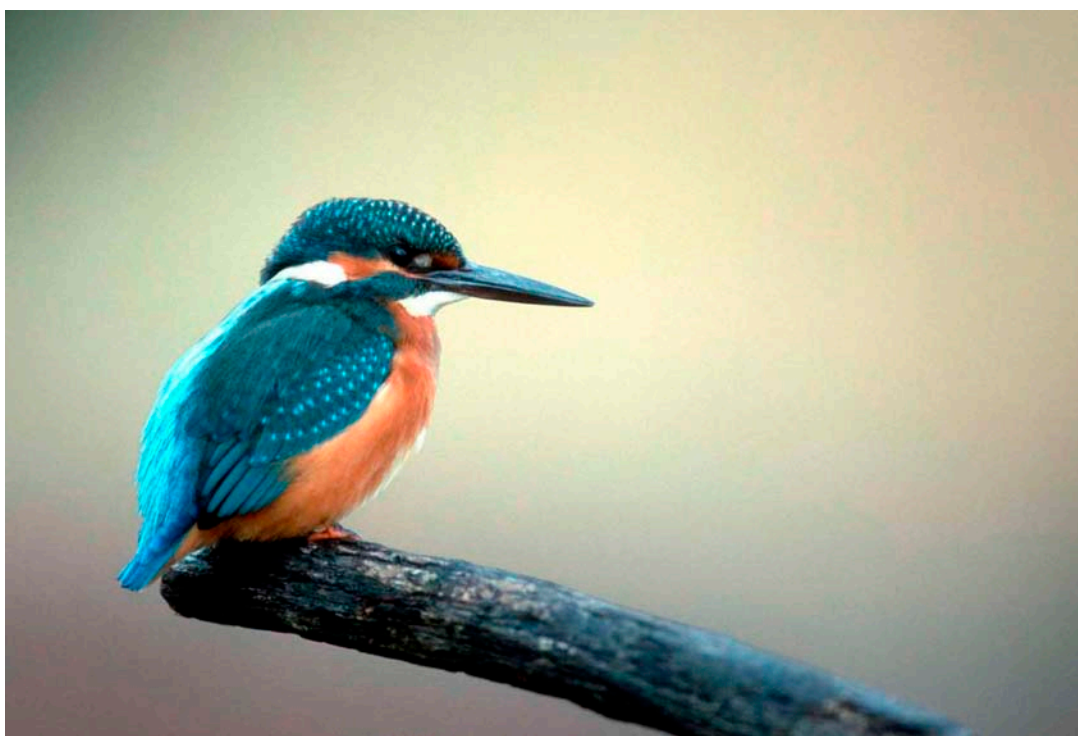


Heft 2/2006

Habitatnutzung des Eisvogels im Bereich Orth an der Donau

Im Rahmen der Gewässervernetzung im Bereich Orth an der Donau wurden 1998 und 1999 Erhebungen des Ist-Zustands am Eisvogel (*Alcedo atthis*) als ornithologische Bewertungsgrundlage durchgeführt.

Johannes Frühauf





Habitatnutzung des Eisvogels im Bereich Orth an der Donau

durchgeführt und erstellt von:

JOHANNES FRÜHAUF

2000

Mitarbeiter:

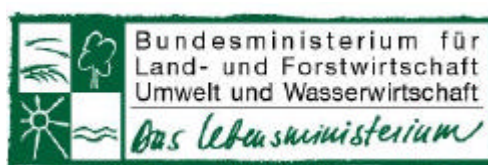
KARIN DONNERBAUM, RAINER RAAB & GABOR WICHMANN

„Beweissicherung Eisvogel – Orth“

Im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH

im Rahmen des LIFE-Projektes

„Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen“



A - 1070 Wien, Museumsplatz 1/10/8

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	3
Danksagung	5
Einleitung	6
Material und Methoden	9
Untersuchungsgebiet	9
Eisvogel	9
Erhebung des Brutbestands	9
Nistplatzparameter	9
Raum- und Habitatstrukturnutzung	10
Habitatdaten	10
Daten von Gewässerabschnittsgrenzen (Meßdaten)	11
Daten von Gewässerabschnitten (Zähl	13
Auswertung Habitatnutzung	16
Statistik	17
Ergebnisse	18
Eisvogel	18
Brutbestand und Fortpflanzungserfolg	18
Nistplätze	20
Habitat	22
Wartenangebot	22
Entstehung von Warten	24
Habitatnutzung	25
Habitatstrukturen	25
Vergleich genutzter und nicht genutzter Gewässerabschnitte	29
Korrelationen zwischen Raumnutzung und Habitatparametern	30
Diskussion	34
Monitoring - Evaluierung	34
Eisvogel	34
Aktueller und potentieller Brutbestand	34
Brutwände und Fortpflanzungserfolg	36
Habitatnutzung und Nahrungserwerb	38
Gewässervernetzung	42
Erwartete Auswirkungen	42
Empfehlungen	44
Literatur	46

Kurzfassung

Ziel des LIFE-Projekts „Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen“ (LIFE98NAT/A/005422) ist eine ökologische Revitalisierung des Altarmsystems im Nationalpark Donau-Auen. Zur Evaluierung des Teil-Projekts "Gewässervernetzung Orth" wurden im Rahmen der ökologischen Ist-Zustand-Erhebung vor Beginn der flußbaulichen Veränderungen als ornithologische Bewertungsgrundlage Untersuchungen am Eisvogel (*Alcedo atthis*) durchgeführt. Er ist durch die EU - Vogelschutzrichtlinie besonders geschützt und als Charaktervogel dynamischer Fließgewässer „Zielart“ des Projekts.

Im Jahr 1998 wurden zwei Eisvogel-Brutpaare, 1999 drei Paare (im Mittel ca. 0.3 Brutpaare/km) ausschließlich im dynamischsten Teil des Gebiets (Einströmbereich „Kleine Binn“) festgestellt, wo große Erosionssteilwände existieren. Während 1998 offenbar beide Bruten erfolgreich waren, war 1999 von den drei, erst spät nach einem Hochwasser in der zweiten Maihälfte begonnenen, Bruten nur eine erfolgreich. Für die Brutverluste war wahrscheinlich mangelnde Erosion indirekt verantwortlich, weil grabende Raubsäuger (vermutlich Fuchs *Vulpes vulpes* oder Dachs *Meles meles*) die Brutröhre über die schräge Basis der Wand den Röhreneingangs erreichen konnten. Bei der Anlage der Brutröhren scheinen die Eisvögel das Risiko von Brutverlusten durch Hochwasser oder Feinde durch Einhaltung maximaler Abstände zu Ober- bzw. Unterkante der senkrechten Brutwandabschnitte zu minimieren.

Die Brutbestände des Eisvogels unterliegen allgemein starken Schwankungen durch strenge Winter und sind daher für ein Monitoring wenig geeignet. Schwerpunkt der Untersuchungen war daher die Quantifizierung von für das Nahrungssuchverhalten relevanten Habitatparametern. Eine Analyse gebietsbezogener Habitatansprüche soll zeigen, welche Parameter geeignet sind, um Veränderungen der Habitatqualität im Rahmen der Projektevaluierung zu dokumentieren.

An von jagenden Eisvögeln benutzten Ansitzwarten wurden u.a. Durchmesser und Wartentyp, Höhe über dem Wasser, Entfernung zur Wasseranschlagslinie, Sicht- und

Wassertiefe sowie Kronenschlußgrad erfaßt. Auf Grundlage dieser Daten konnten Kriterien für potentielle Warten definiert werden. Diese wurden daraufhin an 100 m langen Gewässerabschnitten im Untersuchungsgebiet quantifiziert und mittels GIS dargestellt. Es wurden einzelne Warten (eine Sitzmöglichkeit), unterschiedliche Wartentypen (z.B. ein Ast) und Wartenkomplexe (z.B. ein toter Baum mit mehreren Warten) unterschieden. Die Mehrzahl der potentiellen Warten im Untersuchungsgebiet entstehen durch Prozesse der Flußdynamik (Ufererosion, geminderte Vitalität von Ufergehölzen, Treibholzablagerung), der Rest ist biotischen Ursprungs (lebende Bäume und Büsche einschließlich Fällungen durch Biber *Castor fiber*); anthropogene Strukturen spielen keine Rolle.

Ein Vergleich der Habitatstrukturen zeigte, daß Eisvögel im Verhältnis zum Angebot Baumstämme (18%) und Äste (71%) als Warten überproportional und Zweige (6%) unterproportional nutzen. Das steht in Zusammenhang mit einer signifikanten Bevorzugung stärkerer Wartendurchmesser (über 4 cm). Bevorzugt werden auch niedrigere Warten.

Entgegen den Erwartungen korreliert die Raumnutzung v.a. nahrungssuchender Eisvögel (Anzahl Registrierungen je 200 m) im Untersuchungsgebiet nicht positiv mit der Dichte an Warten. Das Wartenangebot ist im Gebiet wahrscheinlich keine limitierte Ressource (durchschnittlich 88 potentielle Warten/100 m; auf 80% der Gewässerabschnitte mittlere Abstände zwischen Wartenkomplexen von 1.9 bis 14.3 m). Positive Korrelationen bestehen hingegen mit der Zahl von Warten je Wartenkomplex (d.h. Konzentrationen von Warten; z.B. Totäste/Baum), v.a. aber mit niedrigem Kronenschlußgrad und mit der Klarheit des Wassers (Sichttiefe in % der Wassertiefe); negativ korrelieren Wassertiefe und der Anteil an lebenden Ästen.

Beinahe deckungsgleiche Ergebnisse lieferte ein Vergleich von durch Eisvögel genutzten und nicht genutzten 100 m - Abschnitten; erstere unterschieden sich zusätzlich durch ein geringfügig größeres Angebot an einzelnen Treibhölzern. Eisvögel bevorzugen demnach im Untersuchungsgebiet Gerinneaufweitungen mit relativ seichtem Wasser, offenen und besonnten, gehölzarmen Ufern und viel Treibholz.

Einige Habitatstrukturen werden vom Eisvogel bevorzugt (z.B. relativ niedrige Warten, Stämme und Äste), ohne daß sich in der Raumnutzung niederschlägt. Diese zunächst widersprüchlichen Ergebnisse sprechen dafür, daß die bevorzugten Strukturen (wie offenbar Warten) im Untersuchungsgebiet nicht limitiert sind. Im Zuge der Arbeiten zur Evaluierung sind weitere Untersuchungen erforderlich, um z.B. unter Einbeziehung von fischökologischen Daten die Frage nach den Habitatansprüchen des Eisvogels im Gebiet umfassend zu klären.

Durch die geplante Gewässeranbindung werden die derzeit nur bei Hochwasser mit dem Strom verbundenen Altarme beinahe ständig durchflossen sein. Erosion und Sedimentation werden verstärkt im gesamten Verlauf der Gewässer auftreten und eine deutliche Verbesserung der Habitatqualität für den Eisvogel bewirken. Wegen der dichteregulierenden Territorialität des Eisvogels, die wahrscheinlich primär der Sicherung von Nahrungsressourcen dient, ist ein substantieller Bestandeszuwachs aber nur zu erwarten, wenn es auch in derzeit steilwandlosen Bereichen zur Neubildung von geeigneten Brutwänden kommt.

Die an sich ungünstige Strömungszunahme (schlechtere Sichtbedingungen) wird vermutlich nahrungsökologische Vorteile hinsichtlich der Jagdeffizienz des Eisvogels durch Konzentrationseffekte von Kleinfischen bei Treib- und Totholzstrukturen mit sich bringen sowie zu einer Zunahme von gehölzarmen, besonnten Ufern führen; durch bessere Wasserversorgung werden klare, strömungsarme(-freie) Nebengewässer große Bedeutung als alternative Nahrungsgewässer v.a. bei Hochwasser erlangen.

K e y w o r d s: LIFE, Eisvogel, *Alcedo atthis*, Vogelschutzrichtlinie, Gewässerdynamik, Gewässervernetzung, Habitatnutzung, Bruterfolg, GIS.

Danksagung

Der Nationalpark Donau-Auen GmbH sei für Auftragsvergabe und vielfache Unterstützung gedankt. Mag. Walter Reckendorfer unterstützte mit der Beschaffung verschiedener Unterlagen und bei GIS-Fragen. Herrn Christian Rust danke ich für die Überlassung von Beobachtungsdaten.

Einleitung

Der Eisvogel (*Alcedo atthis*) ist eine Charakterart dynamischer Fließgewässer des Tief- und Hügellandes. Infolge tiefgreifender Veränderung der Flußökosysteme durch v.a. in West- und Mitteleuropa beinahe flächendeckende Flußregulierungen mußte er massive Bestandseinbußen hinnehmen (BAUER & BERTHOLD 1996). Zwischen 1970 und 1990 fanden in 66% der mitteleuropäischen Population Rückgänge statt (TUCKER & HEATH 1994); der Eisvogel gilt auch in Österreich als stark gefährdete Vogelart (BAUER 1994). Er wurde in die Liste (Anhang I) jener Vogelarten aufgenommen, für die nach der EU - Vogelschutzrichtlinie besondere Schutzmaßnahmen - insbesondere die Einrichtung von Schutzgebieten - verpflichtend zu ergreifen sind und für welche die Ergreifung von Maßnahmen zur Wiederherstellung des Lebensraums empfohlen ist.

Ziel des LIFE-Projekts „Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen“ (LIFE98NAT/A/005422) ist eine ökologische Revitalisierung von Altarmsystemen im Nationalpark Donau-Auen. Für das Teil-Projekt "Gewässervernetzung Orth", das die Wiederherstellung annähernd ursprünglicher hydrologischer Verhältnisse an den betroffenen Altarmen zum Ziel hat, ist der Eisvogel eine „Zielart“. Obwohl das Habitatpotential durch wasserbauliche Eingriffe stark eingeschränkt ist (EICHELMANN 1990), beherbergt der Nationalpark Donauauen den größten geschlossenen Eisvogelbestand Österreichs (EICHELMANN 1990, DVORAK & KARNER 1995); das Projekt ist daher auch von großer „strategischer“ Bedeutung für die österreichische Eisvogelpopulation. Im Rahmen der Projektevaluierung wurden daher als ornithologische Bewertungsgrundlage im Zuge der ökologischen Ist-Zustand-Erhebung vor Beginn der flußbaulichen Veränderungen Untersuchungen am Eisvogel durchgeführt.

Zunächst sind im Maßnahmenggebiet deutliche positive Effekte auf den Brutbestand des Eisvogels durch eine Verbesserung des Angebots an geeigneten Habitatstrukturen für die Anlage der Brutröhren (Uferabbrüche) erwarten. Allerdings haben strenge Winter sehr großen Einfluß auf die Mortalität des Eisvogels (z.B. KNIPRATH 1965), die Erholungs-

phase kann viele Jahre dauern (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Populationsparameter sind daher - ganz abgesehen von dem durch die vergleichsweise geringe Ausdehnung des Gebiets zu erwartenden kleinen Brutbestand - für ein Biotopmonitoring wenig geeignet. Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit ist daher der Ansatz, die Effekte der Maßnahmen durch eine Dokumentation der Veränderung der Habitatqualität für den Eisvogel zu evaluieren.

Für die Fortpflanzung des Eisvogels ist ein ausreichendes Angebot an geeigneten Steilwänden, in die Brutröhren gegraben werden können, erforderlich. Bestimmte Eigenschaften dieser Wände (z.B. Höhe vertikaler Wandpartien) erhöhen den Bruterfolg, indem sie eine vor Hochwässern und Freßfeinden sichere Aufzucht der Brut ermöglichen (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980).

Für den hochspezialisierten (FRY & FRY 1992) Nahrungserwerb ist die Erreichbarkeit ausreichender Mengen v.a. von Fischen geringer Dimensionen (in der Regel 4-7 cm Länge) entscheidend; dabei kommt als Technik vorwiegend Stoßtauchen von Sitzwarten, seltener aus dem Rüttelflug zum Einsatz. Die Nahrungsgrundlagen sind im wesentlichen als Funktion des Angebots an geeigneten Sitzwarten, der Wassertiefen- und Sichtverhältnisse sowie der Dichte und Verteilung von Kleinfischen anzusehen (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980).

Im Rahmen der Evaluierungsarbeiten sollen die gebietspezifischen Habitatansprüche des Eisvogels mittels eines Vergleichs zwischen Angebot und Nutzung von Habitatstrukturen untersucht werden, die im Kontext von Fortpflanzung und Nahrungssuche relevant sind. Jene Habitatstrukturen und -parameter, für die im Zuge der Untersuchungen ein Zusammenhang mit hoher Habitatqualität plausibel gemacht werden kann, können in der Folge als Indikatoren für die Veränderung der Habitatqualität durch die Vernetzungsmaßnahmen dienen. Ihre Zunahme oder Abnahme soll im Rahmen der Projektevaluierung dokumentiert werden.

Zusammenfassend hat die vorliegende Arbeit zur Ist-Zustandserhebung primär zum Ziel:

- eine quantitative Erhebung relevanter Habitatparameter und -strukturen (Habitatangebot) als Grundlage für die Nachuntersuchungen im Rahmen der Projektevaluierung (Biotopmonitoring);
- die Sammlung von Beobachtungsdaten zur Habitatnutzung des Eisvogels (Fortpflanzung und Nahrungserwerb); und
- eine erste Analyse der Habitatnutzung des Eisvogels (gebietstypische Habitatansprüche).

In der ersten Phase der Evaluierung ist wegen noch nicht ausreichenden Datenmaterials (Eisvogelbeobachtungen) erst eine vorläufige Analyse der gebietspezifischen Habitatansprüche des Eisvogels vorgesehen; insbesondere werden auch Daten zur Fischfauna, die im Zuge der Evaluierung des LIFE-Projekts ebenfalls untersucht wird, erst in weiterer Folge für eine umfassende Interpretation zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit gestatten eine erste fundierte Abschätzung der Effekte der geplanten Maßnahmen aus der Sicht des Eisvogels. Mit Abschluß der gesamten Projektevaluierung ist jedenfalls mit dem Vorliegen von Grundlagen für eine allfällige Feinjustierung der Vernetzungsmaßnahmen zu rechnen. Diese Befunde werden auch in weiterer Folge als zusätzliche Planungsgrundlage für die geplante Ausweitung der Revitalisierungsmaßnahmen zur Verfügung stehen.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Untersucht wurden die Hauptgewässer des Altarmsystems bei Orth an der Donau zwischen Stromkilometer 1905 und 1902, d.h. „Große Binn“ (auch „Mühlschüttelarm“) und „Kleine Binn“ (auch „Rohrhaufenarm“); der westliche Teil der Kleinen Binn wird auch „Hagen“ genannt; Abb. 1); der „Donauarm“ wurde nicht miteinbezogen, da er nur mit vergleichsweise hohem Aufwand zu begehen ist und hier keine Maßnahmen geplant sind. Das untersuchte Altarmsystem ist ca. 6.6 km lang.

Eisvogeldata

Erhebung des Brutbestands

Die Brutzeit von Eisvögeln mit zwei, seltener drei Jahresbruten erstreckt sich über 6-7 Monate (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Die Kartierungen zum Brutbestand erfolgten 1998 und 1999 jeweils im Zeitraum zwischen Ende März - Anfang April und Ende August - Anfang September durch systematisches Absuchen der Gerinne zu Fuß bzw. mit einem Boot. Für die Interpretation des Brutgeschehens wurden Daten vom Pegel Orth in Kombination mit kennzeichnenden Wasserständen (WSD 1997) und Angaben von WÖSENDORFER & LEBERL (1987) zu den Hochwasserständen, bei denen Donauwasser an den Überströmbereichen in die Große bzw. Kleine Binn eindringt, verwendet.

Nistplatzparameter

Es wurden von den Eisvögeln genutzte und eine Vergleichsstichprobe geeigneter, aber nicht genutzter Steilwände (senkrechte Wandflächen von mind. 50 x 50 cm; GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980, EICHELMANN 1990) vermessen. Erhoben wurden relevante Parameter wie z.B. maximale Höhe des senkrechten Wandabschnitts, Höhe des Wandfu-

ßes, Entfernung des Röhreneingangs zu Ober- bzw. Unterkante des senkrechten Wandabschnitts sowie zur Wasseroberfläche. Zusätzlich wurden Durchmesser des Röhreneingangs und Tiefe der Brutröhre vermessen.

Raum- und Habitatstrukturnutzung

Die Gewässer des Untersuchungsgebiets wurden systematisch begangen bzw. je nach Bedingungen mit einem Boot befahren. Jede einzelne Eisvogelbeobachtung wurde unter Angabe des Verhaltens (nahrungssuchend, fliegend, rastend, Junge fütternd usw.) auf einer Karte im Maßstab 1:2000 eingezeichnet und in der Folge am Institut für Zoologie der Universität Wien, Abt. Limnologie, in ein Geographisches Informationssystem (GIS) übertragen.

Daten zur Nutzung von Warten wurden (von April bis November 1999) aufgenommen, wenn der betreffende Vogel eindeutig mit Nahrungssuche beschäftigt war. Die Methodik und die quantifizierten Parameter der Wartennutzung werden im nächsten Textabschnitt ausführlich beschrieben. Die gewonnenen Eisvogeldata sind vollständig für die Auswertungen verwendbar, da die Methodik erst im Laufe der Untersuchungen entwickelt und getestet werden mußte. Der zur Zeit vorliegende Eisvogel-Datensatz ist folglich nur mit Einschränkungen v.a. bezüglich seines Umfangs mit den Habitat-Daten vergleichbar.

Habitatdaten

Die Hauptgewässer des Orther Altarmsystems wurden zur Quantifizierung der relevanten Habitatstrukturen in insgesamt 63 jeweils 100 m lange Abschnitte unterteilt (s. Abb. 1). Die Position der Abschnittsgrenzen wurde mittels einer 100 m langen schwimmfähigen Kunststoff-Leine ermittelt und anhand einer Karte im Maßstab 1:2000 überprüft; ein großer Teil davon wurde zur leichteren späteren Auffindbarkeit photographisch dokumentiert.

Es wurden zwei Datensätze erhoben (Winter 1999-2000): Stichproben-Meßdaten an den Abschnittsgrenzen und Zählraten jeweils auf der Gesamtlänge der 100 m - Abschnitte. Alle Daten wurden zur graphischen Darstellung und weiteren Bearbeitung in das GIS übertragen.

Daten von Gewässerabschnittsgrenzen (Meßdaten)

An den Abschnittsgrenzen wurde eine Stichprobe verschiedener Parameter erhoben. Die Erhebungen wurden etwa bei Mittelwasserstand durchgeführt; Pegelstände und Angaben zum Abstand der aktuellen Wasseranschlagslinie zur Grenze der Landvegetation (entspricht etwa Mittelwasser) erlaubten nachträgliche Korrekturen bestimmter, wasserstandsabhängiger Werte (z.B. Wassertiefen, Profil).

Parameter der Gerinnemorphologie und Vegetation (Tab. 1) wurden exakt an den Abschnittsgrenzen jeweils an beiden Ufern erhoben; in der Mitte des Gewässers wurden nur Wassertiefe, Sichttiefe und Bedeckungsgrad gemessen (s. Tab. 1).

Messungen an potentiellen Warten („Angebot“; Tab. 3) wurden an der jeweils einer Abschnittsgrenze nächstgelegenen „potentielle Warte“ gemessen. Potentielle Warten sind geeignete Sitzunterlagen, die auf der Grundlage der Ergebnisse der zum Nahrungssuchverhalten gesammelten Beobachtungen (s. Ergebnisse) definiert wurden (Tab. 2, vgl. auch Tab. 8).

Für die Messung der Sichttiefe wurde für die Zwecke dieser Untersuchung ein einfaches Hilfsmittel verwendet, da das übliche Meßgerät, die Secchi-Scheibe, im Flachwasserbereich keine brauchbare, d.h. für einen nach Kleinfischen oder Insekten tauchenden Vogel relevante Differenzierung der Sichttiefen erlaubt. Dazu wurde an einer alle 10 cm mit Marken versehenen Kunststoff-Leine ein handelsüblicher grauer PVC-Wanddübel (Größe 8) der Firma Fischer in horizontaler Position verknotet (graue Farbe, 4 cm Länge, fischähnliche Gestalt) und noch ca. 10 cm weiter an ihrem Ende ein Eisengewicht (Sechskantmutter) befestigt. Dasselbe Hilfsmittel kam auch im Rahmen der Schilfvogel-Untersuchungen (FRÜHAUF & SABATHY 2000) zum Einsatz.

Tab. 1: Erfasste Parameter zu Gerinnemorphologie und Vegetation (Stichprobenmessungen an den Grenzen von 100 m - Gewässerabschnitten).

PARAMETER	DEFINITION/BEISPIELE	METHODE/MESSGERÄT
Wasser		
Wassertiefe 50	in 50 cm von Wasseranschlagslinie	Meterstab
Wassertiefe 100	in 100 cm von Wasseranschlagslinie	Meterstab
Wassertiefe Mitte	in Gewässermitte	Meßstange
Sichttiefe 100	in % der Wassertiefe (100 cm von Wasseranschlagslinie)	Spezialanfertigung (s. Text)
Sichttiefe Mitte	in % der Wassertiefe (Gewässermitte)	Spezialanfertigung (s. Text)
Bedeckungsgrad Wasseroberfläche	durch Fallaub, Reisig usw.; in Klassen (Obergrenzen: 0%, 5%, 33%, 100%)	geschätzt
Ufer und Vegetation		
Ufersubstrat	z.B. Schlamm, Schotter, Blockwurf	
Vegetationsgrenze	erkennbare Grenze von Landpflanzen in horizontaler Entfernung von der aktuellen Wasseranschlagslinie (s. Text)	Meterstab
Uferprofil A	an der aktuellen Wasseranschlagslinie; „flach“ (< 20°); „steil“ (>= 20°)	geschätzt
Uferprofil V	wie oben, an der Vegetationsgrenze	geschätzt
dominanter Vegetationstyp	z.B. Krautige, Gräser, Schilf (auf 5 m Uferbreite)	
Kronenschluß 100	(%) in 100 cm von der aktuellen (%) Wasseranschlagslinie	geschätzt; Blick durch ein Röhrchen mit 4 cm Innendurchmesser
Kronenschluß V	wie oben, an der Vegetationsgrenze	s. oben

Daten von Gewässerabschnitten (Zähldaten)

Die potentiellen Warten (Definition s. Tab. 2) wurden in jedem 100 m - Abschnitt vollständig erhoben (von einem Boot aus oder an Flachwasserstrecken zu Fuß). Eine oder mehrere einzelne Warten (eine potentielle Sitzgelegenheit für einen Eisvogel) unterschiedlicher Wartentypen (z.B. toter Ast, Tab. 4) gehören jeweils zu einem Wartenkomplex (z.B. ein abgestorbener Baum, eine Treibholzansammlung; Tab. 4): für jeden Wartenkomplex getrennt wurde die Zahl der einzelnen Warten erhoben. Zusätzlich wurde versucht, den Wartenkomplex einer Entstehungsursache zuzuordnen (Tab. 5).

Tab. 2: Kriterien und Definitionen für die Erfassung „potentieller Warten“ auf der Grundlage von Eisvogel-Verhaltensdaten (vgl. Tab. 8).

KRITERIUM	VORSCHRIFTEN
Definition und Referenzpunkt für Messungen	Eine Warte ist definiert als potentielle Sitzmöglichkeit, d.h. der am weitesten/höchsten übers Wasser ragende (möglichst wenig geneigte) Punkt einer unverzweigten Struktur; z.B. distaler 30 cm eines Astes; bei nicht geneigten Strukturen eine beliebige frei anfliegbare Stelle etwa in der Mitte
ausreichende Anflugmöglichkeit	„Fenster“ (Mindestmaße: 10 cm hoch, 20 cm breit) in der Vegetation (entspricht etwa der maximalen Flügelspannweite des Eisvogels, GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980)
Zählvorschrift (bezieht sich auf Tab. 4 u. 5)	bei Strukturen mit >1 Sitzmöglichkeiten (z.B. ein mehrere Meter langen Ast) wurde eine Warte für jeden unverzweigten Abschnitt gezählt
Durchmesser	0.5 - 50 cm
Höhe über Wasser	5 - 400 cm
Neigung	max. 45° (über der Horizontalen)
Entfernung von der Wasseranschlagslinie	max. 100 cm landeinwärts der aktuellen Wasseranschlagslinie, wasserwärts keine Beschränkung
Bedeckungsgrad der Wasseroberfläche	max. 2/3 der Wasseroberfläche in einem Radius von 1 m vertikal unterhalb der potentiellen Warte

Tab. 3: Untersuchte Parameter an vom Eisvogel genutzten und „potentiellen“ (Stichproben an den Grenzen von 100 m - Abschnitten) Warten.

PARAMETER	DEFINITION/BEISPIELE	METHODE/MESSGERÄT
Wartenkomplex	s. Tab. 4 (z.B. toter Baum)	
Entstehungsursache	s. Tab. 5 (z.B. Biberfällung)	
Wartentyp	s. Tab. 4 (z.B. toter Ast)	
Durchmesser	s. „Referenzpunkt Messungen“ in Tab. 2	Schublehre/Meterstab
Neigung	in Grad über Horizontale	geschätzt
Wartenhöhe	vertikal über Wasser	Meterstab
Entfernung Ufer	zur Wasseranschlagslinie	Meterstab, Meßleine
Wassertiefe	vertikal unterhalb Warte	Meterstab
Sichttiefe	vertikal unterhalb Warte	Spezialanfertigung (s. Text)
Bedeckungsgrad Wasseroberfläche	(1 m Radius) durch Fallaub, Reisig usw.; in Klassen (Obergrenzen: 0%, 5%, 33%, 100%)	geschätzt
Kronenschluß	(%) vertikal oberhalb Warte	geschätzt; s. Tab. 1
Entfernung zur Abschnittsgrenze	Entfernung zur nächsten zugehörigen Ab- schnittsgrenze (s. Text)	Meßleine

Tab. 4: Wartenkomplexe und zugehörige Wartentypen (gezählt an 100 m - Abschnitten). ST Stamm, AL Ast lebend (weitgehend ohne Zweige), AT Ast tot (weitgehend ohne Zweige), ALZ Ast lebend mit (zahlreichen) Zweigen, ATZ Ast tot mit (zahlreichen) Zweigen, ZL Zweig lebend, ZT Zweig tot, L Liane, W freiliegende Wurzel, anderes - z.B. Boots-kante, Pfahl. X übliche, ? mögliche, aber unwahrscheinliche Kombinationen.

WARTENKOMPLEXE	WARTENTYPEN									
	ST	AL	AT	ALZ	ATZ	ZL	ZT	L	W	anderes
Baum lebend (BAL)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Baum tot (BAT)	X		X		X		X	X	X	
Busch lebend (BUL)	X	X	X	X	X	X	X	X	?	
Busch tot (BUT)	X		X		X		X	X	?	
Herabgestürzter Ast (AA)			X		X		X			
Wurzelstock (W)									X	
Treibholz - Einzelstück (TE)	X		X		?		?		X	X
Treibholz - Ansammlung (TA)	X		X		X		?		X	X
anderes (AND) (z.B. Schilf, Pfahl, Boot)										X

Tab. 5: Entstehungsursachen von Wartenkomplexen. X übliche, ? mögliche, aber unwahrscheinliche Kombinationen (erhoben an 100 m - Abschnitten). Kürzel s. Tab. 4.

ENTSTEHUNG	BAL	BAT	BUL	BUT	W	AL	TA	AA	anderes
lebend (aufrecht)	X		X						X
überhängend (lebend)	X		X						
stehend abgestorben		X		X	X				
abgebrochen von stehendem Baum (tot/ lebend)								X	
umgestürzt durch Erosion (unterspülte Wurzeln usw.)		X		X					
umgestürzt (unbek. Ursache)	(X)	X	(X)	X					
gefällt durch Biber		X		X					
angeschwemmt					X	X	X		
anderes (z.B. anthropogen)									X

Auswertung Habitatnutzung

Die für die Wartenjagd relevante Habitatnutzung des Eisvogels im Untersuchungsgebiet wurde in drei Schritten analysiert:

1. ein Vergleich von Angebot und Nutzung einzelner für die Wartenjagd relevanter Habitatstrukturen mittels einer Gegenüberstellung der Datensätze von Eisvogel-Beobachtungen mit der an Abschnittsgrenzen (Tab. 1, 3) erhobenen Biotop-Stichprobe;
2. ein Vergleich von Gewässerabschnitten mit bzw. ohne Eisvogelbeobachtungen soll in einem zweiten Schritt Zusammenhänge zwischen Raumnutzung des Eisvogels und dem Angebot an bestimmten Habitatstrukturen bzw. -parametern aufzeigen;
3. in einem dritten Schritt wurde nach „linearen“ Zusammenhängen (Korrelationen) zwischen Raumnutzung des Eisvogels (Zahl der Registrierungen von Eisvögeln pro Abschnitt) und dem Angebot an bestimmten Habitatstrukturen (Mittelwerte, Anzahlen) gesucht.

Aus den beiden Habitat-Datensätzen wurde ein gemeinsamer Datensatz gebildet: Die an beiden Uferseiten bzw. in der Gewässermitte innerhalb der 100 m - Abschnitte erhobenen Warten-Zählraten (Tab. 4 und 5) wurden für die folgenden Auswertungen aufsummiert; die an den Abschnittsgrenzen stichprobenhaft erhobenen metrischen bzw. ordinalen Parameter (Tab. 1 und 3) wie Wassertiefen usw. wurden den 100 m - Abschnitten zugewiesen, indem jeweils der Mittelwert der „oberen“ und „unteren“ Abschnittsgrenze berechnet wurde.

Für die Schritte zwei und drei wurden die einzelnen Eisvogelbeobachtungen mittels GIS den einzelnen 100 m - Gewässerabschnitten zugewiesen. Es wurden zwei verschiedene Datensätze gebildet: einer enthält ausschließlich Registrierungen nahrungssuchender Eisvögel, der andere alle Eisvogelregistrierungen (einschließlich fliegender oder andere Verhaltensweisen zeigender Individuen). Für Schritt drei (lineare Beziehungen) wurden jeweils zwei benachbarte 100 m - Abschnitte zusammengefaßt, um die Zahl der Datensätze mit Nullwerten (geringe Eisvogel-Stichprobe!) klein zu halten.

Statistik

Für Gruppenvergleiche (z.B. Angebot - Nutzung bestimmter Habitatstrukturen) wurde bei nicht normalverteilten Daten ein nichtparametrischer Test (U - Test nach MANN - WHITNEY) angewandt, bei normalverteilten Daten der T - Test. Unterschiedliche Häufigkeiten wurden mit dem χ^2 - Test auf Signifikanz getestet. Die Analyse korrelativer Zusammenhänge erfolgte bei nicht normalverteilten Daten mit einem nichtparametrischen Verfahren (SPEARMAN; Angabe des Korrelationskoeffizienten im Text: r_s) bzw. bei normalverteilten Daten mit dem parametrischen Gegenstück (PEARSON; Angabe des Korrelationskoeffizienten im Text: r). Auf die Anwendung multivariater Verfahren zur Analyse der Habitatnutzung (multiple Regressionsanalyse, Diskriminanzanalyse) wurde vorerst wegen der derzeit noch zu geringen Eisvogel-Stichprobe verzichtet.

Ergebnisse

Eisvogel

Brutbestand und Fortpflanzungserfolg

Im Jahr 1998 wurden im untersuchten Altarmsystem zwei Eisvogel-Brutpaare festgestellt, 1999 gab es drei Eisvogelbruten. Die mittlere Siedlungsdichte beträgt demnach 0.26 bis 0.39 Brutpaare pro km Gewässerstrecke. Auf jedes Brutpaar entfallen im Mittel 2.57 (1998) bzw. 3.85 (1999) km, die tatsächlichen Abstände zwischen den gleichzeitig besetzten Nestern betragen allerdings nur ca. 600 (einmal) und 700 (zweimal) m.

Im Jahr 1998 konnten an beiden besetzten Brutplätzen (Abschnitte HG3700 und HG3000 an der „Kleinen Binn“ bzw. „Hagen“, Abb. 1) Ende Mai Altvögel beim Füttern der Jungen beobachtet werden. Es ist anzunehmen, daß beide Bruten erfolgreich flügge wurden, da die Bruthöhlen auch bei Nachkontrollen Ende Juli und Mitte August unzerstört vorhanden waren. Die Bruthöhlen waren im Niedrigwasserjahr 1998 nicht von Hochwässern betroffen, auch eine in Abschnitt HG3700 neben der beflogenen Bruthöhle bestehende alte Bruthöhle aus dem Jahr 1997 blieb zumindest bis Mitte August erhalten.

Der Brutverlauf im Jahr 1999 wurde erheblich durch die Hochwässer gestört. Ein Frühjahrshochwasser (21. bis 24. Februar) zerstörte die letztjährigen Brutröhren; die bestehenden Brutwände brachen zusammen, ohne daß in nennenswertem Umfang neue Steilwände entstanden. Am 3. April gab es erst eine fertige Brutröhre, am 10. Mai wurde eine weitere (Ersatz-?) Röhre ca. 50 m davon entfernt in Abschnitt HG3700 gefunden.

Durch das starke und langanhaltende Hochwasser von 13. bis 30. Mai 1999 wurden sowohl die Abbruchkanten in den Abschnitten HG3600-3700 und HG3000 erneuert, aber auch eine neue Steilwand im Abschnitt HG2200 geschaffen. Am 26. Juli konnte in allen drei Bereichen je eine 1999 angelegte Brutröhre mit in der Nähe des Eingangs wachenden Altvögeln nachgewiesen werden.

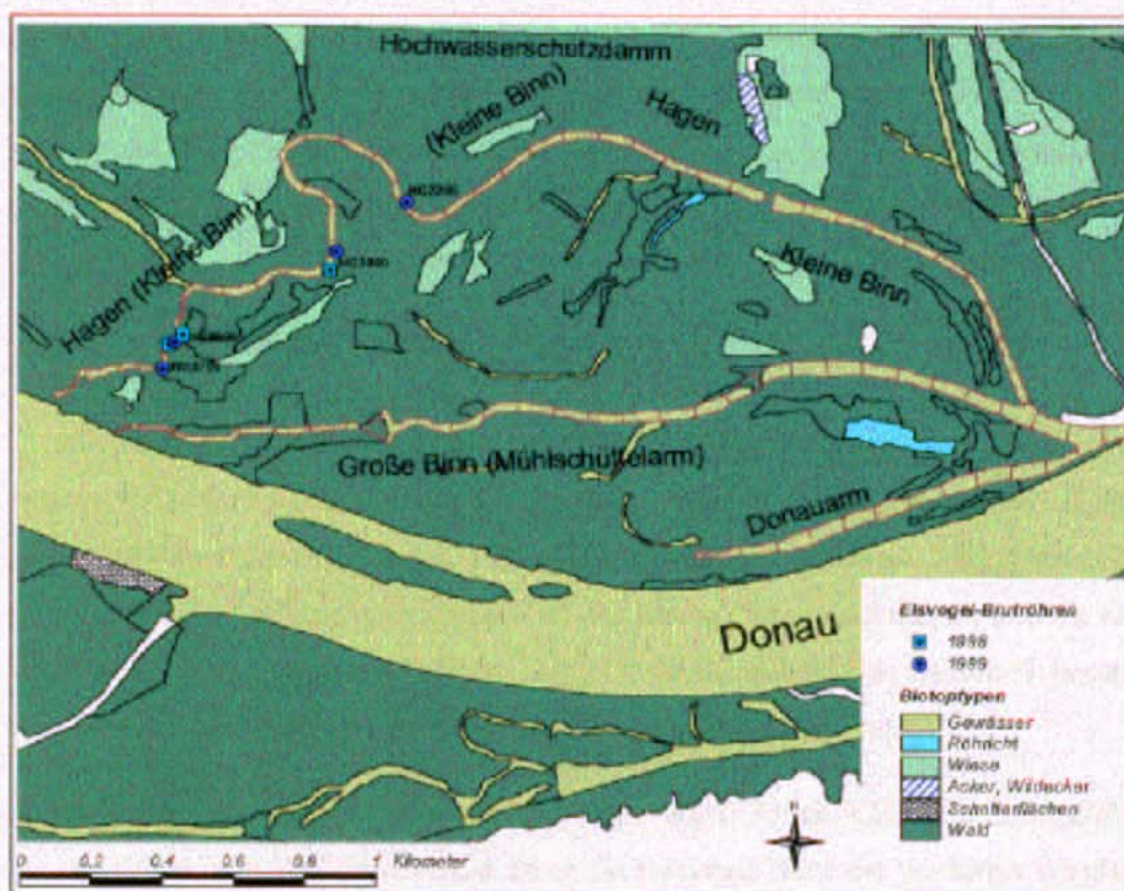


Abb. 1: Lage der 1998-99 besetzten Brutrohren des Eisvogels und untersuchte Gewässerzüge mit 100 m - Abschnitten; der Donauarm wurde nicht untersucht). Die Abschnitte mit Eisvogel-Bruthöhlen tragen einen Bezeichnung.

Eine Röhre (HG3700) war bereits am 13. August - offenbar erfolglos - verlassen; die Brutwand war vom oberen Rand her rasch zugewachsen und war bei tieferem Wasserstand von unten her frei zugänglich; sie wurde möglicherweise wegen erhöhten Störungsdrucks aufgegeben. Eine weitere Brut (HG2200) war vermutlich durch einen größeren grabenden Raubsäuger ausgegraben und zerstört worden; die Brutwände waren über einen schrägen Wandfuß erreichbar. Nur in einer Brutröhre (HG3000) konnten am 13. und 19. August Eisvögel beim Füttern von Jungen (mind. 4 am 13. August) beobachtet werden. Auch hier waren jedoch unterhalb des Eingangs Kratzspuren eines größeren Säugetiers festzustellen. Am 6. September war die Brutröhre leer, ohne daß sie durch ein Tier zerstört worden wäre. Es ist daher davon auszugehen, daß die Jungen dieses Brutpaares flügge wurden.

Nistplätze

Alle Brutröhren wurden in beiden Jahren ausschließlich an Prallhängen in den dynamischsten Abschnitten der untersuchten Gewässer angelegt. Es handelt sich um lediglich drei kurze Abschnitte auf einer ca. 1.5 km langen Strecke maximal bis 1.8 km vom Einströmbereich des „Hagens“ (westlicher Teil der Kleinen Binn) entfernt, wo sich die einzigen größeren Abbruchwände befinden (Abb. 1). Der Bereich mit den meisten (6) benutzten oder unfertigen Höhlen liegt 300 m vom Einströmbereich entfernt.

Trotz geringer Stichprobe unterscheiden sich in dieser Arbeit Wände mit Eisvogelröhren von solchen ohne Röhren deutlich durch die maximale Höhe der vertikalen Wandabschnitte ($p = 0.0082$, U-Test; Abb. 2) und weniger hohe ($p = 0.0094$, U - Test; Abb. 2) und breite ($p = 0.0528$, U-Test) Wandfüße (abgeschrägte Basis unterhalb der vertikalen Wandabschnitte).

Der vertikale Minimalabstand vom schrägen Wandfuß oder dem Wasser betrug 50 cm. Der Röhreneingang liegt im Mittel bei 57% der Wandhöhe, die Abstände zu Oberkante bzw. Unterkante betragen im Mittel 87 cm bzw. 116 cm.

Tab. 6: Maße von benutzten bzw. nicht fertiggebauten Eisvogel-Brutröhren (1999). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichung sowie Stichprobe (in Klammer).

PARAMETER		
Höhe des senkrechten Wandabschnitts (höchste Stelle)	224.6 ± 46.6 cm	(8)
Höhe des Wandfußes (höchste Stelle)	83.75 ± 57.0 cm	(8)
Abstand Röhre - Oberkante des senkrechten Wandabschnitts	86.9 ± 45.7 cm	(8)
Abstand Röhre - Unterkante des senkrechten Wandabschnitts	116.1 ± 102.5 cm	(8)
Abstand Röhre - Wasseroberfläche	229.2 ± 46.9 cm	(8)
Durchmesser Röhreneingang (Höhe)	7.96 ± 0.43 cm	(5)
Durchmesser Röhreneingang (Breite)	5.12 ± 0.65 cm	(5)
Tiefe Brutröhre	63.4 ± 6.6 cm	(5)

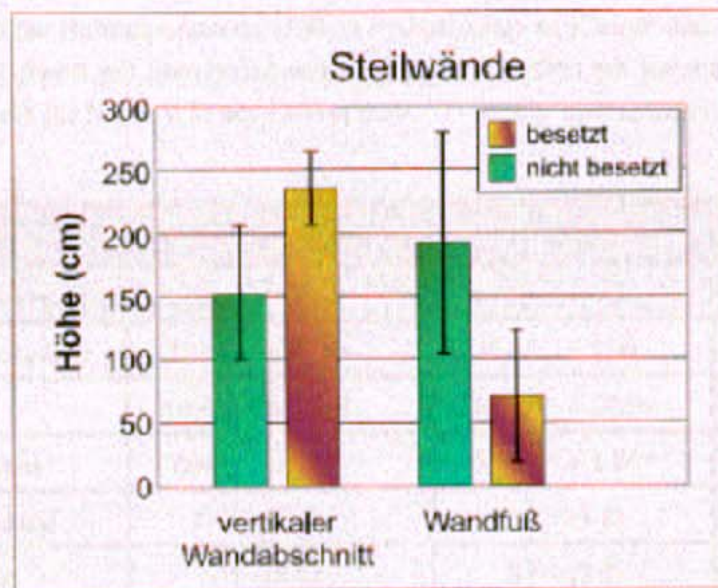


Abb. 2: Steilwände mit / ohne besetzte Eisvogelbrutröhre(n). Vertikaler Wandabschnitt: höchste Stelle der senkrechten Wandteile; Wandfuß: höchste Stelle des abgeschrägten Fußes unterhalb der senkrechten Wandteile). Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichungen. Inferenzstatistik s. Text.

Habitat

Wartenangebot

Es wurden im Untersuchungsgebiet auf einer Länge von 6.3 km (63 Gewässerabschnitte) Habitatstrukturdaten erhoben; auf die „Kleine Binn“ entfielen 4.2 km und auf die „Große Binn“ 2.1 km. Dabei wurden 1.703 Wartenkomplexe mit 5.383 potentiellen einzelnen Warten gezählt. Durchschnittlich (Median) entfallen auf einen 100 m langen Abschnitt 25 (Median) Wartenkomplexe. Die mittlere Strecke zwischen zwei Wartenkomplexen (beide Ufer und Gewässermitte eingeschlossen) beträgt demnach 4 m (Spannbreite 1.4 bis 50 m). Durchschnittlich entfallen auf einen 100 m - Abschnitt 88 potentielle Warten. Im Uferbereich (äußere Drittel der Gewässerbreite) befinden sich 95.7% der Warten, 4.3% in der Gewässermitte; durchschnittlich sind Wartenkomplexe in Gewässermitte wartenreicher (4.5 Warten pro Wartenkomplex) als an den Ufern (3.1 Einzelwarten).

Tab. 7: Ausgewählte Habitatparameter (100 m - Abschnitte) an Kleiner und Großer Binn. Dargestellt sind ^a Mittelwert mit Standardabweichung bzw. ^b Median mit Interquartilen (25% bzw. 75%). ^z Prüfstatistik für Mann Whitney-U-Test bzw. ^t T-Test; p Irrtumswahrscheinlichkeit.

PARAMETER	KLEINE BINN	GROSSE BINN	Z	p
Zählraten (an 100 m - Abschnitten)				
Anzahl Wartenkomplexe	33.6 ^a ± 17.00	23.9 ^a ± 8.90	6.009 ^t	0.0000
Anzahl Warten	104.6 ^a ± 51.99	47.81 ^a ± 34.76	5.113 ^t	0.0000
Anzahl Wartentypen	7.64 ^a ± 1.48	5.38 ^a ± 1.74	5.386 ^t	0.0000
Anzahl Bäume lebend	12 ^b (5-17)	5 ^b (3-8)	3.222 ^z	0.0013
Anzahl Bäume tot	9 ^b (5-14)	3 ^b (2-5)	3.404 ^z	0.0007
Treibholz Ansammlungen	3 ^b (1-5)	0 ^b (0-0)	4.527 ^z	0.0000
Treibholz einzeln	1.52 ^a ± 1.366	0.52 ^a ± 0.680	3.881 ^t	0.0003
Anzahl Stämme	10 ^b (5-14)	4 ^b (1-5)	3.346 ^z	0.0008
Anzahl Äste	66.45 ^a ± 37.77	30.14 ^a ± 21.63	4.842 ^t	0.0000
Anzahl tote Äste	44.24 ^a ± 23.21	26.81 ^a ± 20.07	2.933 ^t	0.0047
Abgestorbene Warten (%)	62.6% ^b (54.2-73.1%)	33.3% ^b (80-94%)	5.113 ^z	0.0000
Meßdaten (Grenzen von 100 m - Abschnitten; Werte in cm oder %)				
Durchmesser Warten	4.49 ^b (3.15-8.08)	3.84 ^b (2.52-5.15)	1.596 ^z	> 0.11
max. Durchmesser Warten	9.8 ^b (6.6-27)	8.5 ^b (5.3-13)	1.03 ^z	> 0.3
Wartenhöhe (über Wasser)	100.8 ± 32.24	152.2 ^a ± 51.39	4.188 ^t	0.0002
Entfernung Warte - Ufer	1817 (131-237)	240.0 (180-348)	2.267 ^z	0.0230
Wassertiefe 50 cm v. Ufer	30.33 ^b ± 8.45	14.74 ^a ± 6.64	7.381 ^t	0.0000
Wassertiefe Gewässermite	182 ^a (147-205)	70 ^b (45-165)	2.799 ^z	0.0051
Wassertiefe unter Warten	79.13 ± 34.42	41.85 ^a ± 19.10	5.522 ^t	0.0000
Sichttiefe (%Wassertiefe)	80.7% ^a ± 14.8%	86.2% ^a ± 14.7%	1.387 ^t	> 0.17
Kronenschluß (Ufer)	42.6% ^a ± 21.6%	29.8% ^a ± 19.1%	2.299 ^t	0.0249
Kronenschluß (Warte)	43.9% ^a ± 19.1%	36.1% ^a ± 18.1%	1.566 ^t	> 0.12

Die beiden untersuchten Gewässerzüge unterscheiden sich in Bezug auf die Ausstattung mit potentiellen Warten und die Mehrzahl der anderen erhobenen Habitatparameter höchst signifikant (Tab. 7): An der Kleinen Binn ist die Wartendichte mehr als doppelt so hoch; davon betrifft ein im Vergleich zur Großen Binn etwa halb so großer Anteil abgestorbene Warten. Als Wartekomplexe sind Bäume und Büsche im unmittelbaren Uferbereich an der Kleinen Binn weitaus (ca. dreimal) häufiger; damit in Zusammenhang steht ein deutlich höherer Kronenschlußgrad.

Treibholz ist hier ebenfalls - etwa um den Faktor drei - viel zahlreicher. Wassertiefen (Uferbereich und Gewässermitte) sind an der Großen Binn deutlich geringer; allerdings ist die Sichttiefe (in % der Wassertiefe) etwas größer. Die potentiellen Warten unterscheiden sich nicht signifikant im Durchmesser, aber in der Höhe über Wasser und der Entfernung vom Ufer (für beides höhere Werte an der Großen Binn).

Entstehung von Warten

Die Mehrzahl der Entstehungsursachen potentieller Warten (näherungsweise ca. 2/3) können Prozessen der Flußdynamik zugeschrieben werden (Ufererosion und nachfolgendes Absterben und Umstürzen von Bäumen und Büschen, Treibholzanschwemmung; Abb. 3). Ein exakter Prozentsatz kann nicht angegeben werden, da eine genaue Zuordnung der Entstehung in vielen Fällen aus Zeitgründen nicht möglich war: Das betrifft in erster Linie die Kategorie „umgestürzt ohne bekannte Ursache“, zu der auch die Fällungen durch Biber *Castor fiber* zu zählen sind (1% stellt höchstwahrscheinlich eine klare Untererfassung dar).

Große und Kleine Binn unterscheiden sich signifikant in den Anteilen der Entstehungsursachen ($\chi^2 = 50.728$, $df = 6$, $p = 0.0000$). Angeschwemmte Hölzer sowie lebende Bäume und Büsche sind an der Kleinen Binn zahlreicher, abgestorbene und - noch - lebende, überhängende Gehölze haben an der Großen Binn einen größeren Anteil.

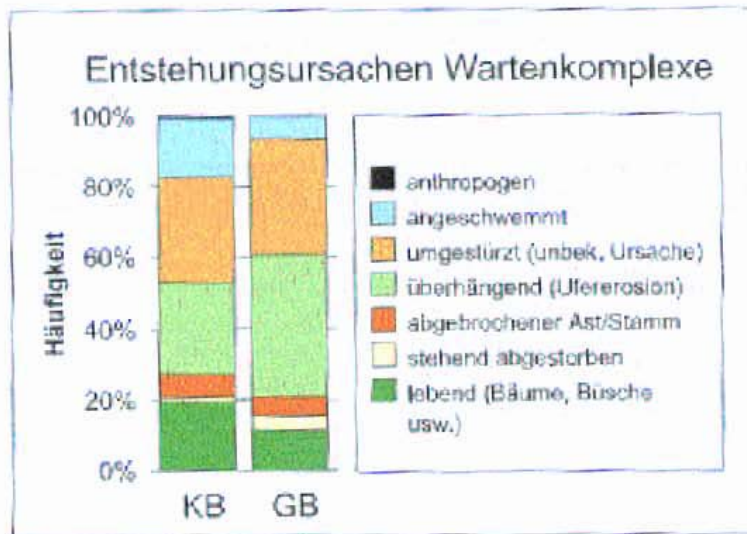


Abb. 3: Häufigkeit von Entstehungsursachen von potentiellen Warten in den beiden Altarmen Kleine Binn (KB), und Große Binn (GB).

Habitatnutzung

Habitatstrukturen

Wegen den z.T. sehr schwierigen Arbeitsbedingungen (vergleichsweise große Scheu der Eisvögel und schlechte Erreichbarkeit der Warten) und der langen Etablierungsphase der Erhebungsmethode blieb der Umfang des Eisvogel-Datensatzes zur Wartennutzung hinter den Erwartungen zurück. Je nach Parameter liegen etwa 40 - 50 untereinander und mit den Habitatdaten (s. unten) vergleichbare Datensätze vor, einzelne Parameter (z.B. Kronenschlußgrad, Wassertiefe unter den Warten) gehen wegen zu geringer Stichprobe vergleichbarer Daten nicht in die vorliegende Auswertung ein. Tab. 8 gibt einen Überblick über die Ergebnisse bezüglich bestimmter metrischer Habitatparameter, die als Grundlage für die Biotop-Stichprobe („Angebot“) dienen (vgl. Tab. 2). Weitere Ergebnisse sind den Abb. 4 - 7 zu entnehmen. Als Biotop-Stichprobe („Angebot“ - Daten von Abschnittsgrenzen) stehen für einen Angebot-Nutzungs-Vergleich - je nach Parameter - etwa 140 - 174 Datensätze zur Verfügung.

Tab. 8: Statistische Kennwerte von durch Eisvögel genutzten Habitatstrukturen. Negative Werte bei „Abstand Uferlinie - Wasser“ sind Warten über Land.

	Min	25 % il	Median	75 % il	Max	N
Wartendurchmesser (cm)	0.7	2	5	8	65	49
Wartenhöhe (über Wasser) (cm)	5	40	65	135	320	50
Entfernung Ufer (cm)	- 100	70	200	350	1830	49
Wassertiefe 50 cm v. Ufer (cm)	5	15	31	40	150	38

Der markanteste Unterschied zwischen Angebot (Biotop) und Nutzung (Eisvogel) betrifft die Wartendurchmesser: Von Eisvögeln benutzte Warten messen im Mittel (Median) 5 cm, prinzipiell geeignete im Untersuchungsgebiet 2.8 cm ($p = 0.0021$, U - Test; Abb. 4). Damit in Übereinstimmung steht die überproportionale Nutzung von Strukturen mit starken Durchmessern wie Stämmen und Ästen und die stark unterproportionale Nutzung von Zweigen ($p = 0.0372$, $\text{Chi}^2 = 8.474$, $\text{df} = 3$; Abb. 5).

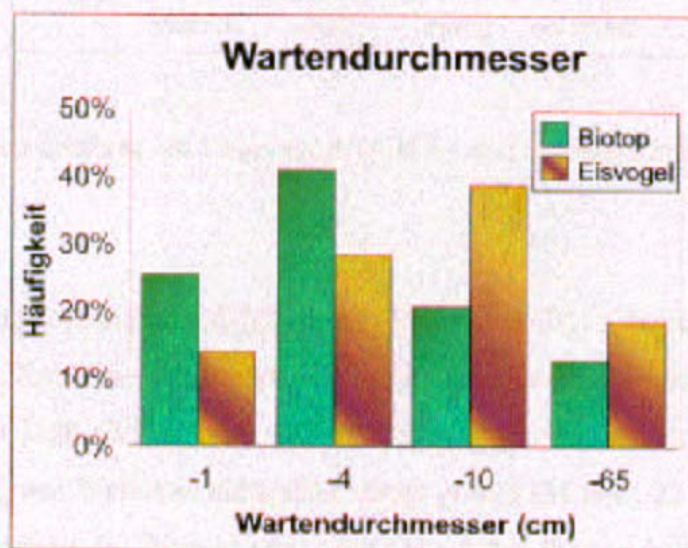


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung von Wartendurchmessern (Angebot und Nutzung). Inferenzstatistik s. Text.

Abgestorbene Strukturen (tote Äste, Treibholz) wurden minimal, aber nicht signifikant, häufiger genutzt ($p = 0.54$, $\text{Chi}^2 = 0.377$, $\text{df} = 1$); anthropogene Strukturen (z.B. Pfähle, Blockwurf) wurden von Eisvögeln nicht genutzt. Die mittlere Höhe benutzter Warten liegt mit (Mediane) 65 cm gegenüber 97 cm deutlich unter dem Angebot ($p = 0.0606$, U - Test), Wartenhöhen unter 70 cm werden klar bevorzugt ($p = 0.0438$, $\text{Chi}^2 = 6.258$, $\text{df} = 2$; Abb. 6).

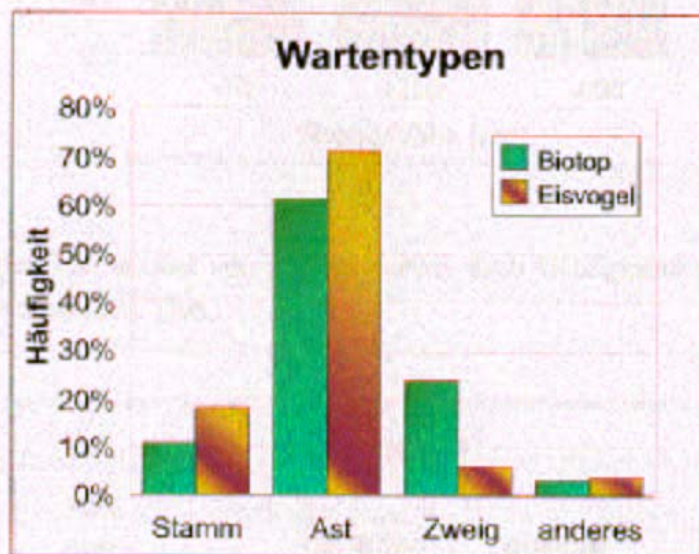


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung von Wartentypen (Angebot und Nutzung). Inferenzstatistik s. Text.

Die Entfernung potentieller und genutzter Warten vom Ufer unterscheidet sich nicht ($p = 0.25$, U - Test). Am Ufer ist das Gerinneprofil im Bereich von benutzten Warten signifikant steiler ($p = 0.0198$, $\text{Chi}^2 = 5.429$, $\text{df} = 1$; Abb. 7), dementsprechend die Wassertiefe in 50 cm Entfernung von Wasseranschlagslinie etwas größer (31 bzw. 22 cm; $p = 0.054$, U - Test) als das Angebot; die Wassertiefen genau unter den Warten konnten noch nicht in ausreichendem Umfang gemessen werden (s. oben).

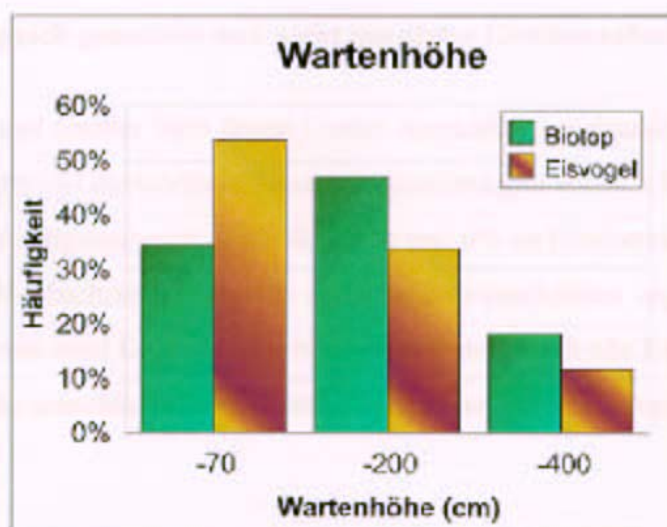


Abb. 6: Höhe über dem Wasser von Eisvogelwarten nach Häufigkeitsklassen (Angebot und Nutzung). Inferenzstatistik s. Text.

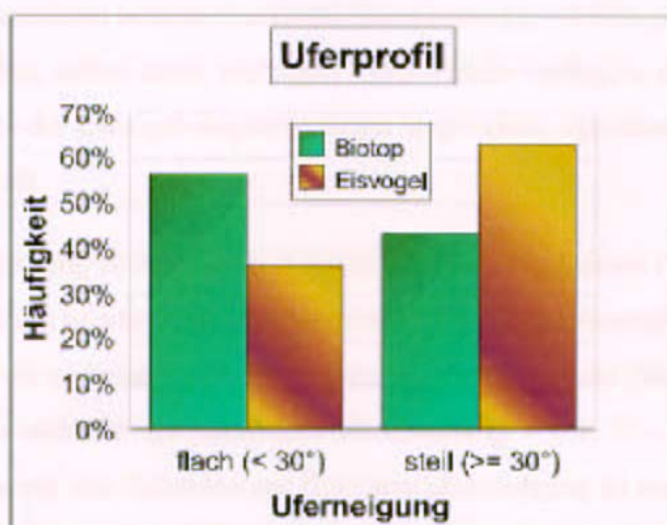


Abb. 7: Uferneigung im Bereich von Eisvogelwarten (Angebot und Nutzung). Inferenzstatistik s. Text.

Vergleich genutzter und nicht genutzter Gewässerabschnitte

Von Kleiner und Großer Binn liegen - unter Ausschluß voneinander nicht unabhängiger Beobachtungen - 67 auswertbare Eisvogelregistrierungen vor (s. z.B. Abb. 10). Davon betreffen 61% nahrungssuchende, 33% fliegende und 6% im Nestbereich sich aufhaltende Individuen. Die Beobachtungen wurden den Gewässerabschnitten zugeordnet, anschließend wurden daraus zwei Datensätze gebildet: der erste enthält alle Eisvogelbeobachtungen, der zweite die ausschließlich im Kontext des Nahrungserwerbs registrierten Eisvogelbeobachtungen.

Der Vergleich von Abschnitten mit und ohne Eisvogel-Registrierungen zeigt deutlich, daß die Raumnutzung des Eisvogels mit dem Angebot bestimmter Habitatstrukturen zusammenhängt. Das trifft sowohl auf die Gesamtheit der Eisvogelbeobachtungen als auch auf die ausschließlich im Kontext des Nahrungserwerbs erfolgten Registrierungen zu. Zwischen beiden Datensätzen besteht eine starke Korrelation ($r_s = 0.736$, $p \ll 0.001$). In weiterer Folge werden, sofern keine wichtigen Unterschiede vorliegen, die Ergebnisse zum Gesamt-Datensatz der Eisvogel-Registrierungen besprochen; signifikante Ergebnisse sind in Tab. 9 dargestellt.

In Übereinstimmung zu den weiter oben dargestellten Ergebnissen (Nutzung von Habitatstrukturen) weisen genutzte Abschnitte stärkere Wartendurchmesser auf; das Ergebnis ist signifikant für die gemessenen Maximalwerte in jedem Abschnitt (Mediane: 13 bzw. 8.5 cm, Tab. 9), aber nicht für die Abschnitts-Mittelwerte ($p > 0.1$, U - Test). Ebenfalls in Übereinstimmung mit den Befunden zur Habitatstrukturnutzung ist auch der Unterschied zwischen genutzten und ungenutzten Abschnitten bei den (horizontalen) Abständen der Warten zur Uferlinie nicht signifikant ($p > 0.32$, U - Test).

Entgegen den Erwartungen wirkt sich eine überdurchschnittliche Ausstattung mit Warten nicht positiv auf die Verteilung der Eisvogel-Beobachtungen aus; tendenziell ist Anzahl von Warten (Mittelwerte: 82.4 bzw. 89.5; $p > 0.6$, T-Test) sowie von Wartenkomplexen (Mediane: 24.5 bzw. 29; $p > 0.76$, U-Test) in genutzten Abschnitten sogar geringer. Eine

verstärkte Nutzung von Abschnitten mit größerem (absoluten und relativen) Angebot an Ästen oder Stämmen bzw. geringerem an Zweigen, wie aufgrund der Habitatstruktur-Ergebnisse eigentlich zu erwarten, konnte ebenfalls nicht gefunden werden ($p > 0.1$ bis 0.8): genutzte Abschnitte weisen sogar durchschnittlich geringere Mengen bzw. Anteile an lebenden Ästen auf.

Höhere Anteile abgestorbener Wartenstrukturen (Mittelwerte: 74% bzw. 66%) sowie ein größeres Angebot an einzelnen Treibhölzern sind nur durch eine Irrtumswahrscheinlichkeit (p) von knapp größer als 5% abgesichert (Tab. 9). Ebenfalls entgegen den oben dargestellten Ergebnissen gibt es keine signifikanten Unterschiede bei den Wartenhöhen ($p > 0.7$, T - Test, Abb. 6), den Wassertiefen in 50 cm von der Uferlinie ($p > 0.28$, T-Test) und dem Uferprofil ($p > 0.7$, T-Test, Abb. 7).

Dagegen sind vom Eisvogel genutzte Abschnitte deutlich seichter (Wassertiefe in Gewässermite; vergl. Tab. 9); das gilt insbesondere für die Wassertiefe unterhalb potentieller Warten in von nahrungssuchenden Eisvögeln genutzten Abschnitten (Mittelwerte: 58 bzw. 78 cm).

Sehr deutlich unterscheiden sich relative Sichttiefen (in % der Wassertiefe) und Kronenschlußgrad (Abb. 9); bei beiden Merkmalen sind die Unterschiede im Bereich von potentiellen Warten stärker ausgeprägt als bei den an den Abschnittsgrenzen erhobenen Zufallsstichproben (höhere Signifikanzwerte).

Korrelationen zwischen Raumnutzung und Habitatparametern

Die Korrelation von Habitatparametern und der Anzahl von Eisvogelnachweisen pro 200 m (zwei Datensätze: alle Beobachtungen und nur nahrungssuchende) bestätigen im wesentlichen - aber mit überwiegend schwachen Korrelationen - die Ergebnisse der vorhergehenden Vergleiche.

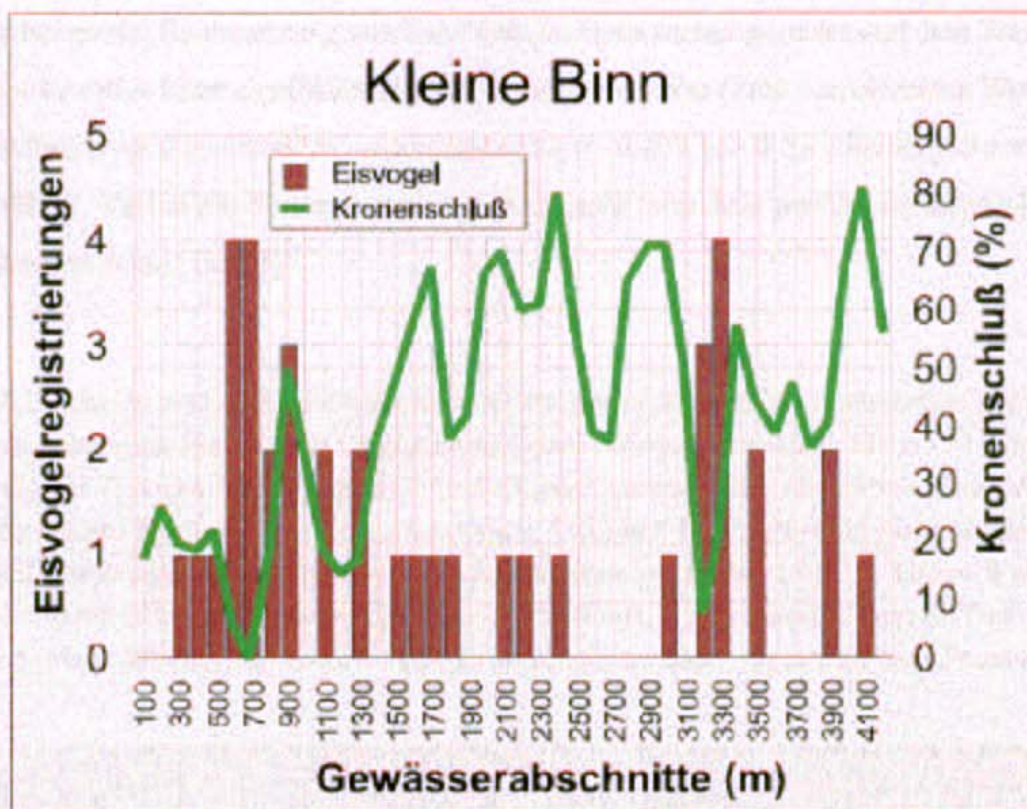


Abb. 9: Verteilung von Eisvogelregistrierungen (alle Beobachtungen) und Kronenschlußgrad (Ufer) entlang der 100 m - Abschnitte der Kleinen Binn. Der Einströmbereich befindet sich in Abschnitt 100. An der Großen Binn ist das Bild ähnlich.

Deutlich bestätigt - durch den Nachweis einer korrelativen Beziehung - wurde die bevorzugte Nutzung seichter Gewässerabschnitte, von klarem Wasser, geringem Kronenschlußgrad sowie die Tendenz zur Meidung von Abschnitten mit hohem Anteil an Lebendholz (z.B. lebende Äste). Unter Verweis auf Tab. 9 beschränkt sich die Besprechung der Ergebnisse daher auf davon abweichende Befunde. Wie bereits zuvor werden primär die Ergebnisse zum Gesamt-Datensatz der Eisvogel-Registrierungen dargestellt.

Zwischen der Raumnutzung von Eisvögeln im Untersuchungsgebiet und dem Wartenangebot bestehen keine signifikanten positiven Korrelationen (Zahl von einzelnen Warten: $r_s = -0.099$, $p \gg 0.2$; Anzahl Wartenkomplexe: $r_s = -0.201$, $p > 0.2$). Allerdings korreliert die Zahl der Warten pro Wartenkomplex (z.B. Anzahl toter Äste pro Baum) schwach mit der Eisvogeldichte (Tab. 9).

Tab. 9: Bedeutung bestimmter Habitatparameter (Mittelwerte für einzelne Gewässerabschnitte) für die Raumnutzung des Eisvogels im Untersuchungsgebiet. ¹ Vergleich zwischen 100 m - Abschnitten mit und ohne Eisvogel-Beobachtungen. ² Korrelationen zwischen der Anzahl von Eisvogel-Beobachtungen pro 200 m und den Habitatparametern. ³ Kontext: N ausschließlich Nahrungserwerb, S alle Beobachtungen (inkl. z.B. fliegende und Individuen im Nestbereich). ⁴ + höhere Werte in Abschnitten mit Eisvogel-Beobachtungen, - niedrigere Werte. ⁵ Prüfstatistik: ^t t-Wert (T-Test) bzw. ^z z-Wert (Mann-Whitney - U-Test). Korrelationskoeffizienten nach: ^s Spearman und ^p Pearson.

PARAMETER	KONTEXT	VERGLEICHE			KORRELATIONEN	
			U/Z	P	r _s	P
Einzelwarten/Wartenstruktur	N				+ 0.378 ^s	< 0.02
Wartentypen/Wartenstruktur	N				+ 0.346 ^s	~ 0.05
Treibholz (einzeln)	N	-	1.9261 ^t	0.0566	+ 0.12 ^p	> 0.2
Anteil tote Warten	S	+	1.9709 ^t	0.0533	-0.04 ^p	>> 0.2
Lebende Äste (Anteil%)	S	-	3.0069 ^z	0.0026	- 0.353 ^s	< 0.05
	N	-	1.6772 ^z			
Wassertiefe in Gerinnemitte	S	-	1.8093 ^t	0.0753	- 0.532 ^s	< 0.01
Wassertiefe unter Warte	S	-	2.3758 ^t	0.027	- 0.432 ^s	< 0.02
	N	-	2.4154 ^t	0.0187	- 0.323 ^s	< 0.1
Sichttiefe% Gerinne	S	+	2.3472 ^t	0.0189	+ 0.610 ^s	< 0.001
	N	+	2.3156 ^t	0.024	+ 0.396 ^s	< 0.02
Sichttiefe% unter Warte	S	+	2.7702 ^t	0.011	- 0.489 ^s	< 0.01
	N	+	3.0300 ^t	0.0036	- 0.483 ^s	< 0.01
Kronenschlußgrad (Gewässer)	S	-	1.783 ^t	0.0786	- 0.509 ^s	< 0.01
	N	-	2.425 ^t	0.0183	- 0.359 ^s	< 0.05
Kronenschlußgrad (Warte)	S	-	2.9376 ^t	0.0047	- 0.484 ^s	< 0.01
Max. Wartendurchmesser pro Abschnitt	S	+	1.9167 ^z	0.033	- 0.319 ^s	< 0.1
	N	+	2.0381 ^z	0.0415		

Eine negative Korrelation mit dem Treibholzangebot ($r_s = 0.17$ bzw. 0.12 , $p > 0.2$) und eine positive mit dem Anteil toter Warten ($r_s = -0.04$, $p \gg 0.2$) wurde im Gegensatz zu den Ergebnissen der Vergleiche genutzter bzw. nicht genutzter Abschnitte nicht gefunden. Die maximalen Wartendurchmesser pro Abschnitt korrelieren schwach, aber nur beinahe signifikant mit nahrungssuchenden Eisvögeln ($r_s = 0.319$, $p < 0.1$).

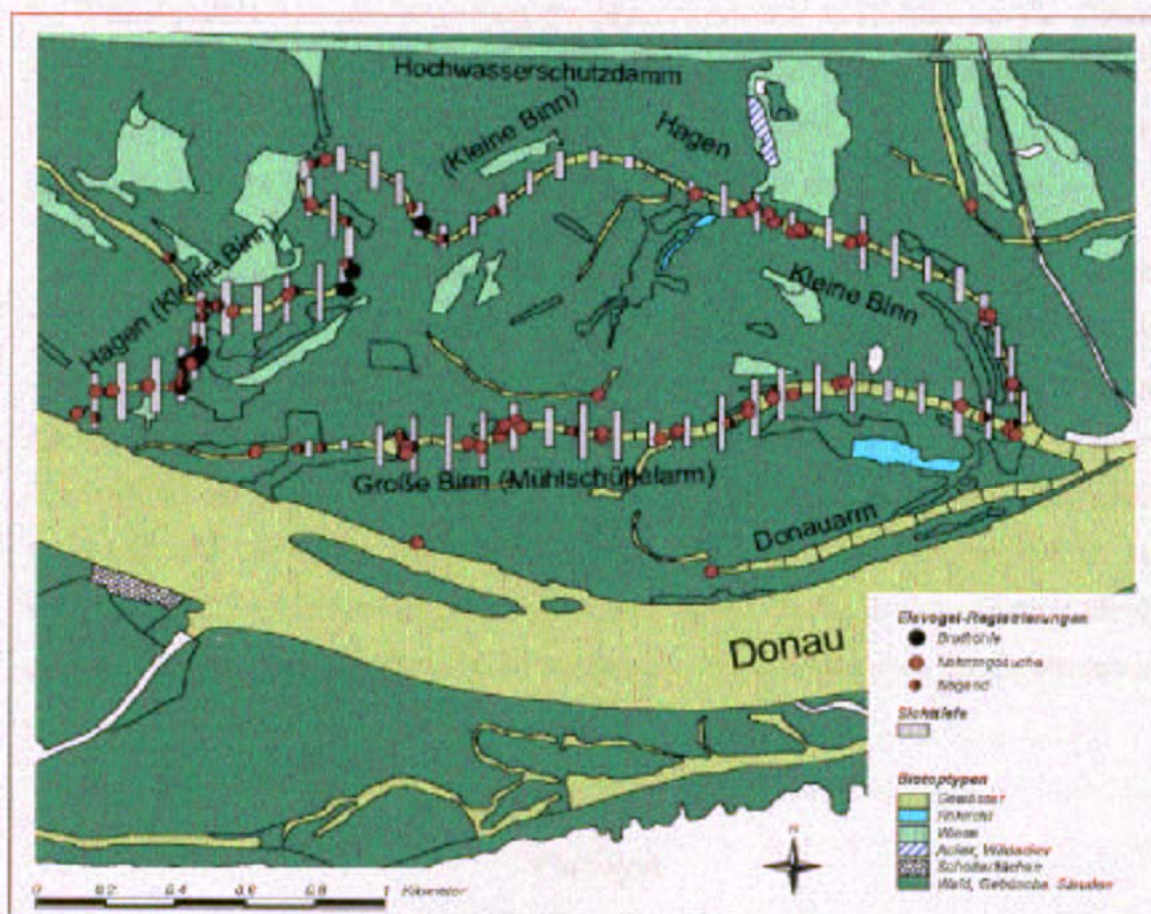


Abb. 10: Verteilung des Habitatparameters Klarheit des Wassers (Sichttiefe in % der Wassertiefe) im Untersuchungsgebiet sowie Raumnutzung durch den Eisvogel. Die Balken entsprechen den Mittelwerten für jeden 100 m - Abschnitt.

Diskussion

Evaluierung -Monitoring

Wie die in den folgenden Abschnitten zu diskutierenden Ergebnisse zeigen, kann trotz des etwas vorläufigen Charakters einiger Befunde festgestellt werden, daß der Ansatz, für die Habitatqualität relevante Habitatstrukturdaten zu erheben, in Hinblick auf die „Zielart Eisvogel“ im Rahmen der Ist-Zustandserhebung zielführend ist. Die erfaßten Habitatstrukturen stellen zweifellos eine gute, weil vergleichbare und relevante Basis für die vorgesehenen Nachuntersuchungen im Rahmen der Evaluierung des LIFE-Projektes dar.

Die gewonnenen Erkenntnisse werden es möglicherweise erlauben, bereits bei der Nachuntersuchung eine Reduktion der zu erfassenden Habitatparameter vorzunehmen. Im Gefolge der Nachuntersuchung und unter Einbeziehung der Befunde der anderen beteiligten Arbeitsdisziplinen wird es voraussichtlich gelingen, auf der Grundlage einer umfassenden Analyse der gebietsbezogenen Habitatansprüche des Eisvogels einen Minimalatz vergleichsweise einfach zu erhebender Habitatmerkmale zu definieren, der sich für ein wenig aufwendiges langfristiges Biotopmonitoring eignet, aber auch als Instrument für die genauere Planung und anschließende Bewertung künftiger Maßnahmen der Gewässervernetzung.

Eisvogel

Aktueller und potentieller Brutbestand

Mit drei Brutpaaren beherbergte das Orther Altarmsystem vor ca. 10 Jahren 7.3% des Brutbestandes und 9% der gefundenen Höhlen (EICHELMANN (1990)). In den beiden Erhebungsjahren 1998-99 konnten die Angaben von EICHELMANN (1990) sowohl bezüglich der Größe des Brutbestands (2-3 Brutpaare) bestätigt werden, wobei den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ein etwas kleineres Untersuchungsgebiet (7.7 gegenüber 9.5 km²)

zugrundeliegt (Ausschluß des westlich Stromkilometer 1905 einmündenden Teils der Kleinen Binn). Auch die besetzten Röhren wurden offenbar in denselben Bereichen wie bei EICHELMANN (1990) angetroffen.

Die errechnete mittlere Siedlungsdichte von 0.26 bzw. 0.39 Brutpaaren pro Kilometer liegt im Mittelfeld der Werte für den Nationalpark bezogen auf die von EICHELMANN (1990) erhobenen Werte (durchschnittlich 0.3 Brutpaare/km). Höhere Dichten werden in Österreich nur kleinräumig an wenigen Gewässern (z.B. Lafnitz) erreicht (DVORAK *et al.* 1993).

Mit der Absenkung des Treppelweges und einer deutlichen Erweiterung des Durchflußquerschnitts im Einströmbereich von Kleiner und Großer Binn ist vom Einsetzen massiver Erosion im gesamten Altarmsystem auszugehen. In welchem Umfang dies zur Neubildung von Steilwänden und damit zu einer Zunahme des Eisvogel-Brutbestandes führen wird, läßt sich derzeit nicht voraussagen. Aufgrund der Länge prinzipiell geeigneter Gewässer ist bei halbwegs realistischen Annahmen (Siedlungsdichte 0.5 bis 1 km pro Paar) ein Brutbestand von bis zu 7-15 Paaren denkbar.

Es ist aber festzustellen, daß die Siedlungsdichte des Eisvogels offenbar nicht durch das Steilwandangebot, sondern durch sein Territorialverhalten begrenzt ist (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). So fand EICHELMANN (1990) in den Donauauen östlich von Wien im Bereich des Haslauer Systems zwar 40% der Steilwände, aber keine entsprechende kolonieartige Konzentration von Eisvögeln, sondern „nur“ 19.5% der Brutpaare. Als absolute Obergrenze für eine maximale Siedlungsdichte sind minimale Nestabstände von 200 m (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980) anzusehen, z.B. von 250 und 300 m in den rechtsufrigen Donauauen (EICHELMANN 1990).

Eine Neubildung von Uferwänden erfolgt selbst bei starker Erosion fast ausschließlich an Prallhängen. Über weite Strecken haben die östlichen Teile von Kleiner und Großer Binn jedoch einen gestreckten Lauf und bilden daher ungünstige Voraussetzungen. Prädestiniert für die Entstehung von Uferabbrüchen sind hier die wenigen (etwa 10) stärker

gekrümmten Gewässerabschnitte. Andererseits sind die Ansprüche des Eisvogels in Einzelfällen gering genug, daß auch schon die Entstehung kleinerer, suboptimaler Abbrüche die Siedlungsdichte im Gebiet deutlich erhöhen könnte.

Die Voraussetzung für einen Bestandszuwachs ist jedenfalls, daß das Nahrungsangebot auf den derzeit nicht als Brutreviere genutzten Gewässerabschnitten nicht limitiert ist. Es ist bekannt, daß den Brutplätzen nahegelegene Nahrungsgründe aus Gründen der effizienten Nutzung von Nahrungsressourcen vorteilhaft sind („central place foraging“, z.B. KACELNIK & CUTHILL 1990). Beim Eisvogel beanspruchen sogar die Brutpartner getrennte Nahrungsreviere (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Da die realen Nestabstände selbst im dichtestbesiedelten Teil des Untersuchungsgebietes 600 bis 700 m betragen, könnte daher theoretisch auch das Nahrungsangebot limitierend wirken.

Für eine diesbezügliche Einschränkung liegen derzeit aber keine konkreten Hinweise vor, da die Eisvögel das gesamte Gebiet ohne allzu große Lücken zur Nahrungssuche nutzen (vgl. Abb. 10), wenn auch mit erkennbaren Habitatpräferenzen (s. unten). Unter Berücksichtigung des bisher gesagten scheint jedenfalls weniger die Anzahl, als vielmehr die - derzeit stark konzentrierte - räumliche Verteilung von Prallhängen der Schlüsselfaktor für die Bestandesgröße des Eisvogels zu sein.

Brutwände und Fortpflanzungserfolg

Wesentliche Faktoren für den Bruterfolg des Eisvogels sind Sicherheit vor Hochwässern und vor dem Ausgraben durch Freißfeinde (z.B. GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980). Dafür konnten im Rahmen dieser Arbeit bestätigende Hinweise gefunden werden: Die anhaltenden Hochwässer in der zweiten Maihälfte 1999 zerstörten die erste Brut und lösten eine Ersatzbrut aus, andererseits aber kam es - im Gegensatz zu dem kurzen Hochwasserereignis im Februar dieses Jahres - zur Neuschaffung geeigneter Brutwände. Der Verlust zumindest einer Brut im Jahr 1999 geht auf grabende Raubsäuger (konkret in Frage kommen z.B. Fuchs *Vulpes vulpes* oder Dachs *Meles meles*) zurück, denen der

Zugang zu den Brutröhren über einen schrägen Wandfuß möglich war. Bemerkenswert ist im Vergleich dazu, daß EICHELMANN (1990) für das gesamte Nationalparkgebiet im Jahr 1989 (41 Reviere) nur drei Brutverluste durch Raubsäuger anführt. Wandfüße bilden sich bzw. bleiben erhalten bei ungenügendem Ausmaß an Erosion; es scheint aber, daß dafür nicht das Ausbleiben starker Hochwässer, sondern das Fehlen an regelmäßiger, geringfügiger Erosion durch Mangel an permanenter Wasserführung im Altarmsystem verantwortlich war.

Bei HÖLZINGER (1987) wird eine Meidung von Uferwänden mit Wandfüßen erwähnt, die EICHELMANN (1990) für die Donauauen nicht bestätigt. Im Untersuchungsgebiet war jedoch trotz geringer Stichprobe eine signifikante Bevorzugung von niedrigeren Wandfüßen festzustellen. Andererseits konnten die Angaben EICHELMANN's (1990), daß Eisvögel bei der Anlage ihrer Brutröhren einen Mindestabstand von 50 cm über einem schrägen Wandfuß oder dem Wasser einhalten, durch die bisher vorliegenden Daten exakt bestätigt werden (Minimum 50 cm).

In Übereinstimmung mit GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER (1980) schienen die Eisvögel das Risiko, ihre Brut an grabende Freßfeinde zu verlieren, dadurch zu minimieren, daß sie bei der Anlage der Brutröhren Wände mit höheren vertikalen Abschnitten wählen und einen möglichst großen Sicherheitsabstand sowohl zur Oberkante als auch zur Unterkante des senkrechten Wandabschnitts einhalten; in Übereinstimmung dazu befindet sich der Röhreneingang im Mittel knapp über der Hälfte der Wandhöhe. Möglichst hohe Wände bieten überdies auch Schutz gegen ein zu rasches Überwachsen des Röhreneingangsbereiches, was zumindest nachfolgende Bruten mit hoher Wahrscheinlichkeit verhindert (EICHELMANN 1990).

Eine stärkere Anbindung - geplant in einem Ausmaß von 290 Tagen im Jahr - wird vermutlich den Fortpflanzungserfolg der Eisvögel im Gebiet erhöhen, weil damit einerseits die Ausbildung von Wandfüßen wahrscheinlich eingeschränkt wird und weil andererseits

die senkrechten Brutwandabschnitte wegen der höheren Wasserstände für grabende Freßfeinde von unten her kaum erreichbar sein werden.

Habitatnutzung und Nahrungserwerb

Es kristallisierten sich deutliche Muster der gebietspezifischen Habitatnutzung des Eisvogels heraus, wobei die Bedeutung bekannter Faktoren (GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER 1980) nur teilweise bestätigt wurde. Bestätigen ließ sich die Abhängigkeit bzw. Bevorzugung des Eisvogels von guten Sichtverhältnissen, die sich deutlich in der Raumnutzung niederschlug (Tab. 9 und Abb. 10); ein direkter Angebot-Nutzungsvergleich (genutzte gegen potentielle Warten) deutet in dieselbe Richtung (relative mittlere Sichttiefen von 98% bzw. 80%), ist aber - offenbar wegen derzeit noch zu geringer Stichprobe (s. Methoden) - nicht signifikant ($p = 0.138$, U-Test).

Die ebenfalls bekannte Vorliebe für geringe Wassertiefen, bekanntermaßen beliebte Aufenthaltsbereiche von Jungfischen, steht mit der festgestellten Raumnutzung im Einklang: Eisvögel wurden im Untersuchungsgebiet besonders häufig in strömungsberuhigten Flachwasserbereichen (Gerinneaufweitungen, z.B. im Bereich von Furten bzw. Traversen) beobachtet.

KNIPRATH (1969) erwartet beim Eisvogel einen mit zunehmender Tauchtiefe abnehmenden Fangerfolg, interpretiert aber seine an Volierenvögeln gewonnenen Ergebnisse wegen eines nicht signifikanten Testergebnisses als nicht stichhaltig. Eine neuerliche Bearbeitung seiner Daten mit einem adäquaten Test ergibt jedoch einen starken, signifikanten Zusammenhang ($r = - 0.8308$, $p = 0.0405$), der ein weiteres Argument für die Bevorzugung von geringen Wassertiefen ist. Nachdem die maximal erzielbaren Tauchtiefen eine Funktion der Höhe der Startposition über Wasser sind und nach KNIPRATH 1969 etwa in einem Verhältnis von 2:3 stehen, war auch die gefundene überproportionale Nutzung von eher niedrigen Warten gegenüber dem Angebot im Untersuchungsgebiet (Abb. 6) nicht unerwartet.

In markantem Widerspruch - zumindest vordergründig - zu den Angaben in GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER (1980), wo von einer Bevorzugung von Deckung und Schattenwurf durch Gebüsch und Bäume die Rede ist, werden im Untersuchungsgebiet von Eisvögeln eindeutig Abschnitte mit geringem Kronenschlußgrad bevorzugt (Tab. 9 und Abb. 9). Ein direkter Vergleich Eisvogel-Habitatangebot steht (wegen abweichender Methode bei der Erfassung der Eisvogeldata) noch aus. Das Deckungsbedürfnis dürfte jedenfalls nach diesem Befund keine wesentliche Rolle spielen.

Der Kronenschlußgrad korreliert erwartungsgemäß mit mehreren morphologischen Gerinneparametern, v.a. aber positiv mit der Wassertiefe ($r = 0.5457$, $p = 0.0000$). Vom Eisvogel gemiedene Abschnitte können demzufolge als steilufzig, schmal, waldgesäumt und schattig typisiert werden, bevorzugte als offene, sonnige Flachwasserstrecken mit spärlich ausgeprägtem oder weit vom Ufer nach hinten versetztem Bestand an uferbegleitenden Gehölzen. Letzere stellen vermutlich besonders günstige, kleinfischreiche Jagdbereiche dar. Andererseits erwähnt KNIPRATH (1969) auch, daß Eisvogel bei Regen die Trübung der Sichtverhältnisse durch auf die Wasseroberfläche fallende Tropfen durch Aufsuchen von geschützten Stellen unter Gehölzen kompensieren.

Nicht zu erwarten war auch, daß die Raumnutzung der Eisvögel sich offenbar nicht nach der Größe des Wartenangebots richtet, wie aus fehlenden (bzw. sogar tendenziell negativen Korrelationen) sowie tendenziell geringerer Wartendichte an von Eisvögeln genutzten Abschnitten hervorgeht (Tab. 9). Allerdings scheint im vergleichsweise noch sehr naturnahen Untersuchungsgebiet ein sehr großes Angebot vorhanden zu sein: der durchschnittliche mittlere Abstand zwischen Wartenkomplexen beträgt 4 m, eine Dichte von 2 Wartenkomplexen/100 m wird nirgendwo unterschritten. Das läßt den Schluß zu, daß das Wartenangebot im Gesamtgebiet nicht limitiert ist. Dafür spricht auch die Beziehung der Raumnutzung der Eisvogel zur Wartendichte, die als eine Art Optimum-Funktion interpretiert werden kann (Abb. 11).

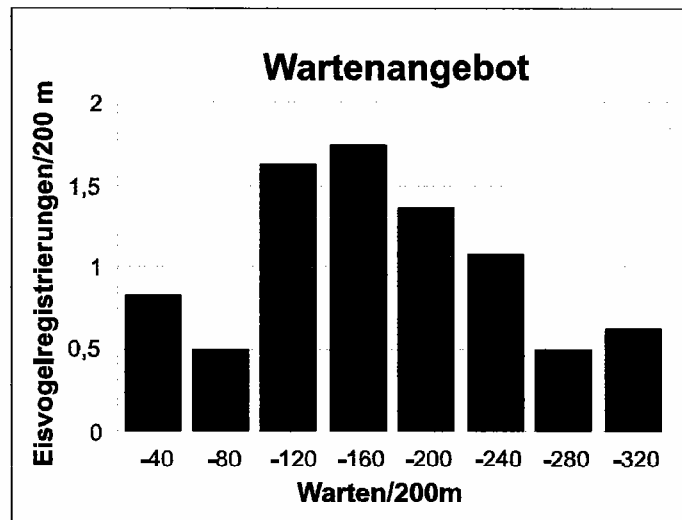


Abb. 11: Beziehung der Raumnutzung des Eisvogels zur Wartendichte.

Andererseits besteht eine - schwache - signifikante positive Beziehung zwischen Eisvogeldichten und der Anzahl von Einzelwarten je Wartenkomplex, d.h. mit kleinräumigen Konzentrationen von Warten. Dieser Befund läßt sich mit dem für Eisvogel typischen Verhalten erklären, bei ausbleibenden Jagdchancen nach kurzer Zeit (max. ca. 15 min) auf eine - zunächst unmittelbar nahegelegene - andere Warte zu wechseln (KNIPRATH 1969). Das steht offensichtlich in Zusammenhang mit bekannten Gesetzmäßigkeiten der optimalen Nutzung von Nahrungsplätzen (z.B. KREBS & DAVIES 1981).

Es ist bekannt, daß Treibholz und andere ins Wasser gestürzte Holzansammlungen bevorzugte Aufenthaltsorte für Fische sind (z.B. SCHIEMER & SPINDLER 1989). Wider Erwarten nutzen Eisvögel im Untersuchungsgebiet Gewässerabschnitte mit größerem Treibholzangebot nicht stärker, für „einzelne Treibhölzer“ gibt es sogar ein auf 5% - Niveau gerade nicht signifikantes gegenteiliges Ergebnis (Tab. 9). Das ist umso verwunderlicher, als Treibholzansammlungen die höchsten Wartenzahlen von allen Wartenkomplexen aufweisen (s. oben): 61.8% haben mehr als 3 Warten ($\chi^2 = 189.81$, $df = 7$, $p = 0.0000$). Ein direkter Vergleich der Angebot-Nutzungs-Häufigkeiten ist wegen unterschiedlicher

Kategorien im Eisvogel datensatz (s. Methodik) derzeit noch nicht möglich. Immerhin machten „ins Wasser gefallene Stämme“ und „Treibholz“ (nach der ersten provisorischen Kategorisierung) über 26% der von Eisvögeln genutzten Wartenkomplexe aus.

Eisvögel zeigen eine klare Vorliebe für Warten mit größeren Durchmessern, was sich sowohl im Angebot-Nutzungsvergleich (Abb. 4) als auch in der Raumnutzung niederschlägt (Tab. 9). Damit in engem Zusammenhang ist die Bevorzugung von Stämmen und Ästen als Warten zu sehen. Der Vorteil für den mit schwachen Füßen ausgestatteten Eisvogel ist vermutlich größere Stabilität und damit Energieersparnis beim Sitzen sowie bei Abflug und Landung. Die - allerdings sehr schwach ausgeprägte - Neigung, abgestorbene Strukturen gegenüber laubtragenden zu bevorzugen, dürfte mit den besseren Bedingungen für einen freien Anflug zu tun haben.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, daß die vorliegenden Ergebnisse zur Habitatnutzung des Eisvogels wegen des - aus den erwähnten Gründen - vergleichsweise geringen Stichprobenumfangs der Eisvogel daten instabil sind. Dagegen spricht, daß die durchgeführten Vergleiche von Angebot und Nutzung (Vergleich von Habitatstrukturen, Zusammenhänge zwischen Raumnutzung des Eisvogels und Habitatstrukturen) im wesentlichen zu ähnlichen Ergebnissen führten.

Einige Ergebnisse auf Habitatstruktur-Niveau konnten auf Raumnutzungs-Niveau zumindest nicht bestätigt werden (z.B. ist die Bevorzugung von Ästen und Stämmen, stärkerer Uferneigung und niedrigeren Warten auf Raumnutzungsebene nicht feststellbar) und stellen einen scheinbaren Widerspruch dar. Dieser könnte sich allerdings auflösen, wenn bestimmte Habitatstrukturen zwar bevorzugt werden, aber für eine Differenzierung der Raumnutzung durch den Eisvogel bereits nicht mehr relevant (nicht mehr nachweisbar) sind, weil das Angebot (z.B. Warten mit stärkeren Durchmessern) bereits auf diesem Niveau (100 m - Abschnitte) nicht limitiert ist.

Ähnlich muß die sich differenziert darstellende Raumnutzung ebenfalls nicht als Hinweis für eine Limitierung von Ressourcen im gesamten Untersuchungsgebiet interpretiert werden. Auf die Frage, in welchem Verhältnis die Bedeutung von Habitatstrukturen im Kontext von Fortpflanzung und Nahrungserwerb stehen, kann zumindest vorläufig geantwortet werden, daß für den Nahrungserwerb relevante Habitatstrukturen im Untersuchungsgebiet vermutlich nicht bestandeslimitierend sind. Offen bleibt die Frage nach dem Nahrungsangebot selbst. Eine umfassende Interpretation wird also erst nach Einbeziehung von entsprechenden Informationen über Angebot und Verteilung der wichtigsten Beuteorganismen (Kleinfische) möglich sein, und jedenfalls werden für eine endgültige Auswertung weitere Eisvogel-Beobachtungsdaten erforderlich sein.

Gewässervernetzung

Erwartete Auswirkungen

Kleine und Große Binn werden durch eine Anbindung bei einem Donau-Wasserstand von 1 m unter Mittelwasser den im Vergleich zu heute wesentlich veränderten Charakter eines stark durchströmten Donau-Seitenarms erhalten. Die Auswirkungen der wahrscheinlichen Zunahme von Steilwänden wurde bereits diskutiert. Bezüglich des Nahrungserwerbs können folgende Überlegungen angestellt werden:

Wie sich Angebot an Warten (Wartenkomplexen) verändern wird, läßt sich schwer voraussagen; einerseits wird durch stärkere Erosion des uferbegleitenden Gehölzbestandes die Entstehungsrate mit höchster Wahrscheinlichkeit zunehmen, andererseits ist jedoch mit einem kontinuierlicheren Abtransport des Materials zu rechnen. Eine für den Eisvogel relevante Verknappung ist jedoch sehr unwahrscheinlich. Als Folge des reduzierten Uferbaumbestandes ist auch mit der Zunahme offener Ufer und Abnahme des Kronenschlusses zu rechnen. Vermutlich im Wechselspiel damit wird es auch zumindest stellenweise zu Verbreiterungen des Gerinnes und einer Ausdehnung der Flachwasserbereiche (günstige

Aufenthaltsbereiche für Jungfische) kommen; beides ist nach den vorliegenden Ergebnissen vorteilhaft für den Eisvogel.

Die abgelagerten Mengen von Treibholz, das derzeit im wesentlichen im Zuge von Hochwasserereignissen angeliefert wird, nehmen in Großer und Kleiner Binn mehr oder weniger kontinuierlich mit zunehmender Entfernung von der Einströmöffnung ab ($r = -0.4317$, $p = 0.0061$; Abszisse: % der jeweils relative Streckenlänge, Ordinate: % der jeweils maximalen Treibholzmenge/100 m). Unter konstanten Durchflußbedingungen ist mit einer möglicherweise gleichmäßigeren Verteilung zu rechnen.

Die nahrungsökologische Relevanz von Treibholz, aber auch von ins Wasser gestürzten Stämmen und Ästen wird für den Eisvogel unter durchströmten Bedingungen voraussichtlich stark zunehmen: weil für die Tauchjagd günstige Stillwasserbereiche deutlich abnehmen werden, wird die strömungsmindernde Wirkung dieser Strukturen für Fische (z.B. SCHIEMER & SPINDLER 1989) stark an Bedeutung gewinnen; unter solchen Voraussetzungen ist mit stärkerer Konzentration von Kleinfischen zu rechnen, was sich vorteilhaft auf die Jagdeffizienz des Eisvogels auswirken wird, insbesondere weil hohe Beutedichten mit geeigneten Wartenstrukturen in optimaler Weise zusammentreffen werden.

Bezüglich der Sichtbedingungen ist unter durchströmten Bedingungen ist für den Eisvogel mit einer Verschlechterung zu rechnen, da der Schwebstoffgehalt mit zunehmender Isolation von der Donau abnimmt (z.B. RECKENDORFER & HEIN 2000). Bereits derzeit verschlechtern sich die Sichtverhältnisse mit zunehmendem Donaueinfluß, d.h. mit zunehmender Entfernung von der Ausströmöffnung (z.B. Kleine Binn: $r_s = 0.6964$, $p \ll 0.001$).

In diesem Zusammenhang wird die weitaus bessere Versorgung kleiner grundwasser gespeister Nebengewässer durch den höheren Wasserstand insbesondere bei Hochwassersituationen, wo die Trübung stärker ist (RECKENDORFER & HEIN 2000), vermutlich einen wichtigen Beitrag zur zeitlichen Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen für den Eisvogel darstellen. Nebengewässer werden auch unter dem Aspekt fehlender Strömung an Bedeutung gewinnen, da strömungsarme Bereiche im Zuge der Vernetzung viel seltener sein

werden. Derzeit sind gerade die strömungsberuhigten, seichten Traversenbereiche bei Eisvögeln beliebt. Aber auch nach dem Einbau von Durchlässen in die Traversen werden hier vergleichsweise stillwasserähnliche Bedingungen herrschen, weil es sich um natürliche Gerinneverbreiterungen handelt.

In Summe ist trotz einiger Unsicherheiten eine deutliche Zunahme der Habitatqualität für den Eisvogel durch die geplanten Gewässervernetzungsmaßnahmen zu erwarten. Eine noch nicht erwähnte, aber bedeutende Verbesserung ist, daß in Zukunft das Orther Gewässernetz in wesentlich größerem Umfang auch im Winter als Nahrungsgebiet zur Verfügung stehen wird, weil Kleine und Große Binn viel seltener zufrieren werden.

Für einige weitere gewässergebundene Vogelarten sind Vorteile zu erwarten, weil die schlechtere Wegsamkeit - unter der Bedingung, daß das Störungsaufkommen durch Besucherlenkung minimiert wird - zu einer Verringerung des Störungsdrucks beiträgt. Davon betroffen sind v.a. für Großvögel wie Graureiher *Ardea cinerea* (die hier eine Kolonie haben), Schwarzmilan *Milvus migrans*, aber auch für Eisvogel, Flußuferläufer *Actitis hypoleucos*, Enten *Anas sp.* usw.). Durch ein mögliches Zurückdrängen der wenigen Schilfsäume könnte es andererseits zu - allerdings für das gesamte Nationalparkgebiet vernachlässigbaren - Biotopverlusten für Röhrichtbewohner wie Zwergrohrdommel *Ixobrychus minutus* und Teichrohrsänger *Acrocephalus scirpaceus* kommen.

Empfehlungen

Für die Durchführung von Gewässervernetzungsmaßnahmen kann aus der Sicht des Eisvogelschutzes derzeit konkret die generelle Empfehlung ausgesprochen werden, Maßnahmen möglichst über ein größeres Gebiet verteilt zu setzen. Keинere, insbesondere stark gewundene Nebenarme sind dem Hochwassereinfluß maximal aussetzen sowie eine permanente Durchströmung sicherzustellen, weil bestehende Prallhänge (ohne Wandfuß!) optimale Voraussetzungen für Neubildung von Steilwänden und damit Nistplätzen bieten.

Wie bereits ausgeführt, ist ein räumlich ausgewogenes Angebot von Prallhängen wegen der Territorialität der Eisvögel vermutlich der entscheidende Parameter, um maximale Bestandeseffekte zu erzielen. Weiters sollte darauf geachtet werden, daß strömungsberuhigte Gewässerabschnitte erhalten werden oder ihre Neuentstehung gefördert wird.

Literatur

- BAUER, K. (1994) Rote Liste der in Österreich gefährdeten Vogelarten (Aves). - In: GEPP, H. (Hrsg.) Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Bd. 2. Styria, Graz. 5. Aufl. Pp. 57-65.
- BAUER, H.-G. & BERTHOLD, P. (1996) Die Brutvögel Mitteleuropas. Bestand und Gefährdung. AULA-Verlag, Wiesbaden. 715 pp.
- DVORAK, M. & E. KARNER (1995) Important Bird Areas in Österreich. Monographien 71. Umweltbundesamt, Wien. 454 pp.
- EICHELMANN, U. (1990) Die Verbreitung von Steilwand-, Kies- und Röhrichtbrütern in den Donau-Auen östlich von Wien und deren Abhängigkeit von der Hochwasserdynamik. Nationalparkplanung Donauauen, Wien. 100 pp.
- FRÜHAUF, J. & E. SABATHY (2000) Untersuchungen zu Schilf- und Wasservögeln in der Unteren Lobau. Beweissicherung „Schilfvögel“ im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH im Rahmen des LIFE-Projektes „Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen“.
- FRY, C. H. & K. FRY (1992) Kingfishers, Bee-Eaters and Rollers. A & C Black, London.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. & BAUER, K. (1980) Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 9 *Columbiformes - Piciformes*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden. 1.148 pp.
- HÖLZINGER, J. (1987) Die Vögel Baden-Württembergs (Avifauna Baden-Württemberg). Band 1. Gefährdung und Schutz. 1.800 pp.
- KACELNIC, A. & I. CUTHILL (1990) Central place foraging in starlings (*Sturnus vulgaris*). II. Food allocation to chicks. J. Anim. Ecol. 59: 655-674.

- KNIPRATH, E. (1965) Eisvogelverluste in strengen Wintern. J. Orn. 106: 340-346.
- KREBS, J. R. & N. B. DAVIES (1981) Ökoethologie. Paul Prey, Berlin, Hamburg. 377 pp.
- KNIPRATH, E. (1969) Nahrung und Nahrungserwerb des Eisvogels, *Alcedo atthis*. Vogelwelt 90: 81-97.
- RECKENDORFER, W. & T. HEIN (2000) Morphometrie, Hydrologie und Sedimentologie in der Unteren Lobau. Im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH im Rahmen des LIFE-Projektes „Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen“.
- SCHIEMER, F. & T. SPINDLER (1989) Endangered fish species of the Danube River in Austria. Reg. Riv. Res. & Mgmt. 4: 397-407.
- TUCKER, G. M.. & M. F. HEATH (1994) Birds in Europe: their conservation status. Cambridge: Bird Life International (Bird Life Conservation Series no. 3). 600 pp.
- WSD (1997) Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau (KWD 1996).
- WÖSENDORFER, H. & S. LEBERL (1987) Uferzonen der Donau von Wien bis zur Marchmündung: Landschaftsökologische Untersuchung von Strom-km 1920 bis 1880 Studie im Auftrag der Wasserstraßendirektion.

- Herausgeber: Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Titelbild: Kracher
- 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-projekte.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: FRÜHAUF, J. (2006) Habitatnutzung des Eisvogels im Bereich Orth an der Donau. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 2



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nationalpark Donauauen - Wissenschaftliche Reihe](#)

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: [02](#)

Autor(en)/Author(s): Frühauf Johannes

Artikel/Article: [Habitatnutzung des Eisvogels im Bereich Orth an der Donau 1-48](#)