

Inselökologische Aspekte der Ausweisung von Naturschutzgebieten für die Vogelwelt

Josef Reichholf

1. Einleitung: Fluktuation lokaler Vogelbestände

Die Bestände der allermeisten Vogelarten schwanken von Jahr zu Jahr und von Ort zu Ort. Wie auch bei anderen Arten von Organismen wirken zahlreiche unterschiedliche Faktoren auf die Populationsdynamik ein. Sie verursachen in integrierter Wirkungsweise für die Dauer ihrer Einwirkung entweder gerichtete Trends (Zu- oder Abnahmen), oder mehr oder weniger zufallsgemäß erscheinendes (stochastisches Schwanken um einen Mittelwert.

Sind die örtlichen Bestände stark genug, bedeuten die unvorhersehbaren Schwankungen keine Gefährdung der Lokalvorkommen. Jedoch bei geringer Bestandsgröße besteht die Gefahr – und wird mit abnehmenden Populationsstärken zunehmend größer – des lokalen Aussterbens. Umgekehrt führen die Ausbreitungsmechanismen bei den einzelnen Arten zu mehr oder weniger regelmäßigen Neuansiedlungsversuchen in geeignetem Lebensraum.

Die Folge dieser kleinräumigen Aussterbe- und Wiederansiedlungsprozesse ist ein Artenumsatz (turnover), dessen Ausmaß nach den Befunden der modernen Inselbiogeographie (MacARTHUR & WILSON 1967) sehr stark vom Isolationsgrad des betreffenden Lebensraumes abhängt. Je weiter entfernt von einem vergleichbaren Biotop mit einem austauschfähigen Arteninventar, umso geringer fallen die Wiederbesiedelungsraten nach einem Aussterben aus und umgekehrt.

Aber auch die absolute Flächengröße des Lebensraumes beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, daß die darin vorkommenden Arten überleben oder erneut Fuß fassen können. Diese Abhängigkeit kommt in den sogenannten »Arten-Areal-Kurven« (MacARTHUR & WILSON 1967, MacARTHUR 1972) zum Ausdruck. Sie zeigen, daß die Artenzahl mit zunehmender Flächengröße (Areal) in gut vorhersagbarer Weise zunimmt.

Für die immer stärker in eine Isolation kommenden Naturschutzgebiete, die einer »Insel« in der andersartig und intensiv genutzten Kulturlandschaft entspricht, stellt sich daher die Frage, inwieweit die inselbiogeographischen Befunde Auswirkungen auf die Strategie der Ausweisung, Dimensionierung und Verteilung von solchen Reservaten zeitigen. Dies soll nachfolgend für die Artengruppe der Vögel und für den mitteleuropäischen Raum untersucht werden.

2. Fragestellung: Größe und Verteilung von Vogelschutzgebieten

Aus der Feststellung, daß die Artenzahl flächenabhängig ist, und aus der gut begründeten

Annahme, daß die Aussterbe- und Wiederansiedlungsraten von der Distanz der einzelnen Vorkommen voneinander beeinflußt werden, ergeben sich die drei für eine Schutzstrategie grundlegenden Fragen nach

- der kritischen *Minimalgröße* eines Vogelschutzgebietes (I)
- der maximal tolerierbaren *Distanz* von anderen Schutzgebieten entsprechenden Arteninventars (II) und
- der *Minimalgröße überlebensfähiger Populationen* (III).

Die Beantwortung dieser Fragen liegt zweifellos im Interesse des Artenschutzes, denn aus ihnen ergibt sich eine Art »Erfolgswahrscheinlichkeit« für den Gebietsschutz. So läßt sich beispielsweise ein hoher Einatz für ein Wald- oder Wasservogelschutzgebiet sicher leichter begründen, wenn man davon ausgehen kann, daß die zur Diskussion stehende Fläche groß genug ist, um selbständig überlebensfähige Bestände der (oder zumindest eines wesentlichen Teiles der) zu schützenden Arten zu garantieren, oder daß sie nahe genug an einem anderen Gebiet liegt, das damit in Austausch treten kann. Der praxisbezogene Wert konkreter, hinreichend genau quantifizierbarer Aussagen zu dieser Problematik erscheint daher recht hoch.

3. Befunde: Verbreitungsanalysen von mitteleuropäischen Vögeln

3.1 Die Arten-Areal-Beziehung

Umfangreiche, detaillierte Ergebnisse zur Abhängigkeit der Artenzahlen mitteleuropäischer Brutvögel von der Fläche des Untersuchungsgebietes liegen mittlerweile vor. REICHHOLF (1980) bestimmte diese Abhängigkeit nach der allgemeinen Formel $S = CA^z$ (S = Artenzahl, A = Areal, C = tiergruppentypische Konstante, z = vom Isolationsgrad abhängiger Exponente) und in guter Übereinstimmung mit der theoretischen Erwartung

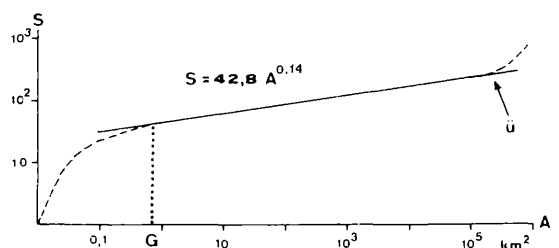


Abbildung 1

Die Arten-Areal-Beziehung für Brutvögel in Mitteleuropa (aus REICHHOLF 1980). Species-area-relationship for breeding birds in Central Europe (REICHHOLF 1980).

S = Artenzahl/species number; A = Fläche/areal.

ergab sich die in Abb. 1 dargestellte Beziehung. Sie bedeutet, daß auf dem Durchschnittsquadatkilometer mitteleuropäischer Landesfläche gut 40 Brutvogelarten zu erwarten sind. BANSE & BEZZEL (1984) präzisieren diesen Wert auf 41,2 Vogelarten/km² anhand von 711 kritisch ausgewählten Probeflächen; der Unterschied von etwa 1,5 Vogelarten ergibt sich hauptsächlich aus der Strenge des Beurteilungskriteriums, ab welcher Frequenz eine unregelmäßig brütende Art (noch) zum Inventar der Brutvögel gerechnet wird. Der Exponent z fällt für beide Untersuchungen mit 0,14 identisch aus.

Aus diesen Befunden lassen sich zwei sehr wesentliche Aussagen ableiten: Erstens ergeben sie eine einheitliche, klare und von jedermann nachvollziehbare Bewertungsbasis für den relativen Artenreichtum eines bestimmten Gebietes und zweitens eine Bestimmung der kritischen Grenzgröße der Gebietsfläche, ab der das Artenspektrum stark abfällt. Diese Grenzgröße (G) liegt bei 0,8 km². Sie bedeutet, daß Vogelschutzgebiete von weniger als 80 Hektar kaum in der Lage sein werden, ein gebietstypisches Artenspektrum über längere Zeiträume zu erhalten. Denn die Aussterbewahrscheinlichkeit steigt in solch kleinen Flächen und nimmt mit abnehmender Flächengröße – so der Befund – stark zu. Tabelle 1 zeigt, welche Artenzahlen bei Flächen unter 100 Hektar Größe zu erwarten sind (die Wasservögel ausgeklammert, die ab 1 km² Fläche abwärts ohnehin kaum mehr ins Gewicht fallen und gesondert behandelt werden müssen). Die Werte sind der Studie von BANSE & BEZZEL (1984) entnommen. Der rasche Artenverlust wird daraus klar ersichtlich. Daß dabei nur die sehr häufigen und weit verbreiteten Arten in den (zu) kleinen Flächen im Durchschnitt übrig bleiben, braucht wohl kaum betont zu werden.

Tabelle 1

Durchschnittlich zu erwartende Anzahlen von Brutvogelarten (ohne Wasservögel) in Kleinflächen.
Average species numbers of breeding birds (excl. water birds) in small areas calculated on the basis of the species-area-relationship for Central European birds.

Fläche area (ha)	Artenzahl species number
1	12
2	14
3	15
4	16
5	17
6	17
7	18
8	18
9	19
10	19
15	22
20	25
30	30
40	34
50	37
70	39
90	40
100	41

Diese Kalkulationen der zu erwartenden Artenzahlen erlauben nun eine präzise Bewertung des Artenreichtums einer Fläche, wobei Befund (unabhängig im Freiland festgestellt) und Erwartung (für die bestimmte Flächengröße berechnet) einander gegenübergestellt werden. BANSE & BEZZEL (1984) schlagen vor, folgende Einstufung für die verbale Beurteilung bei Kleinflächen vorzunehmen (Tabelle 2).

Tabelle 2

Bewertung des Artenreichtums von Kleinflächen (EW = Erwartung).
Evaluation of species richness in small areas (EW = expectation).

Bewertungsstufe	Erläuterung	Fläche 1–5 ha	Fläche > 5 ha
0	kein Brutvogel		
1	sehr artenarm	< 0,5 EW	« EW
2	artenarm	> 0,5 EW	< EW
3	mittl. Artenz.	ca EW	ca EW
4	artenreich	bis 2x EW	> EW
5	s. artenreich	> 2x EW	» EW

Die Begriffe »artenarm« oder »artenreich« werden auf diese Weise quantifiziert. Die Wahl des (heutigen) Durchschnittswertes für die mitteleuropäische Kulturlandschaft dient dabei natürlich als eine Konvention, doch ist diese Festlegung auf jeden Fall besser geeignet, den tatsächlichen Artenreichtum einer gegebenen Fläche gegenüber einer anderen zu bewerten, weil sie die Abhängigkeit der Artenzahl von der Flächengröße mit einschließt. Ein artenärmeres Gebiet kann daher einmal deshalb artenärmer sein, weil es weniger Lebensmöglichkeiten für Vogelarten bietet, als ein anderes, oder aber einfach weil seine Fläche kleiner ist (zu klein, um der einen oder anderen Art Überlebensmöglichkeiten zu bieten).

Die einfache biogeographische Formel

$$S = 41,2 A^{0,14}$$

für die mitteleuropäischen Vögel erscheint daher grundsätzlich geeignet, ein Instrument für die rasche und präzise Beurteilung des Artenreichtums einer Fläche abzugeben.

3.2 Der Isolationsgrad

Aus der inselbiogeographischen Theorie läßt sich außerdem ableiten, daß der Exponent z mit zunehmender Isolation der Flächen ansteigt (»Verinselungseffekt«). Bei Flächen in kontinentaler Lage und reichlich kontinuierlicher Lebensraumausdehnung nimmt er Werte von etwa 0,12 bis 0,14 ein, während in ausgeprägter insulärer Lage der Exponent auf 0,28 bis 0,30 ansteigt. Falls dies auch für die mitteleuropäischen Brutvögel zutrifft, müßte der von REICHHOLF (1980) errechnete Exponent (0,14) bedeuten, daß im Durchschnitt die mitteleuropäischen Vogelarten sich (nach wie vor) so ausbreiten können, daß keine wesentlichen Ansiedlungshindernisse bestehen (das stimmt

mit der guten Flugfähigkeit der meisten Arten überein). Für Arten bzw. Artengruppen, deren Lebensräume von Natur aus diskontinuierlich verbreitet sind, müßte dagegen der Exponent ansteigen. Tatsächlich ergeben die Kalkulationen von BANSE & BEZZEL (1984) eine gute Übereinstimmung mit dieser Erwartung: Während die Gruppe der »Landvögel«, die zweifellos einen hohen Anteil an Waldvogelarten einschließt, bereits einen z-Wert von 0,20 erreicht, steigt dieser Wert bei den Wasservögeln auf 0,25. Er nähert sich damit sehr stark den »typischen« Insel-Werten (s. o.). Andererseits weisen die Singvögel eine viel flachere Abhängigkeit von der Flächenzunahme auf ($z = 0,10$), was vermutlich auf die starke Ausbreitung vieler Arten in anthropogene Lebensräume hinweist. Die Häufigkeitsverteilung der Singvögel fällt im Gegensatz zu den Nichtsingvögeln auch ausgesprochen linkssteil aus (REICHHOLF 1976).

Hieraus läßt sich folgern, daß gerade bei den seltenen Arten unter den heimischen Vögeln eine Tendenz zur Verinselung ihrer Vorkommen besteht und daß ganze Gruppen, wie die Wasservögel, in ihrem geographischen Vorkommen bereits in die insuläre Situation weitgehend gelangt sind. Trifft diese Annahme zu, so muß dies Konsequenzen nicht nur für die Größe, sondern auch für die räumliche Verteilung von Vogelschutzgebieten nach sich ziehen. Das soll nachfolgend für Wasservogel-Brutvorkommen näher untersucht werden.

3.3 Distanzabhängigkeit von Bestandsgröße und -konstanz

Die Untersuchung von Brutbestandsgröße, Schwankungsstärke der Bestände und Konstanz ihres Auftretens als Brutvögel ergab für 40 Vogelarten aus dem Gebiet des unteren Inn klare Abhängigkeiten von der Distanz zu anderen Wasservogel(schutz)gebieten mit Vorkommen dieser Arten.

So nimmt die mittlere Brutbestandsgröße der Wasservogelarten (Abb. 2) mit zunehmender Entfernung der nächsten Brutvorkommen stark ab. Die negative Korrelation ($r = -0,88$) von Bestandsgröße und Distanz ist signifikant. Die relative Größe der Standardabweichung als Maß für die Stärke der Schwankungen der Brutbestände steigt dabei von 1,07 für Brutvorkommen in bis zu 10 km Distanz auf 3,2 bei mehr als 100 km Distanz (bis zu 1000 km). Der Quotient Standardabweichung SD /mittlere Brutbestandsgröße B ändert sich interessanterweise für Entfernungen bis 100 km bei den Wasservögeln (gute Flug-/Kolonisierfähigkeit!) noch nicht nennenswert (1,16), um aber nach Überschreitung der 100 km Distanz sich fast zu Verdreifachen. Daraus kann man den vorsichtigen Schluß ziehen, daß etwa 100 km die *kritische Distanz* für Wasservogel-Schutzgebiete ist. Wird sie überschritten, werden bei den meisten Arten die Lokalpopulationen so klein, daß sie aufgrund starker Fluktuationen in der Bestandsgröße (Standardabweichung 3 x Mittel) immer wieder als Brutvögel verschwinden.

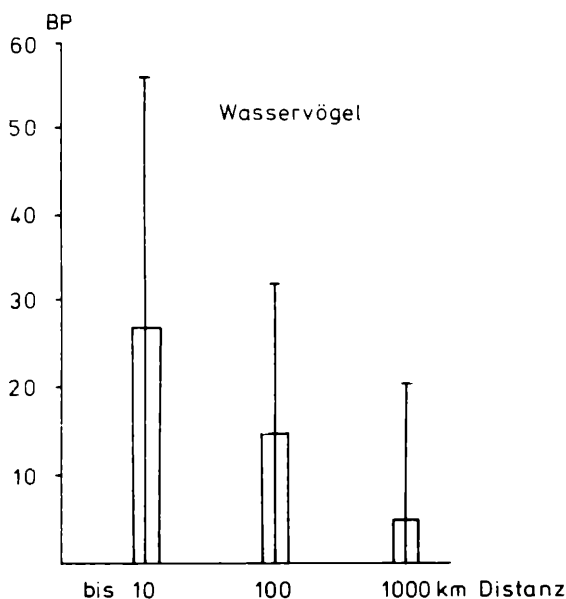


Abbildung 2

Beziehung zwischen Brutbestandsgröße und Distanz zu den nächsten Brutvorkommen bei Wasservögeln (mit Standardabweichung). Relation between size of breeding population (BP) and distance to nearest breeding sites in water birds (with standard deviation).

Daß diese Schlußfolgerung in der Tat zutrifft, geht aus Abb. 3 hervor. Sie zeigt, daß die Konstanz der Brutvorkommen (= Beständigkeit des jährlichen Auftretens als Brutvogelart) bis in eine Entfernung von rund 100 km fast unverändert hoch liegt, dann aber stark absinkt und nur noch 30 % erreicht. Gleichzeitig steigt die Zahl der Einzelbrutvorkommen (Bruten nur in ein bis zwei von 10 Jahren) stark an. Die Schlußfolgerung einer kritischen Distanz bei etwa 100 km erscheint daher auch von dieser Seite her gerechtfertigt.

Gewiß sind hier enge Abhängigkeiten von der lokalen Bestandsgröße gegeben: Je größer ein örtlicher Bestand, umso isolierter darf er sein und umgekehrt. So verwundert es nicht, daß die beiden einzigen Arten, deren nächste Vorkommen mehr als 100 km vom unteren Inn ent-

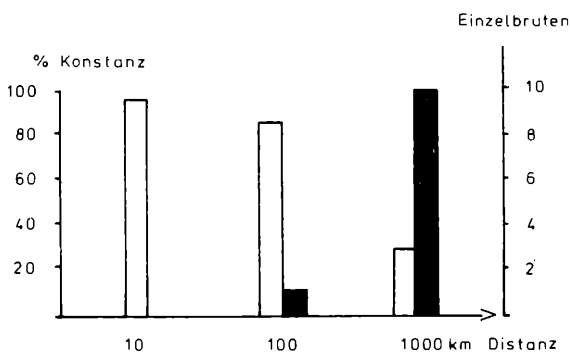


Abbildung 3

Abhängigkeit der Konstanz der Brutvorkommen und der Frequenz von Einzelbruten von der Distanz zu den nächsten Brutvorkommen. Relationship between breeding constancy and frequency of singular breeding and the distance of nearest breeding sites. Constancy in per cent.

fernt sind, und die mit hoher Konstanz Jahr für Jahr brüten, in mehr oder minder kopfstarken Kolonien nisten: Lachmöwe mit 500 bis 2600 Brutpaaren und Nachtreiher mit durchschnittlich 40 bis 80 Brutpaaren. Dagegen befindet sich unter den 12 Arten mit einem Brutbestand von weniger als 10 Paaren nur eine, die Schnatterente, die dennoch fast alljährlich als Brutvogel vorkommt.

Hieraus ergeben sich erste Anhaltspunkte zur Behandlung der Frage III nach den minimalen Bestandsgrößen einzelner Arten.

3.4 Minimalbestände

Für den Artenschutz ist häufig nicht so sehr das typische Artenspektrum eines Lebensraumes von Interesse gewesen als vielmehr die einzelne(n) gefährdete(n) Art(en). Die Schutzkonzepte entwickelten sich bis in jüngste Zeit dementsprechend primär als Artenschutzvorhaben. Nun kann allerdings durchaus der Fall auftreten, daß eine besonders seltene und schützenswerte Art in einem artenarmen Lebensraum vorkommt (der entsprechend der Beurteilung nach der Arten-Areal-Beziehung eine »schlechte« Benotung bekäme). Dennoch trifft auf diesen Fall das Minimum-Konzept in prinzipiell gleicher Weise zu. Es geht darum, wie groß der Bestand sein, bleiben oder werden muß, um in seiner (isolierten) Position im Schutzgebiet mit hinreichender Wahrscheinlichkeit überleben zu können.

Solche Angaben sind allerdings für die wenigsten Arten verfügbar, so daß zum gegenwärtigen Kenntnisstand nur reichlich indirekte Annahmen gemacht werden können. So wissen wir, daß Bestände unter 100 fortpflanzungsfähigen Individuen ganz bestimmt in höchster Gefahr des Aussterbens sind. Doch über ihre Austauschraten mit gleichartigen Beständen, die in größerer Entfernung noch vorkommen, wissen wir fast nichts.

So bleibt eigentlich vorerst nur die Möglichkeit, indirekte Schlüsse aus den vorausgegangenen Befunden zu ziehen. Zeigen diese doch, daß eine enge Verbindung zwischen Bestandsgröße und Überlebenswahrscheinlichkeit bzw. Konstanz des Vorkommens in einem bestimmten Areal besteht. Diese Abhängigkeit wird nach den Angaben in Abb. 2 und 3 bei den Wasservögeln offenbar tatsächlich im Größenbereich von etwa 100 Individuen kritisch, denn die Nachtreiher-Brutpaare liegen zusammen mit etwa einem Dutzend Nichtbrütern bei der starken Isolation ihrer Brutkolonie am unteren Inn mit mehr als 100 Individuen über dieser Grenze, aber die anderen, unregelmäßig brütenden Arten der Distanzklasse von mehr als 100 km ohne Ausnahme erheblich darunter. Wiederum vorsichtig geschlossen bedeutet dies, daß vermutlich bei 30 bis 40 Paaren der Grenzwert im starken Isolationsgrad (mehr als 100 km zum nächsten Vorkommen), bei 10 bis 20 Paaren bei geringem Isolationsgrad (bis 100 km Distanz) zu liegen kommt. Die Abmessungen des Schutzgebietes müssen daher je nach dem Grad der Isoliertheit gewählt wer-

den. Sie müssen jedoch mindestens so groß sein, daß die distanzabhängigen Minimalpopulationen darin überleben können.

Ein Schutzgebietskonzept für Vögel muß daher auf jeden Fall beide Dimensionen berücksichtigen, die Größe und die Entfernung.

4. Zusammenfassung

Das inselbiogeographische Modell der Arten-Areal-Beziehung liefert für die mitteleuropäischen Brutvögel recht präzise, quantitative Werte, die für die Konzeption von Vogelschutzgebieten von Bedeutung sind. Die für die Vögel Mitteleuropas zutreffenden Werte sind bestimmt worden. Die Formel lautet:

$S = 41,2 A^{0,14}$ (S = Artenzahl, A = Fläche, Areal). Die kritische Grenzgröße für ein Vogelschutzgebiet zur Erhaltung des durchschnittlichen Artenspektrums liegt bei $0,8 \text{ km}^2$. Kleinere Flächen zeigen einen raschen Artenverlust (Tab. 1). Für die quantitative Beurteilung des Artenspektrums einer Fläche eignet sich die Arten-Areal-Beziehung. Kriterien hierzu wurden vorgeschlagen (Tab. 2). Als kritische Distanz für die Entfernung zweier Schutzgebiete voneinander wurde für die Wasservögel ein Bereich um 100 km festgestellt. Die lokale Brutbestandsgröße ist offenbar auch in starkem Maße von der Entfernung zu den nächsten Brutvorkommen abhängig. Ähnlich deutlich wird die Abhängigkeit für die Konstanz des Auftretens von Brutvogelarten. Sie fällt bei Überschreitung der 100 km Distanz stark ab, während die Häufigkeit vereinzelter Brutens zunimmt. Als erste Anhaltspunkte für kritische Bestandsgrößen (von Wasservogelarten) wurden Werte von 30 bis 40 Paaren bei mehr als 100 km Distanz bzw. 10 bis 20 Paare bei weniger als 100 km Distanz zu den nächsten Brutvorkommen gefunden. Diese Angaben können dazu dienen, ein Konzept für Größe und Verteilung von Vogelschutzgebieten zu finden.

Summary

Island biogeographic aspects in the declaration of bird sanctuaries
The model of the species-area-relationship in island biogeography gives quite precise values for the breeding birds of Central Europe, which may be of some importance in the concepts of bird reservations. For Central Europe the formula takes the following values: $S = 41,2 A^{0,14}$ (S = species numbers, A = area). The critical lower size is reached with an area of $0,8$ square kilometres. Smaller areas show an increasing loss of species (cf tab. 1). The species-area-relationship may be used for a quantitative evaluation of the species richness of a certain area. Criteria have been given in tab. 2. For the distance of two preservation areas for water birds a value of about 100 kms was calculated. Local breeding stocks are heavily dependent on the distance to the nearest sites of other breeding populations. This relationship is found also for the constancy of breeding, which falls markedly

beyond the 100 km distance. At the same distance the incidence of singular breeding rises sharply. First hints at a minimum population size (for water birds) may be drawn from the material as well. For more than 100 km distance to the next breeding site the critical minimal population may be 30 to 40 breeding pairs. For distances below 100 kms a smaller number of 10 to 20 pairs can be sufficient for maintaining the local occurrence. These values present a frame for the shaping of concepts about the size and distribution of bird sanctuaries.

5. Literaturverzeichnis

(Von der umfangreichen biogeographischen Literatur werden nur die im Text genannten Arbeiten hier aufgeführt. Sie enthalten eine Fülle weiterer wichtiger Publikationen in ihren Literaturverzeichnissen!)

BANSE, G. & BEZZEL, E. (1984):
Artenzahl und Flächengröße am Beispiel der Brutvögel Mitteleuropas. – J. Orn. 125: 291–305.

MacARTHUR, R. H. (1972):
Geographical Ecology. – Harper & Row, New York.

MacARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1967):
The Theory of Island Biogeography. – Princeton University Press, Princeton, N. J.

REICHHOLF, J. (1976):
Ökologische Aspekte der Veränderung von Flora und Fauna in der Bundesrepublik Deutschland. – Schr. Reihe Vegetationskd. 10: 393–399.

– (1980):
Die Arten-Areal-Kurve von Vögeln in Mitteleuropa. – Anz. orn. Ges. Bayern 19: 13–26.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Josef Reichholf
Zoologische Staatssammlung
Maria-Ward-Str. 1 B
8000 München 19

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [7_1984](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef

Artikel/Article: [Inselökologische Aspekte der Ausweisung von Naturschutzgebieten für die Vogelwelt 57-61](#)