

Brutbestandsentwicklung des Graureihers *Ardea cinerea* in Bayern unter Berücksichtigung seines Managements

Hannah Heither und Hendrik Edelhoff

Breeding population development of the Grey Heron *Ardea cinerea* in Bavaria with regard to its management

Following the establishment of hunting regulations for Grey Heron in Bavaria in 1983, the development of the breeding population has been regularly recorded. The latest count of the breeding population in Bavaria was performed in 2019 and 2020. A total of 1.990 breeding pairs and 164 colonies were documented. Compared to the previous count in 2008, the number of breeding pairs slightly decreased, although the number of colonies stayed almost unchanged. By using linear mixed models (LMMs) we showed that the growth in hunting bag had no significant influence on the development of the number of breeding pairs. However the current development of the breeding population is most likely affected by other regional parameters such as loss of nest sites. Therefore it is assumed that the recorded hunting bag also consists of a large number of individuals that are not breeding but only overwintering in Bavaria. In order to preserve larger colonies, interference in breeding habitats should be avoided. In addition, the breeding bird counts should be continued and loss of breeding habitat should be prevented. An adaptive European approach seems a promising solution for the management of this migratory bird species.

Key words: Grey Heron, hunting bag, colony breeding bird, *Ardea cinerea*

Hannah Heither ✉, ehem. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ludwigstraße 2, 80539 München, Deutschland
E-Mail: hannah.heither@gmail.com

Dr. Hendrik Edelhoff, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hans Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising, Deutschland
E-Mail: Hendrik.Edelhoff@lwf.bayern.de

Einleitung

In Deutschland ist der Graureiher seit der Umsetzung der Vogelschutzrichtlinie in das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) besonders geschützt. Die Graureiher-Bestände in Deutschland werden in der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands als ungefährdet bewertet und der kurzfristige Bestandstrend zeigt eine Zunahme (Grüneberg et al. 2016). In Bayern ist die Art außerhalb

des Hochgebirges ein weitverbreiteter Brutvogel (Rödl et al. 2012). Basierend auf den Zahlen der letzten Brutbestandserfassung 2008 und der Entwicklung der Jagdstrecke wird der Graureiher in Bayern seit dem Jahr 2016 auf der „Vorwarnliste“ geführt (Rudolph et al. 2016).

Da in den Bereichen mit teichwirtschaftlicher Nutzung Zielkonflikte zwischen Fischerei und Naturschutz bestehen, wurde in Bayern im Jahr 1983 eine Jagdzeit in der Ausführungsverordnung



Abb. 1. Als Koloniebrüter ist der Graureiher in seinem Bruthabitat auf Altbaumbestände angewiesen. In Bayern brütet er häufig auf Fichten. Zukünftig ist durch den Klimawandel und den großflächigen Ausfall der Fichte davon auszugehen, dass weniger Brutbäume zur Verfügung stehen werden. – *The Grey Heron is a colony breeder that requires mature trees in its breeding site. In Bavaria, the Grey Heron frequently chooses common spruce Picea abies. In the future, due to climate change and the large-scale loss of spruce, it can be assumed that less breeding sites will be available.* Aufn.: Robert Reiter

zum Bayerischen Jagdgesetz (AVBayJG) eingeführt (Utschick 1984). Seitdem gibt es in Bayern ein Bestandsmanagement des Graureihers. Im Zeitraum vom 16. September bis 31. Oktober darf die Art im Umkreis von 200 Meter um geschlossene, fischereilich genutzte Gewässer bejagt werden. Die Brutbestandsentwicklung des Graureihers wird durch flächendeckende Bestandskontrollen überwacht.

Die Art brütet in Kolonien und legt ihre Nester in den Kronen hoher Laub- oder Nadelbäume an, die ein sicheres An- und Abfliegen ermöglichen (Kalbe 2016). Die größten Brutkolonien finden sich in Bayern im Maintal mit mehreren hundert Brutpaaren pro Kolonie. Im Hügelland und in den Mittelgebirgen sind die Kolonien in der Regel deutlich kleiner oder es siedeln sich mitunter nur einzelne Brutpaare an (Glutz von Blotzheim 1987).

Die Brutvögel schließen monogame Saisonhehen und sind sehr brutortstreu. Alte Nester werden über viele Jahre hinweg genutzt und fortwährend ausgebessert, wodurch sie mit der Zeit immer größer werden (Bauer et al. 2012). Das Nistmaterial ist dabei in der Regel etwas filigraner als das der Kormorane *Phalacrocorax carbo*, mit denen er sich in den Kolonien oftmals vergesellschaftet (Creutz 1981). Es wird nur dann ein neues Nest gebaut, wenn alle Nester der Kolonie bereits durch andere Vögel besetzt sind, bzw. ein neuer Brutstandort begründet wird.

Die Brutzeit des Graureihers erstreckt sich von März bis Juni. In diesem Zeitraum legen Graureiher 4–5 Eier, aus denen durchschnittlich 2–3 Junge flügge werden. Die Sterblichkeit der Jungen im ersten Jahr liegt bei bis zu 70 % (Bezzel 2006). Normalerweise haben Graureiher nur eine

Jahresbrut. Bei Verlust des Geleges durch Kälteeinbruch oder Störung im Brutgebiet ist ein Zweitgelege möglich (Fasola et al. 2010; Bauer et al. 2012). Nach sechs bis acht Wochen Nestlingszeit sind die Jungen flügge (Bauer et al. 2012). Von Juni bis Juli verstreichen sie ungerichtet in verschiedenste Richtungen – manchmal mehrere 100 km weit (Bauer et al. 2012). In der Regel sind junge Graureiher erst ab dem zweiten Lebensjahr geschlechtsreif.

Die Nahrungsgebiete von Graureihern befinden sich häufig in unmittelbarer Nähe zur Brutkolonie. Bei fehlendem Brutbaumangebot können die Nahrungshabitate jedoch bis zu 30 km entfernt liegen (Kalbe 2016, Glutz von Blotzheim 1987). Die Nahrungsaufnahme erfolgt bevorzugt in der Flachwasserzone nährstoffreicher Binnengewässer oder an Ufern von Fließgewässern. Der Hauptbestandteil der Nahrung ist Fisch, insbesondere während der Brutzeit (Creutz 1981, Utschick 1981). Graureiher erbeuten stets die Beutetiere, die für sie am leichtesten zur Verfügung stehen. Neben Fisch fressen sie auch zu geringeren Anteilen Reptilien, Amphibien, Jungvögel, Kleinsäuger und Insekten (Bauer et al. 2012). Die Nahrungsgebiete verschieben sich im Laufe des Jahres und können zwischen den Jahren Fluktuationen aufweisen (Utschick 1981). Im Winter, wenn viele Gewässer zugefroren sind, oder in Jahren mit Mäusegradationen, verlagern Graureiher ihr Nahrungshabitat in die offene Feldflur und fressen zu einem größeren Anteil Kleinsäuger (Utschick 1981). Jungvögel vor der ersten Geschlechtsreife versammeln sich häufig in Gebieten mit guten Nahrungsgrundlagen und bleiben dort in größeren Gruppen bis zum Herbstzug (Glutz von Blotzheim 1987).

Graureiher weisen ein flexibles Zugverhalten auf. In Deutschland gibt es daher sowohl Standvögel, die das ganze Jahr über in der Nähe ihres Brutgebietes bleiben, als auch Kurz-, Mittel- und Langstreckenzieher (Bauer et al. 2012). Die meisten Graureiher ziehen zwischen Juli und November in südwestliche Richtung. Süddeutsche Brutvögel wurden bisher in Überwinterungsgebieten sowohl im Süden Deutschlands als auch in der Schweiz, Norditalien und entlang der Iberischen Halbinsel bis nach Algerien dokumentiert (Bairlein et al. 2014). In Bayern wurden im Winterhalbjahr beringte Graureiher aus Sachsen, Brandenburg, Polen, Schweden, Litauen, Lettland und Finnland nachgewiesen (Bairlein et al. 2014). In harten Wintern weichen Graureiher mitunter spontan in mildere Gebiete aus.

Um die Kontinuität der Brutbestandserfassungen zu gewährleisten und um die Auswirkungen des jagdlichen Managements zu evaluieren, wurde im Jahr 2019 durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) eine erneute Kartierung des Brutbestands in Auftrag gegeben. Ziel war die möglichst exakte Ermittlung der Brutkolonien und die dazugehörigen Brutpaarzahlen in Bayern. Die Ausführung der Kartierung wurde durch die Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) an den Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV) vergeben.

Die Entwicklung der Brutbestände wird durch verschiedene Einflussfaktoren gesteuert. Eine erhöhte Mortalität der Brutvögel kann den Brutbestand reduzieren, während eine erhöhte Verfügbarkeit an geeigneten Brutstandorten den Bestand ansteigen lassen kann. In dieser Studie wurde die Veränderung in der Anzahl an Brutpaaren mit den möglichen Effekten der Bejagung (Veränderungen in der Jagdstrecke) und der Entwicklung der Brutkolonien gegenübergestellt. Dabei wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Zunahme in der Jagdstrecke zwischen den Erhebungszeitpunkten in eine Abnahme der Brutpaare resultiert. Darüber hinaus wurde angenommen, dass eine Zunahme an Brutkoloniestandorten sich positiv auf die Veränderung in der Anzahl an Brutpaaren auswirkt. Regionale Unterschiede wurden bei der Betrachtung der Entwicklungen auf Ebene der Regierungsbezirke mitberücksichtigt.

Material und Methoden

Erfassung der Brutstandorte des Graureihers in Bayern. Als Basis für die Kartierungen dienten die aus der landesweiten Erfassung bekannten Brutstandorte aus der letzten Erfassung von 2008. Weitere aktuelle Brutnachweise stammten aus der Bayerischen Artenschutzkartierung (ASK) am Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU).

Die Erfassungsmethodik entspricht den in Deutschland etablierten Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel (Südbeck et al. 2005). In den Erfassungsjahren 2019 und 2020 wurden auf diese Weise insgesamt 335 Koloniestandorte überprüft. Ein Großteil der Brutstandorte wurde im Jahr 2019 vom Boden aus kartiert. Einzelne Erfassungslücken wurden im Jahr 2020 geschlossen. Wenn Kartiererergebnisse aus beiden Erfassungsjahren vorlagen, wurde ausschließlich das Ergebnis aus dem Kernerfassungsjahr 2019 berücksichtigt. Unzugäng-

liche und schlecht einsehbare Standorte wurden zusätzlich mithilfe von Drohnenbefliegungen und Tragschrauberflügen aufgenommen.

Auswertung. Für die deskriptive Auswertung der Entwicklung der Brutbestände wurden zunächst die Anzahl an Brutpaaren und Brutkolonien sowie die durchschnittliche Anzahl an Brutpaaren pro Kolonie und die Jagdstrecken (StMELF unveröff., 2020) zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten betrachtet.

Mittels gemischter linearer Modelle (LMMs) wurden die beiden Hypothesen über den potenziellen Einfluss der Jagdstrecke und der Anzahl an Koloniestandorten auf die Brutbestandentwicklung statistisch gegenübergestellt. Als abhängige Variable wurde dabei die Differenz in der Anzahl an Brutpaaren zwischen den drei Zeitabschnitten 1995–2001, 2001–2008 und 2008–2019/20 berechnet. Die Veränderung in der Jagdstrecke und Brutkolonie-Anzahl wurde ebenfalls in Bezug auf diese drei Abschnitte ermittelt und als erklärende Variablen (Fixterme) im Modell berücksichtigt. Um mögliche regionale Unterschiede mitzuberechnen, wurden die Differenzen getrennt für die Regierungsbezirke berechnet und der Faktor „Regierungsbezirk“ als Zufallsterm in das Modell aufgenommen. Durch den gemischten Modellansatz können für die Regierungsbezirke unterschiedliche Kovarianzstrukturen berücksichtigt werden. Dabei werden jeweils für die Regierungsbezirke separate Null-Achsenabschnitte (Intercepts) berechnet und für die beiden Fixterme jeweils ein globaler Koeffizient geschätzt.

Um die statistische Signifikanz der beiden Fixterme ermitteln zu können, wurde zusätzlich mit-

tels eines Likelihood-Quotienten-Tests das Wahrscheinlichkeitsverhältnis zwischen dem multivariaten Modell (Tab. 1) und jeweils den univariaten Modellen der beiden Fixterme sowie einem Nullmodell (beinhaltet nur den Zufallsterm) verglichen (Harrison et al. 2018).

Alle statistischen Auswertungen wurden mit der Software R (Version 3.6.2; R Core Team 2019) durchgeführt. Die LMMs wurden mit dem Paket lme4 (Bates et al. 2018) berechnet. Das R Paket ggplot2 diente zur Erstellung der Grafiken (Wickham 2009).

Ergebnisse

Brutstandorte in Bayern. Die Brutbestandserfassung in den Jahren 2019 und 2020 ergab insgesamt 1.990 Brutpaare in 164 Brutkolonien. Die Brutstandorte sind über ganz Bayern verteilt und in fast allen Landkreisen wurde mindestens ein Brutstandort nachgewiesen. Keine Brutstandorte konnten in den Landkreisen Kronach, Wunsiedel, Fürth, Bamberg, Neuburg/Donau-Schrobenhausen, Pfaffenhofen, Freyung-Grafenau und den meisten kreisfreien Städten nachgewiesen werden. Die Brutkolonien sind überwiegend im Einzugsgebiet von Fließgewässern erster bzw. zweiter Ordnung vorzufinden (Abb. 2). Die meisten Kolonien befanden sich in Nadel- und Mischwäldern, wobei die Fichte am häufigsten als Horstbaum genutzt wird. Zu einem geringen Anteil wurden Graureiher-Nester auch auf Buchen, Kiefern, Eichen, Pappeln, Weiden und anderen Baumarten gefunden. In einem störungsreichen Bereich auf einer Insel mit Betretungsverbot im Altmühlsee konnten mithilfe von Drohnenbefliegungen sogar Bodennester nachgewiesen werden.

Tab. 1. Auflistung der mittels Likelihood-Quotienten-Test gegenübergestellten gemischten linearen Modelle (LMMs) um die Signifikanz der Fixterme festzustellen. Dabei wurden jeweils den Differenzen der Brutpaaranzahl des Graureiher zwischen den Jahren 1995, 2001, 2008 und 2019/20 die Differenzen in der Jagdstrecke und Kolonie-Anzahl gegenübergestellt. – *List of the linear mixed models (LMMs) compared via likelihood-ratio tests to determine the significance of the fixed terms. The differences in the number of breeding pairs between the years 2001, 2008, 2019/20 was related to either or both of the differences in the hunting bag and number of colonies at the respective points in time.*

| | |
|--------------|---|
| LMM NULL | Differenz Brutpaare ~ 1 + (1 Regierungsbezirk) |
| LMM Strecke | Differenz Brutpaare ~ Differenz Strecke + (1 Regierungsbezirk) |
| LMM Kolonien | Differenz Brutpaare ~ Differenz Kolonien + (1 Regierungsbezirk) |
| LMM Gesamt | Differenz Brutpaare ~ Differenz Strecke + Differenz Kolonien + (1 Regierungsbezirk) |

Brutstandorte des Graureihers 2019–2020



Abb. 2. Übersichtskarte der erfassten Brutstandorte (grau) und Brutnachweise 2019/2020 (schwarz) des Graureihers *Ardea cinerea* in Bayern. – Map of all recorded breeding sites (grey) and breeding records (black) in 2019/2020 of Grey Heron *Ardea cinerea* in Bavaria.

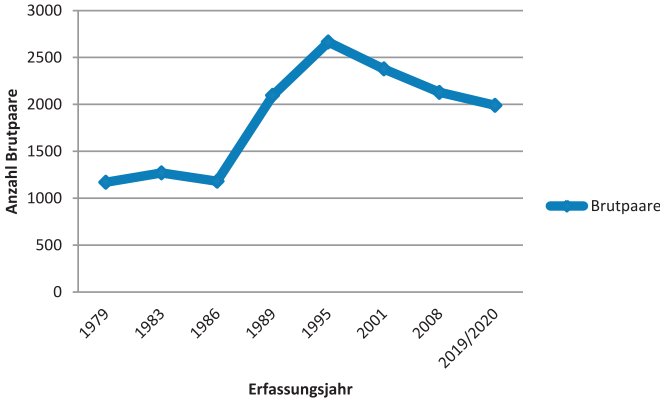


Abb. 3. Bestandsentwicklung der Graureiher-Brutpaare in Bayern 1979-2019/2020. Quellen: Rödl et al. 2012; Bezzel et al. 2005; Kluth und Bezzel 1996; Utschick 1983. – *Breeding population development of the Grey Heron in Bavaria between 1979 and 2019/2020. Sources: Rödl et al. 2012; Bezzel et al. 2005; Kluth and Bezzel 1996; Utschick 1983.*



Abb. 4. Graureiher-Kolonien können unter Umständen mehrere Hundert Brutpaare beinhalten. In Bayern sind die Koloniegößen jedoch meistens viel kleiner: In der aktuellen Erfassung wurden durchschnittlich 12,1 Brutpaare pro Kolonie ermittelt. – *Grey Heron colonies can contain several hundred breeding pairs. In Bavaria, colony sizes are usually much smaller: in the current survey an average of 12.1 breeding pairs per colony was determined.*

Aufn.: Hannah Heither



Abb. 5. Die Horste von Graureihern werden häufig über viele Jahre hinweg genutzt und immer weiter ausgebaut. Dadurch werden sie im Laufe der Zeit immer größer. – *Grey Heron nests are often used for several years and are constantly being upgraded, therefore nests are growing larger over time.*

Aufn.: Hannah Heither

Entwicklung der Brutpopulation. Die Entwicklung des Graureiher-Brutbestands in Bayern ist im Vergleich zur vorherigen Erfassung im Jahr 2008 leicht abnehmend (von 2.128 Brutpaaren in 2008 zu 1.990 Brutpaaren in 2019/20; Rödl et al. 2012). Dennoch ist der aktuelle Brutbestand in Bayern deutlich höher als zu Beginn der Aufhebung der ganzjährigen Schonzeit im Jahr 1983 (Abb. 3).

In den Jahren 2019/2020 wurden die meisten Brutpaare im Regierungsbezirk Schwaben kartiert (530 Brutpaare). Weitere Verbreitungsschwerpunkte lagen in Unterfranken mit 331 Brutpaaren und Oberbayern mit 306 Brutpaaren. Die geringste Anzahl an Brutpaaren wurde in Mittelfranken festgestellt (155 Brutpaare). Ein deutlicher Rückgang der Brutpaare wurde in Niederbayern erfasst. Dort

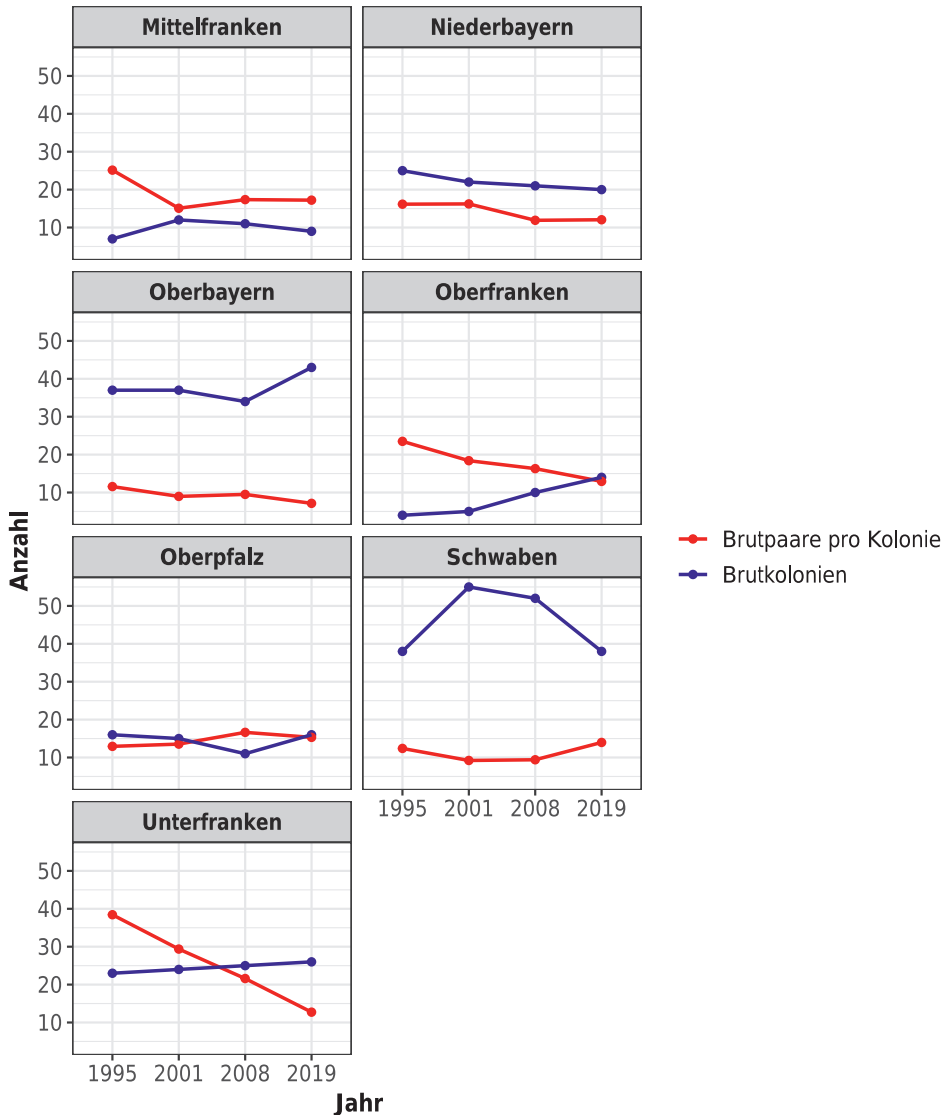


Abb. 6. Entwicklung der Graureiher-Kolonien (blau) und Brutpaare pro Kolonie (rot) auf Ebene der Regierungsbezirke für die vier Erhebungszeitpunkte zwischen 1995 und 2020. – *Development of breeding pairs per colony (blue) and overall number of colonies (red) of the Grey Heron at four different points in time (surveys in 1995, 2001, 2008 and 2019/2020). Results are differentiated by the administrative districts of Bavaria.*

verringerte sich die Zahl der Brutpaare von 290 im Jahr 2008 auf 241 in 2019 (-16,9 %). Im Gegensatz dazu stieg die Brutpopulation in Schwaben um 105 Brutpaare an (+ 24,4 %). Der starke Anstieg ist in der Vergrößerung der Kolonie im Augsburger Stadtpark begründet (Abb. 7).

Entwicklung der Brutkolonien. Die Gesamtzahl der Brutkolonien stieg in Bayern kontinuierlich an: von 150 Brutkolonien im Jahr 1995 zu 164 Kolonien im Jahr 2020 (Bayerische Artenschutz-

kartierung; ASK). Die Kolonien haben sich im Vergleich zu den vorherigen Erhebungen dagegen in ihrer durchschnittlichen Größe verkleinert: Im Jahr 1995 beherbergten die bayerischen Graureiherkolonien im Durchschnitt 17,8 Brutpaare pro Kolonie, wohingegen die Anzahl in der aktuellen Erhebung auf 12,1 Brutpaare pro Kolonie zurückging. Die Koloniegroßen überstiegen nur an wenigen Standorten 30 Brutpaare. Größtenteils wurden in den kartierten Kolonien 10 und weniger Brutpaare festgestellt. Auffällig ist, dass bei

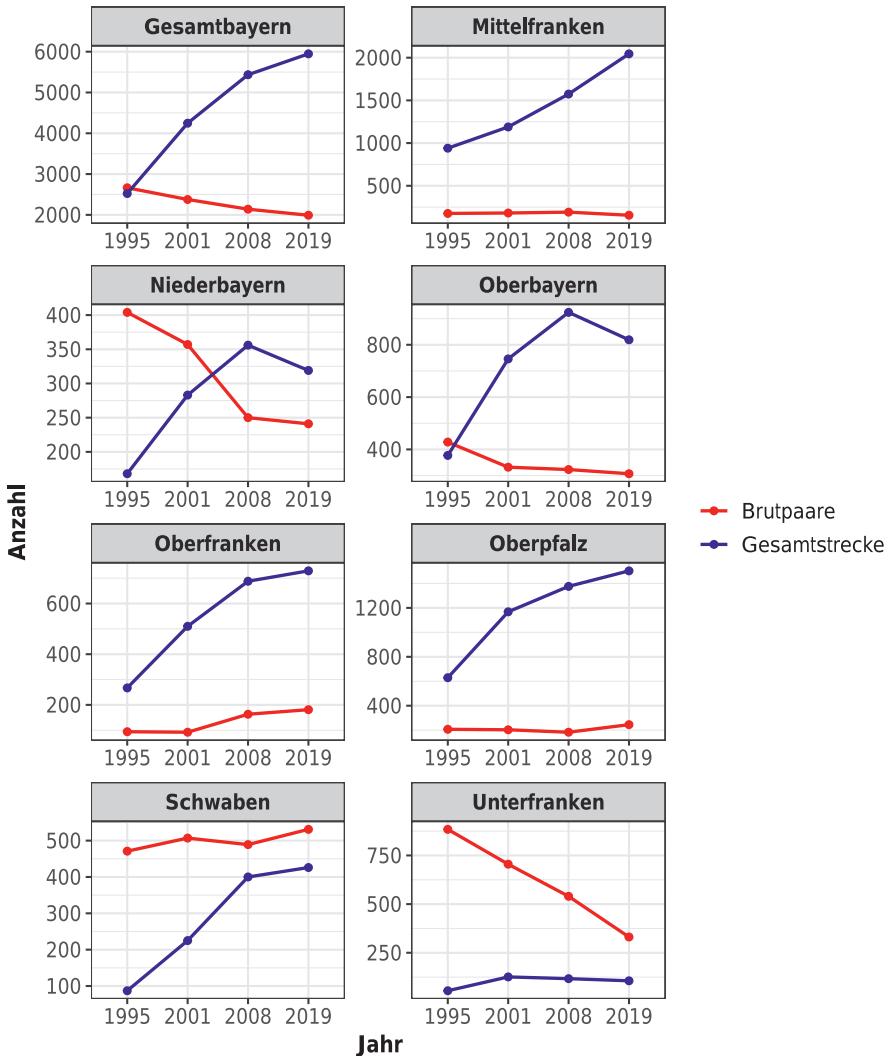


Abb. 7. Entwicklung der Brutpaare (rot) und Jahresstrecken (blau) des Graureihers bayernweit und pro Regierungsbezirk zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten. – *Development of the number of breeding pairs (red) and annual hunting bag (blue) of Grey Heron in Bavaria at four different points of time (surveys). Numbers are differentiated by the administrative districts of Bavaria.*

der erneuten Erfassung der im Jahr 2008 besetzten Kolonien knapp die Hälfte der Standorte (65 von 149) aufgegeben wurde. Trotz der annähernd konstanten Gesamtzahl der Kolonien wurden in allen Regionen Bayerns räumliche Fluktuationen festgestellt.

Regional sind die Entwicklungen der Koloniezahlen sehr unterschiedlich (Abb. 6). In Oberbayern, Oberfranken, Oberpfalz und Unterfranken verkleinerte sich die durchschnittliche Größe der Brutkolonien, wohingegen die Gesamtzahl der Brutkolonien anstieg. In Mittelfranken, Niederbayern und Schwaben hingegen wurden weniger Brutkolonien nachgewiesen und die Anzahl der Brutpaare pro Kolonie nahm entweder zu (Schwaben) oder ab (Mittelfranken und Niederbayern).

Die Einflüsse der Jagdstrecke und Anzahl an Koloniestandorten auf die Entwicklung der Brutbestände. In den letzten Jahren ist die Jagdstrecke des Graureihers in Bayern angestiegen. In den Jagdjahren 2018/2019 betrug die Gesamtstrecke in Bayern 5.955 Graureiher. Die größte Zunahme der Strecke ist im Zeitraum zwischen 1995 und 2008 zu verzeichnen. Gleichzeitig nahm der Brutbestand des Graureihers, bei Betrachtung der letzten vier Erhebungen seit 1995, in Bayern leicht ab (Abb. 3).

Bei der Analyse der Jagdstrecke auf Ebene der Regierungsbezirke wird deutlich, dass die Zahlen im Vergleich zum Jahr 2008 in Mittelfranken, Oberfranken, Oberpfalz und Schwaben zunehmen, wohingegen die Strecken in Niederbayern, Oberbayern und Unterfranken abnehmen oder konstant geblieben sind (Abb. 7).

Tab. 2. Ergebnisse für die Effekte der beiden Fixterme des Gesamtmodells. Der Schätzwert (Koeffizient) gibt die Richtung und Stärke der berücksichtigten Variablen an. – *Results for the two fixed terms considered in the overall linear mixed model. The coefficient estimate indicates the direction and effect size for each variable.*

| Fixterm | Schätzwert | Standardfehler | z-Wert | Pr (Signifikanz) |
|-----------------------|------------|----------------|--------|------------------|
| Intercept | -32,048 | 31,227 | -1,026 | 0,305 |
| Differenz Jagdstrecke | -17,628 | 11,08 | -1,591 | 0,112 |
| Differenz Kolonien | 4,873 | 8,315 | 0,586 | 0,558 |

Tab. 3. Gegenüberstellung des Gesamtmodells mit dem Nullmodell und den zwei univariaten Modellen mittels Likelihood-Quotienten-Test (Chi-Squared Test). Dabei wurden die von den jeweiligen Modellen erklärte Varianz mit der des Gesamtmodells verglichen. In den rechten Spalten sind jeweils die Ergebnisse der Chi-Quadrat Teststatistik (ChiSq, DF, Pr) aufgeführt. Zusätzlich sind für alle Modelle der AIC-Wert, die Log. Likelihood (Log Lik) sowie die Abweichung der Residuen (Deviance) angegeben. – *Likelihood-ratio-tests (chi-squared test) comparing the overall model (both fixed terms) with a null model and the two univariate models (one fixed term). Results of the chi-squared test are presented in the right hand columns for direct comparison with the overall model. In addition, AIC value, log likelihood and residual deviance are reported for each model.*

| Modell | Parameter | AIC | Log Lik | Deviance | ChiSq | DF | Pr (>ChiSq) |
|--------------------------|-----------|--------|---------|----------|--------|----|-------------|
| LMM Null | 3 | 234,60 | -114,3 | 228,60 | 2,9717 | 2 | 0,2263 |
| LMM Strecke | 4 | 234,03 | 113,02 | 226,03 | 0,397 | 1 | 0,5289 |
| LMM Kolonien | 4 | 235,85 | -113,92 | 227,85 | 2,217 | 1 | 0,1365 |
| LMM Strecke und Kolonien | 5 | 235,63 | -112,62 | 225,63 | – | – | |

Die Gegenüberstellung der absoluten Brutpaarzahlen mit den Strecken je Regierungsbezirk indizierte zunächst eine negative Korrelation (Spearman's rho = -0,63, $p < 0,001$). Berücksichtigt man hingegen die Veränderungen (Differenz zur vorherigen Erhebungsperiode) in der Anzahl an Brutpaaren und Jagdstrecke, so sind diese nicht signifikant miteinander korreliert (Spearman's rho = 0,20; $p = 0,382$).

Auch bei der Gegenüberstellung der beiden Hypothesen über den Einfluss von Bejagung und Kolonienanzahl im LMM zeigte sich, dass beide Variablen keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Entwicklung der Brutpaare haben (Tab. 2).

Weder gegenüber dem Nullmodell, welches nur den Zufallsterm (Regierungsbezirke) beinhaltete, noch den univariaten Modellen veränderte sich das Wahrscheinlichkeitsverhältnis des Modells mit beiden Fixtermen signifikant (Tab. 3). Die Effekte der Gruppierungen innerhalb des Zufallsterms haben anscheinend bereits einen sehr großen Erklärungsgehalt für die beobachteten Werte der abhängigen Variablen. Die Null-Achsenabschnitte des Zufallsterms verdeutlichen daher auch die Unterschiede zwischen den Regierungsbezirken hinsichtlich der regionalen Brutpaarentwicklung (Tab. 4). Während der Null-Achsenabschnitt für die Regierungs-

bezirke Unterfranken, Nieder- und Oberbayern im Minus liegt, fällt er bei den restlichen Bezirken positiv aus.

Diskussion

Die Erfassung der Brutstandorte 2019/2020 basierte auf den Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands (Südbeck et al. 2005) und ist methodisch mit den vorherigen Erfassungen vergleichbar. Datengrundlagen waren sowohl vorhandene Daten zu Brutstandorten als auch neue Nachweise, die durch Befragungen ermittelt wurden. Auf derselben Basis wurden auch die vorherigen Brutbestandserfassungen durchgeführt. Die Erfassungsgenauigkeit wurde im Vergleich zu den vorherigen Kartierungen erhöht, durch den längeren Erfassungszeitraum von zwei Jahren, eine bessere Datengrundlage (insbesondere durch Befragungen und Einbeziehung von Daten aus der Online-Plattform ornitho.de) und Drohnenbefliegungen. Bei bekannten Brutstandorten waren die Drohnenbefliegungen häufig eine sinnvolle Ergänzung zur Kartierung vom Boden aus und erbrachten teilweise präzisere Ergebnisse. Bei Veränderungen der Koloniestandorte oder -struktur (z. B. Abspaltung einer Teilkolonie) erwiesen sich die Drohnenbefliegungen jedoch als nicht zielführend und konnten Sichtkontrollen vom Boden aus nicht ersetzen.

Erhebliche Bestandsschwankungen zeigten sich bei der Analyse einzelner Koloniestandorte, für die inzwischen längere Zeitreihen vorliegen. So schwankten beispielsweise die Brutpaarzahlen der Großkolonie im Maintal zwischen einem Minimum von 80 Brutpaaren im Jahr 1999 und einem Maximum von 243 Brutpaaren im Jahr 2008 (Bayerische Artenschutzkartierung). Die Kolonie im Augsburger Stadtpark hat sich im Vergleich zur letzten Erfassung deutlich vergrößert: von 62 Brutpaaren im Jahr 2008 zu 110 Brutpaaren in der aktuellen Erfassung.

Auch in kleinen Kolonien wurden große Fluktuationen festgestellt, da sie häufig nur kurzzeitig besetzt waren und teilweise schnell wieder aufgegeben wurden oder sich verlagerten. Trotz der verbesserten Erfassungsquote ist die aktuelle Erfassung kein Totalzensus, denn insbesondere kleine Graureiher-Kolonien sind unauffällig und leicht zu übersehen.

Unbekannt ist auch die Anzahl bzw. Entwicklung der nicht am Brutgeschäft beteiligten Grau-

Tab. 4. Ergebnisse für die berechneten Null-Achsenabschnitte der Gruppierungen innerhalb des Zufallsterms im gemischten Gesamtmodell. Die Werte indizieren bereits die hohe Variabilität hinsichtlich der Entwicklung der Brutpaarzahlen zwischen den berücksichtigten Regionen (Regierungsbezirken). – *Intercepts of the groups within the random term of the mixed model containing both fixed terms. The estimates indicate the high variability among the studied regions (administrative districts) with regard to the observed changes in breeding pairs.*

| Regierungsbezirk | Null-Achsenabschnitt |
|------------------|----------------------|
| Niederbayern | -62,147 |
| Oberbayern | -42,327 |
| Oberpfalz | 23,110 |
| Schwaben | 12,517 |
| Unterfranken | -189,568 |
| Mittelfranken | 11,672 |
| Oberfranken | 22,409 |

reihert. Hierzu gehören Jungvögel während der nachbrutzeitlichen Zerstreuungswanderung, Nichtbrüter (sog. „Floater“) sowie zuziehende Vögel aus Brutgebieten außerhalb Bayerns, zu deren Populationsentwicklungen keine Daten vorliegen und daher der Effekt der Bejagung auch nicht berücksichtigt werden kann.

Basierend auf den Daten der letzten vier Brutbestandserhebungen seit 1995 konnte im Rahmen dieser Studie die allgemeine Entwicklung sowie der mögliche Einfluss von Bejagung und Brutstandortsveränderungen der Graureiher in Bayern näher beleuchtet werden. Im Gegensatz zum bundesweit stabilen Trend des Graureihers ist die Entwicklung des Brutbestands in Bayern im Vergleich zur letzten Erfassung leicht abnehmend (Gedeon et al. 2014).

Die Ergebnisse der statistischen Analysen bestätigten zunächst die aufgestellten Hypothesen hinsichtlich eines negativen Effekts der Bejagung sowie des positiven Einflusses neuer Brutstandorte auf die Anzahl an Brutpaaren. Die gemessenen Einflüsse waren allerdings nicht signifikant. Insgesamt überwiegen in den gemischten Modellen die Effekte, die durch den Zufallsterm der Regierungsbezirke erklärt werden können. Dies verdeutlicht, dass die Veränderung in der Anzahl an Brutpaaren zwischen den Regierungsbezirken unterschiedlich stark ausfällt (Abb. 6). Offensichtlich gibt es weitere Faktoren, die sich auf die Brutbestandsentwicklung auswirken und nicht alleine durch die Entwicklung der regionalen Jagdstrecke oder die Anzahl an regionalen Brutkolonien zu erklären sind.

So ist die Veränderung der Koloniestrukturen, die den Verlust von Großkolonien und die verstreute Etablierung von kleinen Kolonien zur Folge hat, in Deutschland bereits seit Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentiert (Glutz von Blotzheim 1987). Die Aufgabe von Koloniestandorten ist häufig die Folge von Störungen im Bruthabitat (Bauer et al. 2012). Generell sind Koloniegroßen jedoch auch durch die Nahrungsverfügbarkeit beeinflusst, wodurch sich in Süddeutschland natürlicherweise kleinere Kolonien ansiedeln (Braaksmas et al. 1950, Glutz von Blotzheim 1987).

Extreme Entwicklungen auf regionaler Ebene.

Eine herausstechende Abnahme an Brutpaaren (von 420 auf 153) ist im Landkreis Haßberge zu verzeichnen. In Relation dazu ist dort die Jagdstrecke nur von 4 Vögeln im Jahr 1995 auf 20 Vögel im Jahr 2019 angestiegen. Die Brutkolonien

haben sich im Vergleich zum Jahr 2008 verdoppelt (von 1 auf 2 Kolonien). Es ist sehr wahrscheinlich, dass Veränderungen im Lebensraum sich negativ auf die Brutpaaranzahl auswirken. Die größte Kolonie befindet sich im Maintal. Hier wurden im Jahr 2019 insgesamt 147 Brutpaare gezählt. 2008 wurden in dieser Kolonie noch 243 Brutpaare erfasst. Der Einbruch dieser Großkolonie trägt maßgeblich zur negativen Entwicklung der Anzahlen an Brutpaaren und Brutpaaren pro Kolonie in Unterfranken bei (Abb. 6).

Die zweitgrößte Graureiher-Kolonie befindet sich in Augsburg mit 110 Brutpaaren. Die Kolonie hat sich im Vergleich zum Erfassungsjahr 2008 (62 Brutpaare) deutlich vergrößert. Eine neue, große Kolonie gründete sich auf einer Insel im Altmühlsee mit 70 erfassten Brutpaaren im Jahr 2019 (und 104 Brutpaaren in 2020).

In den Landkreisen Schwandorf, Tirschenreuth, Ansbach, Erlangen-Höchststadt und Neustadt a. d. Aisch sind im Verhältnis zur Anzahl an Brutpaaren (4–70 Brutpaare) relativ hohe Streckenzahlen (> 300 Individuen) zu verzeichnen. Die Brutpaarzahlen in den genannten Landkreisen sind im Vergleich zur Brutbestandserfassung 2008 stabil bzw. zunehmend. Historisch bedingt ist die Teichwirtschaft hier ein prägender Bestandteil der Landschaft. Offenbar werden durch die Bejagung im Umkreis um die bewirtschafteten Teiche insbesondere Zugvögel aus anderen Regionen erlegt.

Die Rolle der Jagd. Zielkonflikte im Bereich der fischereilich genutzten Teiche finden in der Regel während der Dispersion der Jungvögel bis zur Hauptzugzeit und dem gleichzeitigen Abfischen der Teiche im Herbst statt (Utschick 1984, Richarz et al. 2001). In diesen Zeitraum fällt auch die Jagdzeit des Graureihers in Bayern (16. September bis 31. Oktober). Insgesamt kann die Entwicklung der Graureiher-Jagdstrecke in Bayern nicht eindeutig mit der Entwicklung der Brutpaare in Zusammenhang gebracht werden. So gibt es Regionen (wie Unterfranken und Mittelfranken), in denen die Brutpaaranzahl abnimmt und gleichzeitig eine Streckenzunahme dokumentiert wurde. Die Relation der Zahlen zueinander weichen jedoch sehr stark voneinander ab, sodass die Jagdstrecke vermutlich einen erheblichen Anteil an Nicht-Brutvögeln enthält. Auch frühere Analysen der Graureiher-Bestandsentwicklungen in Bayern kamen zu der Schlussfolgerung, dass die Graureiher-Strecke in der Regel nicht aus Brutvögeln besteht, sondern aus Zuzüglern (Utschick

1983, Kluth und Bezzel 1996). Dennoch ist in bestimmten Regionen mit anhaltendem oder signifikantem Rückgang der Brutpaare ein additiver Effekt der Jagd, der zusätzlich zu anderen Wirkungsfaktoren (wie Störungen im Bruthabitat, Klima, Nahrungsverfügbarkeit) zum Rückgang beiträgt, nicht auszuschließen. Die dokumentierten Streckendaten lassen keine Rückschlüsse auf das Alter der erlegten Graureiher zu. Daher besteht ein gewisser Anteil der Graureiher-Strecke aus vermutlich Jungvögeln. Da die Jungsterblichkeit im ersten Jahr natürlicherweise sehr hoch ist (Bezzel 2006), kann eine kompensatorische Sterblichkeit, bei der die Bejagung andere Todesursachen vorwegnimmt, nicht ausgeschlossen werden.

Populationsregulation durch Verlust von Brutbäumen und andere Faktoren. Im Rahmen der Brutbestandserfassung wurde häufig der Verlust von Brutbäumen festgestellt. In Bayerns Wäldern dominiert nach wie vor die Fichte als häufigste Baumart und sie wird auch am häufigsten von Graureihern als Brutbaum genutzt. Fichten sind sehr anfällig für Schäden in Trockenperioden, Insektenkalamitäten (insbesondere durch Borkenkäfer) und Sturmwurf (Caudullo et al. 2016, Schütz et al. 2006). Im Zeitraum zwischen den Brutbestandserfassungen 2008 und 2019/2020 waren Bayerns Wälder von zahlreichen Stürmen, wie den Orkanen „Niklas“ (März 2015) und „Eberhard“ (März 2019), betroffen. Begünstigt durch Stürme im Winterhalbjahr und Hitze-sommer hat der Borkenkäfer im Jahr 2018 in Bayerns Wäldern den größten Schaden seit dem Zweiten Weltkrieg verursacht (4,5 Millionen Festmeter Schadholz, Triebenbacher et al. 2019). In der Zukunft ist durch den globalen Klimawandel mit einer weiteren Zunahme von Hitze- und Trockenperioden sowie Sturmereignissen zu rechnen (Seidl et al. 2014). Im Rahmen des Waldumbaus hat sich der Laubwaldanteil bayernweit erhöht (Klemmt et al. 2014). In Zukunft wird die Fichte klimatisch bedingt auf vielen Standorten ausfallen und sich nur noch auf geeigneten Standorten in vorwiegend gemischten Beständen halten können (Fischer et al. 2019). Damit einhergehend wird die Fichte zukünftig nicht mehr auf großer Fläche als Brutbaum für den Graureiher zur Verfügung stehen. Neben der Brutortstreue ist die Verfügbarkeit von Wäldern als geeignetes Bruthabitat für die Ansiedlung von Graureihern essenziell (Carrasco et al. 2017). Die Veränderung

der Brutbaum-Verfügbarkeit wird zu weiteren Verschiebungen in der räumlichen und strukturellen Verteilung der Graureiher-Kolonien in Bayern führen.

In Kältewintern wurden bei Graureihern starke Bestandseinbrüche verzeichnet (Gerlach et al. 2019, Fasola et al. 2009). Mildere Winter könnten zukünftig die Graureiher-Bestände beeinflussen, indem sie das Zugverhalten, die Wintermortalität und somit auch die Bestandsdichten steuern (Robin et al. 2017, Pautasso 2012). Das könnte ein vermehrtes Auftreten von Durchzügler- und Überwinterern zur Folge haben, denen durch die kürzeren Frostperioden mehr Nahrung zur Verfügung steht. Die Nahrungsverfügbarkeit erhöht sich in milden Wintern durch die kürzer auftretende Vereisung von Gewässern und Agrarland, wodurch Graureiher auch im Winter Fische und Kleinsäuger erbeuten können (Robin et al. 2017). Gleichzeitig könnte sich der Verlust von Gelegen aufgrund von selteneren Kälteeinbrüchen im Frühjahr reduzieren.

Die Etablierung des invasiven Waschbären *Procyon lotor* hat in einigen Graureiher-Brutkolonien in Ostdeutschland zu erheblichen Störungen und Zersplitterungen in kleinere Kolonien geführt (Henze und Henkel 2007). Die Ausbreitung des Waschbären von Nord- nach Südbayern könnte zukünftig auch einen Einfluss auf die Graureiher-Kolonien haben.

Ausblick und Empfehlungen für das Bestandsmanagement

Im Bereich der Brutkolonien sollten Störungen unbedingt vermieden werden. Dabei sind im Hinblick auf das Graureiher-Management in Bayern insbesondere die bestehenden Großkolonien zu berücksichtigen. Großkolonien lassen sich besser erfassen und steuern als kleine, zersplitterte Kolonien. Menschliche Störungen durch Freizeit- oder Holznutzung im Bruthabitat können durch entsprechende Besucherlenkung und Aufklärung der beteiligten Akteure vermieden werden. Um den Rückgang der Fichte als Horstbaum zu kompensieren, sollten potenzielle Horstbaum-Anwärter erhalten werden. Dabei sind insbesondere klimatolerante, heimische Baumarten zu bevorzugen.

Zukünftig wird die deutschlandweite Erfassung des Graureihers mithilfe eines neuen Moduls zur Erfassung von Koloniebrütern auf der Online-

Plattform ornitho.de ermöglicht. Das neue Modul bietet die Gelegenheit einer flächendeckenden Erfassung der Koloniestandorte, wodurch Bestandsschwankungen des Graureihers auf Bundesebene festgestellt werden können (Busch und Gerlach 2021). Diese Daten könnten in weiteren Analysen dazu verwendet werden, Parameter zu definieren, die für die Qualität der Bruthabitate ausschlaggebend sind.

Um die Auswirkungen des Graureiher-Managements auf europäischer Ebene abschätzen zu können und um zu verhindern, dass nationale Managementstrategien einen negativen Einfluss auf lokale Brutpopulationen in anderen Gebieten haben, erscheint ein internationaler Ansatz sinnvoll (Elmberg et al. 2006, Holopainen et al. 2018). Dabei sollte unter den jetzigen Rahmenbedingungen insbesondere das flexible Zugverhalten des Graureihers berücksichtigt werden.

Zur Überwindung von Zielkonflikten zwischen Naturschutz und Landnutzung wurden in Nordamerika und Dänemark adaptive Managementstrategien für Wasservögel etabliert (Nichols et al. 2007, Johnson et al. 2015, Holopainen et al. 2018a). Voraussetzung dafür ist die klare Definition der Managementstrategien und die Erarbeitung von Modellen, welche die Auswirkungen der verschiedenen Managementstrategien vorhersagen. Zentral dabei sind eine zielgerichtete Bestandsüberwachung und die Kooperation zwischen allen Akteuren.

Zusammenfassung

Seit der Einführung der Bejagung des Graureihers in Bayern im Jahr 1983 wird die Entwicklung der Brutbestände dokumentiert. Zuletzt wurde der bayerische Brutbestand in den Jahren 2019 und 2020 erfasst. Dabei konnten insgesamt 1.990 Brutpaare in 164 Brutkolonien festgestellt werden. Verglichen mit der vorherigen Brutbestandsaufnahme im Jahr 2008 nahm die Anzahl an Brutvögeln leicht ab, wohingegen die Kolonienanzahlen nahezu gleich blieben. Gleichzeitig stieg die Anzahl der erlegten Graureiher in den letzten Jahrzehnten an. Die Auswertung der Daten mithilfe gemischter linearer Modelle (LMMs) zeigte bei der Gegenüberstellung der Entwicklung der Brutbestände mit der Jagdstrecke keinen signifikanten Einfluss der Jagd auf die Veränderung in der Anzahl an Brutpaaren. Die beobachtete Entwicklung ist wahrscheinlich vorrangig durch regionale Faktoren wie beispielsweise dem Verlust

an Brutbäumen beeinflusst. Es ist anzunehmen, dass ein großer Anteil der Jagdstrecke aus Graureihern besteht, die außerhalb Bayerns brüten und sich im Winterhalbjahr als Durchzügler oder Überwinterer in Bayern aufhalten. Zukünftig sollten Störungen im Bruthabitat unbedingt vermieden werden, um insbesondere große Kolonien langfristig zu erhalten. Außerdem sollten die Brutlebensräume erhalten werden, die Brutbestände weiterhin erfasst und ein europäischer Ansatz zum Management der Zugvogelart verfolgt werden.

Dank. Wir danken den Ehrenamtlichen der Kreisgruppen des Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V. (LBV) für die Erfassungen der Brutstandorte und der LBV Geschäftsstelle für die Organisation der Kartierungen, insbesondere Oda Wieding, Ulrich Lanz und Andreas von Lindeiner. Für die Mitarbeit bei der Koordination der Erfassungen danken wir Dr. Christian Wagner (Landesanstalt für Landwirtschaft). Für die fachliche Unterstützung und die Bereitstellung der Daten aus dem Online-Portal „ornitho.de“ danken wir Bernd Ulrich Rudolph, Sebastian Biele, Stefan Kluth und Armin Görden (Bayerisches Landesamt für Umwelt, Staatl. Vogelschutzware). Darüber hinaus danken wir Dr. Hans Utschick, Martin Lauterbach und Hannes Lemme (Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft) für die fachliche Unterstützung. Außerdem bedanken wir uns bei den Unteren Jagdbehörden, dem Landesfischereiverband Bayern e. V. (LFV), dem Bayerischen Jagdverband e. V. (BJV) und dem Bayerischen Bauernverband (BBV) für die Unterstützung des Vorhabens.

Literatur

- Bairlein F, Dierschke J, Dierschke V, Salewski V, Geiter O, Hüppop K, Köppen U, Fiedler W (2014) Atlas des Vogelzugs. Ringfunde deutscher Brut- und Gastvögel. Aula, Wiebelsheim
- Bates D, Maechler M, Bolker B, Walker S, Christensen RHB, Singmann H, Green P (2018) Package 'lme4'. Version, 1(17), 437
- Bauer HG, Bezzel E, Fiedler W (2012) Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Ein umfassendes Handbuch zu Biologie, Gefährdung und Schutz. Aula, Wiebelsheim
- Bezzel E, Geiersberger I, von Lossow G, Pfeifer R (2005) Brutvögel in Bayern. Verbreitung 1996 bis 1999. Ulmer, Stuttgart

- Bezzel E (2006) BLV Handbuch Vögel. 3. Aufl., BLV, München
- Braaksma SJ, Mörzer Bruyns MF, Brouwer GA (1950) Overzicht van de broedkolonies van de Blauwe Reiger in Nederland in 1949. *Ardea* 38, 1950, 135–162
- Busch M, Gerlach B (2021) Die Koloniebrüter Graureiher und Saatkrähe: Einstieg ins Monitoring seltener Brutvögel in Deutschland. *Der Falke*, Heft 3: 42–43
- Carrasco L, Toquenaga Y, Mashiko M (2017) Balance between site fidelity and habitat preferences in colony site selection by herons and egrets. *Journal of Avian Biology* 48: 965–975
- Caudullo G, Tinner W, de Rigo D (2016) *Picea abies* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz J, de Rigo D, Caudullo G, Houston Durrant T, Mauri A (Eds.) *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg
- Creutz G (1981) *Der Graureiher*. Die Neue Brehm-Bücherei, Bd. 530. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt
- Elmberg J, Nummi P, Pöysä H, Sjöberg K, Gunnarsson G, Clausen P, Guillemain M, Rodrigues D, Väänänen VM (2006) The scientific basis for new and sustainable management of migratory European ducks. *Wildlife Biology* 12: 121–127
- Fasola M, Rubolini D, Merli E, Boncompagni E, Bressan U (2009) Long-term trends of heron and egret populations in Italy, and the effects of climate, human induced mortality, and habitat population dynamics. *Population Ecology* 52: 59–72
- Fischer HS, Michler B, Fischer A (2019) Die zukünftige pnV Bayerns. *LWF aktuell* Heft: 46–49
- Gedeon K, Grüneberg C, Mitschke A, Sudfeldt C, Eikhorst W, Fischer S, Flade M, Frick S, Geiersberger I, Koop B, Kramer M, Krüger T, Roth N, Ryslavy T, Stübing S, Sudmann SR, Steffens R, Vökler F, Witt K (2014) *Atlas Deutscher Brutvogelarten*. Atlas of German Breeding Birds. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster
- Gerlach B, Dröschmeister R, Langgemach T, Borkenhagen K, Busch M, Hauswirth M, Heinicke T, Kamp J, Karthäuser J, König C, Markones N, Prior N, Trautmann S, Wahl J, Sudfeldt C (2019) *Vögel in Deutschland – Übersichten zur Bestandssituation*. DDA, BfN, LAG VSW, Münster
- Glutz von Blotzheim UN (Hrsg., 1987) *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Band 1 Gaviiformes-Phoenicopteriformes. Aula, Wiesbaden
- Grüneberg C, Bauer HG, Haupt H, Hüppop O, Ryslavy T, Südbek P (2016) Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 5. Fassung, 30. November 2015. *Berichte zum Vogelschutz* 52: 19–67
- Harrison XA, Donaldson L, Correa-Cano ME, Evans J, Fisher DN, Goodwin CED, Robinson BS, Hodgson DJ, Inger R (2018) A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. *PeerJ* 6:e479, 4 <https://doi.org/10.7717/peerj.4794>
- Henze S, Henkel U (2007) Zum Einfluss des Waschbären auf den Graureiher-Brutbestand im ehemaligen Landkreis Bernburg. *Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt* 44: 45–52
- Holopainen S, Arzel C, Elmberg J, Fox AD, Guillemain M, Gunnarsson G, Nummi P, Sjöberg K, Väänänen VM, Alhainen M, Pöysä H (2018a) Sustainable management of migratory European ducks: finding model species. *Wildlife Biology* 2018: wlb.00336
- Holopainen S, Christensen TK, Pöysä H, Väänänen VM, Rintala J, Fox AD (2018b) Associations between duck harvest, hunting wing ratios and measures of reproductive output in Northern Europe. *European Journal of Wildlife Research* 64: 72
- Johnson FA, Boomer GS, Williams BK, Nichols JD, Case DJ (2015) Multilevel Learning in the Adaptive Management of Waterfowl Harvests: 20 Years and Counting. *Wildlife Society Bulletin* 39: 9–19
- Kalbe L (2016) *Ökologie der Wasservögel*. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 518. Wolf, Magdeburg
- Klemmt HJ, Neubert M, Mößnang M (2014) Nachhaltig und naturnah – Wald und Forstwirtschaft in Bayern – Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. *LWF Spezial*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
- Kluth S, Bezzel E (1996) *Der Graureiher Ardea cinerea* in Bayern: Brutbestandsentwicklung 1995 und Entwicklungstendenz. *Garmischer Vogelkundliche Berichte* 25: 1–39
- Nichols JD, Runge MC, Johnson FA, Williams BK (2007) Adaptive harvest management of North American waterfowl populations: a brief history and future prospects. *Journal of Ornithology* 148 (Suppl 2): 343–349
- Pautasso M (2012) Observed impacts of climate change on terrestrial birds in Europe: an overview. *Italian Journal of Zoology* 79: 296–314

- R Core Team (2019) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Richarz K, Bezzel E, Hormann M (2001) Taschenbuch für Vogelschutz. Aula, Wiebelsheim
- Robin K, Graf RF, Schnidrig R (2017) Wildtiermanagement – Eine Einführung. Haupt, Bern
- Rödl T, Rudolph BU, Geiersberger I, Weixler K, Görgen A (2012) Atlas der Brutvögel in Bayern. Verbreitung 2005 bis 2009. Ulmer, Stuttgart
- Rudolph BU, Schwandner J, Fünfstück HJ (2016) Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU). Augsburg
- Schütz JP, Götz M, Schmid W, Mandallaz D (2006) Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. European Journal of Forest Research 125: 291–302
- Seidl R, Schelhaas MJ, Rammer W, Verkerk PJ (2014) Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. Nature and Climate Change, doi: 10.1038/nclimate2318
- Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder K, Sudfeldt C (2005) Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell
- StMELF (2020) Jagdstrecken des Graureihers in Bayern und auf Ebene der Regierungsbezirke und Landkreise (unveröffentlicht)
- Triebenbacher C, Straßer L, Lemme H, Lobinger G, Bork K, Burgdorf N, Petercord P (2019) Waldschutzsituation 2018 in Bayern. AFZ-DerWald 7/2019: 18–21
- Utschick H (1981) Ringfundauszertungen zur Phänologie des Graureihers (*Ardea cinerea*) in Bayern und zum Zugverhalten der bayerischen Brutpopulation. Garmischer Vogelkundliche Berichte 10: 1–72
- Utschick H (1983), Die Brutbestandsentwicklung des Graureihers (*Ardea cinerea*) in Bayern. Journal für Ornithologie 124: 233–250
- Utschick H (1984a) Ökologische Untersuchungen zur Rolle des Graureihers *Ardea cinerea* in der Sportfischerei. Verhandlungen der ornithologischen Gesellschaft Bayern 24: 87–110
- Utschick H (1984b) Untersuchungen zur Rolle des Graureihers *Ardea cinerea* in der Teichwirtschaft. Verhandlungen der ornithologischen Gesellschaft Bayern 24: 111–124
- Wickham H (2009) Ggplot: using the grammar of graphics with R.

Eingegangen am 2. Mai 2021

Angenommen am 17. August 2021



Hannah Heither, studierte Wildlife Management und Forstwissenschaften an der Hochschule Van Hall Larenstein, Leeuwarden und der Universität Freiburg. Zum Zeitpunkt der Bestandserfassung des Graureihers war sie als Sachbearbeiterin für Wildtiermanagement an der Obersten Jagdbehörde des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten beschäftigt. Seit Ende 2020 ist sie am Landratsamt Bad Tölz-Wolfratshausen als Biodiversitätsberaterin tätig.

Dr. Hendrik Edelhoff, hat sein Bachelorstudium in Forstwissenschaften und Waldökologie an der Universität Göttingen absolviert. Danach studierte er an der Universität für Bodenkultur Wien Wildtierökologie und Wildtiermanagement. Seit 2017 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und dort in diversen Forschungsprojekten im Bereich des Wildtiermanagements tätig.