (<)	Count	Percent
0.000	5.000	0	0.000
5.000	10.000	7	7.071
10.000	15.000	11	11.111
15.000	20.000	30	30.303
20.000	25.000	25	25.253
25.000	30.000	16	16.162
30.000	35.000	9	9.091
35.000	40.000	1	1.010
40.000	45.000	0	0.000
45.000	50.000	0	0.000
50.000	55.000	0	0.000
55.000	60.000	0	0.000
60.000	65.000	0	0.000
65.000	70.000	0	0.000
70.000	75.000	0	0.000
75.000	80.000	0	0.000
80.000	85.000	0	0.000
85.000	90.000	0	0.000
90.000	95.000	0	0.000
95.000	100.000	0	0.000
	Total	99	100.000

Rohrschwirl

From (≥)	To (<)	Count	Percent
0.000	5.000	3	4.412
5.000	10.000	4	5.882
10.000	15.000	7	10.294
15.000	20.000	18	26.471
20.000	25.000	13	19.118
25.000	30.000	8	11.765
30.000	35.000	7	10.294
35.000	40.000	3	4.412
40.000	45.000	2	2.941
45.000	50.000	0	0.000
50.000	55.000	0	0.000
55.000	60.000	0	0.000
60.000	65.000	1	1.471
65.000	70.000	0	0.000
70.000	75.000	1	1.471
75.000	80.000	0	0.000
80.000	85.000	0	0.000
85.000	90.000	0	0.000
90.000	95.000	0	0.000
95.000	100.000	1	1.471
	Total	68	100.000

Bartmeise

From (≥)	To (<)	Count	Percent
0.000	5.000	0	0.000
5.000	10.000	9	8.571
10.000	15.000	18	17.143
15.000	20.000	19	18.095
20.000	25.000	25	23.810
25.000	30.000	13	12.381
30.000	35.000	13	12.381
35.000	40.000	4	3.810
40.000	45.000	2	1.905
45.000	50.000	1	.952
50.000	55.000	1	.952
55.000	60.000	0	0.000
60.000	65.000	0	0.000
65.000	70.000	0	0.000
70.000	75.000	0	0.000
75.000	80.000	0	0.000
80.000	85.000	0	0.000
85.000	90.000	0	0.000
90.000	95.000	0	0.000
95.000	100.000	0	0.000
	Total	105	100.000

Rohrammer