

# Populationsstatus des Eisvogels im Nationalpark Donau-Auen sowie eine Abschätzung der überregionalen Bestandsentwicklung

Die Erfassung des Eisvogelbestandes im Nationalpark Donau-Auen ergab für das Jahr 2005 mit 19 Brutpaaren und einer Siedlungsdichte von 0,14 Brutpaaren pro Stromkilometer eine deutlich geringere Besiedlungsdichte als in einer früheren Studie (Eichelmann 1990). Neben den Bestandszahlen wurden Verteilung der Reviere, Bruterfolg und Ursachen für Brutverluste erfasst und ihr Zusammenhang mit der Stärke der lateralen Vernetzung der jeweiligen Gewässer mit der Donau werden diskutiert. Darüber hinaus wurde ein Index für die Bestandsentwicklung des Eisvogels in Ostösterreich erstellt.

**Matthias Schmidt**



# Populationsstatus des Eisvogels im Nationalpark Donau-Auen sowie eine Abschätzung der überregionalen Bestandsentwicklung

Matthias Schmidt

Wien, im Jänner 2010

## **Inhaltsverzeichnis**

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INHALTSVERZEICHNIS.....                                                                                                     | 2  |
| ZUSAMMENFASSUNG .....                                                                                                       | 3  |
| ABSTRACT.....                                                                                                               | 4  |
| EINLEITUNG.....                                                                                                             | 5  |
| UNTERSUCHUNGSGEBIET .....                                                                                                   | 6  |
| METHODE .....                                                                                                               | 8  |
| <i>Brutbestand und Bruterfolg</i> .....                                                                                     | 8  |
| <i>Habitatnutzung</i> .....                                                                                                 | 8  |
| <i>Index für die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich (Wien, Niederösterreich, Burgenland)</i> ..... | 11 |
| <i>Datenbearbeitung und statistische Auswertung</i> .....                                                                   | 13 |
| ERGEBNISSE .....                                                                                                            | 14 |
| <i>Brutbestand und Siedlungsdichte</i> .....                                                                                | 14 |
| <i>Bruterfolg</i> .....                                                                                                     | 15 |
| <i>Habitatnutzung</i> .....                                                                                                 | 16 |
| <i>Index zur Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich</i> .....                                          | 18 |
| DISKUSSION .....                                                                                                            | 21 |
| <i>Brutbestand, Siedlungsdichte und Bruterfolg</i> .....                                                                    | 21 |
| <i>Habitatnutzung</i> .....                                                                                                 | 24 |
| <i>Index für die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich.</i> .....                                     | 26 |
| DANKSAGUNG .....                                                                                                            | 29 |
| LITERATUR .....                                                                                                             | 30 |
| ANHANG.....                                                                                                                 | 32 |

## ***Zusammenfassung***

Die vorliegende Studie untersuchte die Eisvogelpopulation im Nationalpark Donau-Auen während der Brutsaison 2005. Neben den Bestandszahlen wurden Verteilung der Reviere, Bruterfolg und Ursachen für Brutverluste erfasst und deren Zusammenhänge hinsichtlich der Stärke der lateralen Vernetzung der jeweiligen Gewässer mit der Donau diskutiert. Auswirkungen der Vernetzung auf den Aufbau der Brutwände sowie Unterschiede zwischen Brut- und Referenzwänden hinsichtlich ihrer Morphologie und Bewuchseigenschaften wurden untersucht. Ergänzend wurden von Eisvögeln genutzte Ansitzwarten hinsichtlich deren Aufbau analysiert.

Um einen räumlichen und zeitlichen Kontext zu den Ergebnissen herzustellen, wurde, basierend auf Beobachtungsdaten des Archivs von BirdLife Österreich, ein Index für die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulationen im östlichen Österreich (Burgenland, Niederösterreich & Wien) für die Jahre 1988 bis 2005 erstellt. Um die Authentizität des Index zu prüfen, wurden Zusammenhänge zwischen dessen Verlauf und eines eigens erstellten Index für Winterhärte analysiert und diskutiert. Beide Indizes wurden mit den Ergebnissen realer Eisvogelzählungen in den March-Thaya-Auen verglichen

Mit 19 Brutpaaren und einer Siedlungsdichte von 0,14 Brutpaaren pro Stromkilometer wurden 2005 deutlich weniger Brutpaare im Gebiet festgestellt als in einer früheren Studie (Eichelmann 1990). Der Bruterfolg im Untersuchungsjahr war mit 34 % äußerst gering. Die erhobenen Parameter zum Wandaufbau und Bewuchs von Eisvogelbrutwänden hatten keine Auswirkungen auf den Bruterfolg. Hauptursache für Brutverluste stellten die starken Wasserstandsschwankungen der Donau dar. Brutstandorte in weniger stark durchströmten Bereichen, wiesen im Untersuchungsjahr einen höheren Bruterfolg als jene in dynamischeren Bereichen auf.

Anhand der Daten des BirdLife Österreich Archivs war es möglich, einen Index zu erstellen, dessen Verlauf die Entwicklung der Eisvogelpopulation im östlichen Österreich plausibel widerspiegelt. Es zeigte sich, dass im Untersuchungsjahr ein durchschnittlich hoher Eisvogelbestand in Ostösterreich zu erwarten war. Ein

Vergleich mit den Ergebnissen des Eisvogelmonitorings in den March-Thaya-Auen konnte dies bestätigen.

## **Abstract**

The European Kingfisher *Alcedo atthis* is a flagship species for natural dynamic riparian landscapes and floodplains. Fluctuations in population size, caused by strong winters, are typical for the European Kingfisher. During the breeding season of 2005 the European Kingfisher population in the Donau-Auen National Park east of Vienna was studied. Population size, breeding success and characteristics of perches used by European Kingfishers were evaluated. Morphological data and plant cover characteristics of the nest sites were collected and compared to other vertical banks without nest sites. The influence of degree of connectivity of different branches of the Danube on population distribution, breeding success and nest site characteristics were discussed.

In addition, an index for the European Kingfisher population in eastern Austria (Vienna, Lower-Austria and Burgenland) from 1988 to 2005 was calculated. The database for the index was provided by BirdLife Austria. Because winter mortality is a well known phenomenon in European Kingfishers, the index was tested by its correlation with winter intensity. For this purpose, an index for winter intensity was calculated using the total number of days and the duration of the longest period per winter with mean daily temperature below freezing point. Both indices were compared with the results from the annual European Kingfisher census of the Morava-Dyje floodplain (Verein Auring).

In comparison to a former study – 41 breeding pairs in 1989 (Eichelmann 1990) – the results of this census (19 pairs) were relatively low. Breeding success was also very low with 34 %. In more than 75 % of cases flood waters were the reason for brood losses. Birds at breeding sites in branches of the Danube floodplain with lower connectivity to the main river had higher breeding success than those in more connected areas. Characteristics of the nest sites had no influence on breeding success.

The calculated index for the European Kingfisher population in eastern Austria correlates with the index for winter intensity. The index shows that 2005 was an average year for the European Kingfisher in eastern Austria. Both indices correlate

with the results of the annual European Kingfisher census of the Morava-Dyje floodplains.

**Keywords:** European Kingfisher, population trends, habitat characters, breeding success, population index, winter mortality, Danube floodplain, lateral connectivity

## **Einleitung**

Der Eisvogel *Alcedo atthis* ist ein altweltliches Faunenelement, dessen Brutgebiet sich über weite Teile Europas, Asiens sowie über nördliche Teile der australischen Region erstreckt (Dvorak et al. 1993). In Mitteleuropa ist er lückenhaft in den Niederungen und Mittelgebirgslagen als Brutvogel verbreitet (Bauer und Baumann 2005). Kennzeichnend für mitteleuropäische Populationen sind starke Bestandsschwankungen, welche vor allem durch Kältewinter und Hochwasserereignisse verursacht werden (Kniprath 1965; Laske und Helbig 1986). Solche Bestandseinbrüche können allerdings auf Grund der hohen potenziellen Fortpflanzungsrate des Eisvogels unter günstigen Bedingungen innerhalb weniger Jahre wieder ausgeglichen werden (Kniprath 1965; Glutz von Blotzheim 2001).

Während der Brutzeit ist der Eisvogel ein stark territorialer Vogel, der vor allem langsam fließende bis stehende Gewässer mit guten Sichtverhältnissen und einem ausreichenden Angebot an Kleinfischen als Bruthabitat benötigt. Der Eisvogel ist ein Höhlenbrüter, der für die Anlage seiner Bruthöhlen auf senkrechte oder leicht überhängende, min. 50 cm hohe Steilwände angewiesen ist (Eichelmann 1990; Bauer und Baumann 2005). Aufgrund dieser Lebensraumsprüche gilt er als charakteristischer Vertreter naturnaher dynamischer Flusslandschaften. Europaweit ist der Eisvogel eine für den Vogelschutz prioritäre Art (SPEC 3) und im Anhang I der Vogelschutzrichtlinie angeführt. Der österreichische Bestand wird auf 300 bis 500 Brutpaare geschätzt und als stabil eingestuft (BirdLife International 2004; Bauer und Baumann 2005). In der „Roten Liste Österreichs“ (Frühauf 2005) wird der Eisvogel als gefährdet angeführt.

Der Nationalpark Donau-Auen östlich von Wien stellt eines der bedeutendsten Brutgebiete des Eisvogels in Mitteleuropa dar. Im Rahmen der Nationalparkplanung konnte Eichelmann (1990) im Jahre 1989 mit 41 Brutpaaren eine der höchsten

Dichten an Eisvögelbrutpaaren für Mitteleuropa feststellen. Seit der Gründung des Nationalpark Donau-Auen im Jahr 1996 wurde eine Reihe von Schutzmaßnahmen umgesetzt, von welchen ein mehr oder weniger starker Einfluss auf die lokale Eisvogelpopulation zu erwarten ist.

Die Ziele der vorliegenden Studie sind daher, festzustellen, wie sich die Eisvogelpopulation seit der Studie Eichelmanns im Jahr 1989 entwickelte und welche Faktoren den Brutbestand im Gebiet bestimmen.

Von zentraler Bedeutung ist dabei die Frage, inwieweit sich, in Hinblick auf abgeschlossene und laufende Revitalisierungsprojekte im Gebiet, die laterale Vernetzung der Gewässer mit dem Hauptstrom auf die Verteilung der Reviere, die Eigenschaften der Niststandorte und den Bruterfolg des Eisvogels auswirkt.

Ergänzend dazu wurden von Eisvögeln genutzten Ansitzwarten hinsichtlich ihrer Struktur untersucht.

Da lokale Populationen meist stark von überregionalen Bestandsentwicklungen beeinflusst werden, birgt die Interpretation solcher lokalen, noch dazu einjähriger Daten ohne einen überregionalen Kontext viele Unsicherheiten. Da konsistente Datenreihen über längere Zeiträume meist nicht vorhanden sind, stellte sich daher die Frage, in wie weit es möglich ist, anhand der nicht standardisiert erhobenen Daten des BirdLife Österreich Archivs einen Index für die Entwicklung der Eisvogelpopulationen im gesamten östlichen Österreich zu erstellen.

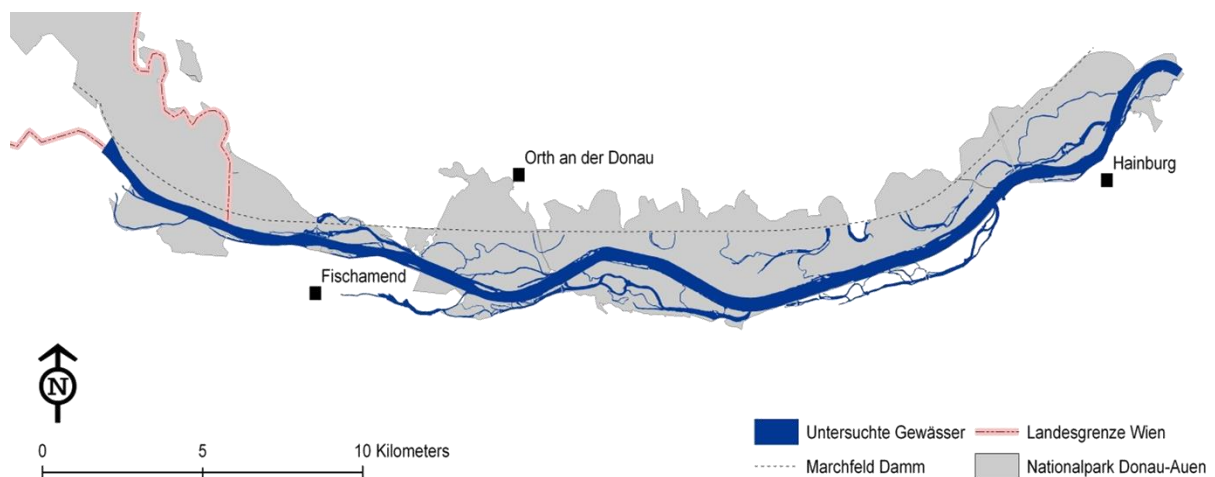
### ***Untersuchungsgebiet***

Der Nationalpark Donau-Auen liegt im östlichen Österreich und erstreckt sich als „Grünes Band“ zwischen den beiden Metropolen Wien und Bratislava. Obwohl die Donau auch in diesem Bereich durch wasserbauliche Maßnahmen in den letzten beiden Jahrhunderten reguliert wurde, stellen die Donau-Auen hier die letzte größere, zusammenhängende Au entlang der Donau in Mitteleuropa dar (Lazowski 1997). Prägendes Landschaftselement dieses Lebensraumes ist die Donau selbst, welche in diesem Bereich einem Fluss der Ordnungszahl 9 mit rithralem Charakter entspricht und dem Furkationstyp zugeordnet wird (Wimmer und Moog 1994). Auf Höhe des Nationalparks Donau-Auen erstreckt sich das Einzugsgebiet der Donau über ca. 104 000 km<sup>2</sup>, die durchschnittliche jährliche Abflussmenge beträgt 1950

m<sup>3</sup>/s (durchschnittlicher jährlicher Schwankungsbereich 900-5250 m<sup>3</sup>/s) (Tockner et al. 1998). Durchschnittlich ist die Donau im Bereich des Nationalparks Donau-Auen 350 m breit, das Gefälle beträgt ca. 0,045 %, die Fließgeschwindigkeit des Hauptstroms ist mit etwa 2 m/s im Vergleich zu anderen Abschnitten der Donau in Österreich relativ hoch (Tockner et al. 1998; Schiemer et al. 1999).

Das Abflussregime der Donau ist durch Sommerhochwässer geprägt, wobei Hochwässer über das gesamte Jahr vorkommen können. Die Amplitude der monatlichen Wasserstandsschwankungen beträgt 2,5 m. Für detaillierte Angaben zur Hydrologie und Ökologie der Donau östlich von Wien siehe Humpesch (1996) Tockner et al. (1998) und Hein et al. (1999).

Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Studie umfasst die Donau von Stromkilometer 1918 bis 1882, sämtliche Gewässer des niederösterreichischen Teils des Nationalparks innerhalb des Hochwasserschutzdammes, die Petroneller Au und die Mündungsbereiche der Schwechat und Fischa (Abb. 1). Die Gesamtlänge aller untersuchten Gewässer beträgt ca. 134,5 km.



**Abb. 1: Übersichtskarte des Nationalparks Donau-Auen. Das Gebiet des Nationalparks ist grau dargestellt, untersuchte Gewässer sind dunkelblau gefärbt, die Landesgrenze Wien rot punktiert, der Marchfeld Damm grau gestrichelt. Quelle: NP-Donau Auen, verändert.**



## **Methode**

### **Brutbestand und Bruterfolg**

Die Erhebung des Brutbestands erfolgte im Zeitraum April bis Juli 2005. Während dieser Zeit wurden sämtliche Gewässer mit dem Boot oder zu Fuß zumeist dreimal befahren bzw. begangen und hinsichtlich des Vorkommens von Eisvögeln sowie deren Bruten kontrolliert (Vgl. Eichelmann 1990). Gewässer, an denen aufgrund fehlender Uferwandstrukturen Eisvogelbruten auszuschließen waren (z.B. Schilfbereiche), wurden nur einmal kontrolliert.

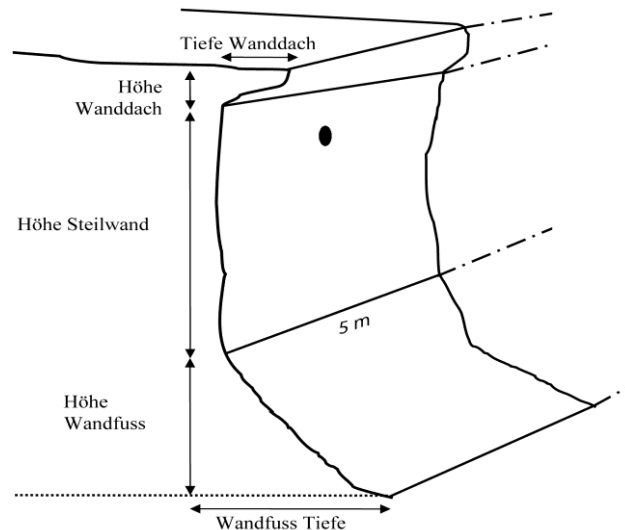
Gefundene Brutröhren wurden mit Hilfe einer Taschenlampe auf Aktivität untersucht. Als diesjährige Höhlen zählten von Eisvögeln besetzte oder verkotete Brutröhren.

Soweit möglich, wurde von allen vorgefundenen Eisvogelbruten der Bruterfolg eruiert. Als erfolgreiche Bruten wurden jene besetzten Brutröhren gewertet, bei denen eine – im Bezug auf die Wassergangslinie der Donau – erfolgreiche Brut theoretisch möglich war und an welchen keine Anzeichen für Prädation, Brutaufgabe oder Zerstörung der Höhle vorgefunden wurden.

### **Habitatnutzung**

#### **Morphologie und Bewuchs der Brutwände**

Insgesamt wurden 22 Brutwände des Eisvogels und 32 Vergleichswände hinsichtlich Morphologie und Bewuchs vermessen. Die Auswahl der Vergleichswände erfolgte willkürlich – es wurden Wände gewählt, welche hinsichtlich Aufbau und Bewuchs als potentiell geeignete Eisvogelbrutwände erschienen. Für die Vermessung wurden die Wände in Wanddach, Steilwand und Wandfuß eingeteilt (Abb. 2). Für jeden Teilbereich wurden pro Messpunkt die Parameter Höhe und Tiefe gemessen, Neigung und Bedeckungsgrad geschätzt sowie der Bewuchstyp (frisch wachsende, herabhängende, abgerutschte Vegetation, holzige Pflanzen sowie Wurzeln) bestimmt. Die Messpunkte wurden in 5 m Abstand zueinander gesetzt. Bei sehr homogenen Wänden wurde der Abstand der Messpunkte vergrößert, bei sehr heterogenen wurden die Abstände verkleinert und mehr Messpunkte gelegt.



**Abb. 2 Skizze einer Eisvogelbrutwand mit der Einteilung in Wanddach, Steilwand und Wandfuß.**

Um die Störung der Eisvögel an den Brutplätzen so gering wie möglich zu halten, wurden die Wände erst nach Ende der Brutsaison vermessen. Da sich die Wände durch die Sommerhochwässer allerdings zum Teil sehr stark veränderten, konnten die oben genannten Parameter bei einem Teil der Wände (N=3) nur noch über Fotos geschätzt werden.

### **Charakterisierung der Gewässersysteme bzw. Gewässerabschnitte**

In der vorliegenden Studie wurde der Hauptstrom als jener Bereich der Donau definiert, welcher durch die Treppelwege im Norden bzw. Süden eingegrenzt wird. Die Mündungsbereiche der beiden Zubringer Schwechat und Fischa wurden aufgrund ihrer hydrologischen Eigenschaften ebenfalls als „Hauptstrom“ klassifiziert. Als Alt- bzw. Nebengewässer der Donau wurden all jene Gewässer eingestuft, welche sich zwischen Treppelweg und Hochwasserschutzdamm im Norden bzw. der Hochkante im Süden befinden.

Die Charakterisierung der Gewässer erfolgte einerseits auf der Ebene einzelner Gewässerabschnitte (z.B. Gewässerabschnitt „Hagen“ bei Orth) und andererseits auf Ebene ganzer Gewässersysteme (z.B. Bereich Orth an der Donau). Als Gewässerabschnitt wurden jene Bereiche von Gewässern definiert, die eine Einheit darstellen und nicht furkieren. Unter Gewässersystem wurden all jene Gewässerabschnitte zusammengefasst, die gemeinsame Einströmöffnungen haben und somit den gleichen hydrologischen Einflüssen unterworfen sind.

Mittels eines GIS wurden für die Charakterisierung der Gewässer die Parameter Gewässerlänge, Gewässerfläche und Sinuosität ermittelt. Der letztgenannte Parameter wurde mit dem GIS-Tool „Hawth Analysis Tools 3.27“ berechnet (Beyer 2006).

Die Durchströmungshäufigkeit der Alt- und Nebenarme wurde über die Höhe der Einströmbereiche, der Pegelraten von Wildungsmauer sowie den kennzeichnenden Wasserstände der Donau (WaterwayAgency 1997) berechnet bzw. interpoliert. Für die Auswertung wurden die Durchströmungshäufigkeiten in der Brutsaison 2005 (April - Juli; Anbindung BS05), des gesamten Kalenderjahres 2005 (Anbindung 2005) sowie die mittlere Durchströmungshäufigkeit des Zeitraums 2000-2004 (mittlere Anbindung) verwendet. Für den Vergleich von Revierdichte, Brutdichte und Dichte erfolgreicher Bruten wurde die mittlere Anbindung in die Klassen <10 Tage, 11-80, 81-150, 151-220, 221-290, 291-360 und >360 Tage Durchströmung pro Jahr eingeteilt.

### **Nutzung von Ansitzwarten**

Im Rahmen der Erhebung wurden sämtliche Nachweise von Eisvögeln in einem Orthofoto des Untersuchungsgebiets (erstellt durch die Österreichische Bundesforste AG, Befliegung: 15.5.1997) verortet. Nutzten Eisvögel Ansitzwarten, so wurde die Art der Nutzung (jagen, ruhen, baden, fressen), der Typ der Warte (krautige, holzige lebend, holzige tot, Treibgut, Wurzel) klassifiziert und die Parameter Wassertiefe, Sichttiefe, kürzeste Entfernung zum Ufer, Kronenschluss der Bäume über der Warte sowie die Ansitzhöhe über Wasser vermessen. Die Sichttiefe wurde mit Hilfe einer Lotschnur ermittelt, an deren unterem Ende ein PVC-Wanddübel (Größe 8, grau, als „Fisch-Attrappe“) befestigt wurde und der Kronenschluss wurde durch ein Röhrchen ( $\varnothing$  4cm) blickend, geschätzt (Frühauf 2000). Die Messung der restlichen Parameter wurde mit einem Meterstab, einem Maßband oder dem als Messlatte umfunktionierten Paddel durchgeführt. Waren Messungen nicht möglich, so wurde dies vermerkt und die Werte wurden geschätzt (n=11).

## Index für die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich (Wien, Niederösterreich, Burgenland)

Für die Erstellung eines Index für die Bestandsentwicklung des Eisvogels in Ostösterreich wurden aus dem Archiv von BirdLife Österreich sämtliche brutzeitrelevanten Beobachtungsdaten aus Niederösterreich, Burgenland und Wien der Jahre 1989 bis 2005 verwendet. Um den Einfluss dispersierender Jung- und Altvögel einzuschränken, wurden als Brutzeit die Monate April bis Juli definiert.

Die Meldungen wurden hinsichtlich der Einstufung nach den Codes des European Ornithological Atlas Committee (EOAC) kontrolliert (Vgl. Dvorak et al. 1993), gegebenenfalls korrigiert und anschließend nach fünf unterschiedlichen Methoden (siehe Tabelle 1) aggregiert. Für eine bessere Verständlichkeit der weiteren Vorgehensweise, werden die Ergebnisse der Aggregation bereits hier präsentiert.

**Tabelle 1: Übersicht über die unterschiedlichen Interpretationsmethoden des BirdLife-Datensatzes (BS = Bestandsschätzung).**

| Methode                    | Kriterien                                                                                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Meldungen zur Brutzeit     | <i>sämtliche Meldungen von Eisvögel zur Brutzeit</i>                                                |
| BS nach EOAC-Codes         | <i>sämtliche Meldungen, die nach den EOAC-Codes auf Bruten schließen lassen (alle außer Code O)</i> |
| Gemeldete Individuenanzahl | <i>Anzahl sämtlicher zur Brutzeit gemeldeter Individuen</i>                                         |
| konservative BS            | <i>Anzahl aller gemeldeten Brutnachweise</i>                                                        |
| Experten-BS                | <i>Einstufung der Meldungen nach Expertenwissen</i>                                                 |

Die Ergebnisse aller fünf Ansätze korrelieren signifikant, wenn auch unterschiedlich stark miteinander (Tabelle 2). Relativ eng korreliert sind die Ergebnisse der Interpretationsweisen „Meldungen zur Brutzeit“, „BS nach den EOAC-Codes“ und der „Experten BS“. Dies liegt daran, dass während der Brutzeit fast ausschließlich Meldungen aus potentiellen Bruthabitaten vorliegen, welche in diesen drei Varianten ähnlich berücksichtigt werden. Die Interpretationsweise „gemeldete Individuenanzahl“ korreliert weniger stark mit den drei vorher genannten Methoden – Grund dafür ist, dass Meldungen von Familienverbänden und Eisvogelpaaren auf Individuenbasis im Datensatz repräsentiert sind.

**Tabelle 2: Korrelationsmatrix (Pearson's r) der unterschiedlichen Interpretationsweisen der brutzeitrelevanten (April- Juli) Beobachtungsdaten aus dem Archiv von BirdLife Österreich. Alle beobachteten Korrelationen sind signifikant ( $p < 0,05$ ).**

|                            | Meldungen zur Brutzeit | EOAC-Codes | gemeldete Individuenanzahl | konservative BS | Experten BS |
|----------------------------|------------------------|------------|----------------------------|-----------------|-------------|
| Meldungen zur Brutzeit     |                        |            |                            |                 |             |
| EOAC-Codes                 | 0,967                  |            |                            |                 |             |
| gemeldete Individuenanzahl | 0,829                  | 0,887      |                            |                 |             |
| konservative BS            | 0,798                  | 0,750      | 0,715                      |                 |             |
| Experten BS                | 0,935                  | 0,958      | 0,893                      | 0,707           |             |

Der Ansatz „konservative Bestandsschätzung“ weist mit allen anderen Interpretationsweisen die geringsten Korrelationskoeffizienten auf. Da bei dieser Methode nur tatsächliche Brutnachweise berücksichtigt werden, sind Fehlinterpretationen im Gegensatz zu den anderen Methoden nicht oder nur kaum möglich. Allerdings wird dadurch der Datensatz drastisch reduziert und aufgrund der geringeren Stichprobe wirken sich erratische Schwankungen stärker aus.

Aus Gründen der Reproduzierbarkeit und der Größe des Stichprobenumfangs wurde für die weitere Auswertung die Bestandsschätzung nach den EOAC-Codes verwendet.

Die Daten wurden in Folge durch die Anzahl der Personen pro Jahr, welche ihre Daten an BirdLife gemeldet hatten (Quelle: Datenbank BirdLife Österreich; für 1988 & 1989 geschätzt: M. Dvorak, mündl. Mitteilung), korrigiert (Vgl. Mason 1991).

Da Eisvogelpopulationen sehr stark schwanken, wurde als Basis (=100) für den Index der Mittelwert der Jahre 1990 bis 1999 verwendet. Ein Indexwert über 100 steht für ein Jahr mit einer überdurchschnittlich hohen, ein Wert unter 100 für ein Jahr mit unterdurchschnittlich niedrigen Eisvogelbeständen.

Da Bestandsschwankungen von Eisvogelpopulationen in Mitteleuropa stark von einer hohen Wintermortalität geprägt sind (Laske und Helbig 1986), wurde der Einfluss der Härte eines Winters auf das Ergebnis des Index zu Überprüfung der Authentizität des Index verwendet. Als Maß für die Härte eines Winters (November bis März) wurde für jeden Winter im Zeitraum von 1988 bis 2005 aus den beiden Faktoren „Dauer der längsten Periode mit negativer mittlerer Tagestemperatur“ und der „Temperatursumme aller Tage mit negativer mittlerer Tagestemperatur“ mittels einer Faktoranalyse der Parameter „Winterhärte“ erstellt. Bei der Erstellung des Faktors „längste Periode mit negativer mittlerer Tagestemperatur“, wurden Unterbrechungen durch einzelne Tage mit positiver mittlerer Tagestemperatur ignoriert. Die dafür

verwendeten Klimadaten wurden dankenswerter Weise von der ZAMG (Messstation Großenzersdorf) zur Verfügung gestellt.

Sowohl der generierte Index als auch der Verlauf der Winterhärte wurden mit den Ergebnissen des Eisvogelmonitorings des Vereins Auring in den March-Thaya-Auen verglichen (Zusammenstellung: T. Zuna-Kratky, persönliche Mitteilung). Der dafür erstellte Index für die March-Thaya-Auen basiert auf den Mittelwert aller Datensätze.

### **Datenbearbeitung und statistische Auswertung**

Die Ergebnisse aller statistischen Analysen wurden ab einen p-Wert  $< 0,05$  als signifikant erachtet. Sofern notwendig, wurden nicht normal verteilte Daten mittels log-Transformation normalisiert. Einfache Korrelationsanalysen wurden mit dem Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Für die Überprüfung von linearen Zusammenhängen mit abhängigen Variablen wurde die lineare bzw. multiple Regressionsanalyse verwendet.

Um die Auswirkung der Durchströmungshäufigkeiten von Gewässern auf den Bruterfolg sowie die Auswirkungen von Aufbau und Bewuchs von Wänden auf die Nutzung beziehungsweise den Bruterfolg von Wänden zu testen, wurden das statistische Verfahren der logistischen Regression gewählt.

Für die Auswertung der erhobenen Parameter zu Aufbau und Bewuchs der Wände war es notwendig, die Anzahl der Parameter mittels Faktoranalyse zu reduzieren. Für weitere Analysen wurden nur Faktoren mit einem Eigenwert größer als 1 verwendet.

Für die Bearbeitung und Auswertung der Daten wurden die Programme ArcMap 9.0, Microsoft Office 2003, Hawth Analysis Tools 3.27 und Statistica 7.0 verwendet.

## Ergebnisse

### Brutbestand und Siedlungsdichte

Insgesamt konnten im Jahr 2005 im Untersuchungsgebiet 19 Brutpaare des Eisvogels festgestellt werden (Abb. 3). Bei einer Gesamtlänge des Untersuchungsgebietes von ca. 134,5 km entspricht dies einer mittleren Siedlungsdichte von 0,14 Brutpaaren pro Flusskilometer (7 km Gewässerlänge / Brutpaar).

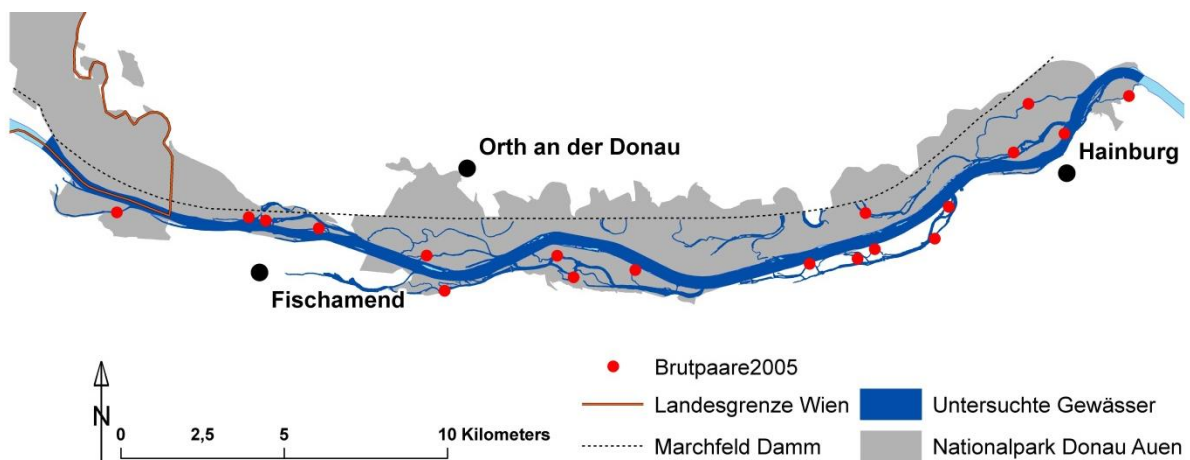
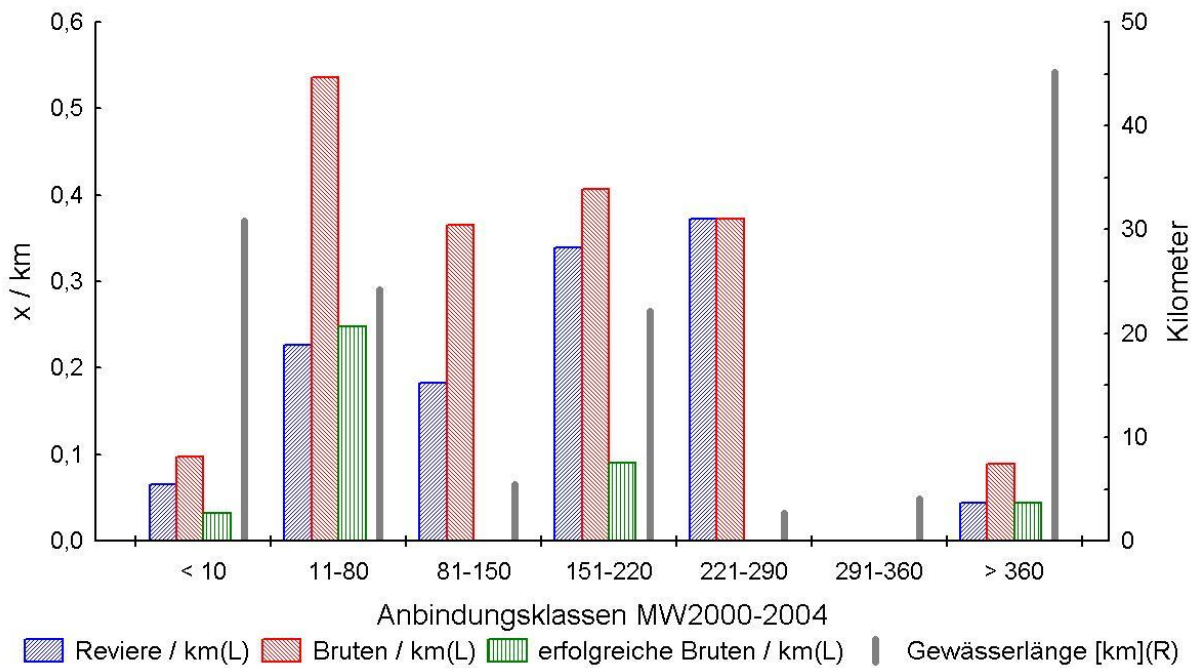


Abb. 3: Übersichtskarte zur Verteilung der Eisvogelreviere im Nationalpark Donau-Auen 2005. Quelle: NP Donau-Auen; verändert.

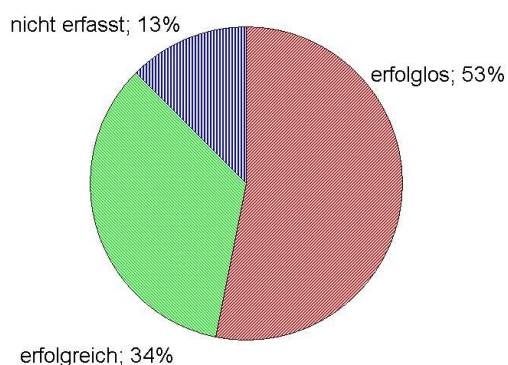
Die höchsten Revierdichten konnten an Gewässern der Klassen 151-220 und 221-290 Tagen Anbindung pro Jahr festgestellt werden (Abb. 4). Etwas geringere Revierdichten zeigten die Klassen 11-80 und 81-150 Tage mittlerer Anbindung. Nur in Hochwasserfällen angebundene (< 10 d) sowie ständig durchströmte Gewässer (>360d) wiesen eine sehr geringe Revierdichte auf. Gewässer der Anbindungsklasse 291-360 Tage wurden 2005 nicht als Bruthabitate genutzt. Im Gegensatz zur Revierdichte konnte in der Klasse 11-80 Tage die höchste Dichte an Bruten und erfolgreichen Bruten festgestellt werden. Die Revierdichte beeinflusste die Dichte an Bruten signifikant positiv ( $r = 0,83$ ;  $p = 0,02$ ;  $r^2 = 0,69$ ), allerdings nicht die Dichte an erfolgreichen Bruten ( $r = 0,23$ ;  $p = 0,62$ ;  $r^2 = 0,05$ ). Auffallend ist, dass in der Gewässerklasse mit der höchsten Revierdichte (221-290 Tage / Jahr) im Jahr 2005 keine erfolgreichen Bruten festgestellt werden konnten.



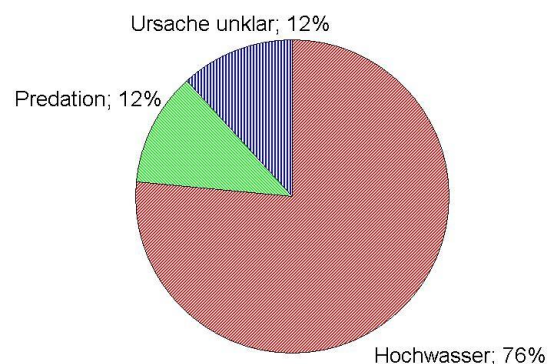
**Abb. 4: Verteilung der Reviere, Bruten und erfolgreichen Bruten pro Gewässerkilometer (Y-Achse links) sowie Verteilung der Gewässerlänge (Y-Achse rechts) in Hinblick auf Anbindungsklassen der mittleren Durchströmungshäufigkeit der Gewässer von 2000 bis 2004 (X-Achse).**

## Bruterfolg

In der Brutsaison 2005 verliefen nur 11 der 32 festgestellten Eisvogelbruten erfolgreich. 17 Bruten waren erfolglos, und bei vier Bruten konnte der Bruterfolg nicht erfasst werden (Abb. 5). Die häufigste Ursache für Brutverluste stellten mit 76 % Hochwässer dar. Prädation wurde nur in zwei Fällen nachgewiesen (Abb. 6).



**Abb. 5: Bruterfolg des Eisvogels in den Donau-Auen im Jahr 2005. N = 32.**



**Abb. 6: Ursachen für Brutverluste 2005. N = 17.**

Hinsichtlich der Lage der Brutwände zeigte sich, dass an Nebengewässern die Durchströmungshäufigkeit des jeweiligen Gewässerabschnitts während der



Brustsaison 2005 der entscheidende Faktor für ein erfolgreiches Brüten des Eisvogels war. Brutwände, welche an weniger häufig durchströmten Gewässern lagen, begünstigten ein erfolgreiches Brüten des Eisvogels (Abb. 7).

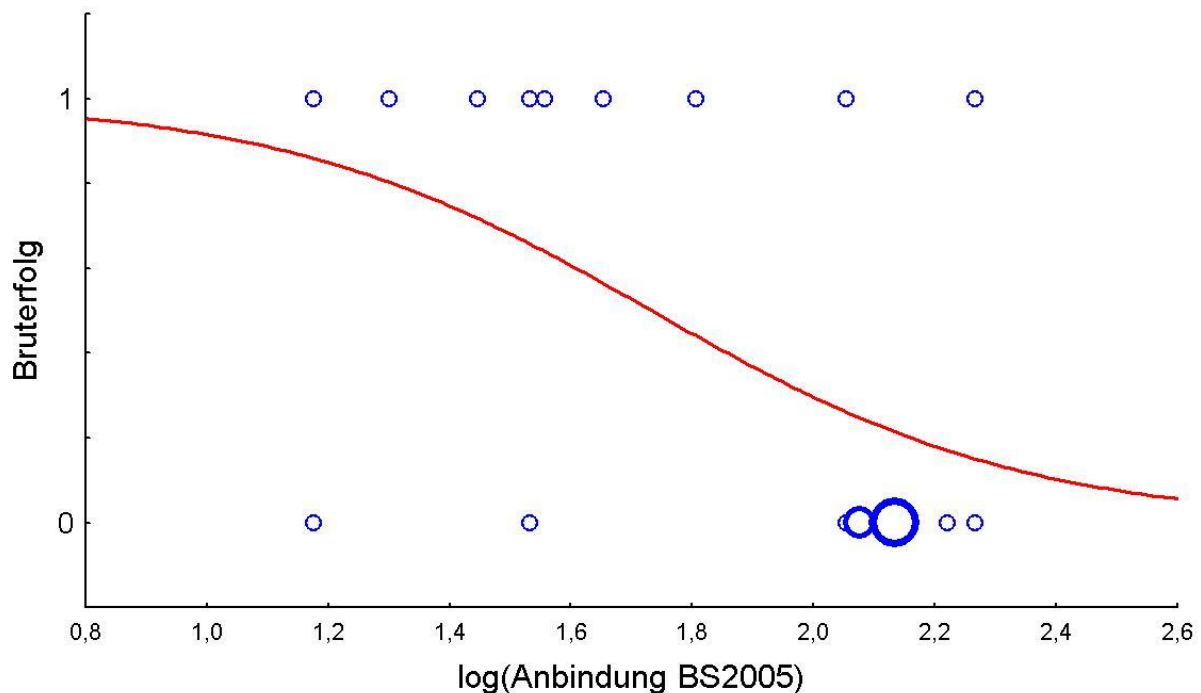


Abb. 7: Abhängigkeit des Bruterfolgs von der Durchströmungshäufigkeit der Gewässer. Logistische Regression:  $y = \exp(5,63+(-3,25)*x)/(1+\exp(5,63+(-3,25)*x))$ . Y Achse: 1 = erfolgreich, 0 = erfolglos. X-Achse: log transformierte Dauer der Anbindung der Altarme während der Brutsaison 2005.  $\chi^2 = 5,91$ ,  $p = 0,02$ .

## Habitatnutzung

### Morphologie und Bewuchs der Brutwände

In Hinblick auf die Besetzung der Wände durch Eisvögel konnten zwischen den tatsächlich besetzten Brutwänden und den Vergleichswänden keine messbaren Unterschiede in Bezug auf die erhobenen Parameter zu Morphologie und Bewuchs der Wände festgestellt werden (Faktoranalyse: 5 Faktoren aus 15 Parametern; siehe Anhang, Tabelle 5; Logistische Regression  $\chi^2(5) = 9,02$   $p = 0,11$ ).

In Tabelle 3 sind die morphologischen Kennwerte der in der Brutsaison 2005 besetzten Wände dargestellt. Es zeigte sich, dass Brutwände, welche sich an häufiger durchströmten Gewässer befanden, eine größere Gesamthöhe (lineare Regression:  $y = 2,34 + 0,11x$ ,  $r^2 = 0,22$ ;  $p = 0,03$ ;  $n = 21$ ) sowie eine größere Dachtiefe (lineare Regression:  $y = -42,42 + 25,75x$ ;  $r^2 = 0,35$ ;  $p > 0,01$ ;  $n = 21$ ) aufweisen. Hinsichtlich des Bruterfolgs der besetzten Wände konnten keine Zusammenhänge mit den erhobenen Morphologie- und Bewuchsparametern festgestellt werden.

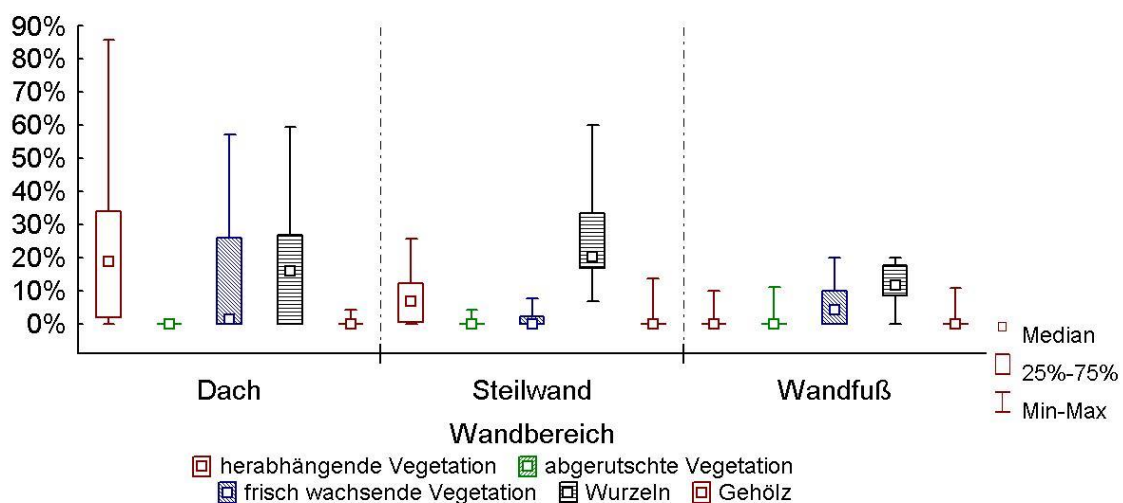
(Faktoranalyse: 5 Faktoren aus 15 Parametern; siehe Anhang, Tabelle 6; logistische Regression;  $\chi^2(5) = 6,76$ ;  $p = 0,24$ ).

**Tabelle 3: Morphologische Kennwerte der Brutwände in der Brutsaison 2005. D = Wanddach, S = Steilwand; F = Wandfuß.**

|                            | N  | Median | Minimum | Maximum | unteres Quartil | oberes Quartil |
|----------------------------|----|--------|---------|---------|-----------------|----------------|
| Wandlänge [m]              | 22 | 24     | 2       | 200     | 6               | 42             |
| Wandhöhe [cm]              | 21 | 362    | 165     | 520     | 304             | 409            |
| D-Höhe [cm]                | 21 | 20     | 0       | 100     | 10              | 30             |
| D-Tiefe [cm]               | 21 | 8      | -50     | 40      | 0               | 20             |
| D-Fläche [m <sup>2</sup> ] | 21 | 5      | 0       | 15      | 2               | 8              |
| S-Höhe [cm]                | 21 | 150    | 55      | 296     | 91              | 186            |
| S-Fläche [m <sup>2</sup> ] | 21 | 35     | 1       | 219     | 6               | 63             |
| F-Höhe [cm]                | 21 | 200    | 0       | 406     | 138             | 245            |
| F-Tiefe [cm]               | 21 | 225    | 0       | 800     | 92              | 400            |
| F-Fläche [m <sup>2</sup> ] | 21 | 28     | 0       | 271     | 9               | 64             |

Neben dem Einfluss auf die Morphologie der Wände bewirkte die Durchströmungshäufigkeit der jeweiligen Nebengewässer im Jahr 2005 (Anbindung 2005) zumindest tendenziell einen geringeren Bewuchs der Steilwände ( $y = 1, -0,17x$ ;  $r^2 = 0,16$ ;  $p = 0,08$ ;  $n = 21$ ). Hinsichtlich des Bewuchstyps der Steilwand wirkte sich eine häufigere Durchströmung negativ auf den Typ „Wurzel“ aus ( $y = 0,92 - 0,2x$ ;  $r^2 = 0,21$ ;  $p = 0,04$ ;  $n = 21$ ). Signifikant positiv hingegen korrelierte der Bewuchstyp „abgerutschte Vegetation“ am Wandfuß mit der Anbindungshäufigkeit 2005 ( $y = -0,19 + 0,13x$ ;  $r^2 = 0,2$ ;  $p = 0,04$ ;  $n = 21$ ).

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die Bewuchszusammensetzung der einzelnen Wandabschnitte.



**Abb. 8: Median, 25 % - 75 % Perzentile (Box) sowie Minimum und Maximum (Whiskers) der Bewuchszusammensetzung der Wandbereiche Dach, Steilwand und Wandfuß von Eisvogelbrutwänden. N = 21.**

## Nutzung von Ansitzwarten

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden 57 durch Eisvögel als Ansitzwarten genutzte Strukturen erfasst und vermessen (Kennwerte siehe Tabelle 4). Mehr als 80 % aller genutzten Ansitzwarten waren abgestorbene Strukturen (Abb. 9). Strukturbedingt nahm mit der Entfernung der Warten vom Ufer die Wasser- (Spearman  $R = 0,68$ ,  $p < 0,05$ ;  $n = 47$ ) sowie die Sichttiefe (Spearman  $R = 0,67$ ,  $p < 0,05$ ;  $n = 49$ ) zu. Die Höhe der genutzten Warte korrelierte mit der Wasser- (Spearman  $R = 0,3$ ;  $p < 0,05$ ;  $n = 47$ ) und der Sichttiefe (Spearman  $R = 0,3$ ;  $p < 0,05$ ;  $n = 49$ ) positiv. Ansitzwarten wurden zu etwa gleichen Anteilen im Kontext des Nahrungserwerbs („jagen“ & „fressen“) oder des Komfortverhaltens („ruhen“ & „baden“) genutzt (Abb. 10).

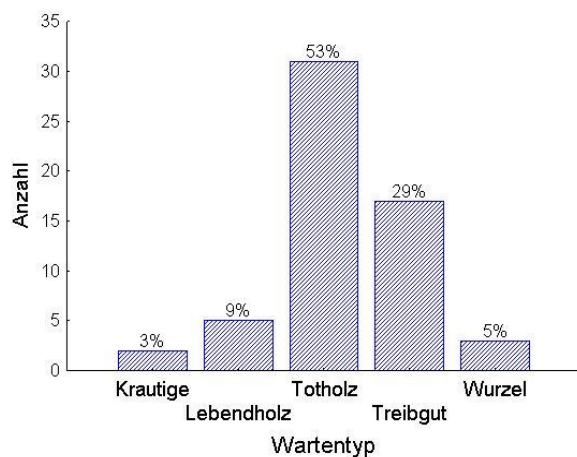


Abb. 9: Verteilung der einzelnen Wartentypen der von Eisvögel genutzten Warten (N = 58).

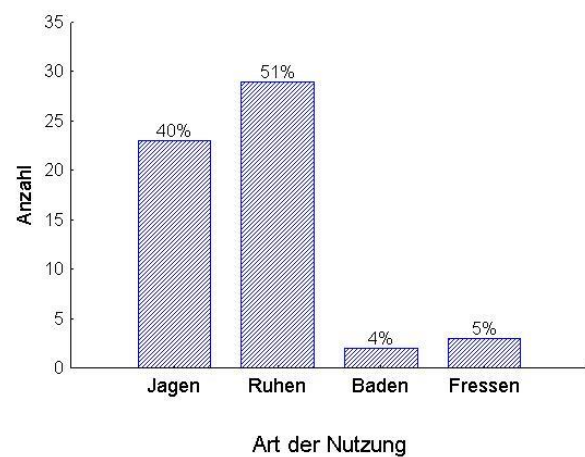


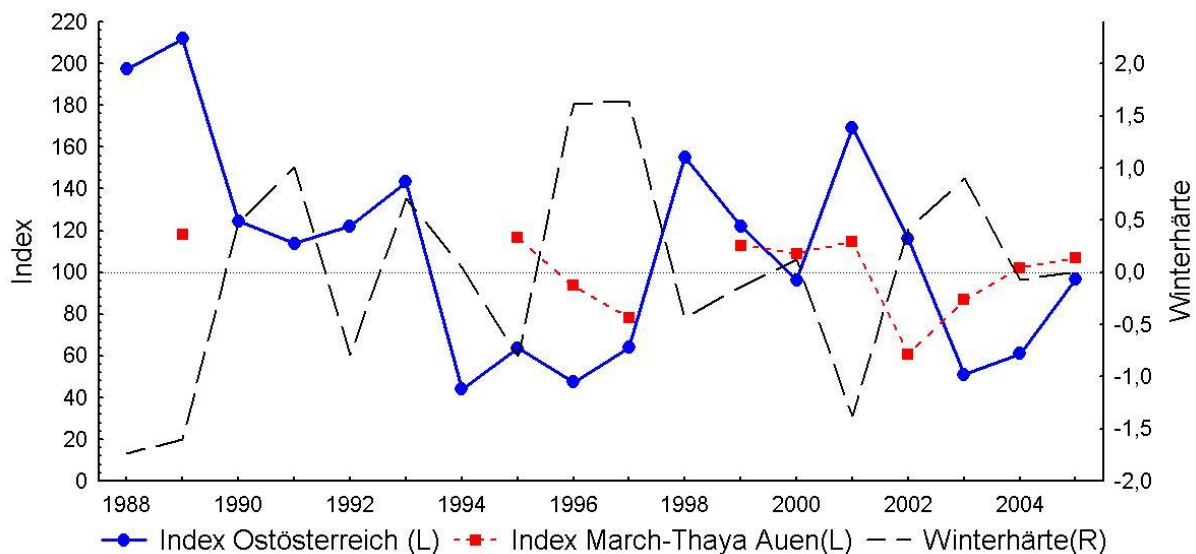
Abb. 10: Übersicht über die Nutzungsart der Ansitzwarten (N = 57).

Tabelle 4: Strukturelle Kennwerte von Eisvögeln genutzter Warten.

| Variable              | N  | Median | Minimum | Maximum | unteres Quartil | oberes Quartil |
|-----------------------|----|--------|---------|---------|-----------------|----------------|
| Durchmesser [cm]      | 55 | 3,0    | 0,3     | 11,0    | 1,5             | 4,0            |
| Kronenschluss [%]     | 53 | 10,0   | 0,0     | 95,0    | 0,0             | 50,0           |
| Entfernung Ufer [cm]  | 53 | 150,0  | -10,0   | 1200,0  | 100,0           | 350,0          |
| Höhe über Wasser [cm] | 56 | 100,0  | 12,0    | 450,0   | 53,0            | 150,0          |
| Wassertiefe [cm]      | 47 | 77,0   | 5,0     | >200    | 30,0            | 122,0          |
| Sichttiefe [cm]       | 49 | 50,0   | 5,0     | >200    | 27,0            | 60,0           |

## Index zur Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich

In Abb. 11 ist der nach den EOAC-Codes generierte Index für die Eisvogelpopulation in Ostösterreich, der Index für die Bestandsentwicklung in den March-Thaya-Auen sowie der Verlauf der Winterhärte dargestellt.



**Abb. 11: Indize für die Eisvogelpopulation in Ost-Österreich, die Eisvogelpopulation der March-Thaya-Auen sowie der Verlauf der Winterhärte.**

Sowohl der Index der überregionalen Bestandsentwicklung als auch jener der March-Thaya-Auen weisen die höchsten Werte in der Brutsaison 1989 auf. Im Untersuchungsjahr der vorliegenden Studie (2005) sind beide Indizes nahezu 100 und entsprechen somit ihrem langjährigen Mittelwert. Hinsichtlich der Winterhärte entspricht der Winter vor der Brutsaison 2005 ebenfalls fast exakt dem langjährigen Mittel. Vom Verlauf her ähneln sich die beiden Indizes der Eisvogelbestände, wenn auch jener der March-Thaya eine deutlich geringere Amplitude aufweist. Die Trendlinie für die Winterhärte verläuft annähernd gegengleich zur Populationsgröße des Eisvogels in den beiden Gebieten.

In Hinblick auf die Auswirkung der Winterhärte auf Eisvogelpopulationen zeigt sich, dass sowohl die Bestandsschätzungen für Ostösterreich als auch die Daten der March-Thaya-Auen mit der Winterhärte hoch signifikant korrelieren (Abb. 12). Je härter ein Winter war, desto weniger brutzeitliche Beobachtungen des Eisvogels wurden an BirdLife Österreich gemeldet bzw. desto geringer war der Brutbestand in den March-Thaya-Auen. Die Korrelationskoeffizienten beider Datensätze sind mit -0,675 bzw. -0,704 in etwa gleich hoch. Allerdings unterscheiden sich die March-Thaya Datensätze durch einen deutlich flacheren Zusammenhang mit der Winterhärte von dem Ostösterreich Index. Wenn auch nur auf zwei Datensätzen basierend, entspricht die Steilheit der Regressionslinie der Daten aus dem Nationalpark Donau Auen in etwa jener der überregionalen Bestandsabschätzung.

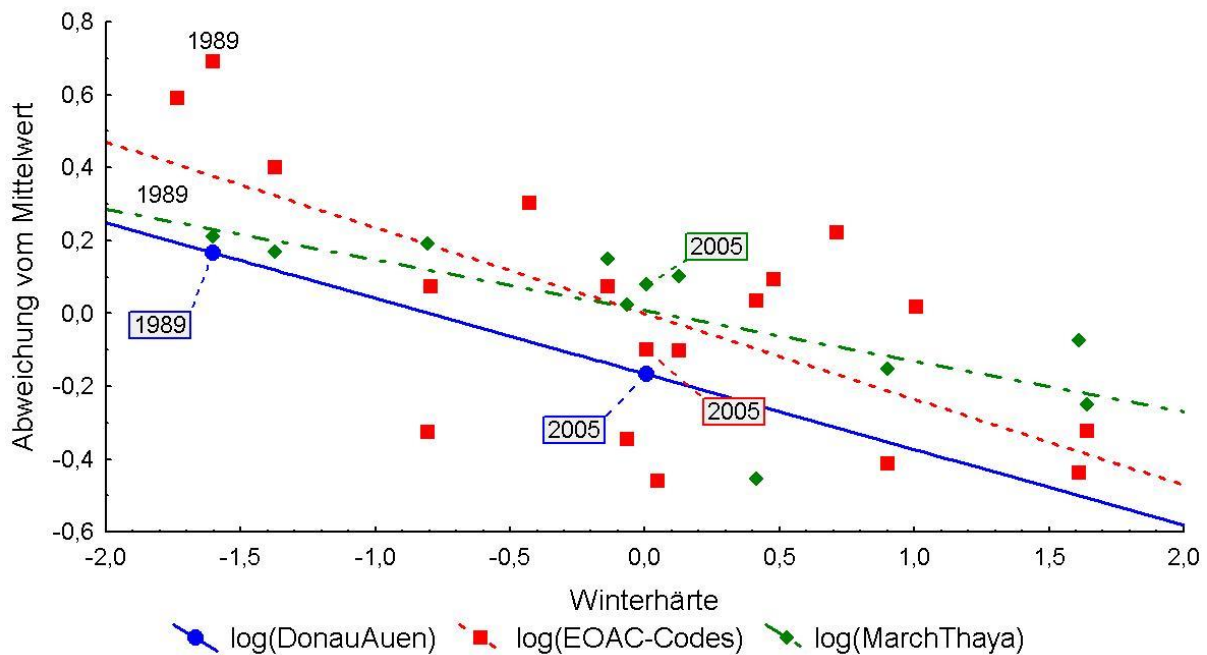


Abb. 12: Einfluss der Winterhärte auf die überregionale Bestandsentwicklung sowie auf die Eisvogelbestände der March-Thaya-Auen. Zusätzlich sind die Brutbestände im Nationalpark Donau-Auen der Jahre 1989 sowie 2005 dargestellt.  $\log(\text{DonauAuen}) = -0,17 - 0,21 \cdot x$ ;  $\log(\text{EOAC-Codes}) = -3,46E-17 - 0,24 \cdot x$ ,  $r = -0,68$ ;  $p < 0,01$ ;  $r^2 = 0,46$ ;  $\log(\text{MarchThaya}) = 0,01 - 0,14 \cdot x$ ,  $r = -0,7$ ;  $p = 0,02$ ;  $r^2 = 0,5$ .

Ein Vergleich des generierten Index mit jenem der March-Thaya-Auen zeigt, dass die Ergebnisse vorerst nicht signifikant miteinander korrelieren. (Abb. 13) Erst nach Eliminierung des Extremwerts von 2002 aus dem March-Thaya-Auen Datensatz war eine signifikant positive Korrelation mit dem Ostösterreich-Index festzustellen.

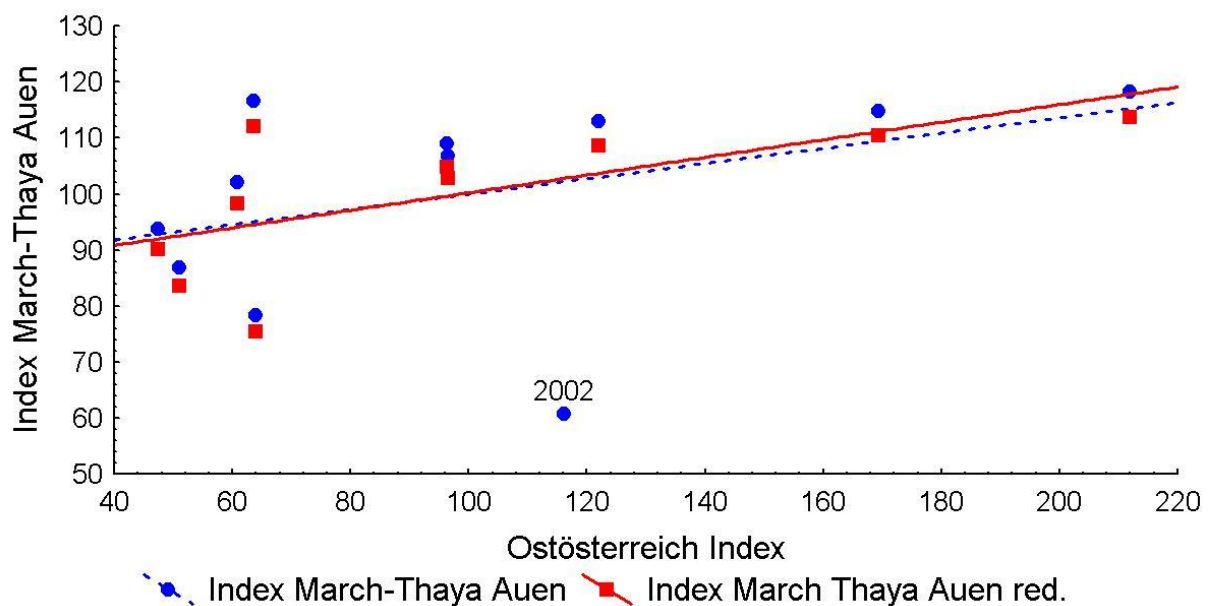


Abb. 13: Zusammenhang zwischen dem Populations-Index des Eisvogels in Ostösterreich und den March-Thaya-Auen (Index March-Thaya-Auen red. = um den Extremwert von 2002 reduziert). Lineare Regression, vollständiger Datensatz:  $r^2 = 0,15$ ;  $r = 0,39$ ;  $p = 0,24$ ;  $N = 11$ ; reduzierter Datensatz:  $r^2 = 0,44$ ;  $r = 0,66$ ;  $p = 0,04$ ;  $N = 10$ .

## ***Diskussion***

### **Brutbestand, Siedlungsdichte und Bruterfolg**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde mit 19 Brutpaaren ein deutlich geringerer Eisvogelbrutbestand verzeichnet als in der Untersuchung von 1989 (Eichelmann 1990). Die Ursachen für den Rückgang von 41 Brutpaaren auf 19 Brutpaare dürften vor allem an den für den Eisvogel typischen Bestandsschwankungen liegen (Kniprath 1965; Morgan und Glue; Bauer und Baumann 2005). Der im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Index für die Eisvogelpopulation in Ostösterreich, modellierte rückwirkend für das Jahr 1989 äußerst hohe Eisvogelbestände für das östliche Österreich. Im selben Jahr konnten auch an den March-Thaya-Auen Rekordbestände des Eisvogels nachgewiesen werden (Wösendorfer 1989). Wie schon von Eichelmann (1990) vermutete, sind als Ursache dafür die beiden sehr milden Winter 1987/88 und 1988/89 zu sehen.

Im Vergleich dazu stellt das Untersuchungsjahr der vorliegenden Studie, 2005, gemäß dem Index ein eher durchschnittliches Jahr für den Eisvogel dar – auch in den March-Thaya-Auen konnten in dieser Brutsaison nur durchschnittlich viele Eisvogelreviere festgestellt werden. Dem Index nach, entsprechen die 19, im Rahmen dieser Studie ermittelten Eisvogelreviere, in etwa dem langjährigen Mittel der Eisvogelbestände in den Donau-Auen.

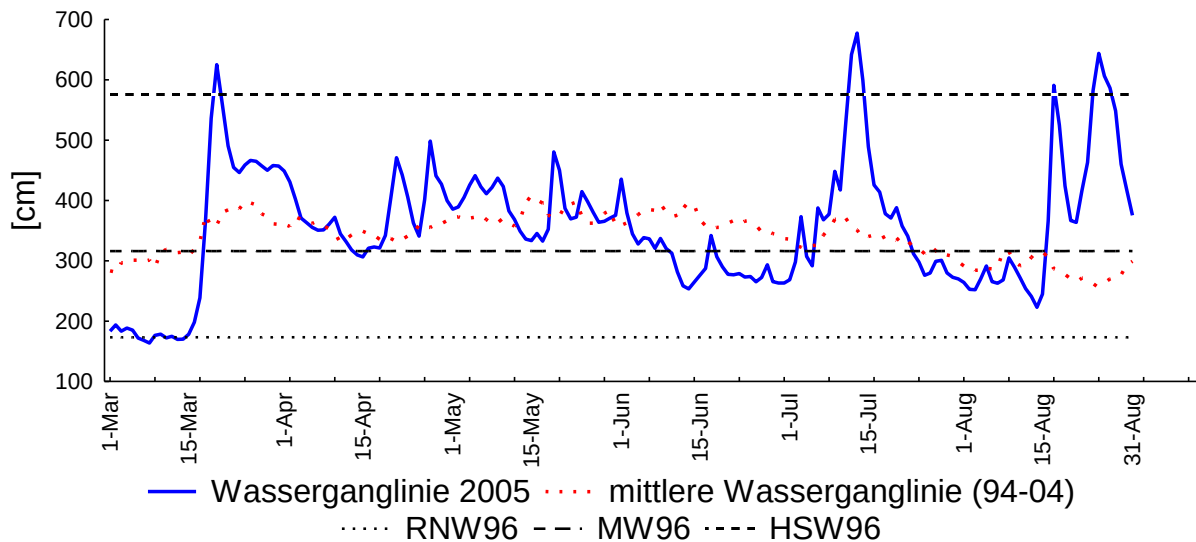
Anzumerken ist, dass einem Metapopulationsmodell entsprechend (Hanski und Gilpin 1998; Hanski 1999), lokale Populationen aufgrund lokaler Faktoren – z.B. Einfluss der Donau auf den Bruterfolg im Vorjahr – in einzelnen Jahren jedoch deutlich von überregionalen Entwicklungen abweichen können. Es ist daher nicht auszuschließen, dass der Bestand von 19 Brutpaaren nicht dem durchschnittlichen Brutbestand des Gebiets entspricht. Mit der Erstellung des Index wurde zwar ein räumlicher und vor allem zeitlicher Kontext zu den Ergebnissen der Studie hergestellt, allerdings ist eine Bewertung des Brutgebietes anhand einer einzelnen einjährigen Studien – trotz Index – nur bedingt zulässig. Weitere Erhebungen im Untersuchungsgebiet wären notwendig, um zukünftig feststellen zu können, auf welchem Niveau die Schwankungen der (Teil-)Population im Nationalpark Donau Auen tatsächlich verlaufen.

Hinsichtlich der Siedlungsdichte des Eisvogels entsprechen die 2005 festgestellten 19 Reviere mit einer Siedlungsdichte von 0,14 Brutpaaren pro km (7 km pro Brutpaar.) in etwa der durchschnittlichen Siedlungsdichte größerer mitteleuropäischer Flüsse (Bauer und Baumann 2005). Für einen internationalen Vergleich der Bestandszahlen wären aufgrund der starken Bestandsfluktuationen sowie der oben genannten Gründe allerdings mehrjährige Studien notwendig. In Anbetracht der Tatsache, dass – wenn auch unter Umständen nur in extremen Gunstjahren – außerordentlich hohe Siedlungsdichten des Eisvogels im Gebiet möglich sind, ist nach wie vor davon auszugehen, dass die Donau-Auen östlich von Wien eines der bedeutendsten Brutgebiete des Eisvogels in Österreich und Mitteleuropa darstellen.

Auffallend ist, dass der Hauptstrom der Donau sowohl in der Studie Eichelmanns (0,06 Brutpaare pro km) als auch in der vorliegenden Studie mit nur 0,04 Brutpaaren pro Kilometer eine äußerst geringe Siedlungsdichte aufweist. Eichelmann (1990) gibt als Grund die geringe – durch die starke Regulierung verursachte – Verfügbarkeit von Brutwänden am Hauptstrom an. Zusätzlich dürfte die höhere Strömungsgeschwindigkeit des Hauptstroms und das regulierungsbedingte abschnittsweise Fehlen strömungsberuhigter Bereiche schlechtere Sichtverhältnisse und somit auch ungünstigere Jagdverhältnisse für den Eisvogel bedingen (Vgl. Kniprath 1969; Reichholf 1988).

Im Vergleich zu Angaben aus der Literatur (Bunzel und Drüke 1989), stellen die 1,68 Bruten pro Brutpaar einen relativ geringen Wert dar. Ursache könnten die hohen Wasserstände der Donau während der gesamten Brutsaison 2005 (Abb. 14) sein, welche in manchen Bereichen nur wenige Bruten zuließen. Aufgrund der vielen starken Wasserstandsschwankungen ist weiters nicht auszuschließen, dass einzelne Brutversuche vor deren Erfassung schon wieder zerstört wurden. Bemerkenswert ist, dass ein Eisvogelpaar im Spittelauerarm bei Stopfenreuth trotzdem viermal – wenn auch nur zweimal erfolgreich – zur Brut schritt. Vier Jahresbruten beim Eisvogel sind in Mitteleuropa eine Ausnahme und als Indikator für besonders gute Brutgebiete zu werten (Ruthke 1968; Novotny 1994).





**Abb. 14: Wasserganglinie der Donau (Pegel Wildungsmauer) während der Brutsaison 2005 sowie die mittlere Wasserganglinie der vorhergehenden 10 Jahre. RNW = Regelniedrigwasser;; MW = Mittelwasser; HSW 96 = Höchster schiffbarer Wasserstand. Quelle: NP Donau Auen.**

Der Vergleich der Verteilung der Dichte an Revieren, Bruten sowie erfolgreichen Bruten hinsichtlich der unterschiedlichen Anbindungsklassen der Gewässer zeigt, dass 2005 die Revierdichte keinen Einfluss auf den Bruterfolg hatte. Die höchsten Revierdichten konnten in den stark dynamischen Gewässern der Anbindungsklassen 151-220 Tage beziehungsweise 221-290 Tage pro Jahr festgestellt werden.

Nicht zuletzt in Hinblick auf bereits abgeschlossene beziehungsweise geplante Gewässervernetzungsprojekte im Nationalpark Donau Auen ist es daher von Interesse, dass obwohl diese hochdynamischen Bereiche nur 18 % an der Gesamtgewässerslänge betragen, mehr als 45 % aller Eisvogelreviere beherbergen. Der Grund dafür dürfte ein durch die höhere Dynamik bedingtes, größeres Angebot an Steilwänden sein. Aufgrund der turbulenten Wasserganglinie in der Brutsaison 2005 konnten in diesen Bereichen zwar nur wenige Paare erfolgreich brüten, es ist aber davon auszugehen, dass in Jahren mit niedrigeren Wasserständen diese Bereiche die produktivsten Eisvogelbrutgebiete im Untersuchungsgebiet darstellen.

In wasserreichen Jahren, wie dies 2005 der Fall war, stellen hingegen die mäßig dynamischen Bereiche aufgrund der geringeren Anfälligkeit gegenüber Brutverluste durch Hochwasserereignisse die erfolgreichsten Brutplätze dar. Sie nehmen daher in diesen Jahren aufgrund des höheren Bruterfolgs eine essentielle Stellung für die Sicherung der Population ein.

Isolierte sowie permanent durchströmte Gewässer weisen trotz ihres hohen Anteils an der Gesamtgewässerslänge nur eine sehr geringe Anzahl an Revieren, Bruten und



erfolgreichen Bruten auf. Der Grund dafür dürfte bei beiden Gewässerklassen vor allem an der schlechten Verfügbarkeit von geeigneten Brutwänden liegen. Die Ursachen hierfür sind allerdings unterschiedlich. An stark isolierten Gewässern ist davon auszugehen, dass aufgrund der fehlenden Dynamik keine Steilwände entstehen können. Bei den permanent durchströmten Gewässern handelt es sich vor allem um den Hauptstrom der Donau, wo die harte Uferverbauung die Entstehung von Steilwänden in vielen Bereichen verhindert.

Für einen umfangreichen Schutz des Eisvogels sind daher Revitalisierungsprojekte mit dem Ziel naturnahe und – vor allem in Hinblick auf die Dynamik der Gewässer – heterogene Flusslandschaften zu sichern bzw. wiederherstellen notwendig und unerlässlich.

Wie die Ursachen für die Brutverluste (Abb. 6) als auch die Ergebnisse der logistischen Regression (Abb. 7) im Hinblick auf die Anbindung der Gewässer zeigen, war 2005 die Wassergangslinie der Donau (Abb. 14) der entscheidende Faktor für den Bruterfolg. Die Gründe für den geringen Bruterfolg von nur 34 % dürften vor allem an den vielen, wenn auch nur kurz andauernden Wasserstandsspitzen liegen. Da eine erfolgreiche Eisvogelbrut vom Anlegen der Brutröhre bis zum Ausfliegen der Jungvögel mehr als 50 Tage benötigt (Glutz von Blotzheim 2001), war in vielen Fällen ein erfolgreiches Brüten des Eisvogels nicht möglich. In Anbetracht der Verhältnisse im Untersuchungsjahr 2005 ist der festgestellte Bruterfolg von 34 % daher als bemerkenswert einzustufen. Es ist davon auszugehen, dass in Jahren mit niedrigeren Wasserständen und weniger starken Wasserstandsschwankungen der Bruterfolg deutlich höher liegen dürfte. Prädation als Ursache für Brutverluste scheint wie in der Studie von 1989 im Untersuchungsgebiet nur von geringer Bedeutung zu sein (Eichelmann 1990).

## **Habitatnutzung**

### **Morphologie und Bewuchs der Brutwände**

Hinsichtlich Wandaufbau und Bewuchs konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den tatsächlichen Brutwänden und den vermessenen Vergleichswänden festgestellt werden. Es ist daher anzunehmen, dass im Nationalpark Donau Auen zumindest in der Brutsaison 2005 die Anzahl der Steilwände keinen limitierenden Faktor für die Eisvogelpopulation darstellte. Da es sich bei den Referenzwänden nur

um eine willkürliche Auswahl aus dem Angebot an Brutwänden handelt, wurde in der vorliegenden Arbeit darauf verzichtet, auf die Verteilung potentieller Brutwände – vor allem in Bezug auf die Durchströmungshäufigkeiten einzelner Abschnitte – im Untersuchungsgebiet einzugehen.

Die Werte der erhobenen morphologischen Parameter der Brutwände entsprechen weitestgehend den in der Literatur vorgefundenen Angaben. So konnte unter anderem der vielfach in der Literatur angegebene Wert für die Mindesthöhe der Senkrechten einer Brutwand (min. 50 cm) mit 55 cm bestätigt werden (Kniprath 1964; Eichelmann 1990). Der Zusammenhang zwischen Wandhöhe beziehungsweise Dachtiefe der Brutwände und der Anbindung des jeweiligen Gewässers ist aufgrund der erosionsbedingten Entstehungsweise von Steilwänden nachvollziehbar.

Hinsichtlich des Bewuchstyps und des Bewuchsgrads zeigte sich, dass die Durchströmungshäufigkeit des Jahres 2005 mehr Einfluss auf die Brutwände hatte als die mittlere Anbindung der vorangegangenen 5 Jahre. Dass trotzdem nur ein negativer Trend in Bezug auf die Stärke des Steilwandbewuchses und der Anbindungsdauer festgestellt wurde, dürfte am geringen Stichprobenumfang (N = 21) liegen. Die Zusammenhänge hinsichtlich des Bewuchstyps „Wurzel“ im Steilwandbereich und „abgerutschte Vegetation“ im Fußbereich lassen sich über die höheren Erosionskräfte stärker angebundener Gewässer erklären.

### **Nutzung von Ansitzwarten**

Zu den von Eisvögeln als Ansitzwarten genutzten Strukturen ist anzumerken, dass der Umfang des erhobenen Datensatzes (n=57) relativ gering ist. Die Ursachen liegen vor allem an der großen Scheu des Eisvogels sowie der Erfassungsmethode. In vielen Fällen konnten die Eisvögel nur mehr abfliegend beobachtet werden und die genutzten Warten nicht mehr lokalisiert werden. Es ist davon auszugehen, dass auf Warten mit einer geringen Deckung (z.B. Totholz, Treibgut) Eisvögel deutlich leichter beobachtet werden können und somit überproportional im Datensatz repräsentiert sind. Da diese beiden Wartentypen allerdings bei mehr als 80 % aller beobachteten Wartennutzungen festgestellt wurden, ist trotz eines möglichen Fehlers von einer hohen funktionalen Bedeutung dieser Strukturen für den Eisvogel auszugehen (Vgl. Kniprath 1969; Frühauf 2000).

Die festgestellten Zusammenhänge zwischen der Entfernung der Warten vom Ufer und der Sicht bzw. Wassertiefe dürften durch die Gewässermorphologie bedingt sein. Hinsichtlich der Korrelation der Wartenhöhe mit der Sicht- bzw. Wassertiefe erscheinen zwei unterschiedliche Interpretationsansätze plausibel. Einerseits könnte dieser Zusammenhang ebenfalls auf die Gewässermorphologie zurückzuführen sein, andererseits könnte die Erklärung im Jagdverhalten des Eisvogels liegen. Da die maximale Tauchtiefe des Eisvogels im Zusammenhang mit der Wartenhöhe steht (Kniprath 1964; Bunzel 1987; Eichelmann 1990; Frühauf 2000; Glutz von Blotzheim 2001), sind Zusammenhänge bezüglich Sicht- und Wassertiefe ebenfalls möglich und als wahrscheinlich zu erachten.

### **Index für die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation in Ostösterreich.**

Mit der Erstellung eines Index für die Bestandsentwicklung des Eisvogels in Ostösterreich wurde einerseits versucht, die Bestandsentwicklung der Eisvogelpopulation von 1989 bis 2005 im östlichen Österreich darzustellen, und andererseits, einen zeitlichen Kontext für die Interpretation der Eisvogelbestände in zwei isolierten Jahren in den Donau-Auen zu liefern.

Dass dies mit den Eisvogelbeobachtungsdaten des BirdLife-Archivs möglich und auch zulässig ist, zeigt sich durch den starken Zusammenhang des Index mit dem Faktor „Winterhärte“ (Abb. 13). Der Einfluss der Strenge eines Winter auf die Entwicklungen von Eisvogelpopulationen in Mitteleuropa ist weitgehend bekannt (Kniprath 1965; Laske und Helbig 1986; Bunzel 1987; Mason 1991) und ein Index, der die realen Entwicklungen in einer Region wieder spiegeln soll, muss – wie im vorliegenden Fall gegeben – daher ebenfalls stark mit der Härte eines Winters korreliert sein.

Die Generierung des verwendeten Faktors „Winterhärte“ aus den Parametern „Dauer der längsten Periode mit negativer mittlerer Tagestemperatur“ und der „Temperatursumme aller Tage mit negativer mittlerer Tagestemperatur“ erscheint als sinnvoll, da dadurch nicht nur die Intensität, sondern auch die Dauer der Frostperioden berücksichtigt werden. Je länger und intensiver Frostperioden sind, umso mehr Gewässer frieren zu und sind somit nicht mehr für Eisvögel für den Nahrungserwerb nutzbar – die Wintermortalität steigt.

Dass Eisvogelpopulationen auch tatsächlich im östlichen Österreich stark vom Verlauf eines Winters determiniert sind, zeigt die hohe Korrelation des Faktors „Winterhärte“ auf den Bestandsverlauf des Eisvogels in den March-Thaya-Auen. Allerdings deutet die geringere Neigung der Regressionslinie darauf hin, dass die Auswirkungen des Faktor „Winterhärte“ auf die Population der March-Thaya weniger stark ausgeprägt sind, als dies der Index für Ostösterreich vermuten lassen würde. Die Gründe für die Unterschiede dafür können vielfältig sein, sind aber sicherlich nicht zuletzt in der hohen ökologischen Qualität der March-Thaya-Auen zu sehen (Lazowski 1997; Zuna-Kratky et al. 2000).

Die Tatsache, dass der March-Thaya Datensatz erst nach der Reduzierung um den Extremwert aus dem Jahres 2002 mit den Ostösterreich Index korreliert, erscheint aus mehreren Gründen plausibel: Einerseits handelt es sich bei dem Wert von 2002 um einen Extremwert, welcher sicherlich anhand der geringen Stichprobe den Datensatz unverhältnismäßig verzerrt. Andererseits ist es wahrscheinlich und auch einem Metapopulationsmodell entsprechend, dass (Teil-) Populationen in einzelnen Jahren aufgrund von lokalen Faktoren, wie etwa Bruterfolg im Vorjahr oder Hochwasserereignisse, mehr oder weniger stark von überregionalen Entwicklungen einer Metapopulation abweichen können (Hanski 1999). Der Grund für die unerwartet niedrigen Bestandszahlen in den March-Thaya-Auen im Jahr 2002 konnte im Rahmen dieser Studie nicht eruiert werden.

Die Möglichkeit, anhand von weitgehend zufällig zusammengetragenen Beobachtungsdaten, wie es die Nachweise im Archiv von BirdLife Österreich darstellen, einen Index für die regionale Bestandsentwicklung einzelner Arten zu erstellen und so eine Basis für die Interpretation und Bewertung einjähriger Studien zu bekommen, unterstreicht den Wert solcher Datenbanken, die in erster Linie nur durch die Mitarbeit einer Vielzahl von VogelkundlerInnen, Laien und Naturinteressierten entstehen können. Zumindest für den Eisvogel war es auf diese Weise möglich, mit relativ einfachen Mitteln und verhältnismäßig geringem Aufwand großräumige Entwicklungen festzustellen. Trotz unterschiedlicher Beobachtungs- und Meldungsintensität über die Jahre hinweg ließ sich aus diesen Beobachtungen ein konsistentes und robustes Bild generieren. Eine Optimierung der Auswertung

dieser „unsystematisch“ zusammengetragenen Daten wäre sicherlich sinnvoll und möglich. So ist die Korrektur der Daten über die Anzahl der Beobachter pro Jahr nur suboptimal – eine Korrektur über die Anzahl an Exkursionen (Anzahl an Beobachtungstagen pro Jahr) wäre sicherlich besser geeignet. Dafür wäre allerdings eine vollständige Digitalisierung des Archivs von BirdLife Österreich notwendig, welche den Rahmen der vorliegenden Arbeit überstiegen hätte.

Großflächige Erhebungen von Bestandsdaten sind über lange Zeiträume in der Regel nicht finanzierbar und meist nur schwer durchführbar. Die Sammlung von Beobachtungsdaten einer Vielzahl von Freiwilligen in einer Datenbanken, wie etwa in jener von BirdLife Österreich, sind oft die einzige Möglichkeit, langjährige, großräumige Entwicklungstrends einzelner Arten oder Artengruppen zu dokumentieren und sind daher für eine Vielzahl von wissenschaftlichen und vor allem naturschutzfachlichen Fragestellung von größtem Wert.

## ***Danksagung***

Allen voran gilt mein Dank Mag. Georg Frank, ohne den die vorliegende Arbeit nicht zustande gekommen wäre und der mich während des gesamten Zeitraums unterstützte. Gesonderter Dank gilt weiters Univ.-Prof. Mag. Dr. Konrad Fiedler für die Übernahme des Diplomarbeitsthemas und die Unterstützung bei der Auswertung der Daten. Für die Unterstützung vor Ort möchte ich mich beim Nationalpark Donau-Auen, im Besonderen beim Team der wissenschaftlichen Abteilung (Dr. Christian Baumgartner, DI Christian Fraissl, Josef Steiner und Heidi Dolecek) bedanken. Für die Unterstützung im Freiland gilt mein Dank Mag. Astrid Thoby, Jakob Pöhacker und Thomas Götz.

Für die Befugnis, die Petroneller Au ins Untersuchungsgebiet einzubinden und die Unterstützung vor Ort, möchte ich mich bei Herrn Carl Abensberg-Traun bedanken.

Für die Überlassung der Daten sowie fachliche Unterstützung möchte ich mich bei BirdLife Österreich, allen voran Mag. Gabor Wichmann und Dr. Michael Dvorak, sowie beim Verein Auring, im Speziellen bei DI Thomas Zuna-Kratky, bedanken. An dieser Stelle sei auch allen jenen Menschen gedankt, die durch die Meldung ihrer Beobachtungsdaten die Erstellung des Index erst ermöglichten.

Für die Hilfe bei GIS-Problemen möchte ich mich weiters bei DI Eike Julius bedanken. Für die Durchsicht der Arbeit möchte ich mich bei Heinrich Frötscher, Mag. Benjamin Seaman und Mag. Stefan Schindler bedanken.

Spezieller Dank für Ihre Unterstützung, Hilfe und Geduld gebührt Mag. Maria Schindler, welche mir über den gesamten Zeitraum meiner Diplomarbeit zur Seite stand.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei meinen Eltern und meiner Familie, welche mir mein Studium ermöglichten und mich stets dabei unterstützten.

## **Literatur**

- Bauer, H.-G. und S. Baumann (2005). Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Nonpasseriformes - Nichtsperlingsvögel. Wiebelsheim, Aula-Verl.
- Beyer, H. L. (2006). Hawth's Analysis Tools, Spatialecology.
- BirdLife International (2004). Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge (UK), BirdLife International.
- Bunzel, M. (1987). Der Eisvogel (*Alcedo atthis*) in Mittelwestfalen - Studien zu seiner Brutbiologie, Populationsbiologie, Nahrung und Siedlungsbiologie. [S.l.], [s.n.].
- Bunzel, M. und J. Drüke (1989). 7. Kingfisher. Lifetime Reproduction in Birds. I. Newton. London, Academic Press.
- Dvorak, M., A. Ranner und H. M. Berg (1993). Atlas der Brutvogel Österreichs: Ergebnisse der Brutvogelkartierung 1981-1985 der Österreichischen Gesellschaft für Vogelkunde. Wien, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
- Eichelmann, U. (1990). Die Verbreitung von Steilwand-, Kies- und Röhrichtbrütern in den Donau-Auen östlich von Wien und deren Abhängigkeit von der Hochwasserdynamik, Nationalpark Donauauen.
- Frühauf, J. (2000). Habitatnutzung des Eisvogels im Bereich Orth an der Donau., Birdlife Österreich, Nationalpark Donau-Auen: 47.
- Frühauf, J. (2005). Rote Liste Österreich der Brutvögel (Aves) Österreichs. Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs. P. Zulka. Wien, Böhlau Verlag. 14: 63-165.
- Glutz von Blotzheim, U. N. (2001). Handbuch der Vögel Mitteleuropas - Das größte elektronische Nachschlagewerk zur Vogelwelt Mitteleuropas auf CD-ROM ; mit einem Lexikon ornithologischer Fachbegriffe. Wiebelsheim, Vogelzug-Verl.
- Hanski, I. (1999). Metapopulation ecology, Oxford University Press, USA.
- Hanski, I. und M. E. Gilpin (1998). Metapopulation dynamics. Nature 396(6706): 41-49.
- Kniprath, E. (1964). Bestandsregelnde Faktoren beim Eisvogel, *Alcedo atthis*. Bericht Deutsche Sektion Internationaler Rat für Vogelschutz 4: 32-40.
- Kniprath, E. (1965). Eisvogelverluste in strengen Wintern. Journal of Ornithology 106(3): 340-346.
- Kniprath, E. (1969). Nahrung und Nahrungserwerb des Eisvogels. *Alcedo atthis*. Die Vogelwelt 90: 81-97.
- Laske, V. und A. J. Helbig (1986). The winter resistance of a population of the European kingfisher (*Alcedo atthis ispida*). Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina 10(1): 215-227.
- Lazowski, W. (1997). Auen in Österreich. Monographien Band 81. Wien, Umweltbundesamt: 251.
- Mason, C. (1991). Long-term fortunes of the kingfisher. BTO News 12: 172.

- Morgan, R. und D. Glue (1977). Breeding, mortality and movements of kingfishers. *Bird Study* 24: 15-24.
- Novotny, K. (1994). Ctyri hnizdeni lednacka ricniho (*Alcedo atthis*) v jedine sezone. Four breeding of kingfisher (*Alcedo atthis*) in one breeding season. *Sylvia* 30(2): 148-151.
- Reichholf, J. H. (1988). Die Wassertrubung als begrenzender Faktor fur das Vorkommen des Eisvogels (*Alcedo atthis*) am unteren Inn. *Egretta* 31(1-2): 98-105.
- Ruthke, P. (1968). Drei Jahresbruten beim Eisvogel (*Alcedo atthis*). *Vogelwelt* 89(4): 129-136.
- Schiemer, F., C. Baumgartner und K. Tockner (1999). Restoration of floodplain rivers: the 'Danube restoration project'. *Regulated Rivers Research and Management* 15(1-3): 231-244.
- Tockner, K., F. Schiemer und J. V. Ward (1998). Conservation by restoration: The management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria. *Aquatic Conservation* 8(1): 71-86.
- WaterwayAgency, A. F. (1997). Die Kennzeichnenden Wasserstände der Donau, Eigenverlag der Wasserstrassendirektion, Vienna, Austria.
- Wimmer, R. und O. Moog (1994). Flußordnungszahlen österreichischer Fließgewässer. Wien, Umweltbundesamt.
- Wösendorfer, H. (1989). Ufertypen an March und Thaya. Wien, Wasserstraßendirektion: 32.
- Zuna-Kratky, T., E. Kalivodová, A. Kürthy, D. Horal und H. Petr (2000). Die Vögel der March-Thaya-Auen im österreichisch-slowakisch-tschechischen Grenzraum. Deutsch Wagram, Distelverein.



## Anhang

**Anhang 1: Referenzwände generierten Faktoren. Rot markiert sind Ladungen mit einem Wert > 0,7.**

| Variablen | Factor Loadings (Varimax raw) Extraction: Principal component (Marked loadings are >,700000) |                |                |                 |                |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|           | Factor 1                                                                                     | Factor 2       | Factor 3       | Factor 4        | Factor 5       |
| Wandlänge | <b>0,97424</b>                                                                               | -0,00513       | -0,01659       | 0,00686         | 0,03169        |
| Wandhöhe  | 0,22082                                                                                      | 0,22365        | <b>0,83880</b> | 0,08696         | 0,00027        |
| D-Höhe    | -0,11567                                                                                     | <b>0,88179</b> | -0,02999       | -0,02468        | -0,29755       |
| D-Tiefe   | 0,09764                                                                                      | 0,06654        | 0,09840        | -0,00824        | <b>0,90883</b> |
| D-Neigung | -0,06111                                                                                     | <b>0,77164</b> | 0,09005        | 0,08188         | 0,44960        |
| D-Fläche  | 0,53404                                                                                      | <b>0,71329</b> | 0,02855        | 0,07659         | -0,17325       |
| S-Höhe    | 0,43694                                                                                      | 0,05104        | -0,22350       | 0,52397         | -0,13465       |
| S-Fläche  | <b>0,96522</b>                                                                               | 0,00096        | -0,11690       | 0,16491         | 0,03425        |
| F-Höhe    | -0,02104                                                                                     | -0,06807       | <b>0,91908</b> | -0,22206        | 0,16269        |
| F-Tiefe   | -0,18495                                                                                     | -0,42970       | 0,63074        | 0,23063         | -0,09096       |
| F-Neigung | -0,05418                                                                                     | 0,02434        | 0,20536        | <b>-0,75955</b> | -0,03116       |
| F-Fläche  | <b>0,88420</b>                                                                               | 0,02149        | 0,32709        | -0,14554        | 0,08327        |
| D-Bewuchs | 0,02211                                                                                      | <b>0,87183</b> | -0,00888       | -0,01514        | 0,28072        |
| S-Bewuchs | 0,02539                                                                                      | -0,12141       | -0,24288       | <b>-0,71469</b> | 0,05786        |
| F-Bewuchs | -0,01101                                                                                     | 0,13045        | 0,44568        | -0,52582        | -0,32192       |
| Expl.Var  | 3,25299                                                                                      | 2,92108        | 2,43642        | 1,81071         | 1,39542        |
| Prp.Totl  | 0,21686                                                                                      | 0,19473        | 0,16242        | 0,12071         | 0,09302        |

**Anhang 2: Faktorladungen der aus dem Datensatz der Brutwände generierten Faktoren. Rot markiert sind Ladungen mit einem Wert > 0,7.**

| Variablen | Factor Loadings (Varimax raw) Extraction: Principal component (Marked loadings are >,700000) |                |                 |                |                 |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|           | Factor 1                                                                                     | Factor 2       | Factor 3        | Factor 4       | Factor 5        |
| Wandlänge | <b>0,97593</b>                                                                               | -0,10467       | -0,00569        | 0,03463        | 0,13702         |
| Wandhöhe  | 0,28496                                                                                      | 0,12873        | -0,14468        | <b>0,87753</b> | -0,22489        |
| D-Höhe    | -0,23446                                                                                     | 0,34770        | 0,06802         | 0,12100        | <b>-0,75689</b> |
| D-Tiefe   | 0,00920                                                                                      | <b>0,77123</b> | -0,12741        | 0,16970        | 0,51589         |
| D-Neigung | -0,06504                                                                                     | <b>0,91802</b> | 0,06518         | 0,14076        | -0,10813        |
| D-Fläche  | <b>0,79365</b>                                                                               | 0,18448        | -0,15228        | 0,24689        | -0,43731        |
| S-Höhe    | 0,34608                                                                                      | -0,09025       | <b>-0,83252</b> | -0,02827       | -0,11057        |
| S-Fläche  | <b>0,95254</b>                                                                               | -0,06074       | -0,24437        | -0,04833       | 0,06619         |
| F-Höhe    | 0,07792                                                                                      | 0,08953        | 0,47038         | <b>0,82022</b> | 0,08915         |
| F-Tiefe   | -0,08741                                                                                     | -0,69839       | 0,03595         | 0,55000        | 0,26524         |
| F-Neigung | -0,00845                                                                                     | 0,06149        | <b>0,78289</b>  | 0,12874        | -0,47169        |
| F-Fläche  | <b>0,91450</b>                                                                               | -0,04794       | 0,20525         | 0,25540        | 0,12784         |
| D-Bewuchs | -0,10419                                                                                     | <b>0,85752</b> | 0,12125         | 0,03718        | -0,30241        |
| S-Bewuchs | -0,02392                                                                                     | 0,05879        | <b>0,74029</b>  | -0,10329       | -0,12014        |
| F-Bewuchs | 0,24876                                                                                      | -0,21021       | 0,66855         | 0,31136        | 0,31945         |
| Expl.Var  | 3,67335                                                                                      | 2,91673        | 2,70940         | 2,06468        | 1,65301         |
| Prp.Totl  | 0,24489                                                                                      | 0,19444        | 0,18062         | 0,13764        | 0,11020         |

- Herausgeber: Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Titelbild: F. Antonicek
- Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich
- Für den privaten Gebrauch beliebig zu vervielfältigen
- Nutzungsrechte der wissenschaftlichen Daten verbleiben beim Rechtsinhaber
- Als pdf-Datei direkt zu beziehen unter [www.donauauen.at](http://www.donauauen.at)
- Bei Vervielfältigung sind Titel und Herausgeber zu nennen / any reproduction in full or part of this publication must mention the title and credit the publisher as the copyright owner:  
© Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Zitiervorschlag: SCHMIDT, M. (2016) Populationsstatus des Eisvogels im Nationalpark Donau-Auen sowie eine Abschätzung der überregionalen Bestandsentwicklung. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 51

