

MARTIN KLUSCHKE, Halle/Saale

## **Methoden zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Populationsgröße und -entwicklung von Greifvögeln**

Key words: Populationsbiologie, Monitoring, Greifvögel, multivariate Statistik, GLMM, Habicht, *Accipiter gentilis*, Rotmilan, *Milvus milvus*

### **1. Einleitung**

Der Begriff des biologischen Monitorings hat in den letzten Jahren und Jahrzehnten weltweit immer mehr an Bedeutung gewonnen. Nur eine langfristige und kontinuierliche Datensammlung über Jahre und Jahrzehnte stellt ein wirkliches Monitoring dar und liefert oft erst nach mehreren Jahren relevante Ergebnisse (GEDEON 1994). Im Zuge der fortschreitenden Veränderung der Umwelt, zum Beispiel durch das Auftreten von Neozoen oder den Wandel des Klimas können für den Arten- und Naturschutz Probleme entstehen. Besonders Habitatverlust durch die Veränderung der Landnutzung, Belastung durch Pestizide und direkte Verfolgung stellen anthropogene Gefährdungsursachen bei Greifvögeln dar (NEWTON 1979, KOSTRZEWA & SPEER 1995). Das Monitoring von Arten bildet an dieser Stelle einen wichtigen Baustein für einen zielführenden und erfolgreichen Arten- und Naturschutz (NICHOLS & WILLIAMS 2006). Die Überwachung der Brutbestände und der Reproduktion über einen möglichst langen Zeitraum auf einer optimalen Anzahl von Kontrollflächen ermöglicht einen Blick darauf, ob Schutzmaßnahmen für bestimmte Arten erforderlich oder

ob laufende Schutzmaßnahmen bereits erfolgreich sind (GOLDSMITH 1991). Zwar dienen die Bestands- und Reproduktionsangaben bzw. deren Entwicklung über die Zeit als Grundlage, doch bedarf es auf dem Weg von den gesammelten Daten zu der Entwicklung von geeigneten Schutzmaßnahmen einer effizienten Auswertung. Um den komplexen Verhältnissen in der Umwelt und ihrem Einfluss auf die Greifvögel gerecht zu werden muss eine adäquate statistische Untersuchung der Faktoren erfolgen. Ziel dieser Arbeit ist es einen Überblick über die Herangehensweise an solche Problemstellungen zu geben und dabei die speziellen Eigenschaften von Monitoring-Daten zu berücksichtigen. Der Einfluss von Landnutzung und Klima auf die Greifvögel soll hier im Vordergrund stehen und näher untersucht werden. Ebenso soll am Beispiel von Daten aus dem „Monitoring Greifvögel und Eulen Europas“ gezeigt werden, wie man jene Einflussfaktoren ermittelt, die sich am stärksten auf die jeweilige Art auswirken. Da in dieser Arbeit der Schwerpunkt auf den Methoden liegt, soll an dieser Stelle auf weiterführende und erweiterte Ergebnisse zu diesem Thema auf KLUSCHKE (2014) verwiesen werden.

## 2. Datenmaterial

### 2.1. Daten des „Monitoring Greifvögel und Eulen Europas“

Seit dem Start des Projektes im Jahr 1988 wurden mehr als 25.500 Datensätze in einer zentralen Datenbank zusammengetragen. Ein einzelner Datensatz besteht im Wesentlichen immer aus vier Angaben: Kontrollflächennummer, Jahr, Art, Bestands- und Reproduktionsangabe. In Deutschland sind 462 Kontrollflächen vorhanden, welche in jedem Bundesland vertreten sind. Darüberhinaus sind weitere 100 Kontrollflächen in weiteren 17 europäischen Ländern vorhanden. Für diese Arbeit wurden aus der Datenbank Bestands- und Reproduktionsangaben für den Zeitraum von 1988 bis 2009 entnommen.

### 2.2. Wetterdaten

Die Wetterdaten wurden von der Internetseite des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bezogen. Dort stehen unter anderem Daten zu Tageswerten, Monatswerten und langjährigen Mittelwerten von 78 Wetterstationen aus ganz Deutschland kostenlos zum Herunterladen zur Verfügung. Es wurden ausschließlich meteorologische Messdatenreihen ausgewählt, die für die Reproduktion oder den Brutpaarbestand von Greifvögeln und Eulen von Bedeutung sind und diese beeinflussen könnten. Dazu gehören insbesondere die Temperatur sowie Niederschlagshöhen und die Angaben zur Schneedecke (NEWTON 1998).

### 2.3. Landnutzungsdaten

Für die Untersuchung der Auswirkungen der Landschaftsstruktur auf den Bestand und die Reproduktion von Greifvögeln und Eulen gibt es zwei verschiedene Varianten von Bezugsquellen, die verwendet werden könnten. Die erste Variante ist die Verwendung der Ergebnisse der CIR-Luftbild gestützten Biotop- und Nutzungstypenkartierung der Länder aus den Jahren 1992/93, die zweite Variante sind die Rasterdaten des CORINE Land Cover (CLC) Projektes. Den CLC-Daten sind insgesamt 44

verschiedene Landnutzungstypen zugewiesen, die sich in fünf Hauptklassen einteilen lassen: 1) künstliche Flächen 2) landwirtschaftliche Flächen 3) Wälder und halb-natürliche Flächen 4) Feuchtgebiete 5) Wasserflächen (HEYMANN et al. 1994). Von diesen 44 Landnutzungstypen sind für die BRD 37 relevant (KEIL et al. 2004). Beide Bezugsquellen haben sowohl enorme Vorteile als auch Nachteile, die für den Zweck dieser Arbeit gegeneinander abgewogen werden mussten.

Die Vorteile der CIR-luftbildgestützten Biotop- und Nutzungstypenkartierung liegt eindeutig in ihrer hohen Auflösung und ihrer Exaktheit die Nutzungstypen betreffend. Der größte Nachteil bei diesen Daten ist jedoch, dass sie nicht frei zugänglich sind, sondern bei den Landesämtern einzeln für die entsprechenden Bundesländer angefordert werden müssen. Zudem wurden diese Kartierungen nicht nach einem einheitlichen Kartierschlüssel durchgeführt, sodass diese noch vereinheitlicht werden müssen. Die CLC-Daten haben zwar den Nachteil, dass es sich um Rasterdaten handelt und somit die Auflösung der Nutzungstypen relativ gering ist. Dafür stehen diese Daten kostenlos und ohne großen Aufwand zur Verfügung und sind auf europäischer Ebene einheitlich. Da das „Monitoring Greifvögel und Eulen Europas“ aber auch Kontrollflächen außerhalb der BRD einschließt, wird eine spätere Vergleichbarkeit von Ergebnissen erleichtert, wenn für ein solches internationales Projekt auch Daten mit einem in allen Ländern einheitlichen System verwendet werden.

## 3. Methode

Bei der Verwendung und Bearbeitung sowie der statistischen Auswertung von Daten aus Monitoring-Programmen müssen die Eigenschaften solcher Angaben berücksichtigt werden um deren Besonderheiten und Anforderungen gerecht zu werden und keine falschen Ergebnisse zu produzieren. Bei der Erfassung von Greifvögeln auf einer Fläche wird immer eine konkrete Anzahl von Brutpaaren oder Revieren erfasst. Ebenso werden für die Reproduktionsangabe die Anzahl der Jungen im Nest angegeben. Demnach handelt es sich bei den Ergebnissen

aus Monitoring-Programmen um Zählraten. Somit liegen mehrere Eigenschaften vor, die es bei der statistischen Auswertung zu berücksichtigen gilt. Insbesondere sind dies die verschiedenen Probeflächen und die verschiedenen Erfassungsjahre sowie fehlende Erfassungen, die immer in einem Monitoring-Programm auftreten. Hinzu kommt die zeitliche Autokorrelation der Daten, da die Zählung in einem Jahr aufgrund der Reviertreue der Arten und der Habitatansprüche nicht vom Ergebnis des Vorjahres unabhängig ist. Ebenso ist zu beachten, dass Zählraten zu einer Poisson-Verteilung neigen und nicht zu einer Normal-Verteilung.

### 3.1. Berechnung von Bestandstrends

Die Berechnung von Bestandsverläufen stellt in erster Linie deskriptive Statistik dar, da lediglich Daten aufgearbeitet werden, welche dann der Zusammenfassung und Veranschaulichung sowie dem „Greifbarmachen“ von Sachverhalten dienen.

Für die Berechnung eines Trends für eine bestimmte Art wurden im Idealfall mehrere Kontrollflächen über mehrere Jahre hinweg bearbeitet, für die nun Daten vorliegen. Die Berechnung von Indizes ist eine nützliche und praktikable Lösung bei der Untersuchung von mehreren Flächen, da somit der durchschnittliche Bestand auf den einzelnen Probeflächen pro Jahr ermittelt und im Verhältnis zum Vorjahr wiedergegeben werden kann. Dadurch wird auch eine bessere Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Bestandsverläufen erreicht (CRAWFORD 1991). Nach TER BRAAK et al. (1994) die Methode der *Loglinearen Poisson-Regression*, einer Form von *Generalized Linear Models* (GLM), allen anderen statistischen Methoden vorzuziehen um eine solche Auswertung vorzunehmen, da diese Methode auch fehlende Erfassungen auf Probeflächen problemlos handhaben kann.

Da die Handhabung von großen Datenmengen aus Monitoring-Programmen für eine solche Auswertung oftmals nicht ganz praktikabel ist, empfiehlt sich die Verwendung der Software TRIM Trends and Indices for Monitoring Data) (Version 3.0) (PANNEKOEK & VAN STRIEN 2005), welche extra für die Analyse von Zeit-

reihendaten entwickelt wurde und alle Eigenheiten solcher Datenreihen, inklusive Autokorrelation, in die Berechnung mit einbezieht. Mit der Verwendung von TRIM lassen sich zudem Ergebnisse verschiedener nationaler Monitoring-Programme auch auf europäischer Ebene miteinander vergleichen und verknüpfen (VAN STRIEN et al. 2001).

### 3.2. Berechnung von statistischen Modellen

Für den effektiven Schutz von Arten ist es unabdingbar, dass die Faktoren bekannt sind, welche die Veränderungen in der Populationsgröße herbeiführen. Dazu ist eine Ermittlung von Faktoren, welche die Größe und Entwicklung einer Population beeinflussen notwendig. Theoretisch lässt sich dabei für jeden (Umwelt-)Faktor eine relativ einfache Berechnung anstellen, sofern dafür entsprechende Daten vorliegen, ob ein bestimmter Faktor auf eine bestimmte Art einen Einfluss hat oder nicht. Da jedoch auch das Zusammenwirken von mehreren Faktoren bzw. deren Gewichtung in diesem Zusammenspiel ausschlaggebend sein kann, ist eine komplexere Statistik notwendig.

Bei der Analyse von Zählraten ist die Verwendung von *Generalized Linear Models*, also die Berechnung von Modellen, der Berechnung von einfachen linearen Regressionen generell vorzuziehen (ZUUR et al. 2007). Bei Monitoring-Datensätzen spielen auch immer das Erfassungsjahr und die Probefläche eine Rolle, die mit in die Statistik einbezogen werden sollten. So werden das Erfassungsjahr und die Probefläche als sogenannte *Random Effects* in die statistische Auswertung einbezogen. Die auszuwertenden Umweltfaktoren gehen als sogenannte *Fixed Effects* in die Modellberechnung mit ein. Modelle, welche diese beiden Effekte (Fixed und Random Effects) berücksichtigen können, werden deshalb auch als *Mixed Models* oder gemischte Modelle bezeichnet. Da wie bereits erwähnt bei Zählraten eine Poisson-Verteilung der Daten vorliegt, bietet sich nach BOLKER et al. (2008) die Verwendung von *Generalized Linear Mixed-Models* (GLMM) an.

Bevor man jedoch mit der eigentlichen statistischen Auswertung beginnt sollte kritisch überprüft werden, welche Faktoren einen Einfluss

auf die jeweilige Art haben können. Es bringt wenig Erfolg alle verfügbaren Daten in das Modell zu geben, da durch die Fülle an Daten signifikante Zusammenhänge schwierig zu erkennen sind. Aus diesem Grund sollte eine Vorauswahl an Einflussfaktoren getroffen werden. So ist es möglich, die Wetterdaten auf die Zeit zu begrenzen, die einen Einfluss auf die Paarbildung oder die Ernährung der Jungvögel haben könnten. So ist es beispielsweise möglich, dass in der Zeit der Jungenaufzucht die Jagdaktivität durch schlechte Witterung gehemmt wird und Jungvögel im Nest verhungern, was sich natürlich negativ für den Reproduktionserfolg der Art ist. Im Gegensatz dazu können solche Faktoren weggelassen werden, bei denen ein Zusammenhang mit der Brutpaardichte oder der Reproduktion wenig plausibel ist.

Bei den Landnutzungsdaten können die Daten je nach Fragestellung kombiniert werden. Wenn man lediglich herausfinden möchte, ob eine Art in Landschaftsteilen mit viel Wald seltener oder häufiger vorkommt können Anteile von Laub- und Nadelwald auf den Flächen zusammengefasst werden. Ebenso ist es aber auch möglich eine Präferenz zu Nadelwald oder Laubwald zu untersuchen. Des Weiteren können die 44 Landnutzungstypen des CLC-Datensatzes beliebig sinnvoll zusammengefasst werden. So können beispielsweise mehrere aufgeschlüsselte Siedlungstypen zu dem Faktor „Siedlung“ zusammengefasst werden um die Anzahl der Faktoren, die in das Modell einfließen zu verringern, aber die Aussage dennoch plausibel zu gestalten.

Für die statistische Auswertung wurde das kostenlose Statistikprogramm „RStudio“ (Version 0.97.551) verwendet sowie zusätzlich dazu das R-package „lme4“. Mit der Funktion „glmer“ aus diesem package können *Generalized Linear Mixed-Models* (GLMM) gerechnet werden. Die zeitliche Autokorrelation der Daten wurde bei der Erstellung der Modelle mit berücksichtigt und nach einem Beispiel von ZUUR et al. (2009) in den R-Code eingearbeitet. Des Weiteren wurden die Modelle mittels „*restricted maximum likelihood*“ angepasst.

Zur Bewertung des einzelnen Modells das Akaikes Informationskriterium (AIC) herangezogen. Je besser das Modell ist umso kleiner ist der AIC-Wert (BOLKER et al. 2008). Somit

lässt sich aus einer Vielzahl von verschiedenen Kombinationen von Faktoren diejenige herauszufinden, welche die beste, also die aussagekräftigste, ist.

## 4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ermittlung der Bestandstrends und der Modellberechnung soll exemplarisch an zwei Arten verdeutlicht werden. Dazu wurden der Rotmilan (*Milvus milvus*) und der Habicht (*Accipiter gentilis*) ausgewählt.

### 4.1. Ergebnisse der Bestandstrends

Die Berechnung der Bestandstrends von mehreren Probeflächen liefert unter Anderem den Wert der durchschnittlichen Veränderung des Bestandes über den untersuchten Zeitraum. Des Weiteren lassen sich die errechneten Indizes pro Jahr auch zu einer aussagekräftigen Grafik verarbeiten (Abbildung 1). In dem Beispiel vom Rotmilan ist die jährliche Schwankung im Bestand und dessen Abnahme im Laufe der Zeit gut zu erkennen. Im Falle des Rotmilans bedeutet dies eine durchschnittliche Abnahme des Bestandes von ca. 1,19 % (+/-0,8 %) pro Jahr. Wenn man jedoch die Grafik genau betrachtet fällt auf, dass der Bestand seit 1999 zwar auf einem niedrigen Niveau ist, aber scheinbar stabil bleibt.

Beim Habicht ist über den bearbeiteten Zeitraum kein signifikanter Trend zu erkennen (Abbildung 2). Die mittlere Bestandsveränderung beträgt -0,51 % (+/-0,74 %), somit ist der Bestand dieser Art als stabil zu bezeichnen.

Im Fall des Rotmilans wird deutlich, dass der Wert für die mittlere jährliche Bestandsveränderung somit nur eine begrenzte Aussagefähigkeit in Bezug auf die Anwendung für Prognosen zur zukünftigen Entwicklung des Bestandes hat.

Die Darstellung der Grafik hingegen verdeutlicht den genannten Verlauf und lässt eine andere Vorhersage zu. Eine Einschätzung zu den Faktoren, die diese Veränderungen verursachen, können mit dieser Methode natürlich nicht abgegeben werden. Dies ist nur mit einer weiteren Analyse möglich.

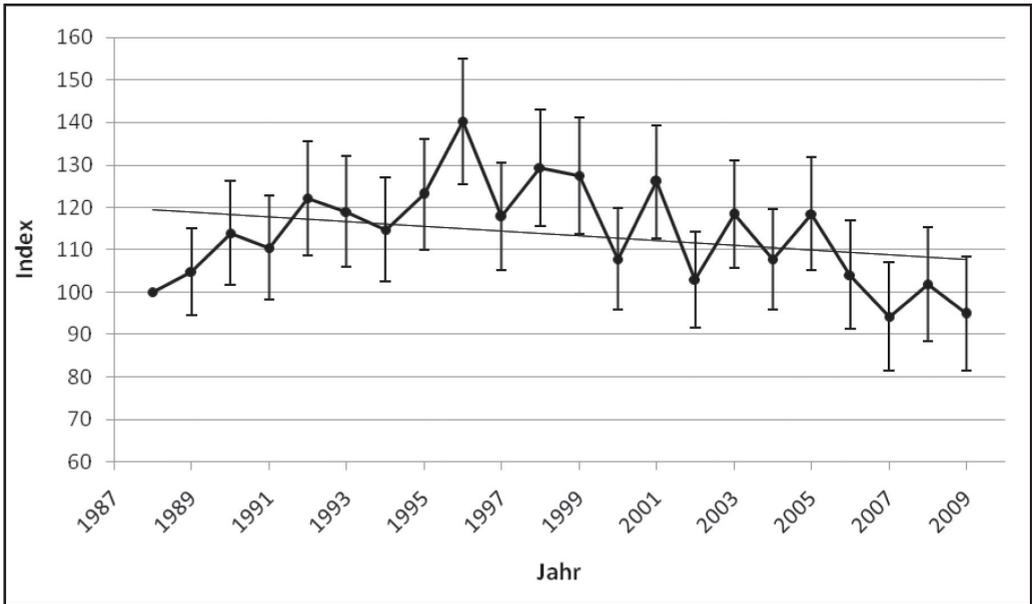


Abb. 1 Brutpaarbestandsentwicklung des Habichts (*Accipiter gentilis*) von 1988 bis 2009 (1988 = Indexwert 100, Berechnung mit TRIM) auf 30 Kontrollflächen

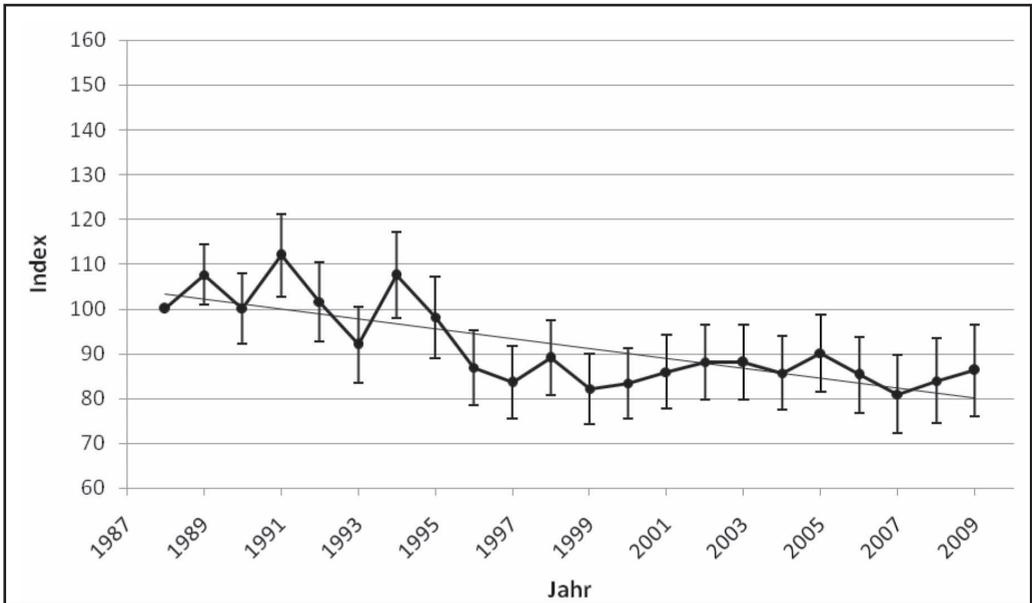


Abb. 2 Brutpaarbestandsentwicklung des Rotmilans (*Milvus milvus*) von 1988 bis 2009 (1988 = Indexwert 100, Berechnung mit TRIM) auf 38 Kontrollflächen

#### 4.2. Ergebnisse der Modellberechnung

Mit Hilfe der statistischen Modelle ist es möglich herauszufinden welcher Faktor oder welche Faktoren den größten Einfluss auf die jeweilige untersuchte Art haben. Zum einen lassen sich somit Zusammenhänge in Bezug auf die Brutpaardichte, aber auch auf die Reproduktion, ermitteln. Im Folgenden werden die Ergebnisse für den Rotmilan und für den Habicht dargestellt.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht enthält das beste Modell für die Auswirkungen von Witterung und Landnutzung auf die Brutpaardichte des

Habichts fünf Faktoren, von denen zwei signifikant sind. So ist bei steigendem Anteil an Siedlungen und Laub- und Mischwäldern in den Probeflächen auch die Anzahl der Brutpaare des Habichts höher.

Beim Rotmilan sind im besten Modell vier Faktoren enthalten, von denen lediglich einer signifikant ist. Der Anteil der Siedlungsfläche scheint, wie auch beim Habicht, einen positiven Einfluss auf die Anzahl der Brutpaare auf der jeweiligen Probefläche zu haben.

In Tabelle 2 werden die Auswirkungen von Witterung und Landnutzung auf die Repro-

*Tabelle 1 Vergleich der Witterungs- und Landnutzungsparameter, die die Brutpaardichte von Habicht (*Accipiter gentilis*) (n=302) und Rotmilan (*Milvus milvus*) (n=495) beeinflussen. Parameter, bei denen kein Wert angegeben ist, waren nicht im besten Modell der jeweiligen Art enthalten. Der Wert t gibt die Stärke des Zusammenhanges an. Das Signifikanzniveau wird angegeben durch:  $p > 0,1$  (n.s.),  $p < 0,1$  (.),  $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*),  $p < 0,001$  (\*\*\*)*

	<i>Accipiter gentilis</i>		<i>Milvus milvus</i>	
	t	p	t	p
Anzahl Schneetage	0,571	n.s.	-	-
Märzniederschlag	-	-	-0,569	n.s.
Siedlungen	3,187	**	2,526	*
Grünflächen	-1,851	.	-	-
Acker	-	-	1,833	.
Grünland	-	-	0,581	n.s.
Laub- & Mischwald	2,448	*	-	-
Offene Flächen	-0,249	n.s.	-	-

*Tabelle 2 Vergleich der Witterungs- und Landnutzungsparameter, welche die Reproduktion (Fortpflanzungsziffer, FPFZ) von Habicht (*Accipiter gentilis*) (n=483) und Rotmilan (*Milvus milvus*) (n=671) beeinflussen. Parameter, bei denen kein Wert angegeben ist, waren nicht im besten Modell der jeweiligen Art enthalten. Der Wert t gibt die Stärke des Zusammenhanges an. Das Signifikanzniveau wird angegeben durch:  $p > 0,1$  (n.s.),  $p < 0,1$  (.),  $p < 0,05$  (\*),  $p < 0,01$  (\*\*),  $p < 0,001$  (\*\*\*)*

	<i>Accipiter gentilis</i>		<i>Milvus milvus</i>	
	t	p	t	p
Maitemperatur	1,616	n.s.	-	-
Anzahl Schneetage	2,212	*	-	-
Mainiederschlag	-	-	-2,315	*
Juniniederschlag	-	-	1,607	n.s.
Grünland	-	-	-1,189	n.s.
Laub- & Mischwald	-1,287	n.s.	-3,976	***
Offene Flächen	2,385	*	-	-
Gewässer	-	-	-0,917	n.s.

duktion bei den beiden Arten dargestellt. Die Fortpflanzungsziffer (Anzahl der Jungvögel je Brutpaar) vom Habicht wird im besten Modell von vier Faktoren beeinflusst. Davon sind zwei Faktoren, die Anzahl der Schneetage im vorangegangenen Winter und der Anteil der offenen Flächen auf der Probefläche, signifikant positiv. Beim Rotmilan wird die Fortpflanzungsziffer im besten Modell durch fünf Faktoren beeinflusst. Je höher der Anteil der Laub- und Mischwälder an der Probefläche ist, desto geringer ist die Reproduktion bei dieser Art. Mit steigender Menge des Niederschlages im Monat Mai geht die Reproduktionsleistung des Rotmilans ebenfalls signifikant zurück.

## 5. Diskussion

### 5.1. Habicht – *Accipiter gentilis*

Über den Zeitraum von 1988 bis 1996 ist der Bestand des Habichts leicht gestiegen, danach aber bis 2009 bis knapp unter den Bestand von 1988 zurückgegangen. Insgesamt betrachtet ist jedoch kein signifikanter Trend zu erkennen. Auch KOSTRZEWA (1995a) gibt an, dass die Bestandstrends in der BRD regional sehr unterschiedlich sein können und dass kein allgemeiner Trend für die BRD vorliegt. LANGGEMACH et al. (2009) geben an, dass der Habicht der Greifvogel ist, der in Brandenburg am häufigsten vom Menschen illegal verfolgt und gezielt getötet wird. Im Gegensatz dazu spielt der Tod an der zunehmenden Zahl von Windkraftanlagen eine untergeordnete Rolle (DÜRR & LANGGEMACH 2006). Zudem ist er anfällig für Veränderungen in der Waldnutzung, da der größte Teil der Brutverluste auf direkte Störung durch den Menschen und nicht auf Prädation anderer Vogel- oder Säugetierarten zurück zu führen ist (BYHOLM & NIKULA 2007). Es ist somit durchaus möglich, dass die Bestandsveränderungen, besonders der Rückgang seit 1996 auf einen ganzen Komplex von Ursachen zurück zu führen ist. Ebenso ist es aber auch möglich, dass sich die Veränderungen im Bereich normaler Populationsschwankungen bewegen. Die positive Beeinflussung der Brutpaardichte des Habichts durch Siedlungen und durch Laub- und Mischwald bestätigt die bisherigen bekannten Ergebnisse zur Biologie des Habichts.

So sind Wälder der bevorzugte Brutplatz des Habichts, während die Nähe zu Siedlungen die Möglichkeit erhöht Beute in Form von Hausgeflügel (Tauben und Hühner) zu schlagen.

Die Reproduktion wird dem entsprechend positiv von offenen Flächen (dazu zählen keine landwirtschaftlich genutzten Flächen) beeinflusst, die der Habicht zur Jagd nutzt (MEBS 2012). Der Zusammenhang, dass sich eine erhöhte Anzahl von Schneetagen positiv auf die Reproduktion auswirkt, scheint zunächst paradox. Doch eine mögliche Ursache für dieses Phänomen könnten sein, dass eine größere Anzahl von Schneetagen dazu führt, dass potenzielle Beutevögel mehr Zeit mit der Futtersuche verbringen müssen und weniger geschützte Plätze für die Futtersuche aufzusuchen (ROLSTAD & ROLSTAD 2000, TURCOTE & DESROCHERS 2003), so dass sie auf dem Schnee für den Habicht eventuell besser sichtbar und erreichbar sind. Das könnte somit zu einem höheren Jagderfolg und damit zu einer besseren Nahrungsversorgung für den Habicht beitragen.

Eine bessere körperliche Konstitution ermöglicht auch die Produktion eines größeren Geleges. Diese Theorie müsste jedoch noch weiter untersucht werden, um die Kausalität dieser Annahme zu validieren.

### 5.2. Rotmilan – *Milvus milvus*

Der Brutpaarbestand des Rotmilans nahm auf den Probeflächen nach 1991 ab und stabilisierte sich von 1999 bis 2009 auf einem niedrigen Niveau.

Die drastische Abnahme des Rotmilanbestandes nach 1991 ist für das Dichtezentrum im nördlichen Harzvorland sehr gut dokumentiert (NICOLAI & BÖHM 1997, NICOLAI & BÖHM 1999). Auch die Ursachen der starken Bestandsabnahme sind weitestgehend geklärt. So liegen die Gründe hauptsächlich in der Intensivierung der Landwirtschaft nach 1989, die u.a. mit dem Verlust von Grünland und der Reduzierung der Diversität der Ackerfrüchte einhergegangen ist (GEORGE 1995).

Außerdem erfolgte die Schließung von offenen Hausmülldeponien, Schlachthöfen und Rieselfeldern, was insgesamt zu einer drastischen Verminderung des Nahrungsangebotes beitrug (NICOLAI et al. 2009).

Die Anzahl der Brutpaare auf den Probeflächen wird signifikant positiv vom Anteil der Siedlungsfläche und marginal signifikant positiv von der Ackerfläche beeinflusst. Dieses Ergebnis widerspricht den Erwartungen, dass offene Flächen und Grünland die Siedlungsdichte des Rotmilans positiv beeinflussen (DRIECHCIARZ & DRIECHCIARZ 2009, HEUCK et al. 2013). Trotzdem ist das Phänomen, dass sich der Rotmilan vom Nahrungsgast zum Brutvogel in Städten wandeln kann, bekannt wie das Beispiel von HELLMANN (1999) zeigt. Auch STUBBE et al. (1991), ORTLIEB (1995) und MEBS (2012) geben an, dass Rotmilane häufiger als andere Greifvogelarten auch auf Aas an Straßenrändern, Abfälle in Stadtgebieten und auf Hausmülldeponien als Nahrungsgrundlage zurückgreifen.

Da der Rotmilan dennoch kein Kulturfolger ist, besteht die Möglichkeit, dass sich eine zergliederte Landschaft mit vielen kleinen ländlichen Ortschaften positiv auf die Dichte des Rotmilans auswirkt. Des Weiteren muss beachtet werden, dass bei Rotmilanen zwischen dem Brut habitat und dem Jagdgebiet Entfernungen von 12 bis 14 km liegen können (ORTLIEB 1995). Somit ist es möglich, dass die Ergebnisse nur zum Teil zutreffen.

Die Reproduktion des Rotmilans ist stark negativ durch den Anteil der Waldfläche auf den Probeflächen beeinflusst. Da die Reproduktionsleistung im besonderen Maße von der Nahrungsverfügbarkeit abhängig ist, zeigt dieses Ergebnis deutlich, dass der Rotmilan Waldflächen nicht zum Nahrungserwerb nutzen kann. Darin spiegelt sich die bekannte Biologie des Rotmilans als Greifvogel des Offenlandes wider und wurde auch erwartet (ORTLIEB 1995, MEBS 2012). Des Weiteren wurde ein negativer Zusammenhang zwischen dem Mainiederschlag und der Reproduktion gefunden. Dieser Sachverhalt wurde bereits von DAVIS & NEWTON (1981) bei Rotmilanen auf den britischen Inseln und von ORTLIEB (1995) für die BRD vermutet, konnte aber nicht sicher nachgewiesen werden. Eine Ursache dafür könnte sein, dass bei nasser Witterung der Jagderfolg der Altvögel vermindert ist und die Jungvögel somit zu wenig Nahrung erhalten oder dass die Jungvögel bei Jagdausflügen der Altvögel im Nest vernässen und an Infektionen sterben können.

## 5.2. Methoden

Die Auswertung von Monitoringdaten und damit von Langzeitdatenreihen ermöglicht einen detaillierten Blick auf die jeweilige Art. Für Studien zur Untersuchung der Umwelteinflüsse auf die Arten müssen Methoden angewendet werden, welche der Komplexität der Umwelt gerecht zu werden.

Dazu bietet sich, wie hier dargestellt, die multivariate Statistik an. Natürlich hat jede Untersuchung und jede Methode Stärken und Schwächen, weshalb auch die multivariate Statistik nicht die Lösung aller Probleme sein wird. Zwar werden die Umwelteinflüsse wie Witterung und Landnutzung berücksichtigt, jedoch müssten für eine ganzheitliche Betrachtung beispielsweise auch Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln oder den viel diskutierten Windkraftanlagen untersucht werden. So ist es nur möglich dort Zusammenhänge zu finden, wo auch Daten existieren und das möglichst über einen langen Zeitraum.

Anhand der Beispiele von Rotmilan und Habicht konnte gezeigt werden, dass Zusammenhänge, welche bereits bekannt sind auch bestätigt wurden. Dies bedeutet nun jedoch nicht, dass die Arbeit „umsonst“ war, sondern zeigt, dass mit dieser Methode bereits bekannte Ergebnisse bestätigt werden können. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass diese Methode in der Lage ist Zusammenhänge zu Faktoren aufzuzeigen, die vorher unbeachtet geblieben sind. Diese könnten einen Anstoß zur weiteren Forschung und Untersuchung von Sachverhalten bieten.

Insgesamt kann konstatiert werden, dass eine möglichst umfassende Betrachtung der Auswirkungen von Umweltfaktoren auf die Arten notwendig ist, um im Falle eines Bestandseinbruches rechtzeitig mit entsprechenden Maßnahmen reagieren zu können, damit diese Arten nicht aussterben und erhalten bleiben. Das betrifft nicht nur Greifvögel, sondern auch alle anderen Tier- und Pflanzenarten. Ebenso ist auch die hier vorgestellte Methode auf andere Arten ohne Probleme anwendbar. Trotz der nicht einfachen Statistik, die in der Lage ist viele Freilandbiologen abzuschrecken, ist diese notwendig, um auch in Zukunft den Schutz und Erhalt der Tier- und Pflanzenwelt zu gewährleisten.

## Danksagung

Die vorliegende Studie ist Teil einer Masterarbeit am Institut für Biologie/Bereich Zoologie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Für die Akzeptanz des Themas ist Prof. Dr. R. Paxton und Dr. U. Peter (Jena) zu danken. Der besondere Dank für die Bereitstellung des Datenmaterials geht an die Leitung des Greifvogelmonitorings (Dipl.-Biol. U. Mammen) und alle Mitarbeiter dieses Langzeitprogrammes.

## Zusammenfassung

Langzeitdatenreihen, wie sie beispielsweise in Monitoringprogrammen anfallen, bieten eine Vielzahl von unterschiedlichen Auswertungsmöglichkeiten. Oft wird versucht mit einfachen statistischen Methoden ein Zusammenhang zwischen der Art und einem Umweltfaktor nachzuweisen. Dies ist auch richtig und sinnvoll, jedoch geht dabei verloren, welcher der diversen Faktoren, die einen Einfluss auf die Art haben, am wichtigsten ist und welche möglicherweise von anderen überlagert werden. Abhilfe für dieses Problem schafft der Ansatz der multivariaten Statistik. In dieser Arbeit soll vorgestellt werden wie Daten aus dem „Monitoring Greifvögel und Eulen Europas“ auf diese Art und Weise ausgewertet wurden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Darstellung der Methoden, welche am Beispiel von zwei Arten, Habicht und Rotmilan, verdeutlicht werden sollen.

Kernpunkte der statistischen Auswertung sind die Erstellung von Bestandsverläufen mit dem Programm TRIM sowie die Berechnung von statistischen Modellen. Letztere dienen dazu herauszufinden, welche Umweltfaktoren den größten Einfluss auf die Brutpaardichte oder die Reproduktion von Greifvögeln haben. Hauptaugenmerk bei der statistischen Auswertung liegt wiederum darin, die Besonderheiten von Daten aus Monitoringprogrammen zu berücksichtigen um den Anforderungen dieser Statistik gerecht zu werden.

Es konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass mit der angewandten Methode bereits bekannte Zusammenhänge zwischen Greifvögeln und der Umwelt bestätigt und neue Zusammen-

hänge, welche bisher nur vermutet wurden, nachgewiesen werden können. Somit stellt diese Methode eine Möglichkeit zur umfassenden Analyse von Monitoringdaten dar.

## Summary

Long-term data series as they incur for example in monitoring programs provide a variety of different analysis options. It is often attempted to verify a correlation between a species and an environmental factor with simple statistical methods. Although reasonable this method does not show which of the diverse factors is the most important or is potentially overlaid by other factors. A solution to this problem is the approach of multivariate statistics. This paper presents how data from the 'Monitoring of European Raptors and Owls' is analysed accordingly. The focus lays on the description of the methods which will be illustrated using the example of the two raptor species *Accipiter gentilis* and *Milvus milvus*.

Main issues of these statistical analyses are the calculation and illustration of the changes in the population with the program TRIM and the calculation of statistical models. The latter is used to find out which environmental factors have the greatest impact on the breeding pair density or the reproduction of raptors. Main focus of the statistical analysis is to take the specificity of monitoring data into account to fulfill the requirements of these statistics.

This paper shows that with this multivariate approach known correlations between a raptor species and environmental factors can be confirmed and new relationships, which have previously only been suspected, can be detected. Thus this method presents a way for the comprehensive analysis of monitoring data.

## Literatur

- BOLKER, B.M.; BROOKS, M.E.; CLARK, C.J.; GEANGE, S.W.; POULSEN J.R.; STEVENS, M.H.H.; WHITE, J.-S.S. (2008): Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. – *Trends Ecol. and Evol.* **24**: 127–135.
- BYHOLM, P.; NIKULA, A. (2007): Nesting failure in Finnish Northern Goshawks *Accipiter gentilis*: incidence and cause. – *Ibis* **149**: 597–604.

- CRAWFORD, T.J. (1991): The calculation of index numbers from wildlife monitoring data. – In: GOLDSMITH, B. (Hrsg.): *Monitoring for Conservation and Ecology*. – Chapman and Hall, London.
- DAVIS, P.E.; NEWTON, I. (1981): Population and Breeding of Red Kites in Wales over a 30-Year Period. – *J. Anim. Ecol.* **50**: 759–772.
- DRIECHCIARZ, R.; DRIECHCIARZ, E. (2009): Vergleichende Untersuchungen zur Jagdstrategie ausgewählter Greifvogelarten und die damit verbundene Nutzungshäufigkeit verschiedener Landschaftselemente. – In: STUBBE, M.; MAMMEN, U. (Hrsg.): *Populationsökol. Greifvogel- und Eulenarten* **6**: 181–196.
- DÜRR, T.; LANGGEMACH, T. (2006): Greifvögel als Opfer von Windkraftanlagen. – In: STUBBE, M.; MAMMEN, U. (Hrsg.): *Populationsökol. Greifvogel- und Eulenarten* **5**: 483–490.
- GEDEON, K. (1994): *Monitoring Greifvögel und Eulen. Grundlagen und Möglichkeiten einer langfristigen Überwachung von Bestandsgrößen und Reproduktionsdaten*. – Dissertation, Uni Halle.
- GEORGE, K. (1995): Neue Bedingungen für die Vogelwelt der Agrarlandschaft in Ostdeutschland nach der Wiedervereinigung. – *Orn. Jber. Mus. Heineanum* **13**: 1–25.
- GOLDSMITH, B. (Hrsg.) (1991): *Monitoring for Conservation and Ecology*. – Chapman and Hall, London.
- HELLMANN, M. (1999): Die Entwicklung des Rotmilans *Milvus milvus* vom Nahrungsgast zum Brutvogel in der Stadt Halberstadt. – *Orn. Jber. Mus. Heineanum* **17**: 93–107.
- HEYMANN, Y.; STEENMANS, CH.; CROISSILLE, G.; BOSSARD, M. (1994): *Corine Land Cover – Technical Guide*. – Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- HEUCK, C.; BRANDL, R.; ALBRECHT, J.; GOTTSCHALK, T.K. (2013): The potential distribution of the Red Kite in Germany. – *J. Ornithol.* **154**: 911–921.
- KEL, M.; KIEFL, R.; STRUNZ, G.; MEHL, H.; MOHAUPT-JAHR, B. (2004): Examples and experiences of the update interpretation process for CLC2000 in Germany. – In: *Workshop CORINE Land Cover 2000 in Germany and Europe and its use for environmental applications*, 20–21 January 2004, Berlin. UBA Texte 04/04: 52–61.
- KLUSCHKE, M. (2014): *Bestands- und Reproduktionsentwicklung ausgewählter Greifvogel- und Eulenarten in Deutschland*. – Masterarbeit, Universität Halle-Wittenberg.
- KOSTRZEWA, A.; SPEER, G. (Hrsg.) (1995): *Greifvögel in Deutschland – Bestand, Situation, Schutz*. – Aula-Verlag, Wiesbaden.
- KOSTRZEWA, A. (1995): Habicht (*Accipiter gentilis*). – In: KOSTRZEWA, A.; SPEER, G. (Hrsg.): *Greifvögel in Deutschland – Bestand, Situation, Schutz*. – Aula-Verlag, Wiesbaden.
- LANGGEMACH, T.; SÖMMER, P.; BLOCK, B.; DÜRR, T. (2009): Langzeituntersuchungen zu den Verlustursachen bei Greifvögeln, Eulen und anderen Vogelarten in Brandenburg. – In: STUBBE, M.; MAMMEN, U. (Hrsg.): *Populationsökol. Greifvogel- und Eulenarten* **6**: 27–46.
- MEBS, T. (2012): *Greifvögel Europas – Alle Arten Europas – Biologie und Bestände*. – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- NEWTON, I. (1979): *Population ecology of Raptors*. – T & AD Poyser, London.
- NEWTON, I. (1998): *Population Limitation in Birds*. – Elsevier, London.
- NICHOLS, J.D.; WILLIAMS, B.K. (2006): *Monitoring for Conservation*. – *Trends Ecol. and Evol.* **21**: 668–673.
- NICOLAI, B.; BÖHM, W. (1999): Zur aktuellen Situation der Greifvögel (*Accipitridae*) insbesondere des Rotmilans *Milvus milvus* im nordöstlichen Harzvorland. – *Orn. Jber. Mus. Heineanum* **15**: 73–87.
- NICOLAI, B.; MAMMEN, U.; STUBBE, M. (2009): Zur aktuellen Bestandssituation des Rotmilans (*Milvus milvus*) im Dichtezentrum des Areals. – In: STUBBE, M.; MAMMEN, U. (Hrsg.): *Populationsökol. von Greifvogel- und Eulenarten* **6**: 211–222.
- ORTLIEB, R. (1995): *Der Rotmilan*. – Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- PANNEKOEK, J.; VAN STRIEN, A. (2005): TRIM 3.0 for Windows. (Trends & Indices for Monitoring data). – Statistics Netherlands, Voorburg.
- ROLSTAD, J.; ROLSTAD, E. (2000): Influence of large snow depths on Black Woodpecker *Dryocopus martius* foraging behavior. – *Ornis Fennica* **77**: 65–77.
- STUBBE, M.; ZÖRNER, H.; MATTHES, H.; BÖHM, W. (1991): Reproduktionsrate und gegenwärtiges Nahrungsspektrum einiger Greifvogelarten im nördlichen Harzvorland. – In: STUBBE, M.; MAMMEN, U. (Hrsg.): *Populationsökol. Greifvogel- und Eulenarten* **2**: 39–60.
- TER BRAAK, C.J.F.; VAN STRIEN, A.J.; MEIJER, R.; VERSTRAEL, T.J. (1994): Analysis of monitoring data with many missing values: which method? – In: HAGEMEIJER, E.J.M.; VERSTRAEL T.J. (Hrsg.): *Bird Numbers 1992. Distribution, monitoring and ecological aspects. Proceedings of the 12th International Conference of IBCC and EOAC, Noordwijkerhout, The Netherlands*. Statistics Netherlands, Voorburg/Heerlen & SOVON, Beek-Ubbergen, pp. 663–673.
- TURCOTTE, Y.; DESROCHERS, A. (2003): Landscape-dependent response to predation risk by forest birds. – *Oikos* **100**: 614–618.
- VAN STRIEN, A.J.; PANNEKOEK, J.; GIBBONS, D.W. (2001): Indexing European bird population trends using results of national monitoring schemes: a trail of a new method. – *Bird Study* **48**: 200–213.
- ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; SMITH, G.M. (2007): *Analysing Ecological Data*. Springer. – New York.
- ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.J.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. (2009): *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer. – New York.

### Anschrift des Verfassers:

M. sc. MARTIN KLUSCHKE  
 Martinstr. 26  
 D-06108 Halle  
 E-Mail: m.kluschke@web.de

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2015

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Kluschke Martin

Artikel/Article: [Methoden zur Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Populationsgröße und -entwicklung von Greifvögeln 253-262](#)