Beitr. Naturk. Niedersachsens 47 (1994): 111-120

Genauigkeit ornithologischer Siedlungsdichteschätzungen in Abhängigkeit vom Beobachtungsaufwand

Wolfgang Gerß

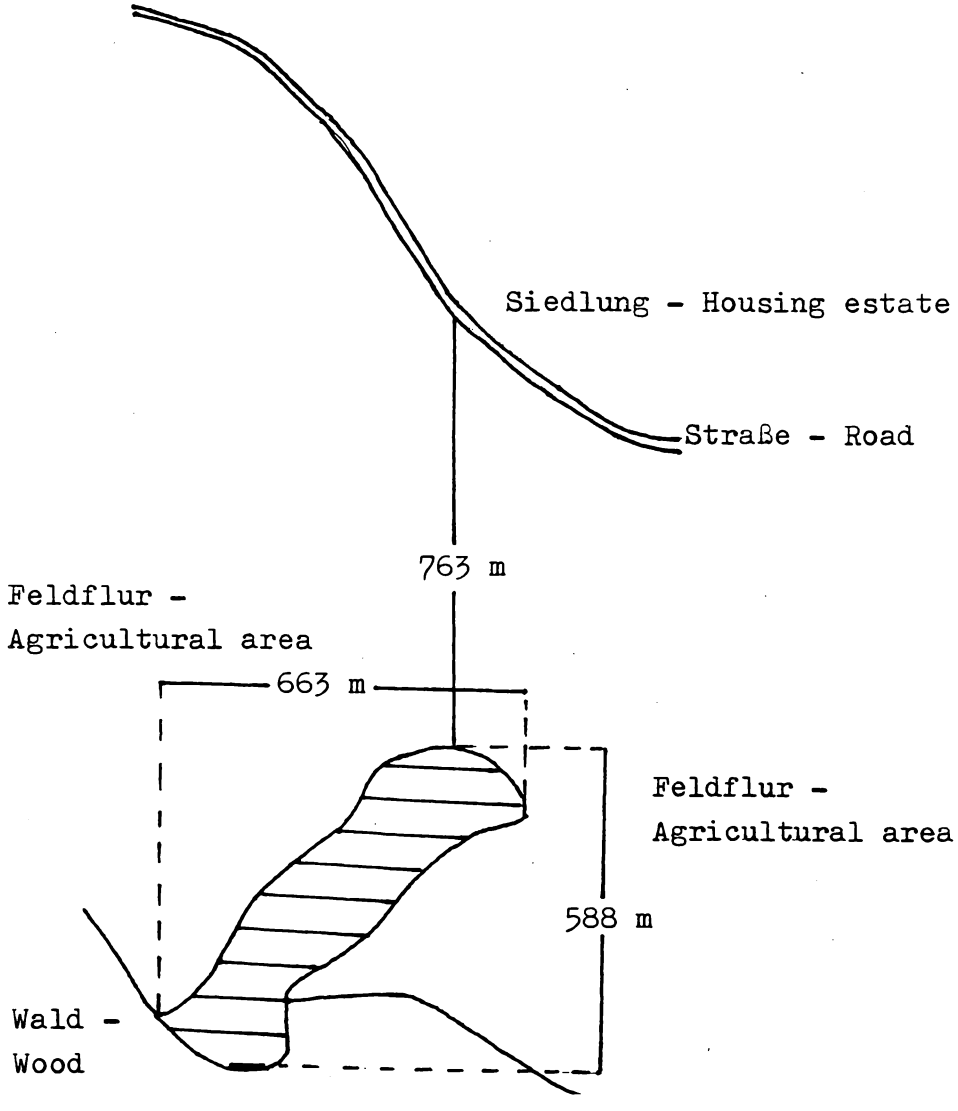
1. Fragestellung

Die Empfehlungen zur Ermittlung der Siedlungsdichte von Brutvögeln (ERZ et al. 1968, OELKE 1975, FLADE 1992, GNIELKA 1992) beziehen sich unter anderem auf die Mindestzahl der je Brutsaison durchzuführenden Kontrollgänge. Selbstverständlich ist die Siedlungsdichteschätzung um so genauer, je größer die Anzahl der Kontrollen ist; jedoch stellt sich die Frage, welchen Genauigkeitsverlust die Reduktion des Kontrollaufwands zur Folge hat. Möglicherweise ist eine wesentliche Verringerung des Aufwands mit einer nur verhältnismäßig geringen Vergrößerung des Schätzfehlers verbunden. Um die verfügbare Arbeitskapazität so effizient wie möglich einzusetzen, ist es daher wichtig, für jeden möglichen Beobachtungsaufwand den Fehler der Siedlungsdichteschätzung - d.h. die Abweichung von der wahren Siedlungsdichte - zu quantifizieren. Zu diesem Zweck habe ich die Abhängigkeit der Genauigkeit von der Anzahl der Kontrollen aufgrund von langjährigen eigenen Beobachtungen für ausgewählte Singvogelarten untersucht. Die beobachteten Daten wurden dabei zu simulierten Siedlungsdichteuntersuchungen (vgl. OPDAM & REIJNEN 1978) verwendet, indem die jeweiligen Auswirkungen schrittweiser Informationsreduktion auf die Berechnungsergebnisse ermittelt wurden.

2. Ausgangsdaten

Das Beobachtungsgebiet ist eine 10,38 ha große naturnahe Hochwaldfläche mit dominierendem Buchenanteil im niederbergischen Hügelland (Gemeinde Ratingen, Kreis Mettmann, Nordrhein-Westfalen). Hier habe ich in jedem der Jahre 1984 bis 1993 zwischen Mitte März und Mitte Juni am frühen Morgen 15 Kontrollgänge durchgeführt. Jede Kontrolle dauerte 150 Minuten und verlief auf derselben Route. Registriert wurden alle revieranzeigenden Verhaltensweisen der Vögel, insbesondere Gesänge. Häufungen der als Punkte auf einem Katasterkartenausschnitt eingetragenen Beobachtungen wurden als jeweils ein Brutrevier der betreffenden Vogelart gezählt, wenn sie innerhalb einer Brutsaison aus mindestens vier nahe beieinander liegenden Punkten bestanden und alle zugehörigen Punkte sich auf verschiedene Kontrolltage bezogen. Zur Anerkennung benachbarter Punktehäufungen als getrennte Reviere wurde in der Regel verlangt, daß sie mindestens einen Kontrollgang gemeinsam hatten. Ausnahmsweise wurden auch Häufungen mit ausschließlich verschiedenen Kontrollgängen als getrennte Reviere anerkannt, wenn sie sehr weit voneinander entfernt lagen. Ein artspezifisches Kriterium für die Entscheidung, ob die Entfernung zwischen zwei Häufungen "sehr weit" ist, ist aus der räumlichen Streuung der Punkte innerhalb der als Revier anerkannten Häufungen und damit aus der gewöhnlichen Reviergröße abzuleiten (Gerß 1992). Da das Beobachtungsgebiet fast vollständig von größeren offenen Flächen umgeben ist, konnten die Reviere der erfaßten Waldvögel eindeutig räumlich zugeordnet werden; d.h. Randsiedler, deren Reviere nur anteilsmäßig zu zählen wären, kamen nicht vor. Die vollständigen Ergebnisse der zehnjährigen Kartierung mit ausführlicher Beschreibung der Erfassungs- und Auswertungsmethoden wurden an anderer Stelle veröffentlicht (Gerß in Druck).

Karte: Lage der untersuchten Waldfläche (schraffiert) - Site of the investigated wood area (hatched)



Für die Genauigkeitsuntersuchung wurden aus der Gesamtheit der kartierten Vogelarten diejenigen ausgewählt, die in mindestens fünf Jahren jeweils mindestens fünf Reviere hatten. Damit wurden die folgenden zehn Arten in die Untersuchung einbezogen (in Klammern Berichtsjahre):Amsel (1984 bis 1993), Blaumeise (1984, 1988 bis 1993), Buchfink (1984 bis 1993), Goldammer (1984 bis 1990, 1992, 1993), Kohlmeise (1984 bis 1993), Mönchsgrasmücke (1984 bis 1993), Rotkehlchen (1984 bis 1993), Singdrossel (1984, 1986, 1988, 1990 bis 1993), Zaunkönig (1984 bis 1993), Zilpzalp (1984 bis 1993). Die Untersuchung der Variation der Siedlungsdichte beschränkt sich also auf häufige Arten; sie wäre mit dem hier angewendeten simulierenden Verfahren bei selteneren Arten weniger sinnvoll.

3. Simulationsrechnung

Für die Ermittlung der Siedlungsdichte von Singvögeln werden im allgemeinen weniger als 15 Kontrollgänge je Brutsaison als ausreichend angesehen (Literaturübersicht bei ZENKER 1980, S. 17). Die von mir durchgeführten 15 Kontrollen dürften gewährleisten, daß die daraus resultierende Anzahl der Reviere im Rahmen der angewendeten Methode als die "wahre" Anzahl und damit als Maßstab für die Genauigkeit weniger aufwendiger Untersuchungen verwendet werden kann. Abweichungen in der Revieranzahl, die sich bei Berücksichtigung von nur 14 oder weniger Kontrollgängen ergeben, sind somit als Schätzfehler zu interpretieren. Die im folgenden beschriebenen Berechnungen wurden gesondert für jede Vogelart und jedes Berichtsjahr durchgeführt.

Bei 15 Beobachtungstagen gibt es 15 Möglichkeiten, jeweils einen beliebigen Kontrollgang wegzulassen, also die Anzahl der Reviere aus 14 Kontrollen zu berechnen. Diese 15 Möglichkeiten wurden vollständig durchgerechnet. Es gibt 105 Möglichkeiten, unter Auslassung von jeweils zwei Kontrollgängen die Anzahl der Reviere aus 13 Kontrollen zu berechnen; von diesen Möglichkeiten wurden 15 nach einem Zufallsverfahren ausgewählt und durchgerechnet. Von den 455 Möglichkeiten, nach Aussonderung von jeweils drei Kontrollgängen die Anzahl der Reviere aus 12 Kontrollen zu berechnen, wurden ebenfalls 15 zufällig ausgewählt und durchgerechnet. Auch bei der Berechnung der Revieranzahl aus 11, 10 usw. bis 2 verbleibenden Kontrollen wurden jeweils 15 zufällig ausgewählte Möglichkeiten verwendet. Schließlich wurden noch sämtliche 15 Möglichkeiten, die Revieranzahl aus einem einzigen Kontrollgang zu ermitteln, in die Auswertung einbezogen. Auf diese Weise ergeben sich 32767 Möglichkeiten, Siedlungsdichteberechnungen aufgrund von mindestens 1 bis höchstens 15 Kontrollen durchzuführen; die Anzahl der hier realisierten Berechnungen beträgt je Art und Jahr insgesamt 211 einschließlich der zur "wahren" Siedlungsdichte führenden Berechnung aus 15 Kontrollen. Für alle Arten und Berichtsjahre zusammen wurden demnach 19623 Berechnungen durchgeführt. Dieser Aufwand war mit einem von mir vor längerer Zeit konzipierten ADV-Programm zur automatischen Abgrenzung von Brutrevieren zu bewältigen (Gerß 1984, vgl. auch NORTH 1977).

Während bei 15 Kontrollgängen zur Anerkennung eines Reviers mindestens 4 Beobachtungen gefordert werden, muß sich diese Anzahl bei weniger Kontrollen reduzieren. Es wäre zum Beispiel nicht sinnvoll, bei 4 Kontrollen zu verlangen, daß jedesmal revieranzeigende Verhaltensweisen beobachtet werden. Allerdings sollte die Mindestanzahl von Beobachtungen nicht in einem festen Verhältnis zu der variierten Anzahl der Kontrollen stehen, sondern ihr unterproportional folgen. So werden bei 10 Kontrollen 3 Beobachtungen (also weniger als ein Drittel) und bei 5 Kontrollen 2 Beobachtungen (mehr als ein Drittel) sowie wegen der notwendigen ganzzahligen Rundung bei 9 oder 8 Kontrollen ebenfalls 3 Beobachtungen und bei 7 oder 6 Kontrollen ebenfalls 2 Beobachtungen empfohlen (OELKE 1980). Um mein Programm für den automatischen Ablauf der Simulationsrechnung voll nutzen zu können, habe ich die Beziehung zwischen der Anzahl der Kontrollgänge (x) und der für ein gültiges Revier geforderten Mindestanzahl von Beobachtungen (y) in eine funktionale Form gebracht. Die Anpassung an die Empfehlungen wird am besten durch die Funktion $y = 0{,}25x + 0{,}75$ erreicht. Nach ganzzahliger Rundung der daraus errechneten y-Werte ergeben sich demnach als Vorgaben meiner Berechnungen für 1 bis 3 Kontrollen 1 Beobachtung, für 4 bis 7 Kontrollen 2 Beobachtungen, für 8 bis 11 Kontrollen 3 Beobachtungen und für 12 bis 15 Kontrollen 4 Beobachtungen.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnung sind für einige Vogelarten und Jahre in Abb. 1 in der Form von Vertrauensbereichen dargestellt. Diese Bereiche haben nichts mit dem Schluß von einer Stichprobe auf die Grundgesamtheit zu tun, sondern zeigen das Spektrum der tatsächlich durchgeführten Berechnungen auf; ich habe sie daher als "deskriptiv" bezeichnet. Das zentrale 60 %-Intervall ergibt sich jeweils nach Eliminierung von 20 % der Berechnungen mit den größten und von 20 % der Berechnungen mit den kleinsten Revieranzahlen aus der Gesamtheit der zu einer bestimmten Anzahl von Kontrollen durchgeführten Berechnungen. Die angegebene Spannweite zwischen der maximalen und der minimalen Revieranzahl stellt demnach das 100 %-Intervall dar. In den Tabellen wird für sämtliche in die Untersuchung einbezogene Vogelarten über alle Berichtsjahre gezeigt, wie der Anteil der im Sinne der Fragestellung fehlerfrei (Tab. 1) bzw. höchstens um 20 % fehlerhaft (Tab. 2) geschätzten Revieranzahlen an den Ergebnissen der insgesamt durchgeführten Berechnungen und wie der relative Schätzfehler der ermittelten Revieranzahlen nach Betrag (Tab. 3) bzw. nach Betrag und Vorzeichen (Tab. 4) durchschnittlich in Abhängigkeit von der Anzahl der Kontrollgänge variiert.

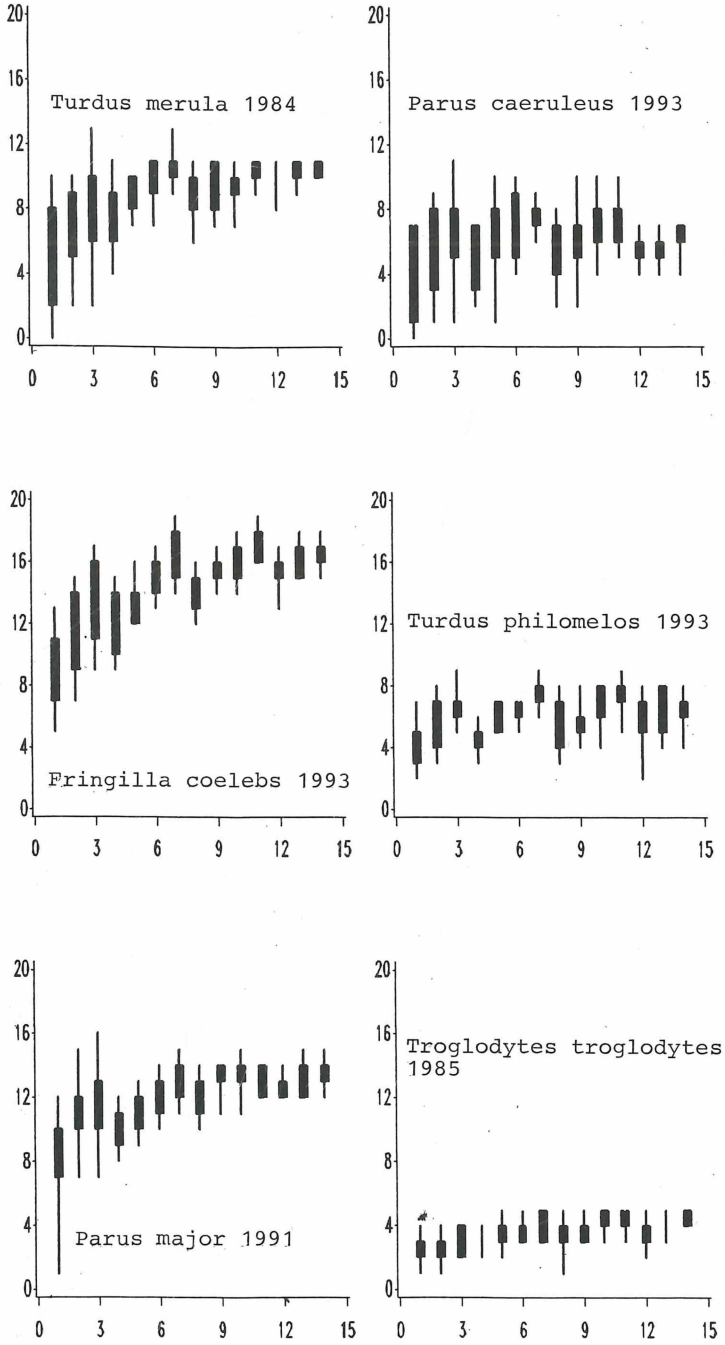
Vogel-	Anzahl der Kontrollgänge je Brutsaison														
art	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Amsel	1	0,68	0,39	0,20	0,36	0,39	0,27	0,14	0,39	0,24	0,10	0,03	0,11	0,09	0,03
Blaumeise	1	0,65	0,50	0,37	0,38	0,37	0,26	0,16	0,25	0,26	0,20	0,13	0,18	0,18	0,10
Buchfink	1	0,71	0,59	0,39	0,44	0,44	0,32	0,24	0,31	0,28	0,15	0,08	0,18	0,10	0,03
Goldammer	1	0,87	0,78	0,57	0,36	0,47	0,45	0,39	0,30	0,36	0,36	0,32	0,21	0,30	0,20
Kohlmeise	1	0,70	0,55	0,32	0,35	0,31	0,29	0,14	0,21	0,29	0,13	0,06	0,15	0,12	0,01
Mönchsgrasmücke	1	0,90	0,67	0,55	0,59	0,53	0,42	0,30	0,43	0,38	0,22	0,17	0,15	0,19	0,07
Rotkehlchen	1	0,61	0,43	0,27	0,41	0,39	0,27	0,19	0,33	0,25	0,15	0,05	0,18	0,12	0,01
Singdrossel	1	0,51	0,33	0,21	0,30	0,35	0,30	0,31	0,31	0,34	0,20	0,12	0,28	0,22	0,12
Zaunkönig	1	0,84	0,69	0,57	0,54	0,59	0,55	0,49	0,45	0,41	0,45	0,35	0,26	0,31	0,17
Zilpzalp	1	0,84	0,73	0,63	0,63	0,56	0,59	0,43	0,46	0,46	0,43	0,31	0,38	0,38	0,22

Tab. 1:
Anteil der fehlerfreien Schätzwerte an der Anzahl sämtlicher Schätzwerte für die Anzahl der Brutreviere ausgewählter Vogelarten in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Kontrollen. - Share of the faultless estimates in the total number of estimates for the number of breeding territories of selected bird species in dependence on the frequency of checks.

Vogel-	Anzahl der Kontrollgänge je Brutsaison														
art	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Amsel	1	0,95	0,85	0,73	0,88	0,81	0,64	0,53	0,84	0,69	0,51	0,23	0,44	0,29	0,15
Blaumeise	1	0,79	0,71	0,58	0,66	0,54	0,49	0,34	0,52	0,47	0,4	0,28	0,43	0,37	0,21
Buchfink	1	1	0,96	0,95	0,94	0,97	0,94	0,81	0,89	0,94	0,71	0,51	0,58	0,43	0,17
Goldammer	1	0,95	0,91	0,80	0,50	0,64	0,64	0,61	0,39	0,52	0,56	0,56	0,32	0,50	0,34
Kohlmeise	1	0,99	0,97	0,95	0,97	0,97	0,89	0,75	0,91	0,85	0,69	0,46	0,73	0,57	0,18
Mönchsgrasmücke	1	0,99	0,93	0,89	0,87	0,82	0,88	0,67	0,79	0,79	0,69	0,53	0,47	0,59	0,39
Rotkehlchen	1	0,94	0,90	0,79	0,91	0,87	0,80	0,71	0,89	0,85	0,68	0,37	0,63	0,47	0,17
Singdrossel	1	0,78	0,61	0,46	0,62	0,63	0,53	0,50	0,63	0,54	0,34	0,19	0,36	0,28	0,18
Zaunkönig	1	1	0,99	0,94	0,95	0,95	0,90	0,87	0,87	0,86	0,89	0,80	0,78	0,79	0,57
Zilpzalp	1	0,99	0,99	0,97	0,97	0,93	0,95	0,93	0,87	0,87	0,85	0,81	0,72	0,83	0,63

Tab. 2:
Anteil der höchstens um 20 % fehlerhaften Schätzwerte an der Anzahl sämtlicher Schätzwerte für die Anzahl der Brutreviere ausgewählter Vogelarten in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Kontrollen. - Share of the faulty (at most by 20 %) estimates in the total number of estimates for the number of breeding territories of selected bird species in dependence on the frequency of checks.

Abb. 1:
Deskriptive Vertrauensbereiche für die Anzahl der Brutreviere ausgewählter Vogelarten und Jahre in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Kontrollen. Horizontale Achse: Anzahl der Kontrollen je Brutsaison. Vertikale Achse: Anzahl der Brutreviere. Dicke Linie: Zentrales 60 % - Intervall. Dünne Linie: Spannweite zwischen maximalem und minimalem Wert. Weitere Erläuterungen im Text. Descriptive confidence intervals for the number of breeding territories of selected bird species and years in dependence on the frequency of checks. Horizontal axis: Number of checks in every breeding season. Vertical axis: Number of breeding territories. Thick line: Central 60 %-interval. Thin line: Range between the maximum and the minimum value. Further explanation in the text.



4. Schlußfolgerung

Der Anteil der fehlerfreien Schätzwerte an der Anzahl sämtlicher Schätzwerte kann als Wahrscheinlichkeit interpretiert werden, mit einer bestimmten Kontrollhäufigkeit exakt (Tab. 1) oder "ungefähr" (Tab. 2) die wahre Anzahl der Brutreviere zu ermitteln. Im Rahmen der Versuchsannahmen beträgt diese Wahrscheinlichkeit bei 15 Kontrollgängen definitionsgemäß 1. Sie nimmt für alle Vogelarten mit der Verringerung der Anzahl der Kontrollen stark ab. Diese Abnahme erfolgt jedoch nicht kontinuierlich, sondern tendenziell unter mehr oder weniger deutlich ausgeprägten regelmäßigen Schwankungen. Die Anteilswerte in Tab. 1 und Tab. 2 erreichen mit der Verringerung der Anzahl der Kontrollen für jede Vogelart drei lokale Minima (meist bei 12, 8 und 4 Kontrollgängen) und drei lokale Maxima (meist bei 10 oder 11, 6 oder 7 und 3 Kontrollgängen). Die Lage dieser Extremwerte ist offensichtlich methodisch bedingt: Die Wahrscheinlichkeit der Ermittlung der wahren Revieranzahl hängt auch von der zur Anerkennung eines Reviers zwangsläufig ganzzahlig vorgegebenen Mindestanzahl von Beobachtungen ab; sie korreliert negativ mit dem Quotienten "Mindestanzahl von Beobachtungen je Revier, dividiert durch Anzahl der Kontrollen".

Vogel-	Anzahl der Kontrollgänge je Brutsaison														
art	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Amsel	0	0,05	0,10	0,15	0,10	0,11	0,16	0,21	0,10	0,16	0,22	0,32	0,28	0,32	0,45
Blaumeise	0	0,06	0,09	0,12	0,10	0,13	0,16	0,19	0,14	0,15	0,17	0,22	0,19	0,22	0,32
Buchfink	0	0,03	0,05	0,07	0,07	0,07	0,09	0,12	0,10	0,10	0,15	0,22	0,19	0,25	0,38
Goldammer	0	0,02	0,04	0,09	0,17	0,13	0,13	0,14	0,22	0,16	0,15	0,16	0,28	0,20	0,27
Kohlmeise	0	0,03	0,05	0,09	0,07	0,08	0,10	0,15	0,11	0,11	0,16	0,23	0,16	0,21	0,40
Mönchsgrasmücke	0	0,01	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,17	0,12	0,12	0,17	0,23	0,28	0,25	0,42
Rotkehlchen	0	0,06	0,09	0,13	0,08	0,10	0,13	0,16	0,10	0,12	0,17	0,26	0,17	0,24	0,37
Singdrossel	0	0,07	0,11	0,15	0,12	0,11	0,13	0,15	0,14	0,14	0,17	0,24	0,22	0,24	0,33
Zaunkönig	0	0,02	0,05	0,08	0,07	0,06	0,08	0,10	0,10	0,11	0,09	0,14	0,16	0,15	0,23
Zilpzalp	0	0,02	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,09	0,09	0,09	0,10	0,13	0,14	0,12	0,21

Tab. 3: Durchschnittlicher relativer Fehler (Abweichung "geschätzter Wert zum wahren Wert" dividiert durch den wahren Wert) der Schätzwerte für die Anzahl der Brutreviere ausgewählter Vogelarten in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Kontrollen. - Average relative error (deviation "estimated value to the true value" divided by the true value) of the estimates for the number of breeding territories of selected bird species in dependence on the frequency of checks.

Vogel-	Anzahl der Kontrollgänge je Brutsaison														
art	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Amsel	0	-0,05	-0,10	-0,15	-0,08	-0,11	-0,16	-0,21	-0,07	-0,13	-0,22	-0,32	-0,21	-0,31	-0,45
Blaumeise	0	-0,03	-0,06	-0,11	-0,00	-0,05	-0,10	-0,15	+0,01	-0,03	-0,11	-0,18	-0,02	-0,14	-0,30
Buchfink	0	-0,02	-0,04	-0,06	+0,02	-0,01	-0,05	-0,11	+0,04	-0,04	-0,13	-0,21	-0,11	-0,23	-0,38
Goldammer	0	+0,00	-0,01	-0,05	+0,13	+0,07	+0,01	-0,04	+0,18	+0,09	-0,01	-0,09	+0,17	-0,05	-0,21
Kohlmeise	0	-0,02	-0,04	-0,08	-0,03	-0,05	-0,08	-0,15	-0,04	-0,08	-0,15	-0,23	-0,08	-0,20	-0,40
Mönchsgrasmücke	0	-0,01	-0,04	-0,07	+0,01	-0,02	-0,06	-0,14	+0,07	-0,05	-0,14	-0,22	-0,15	-0,20	-0,40
Rotkehlchen	0	-0,04	-0,08	-0,12	-0,00	-0,07	-0,12	-0,16	-0,02	-0,07	-0,15	-0,26	-0,03	-0,22	-0,37
Singdrossel	0	-0,02	-0,06	-0,11	+0,04	-0,00	-0,08	-0,13	+0,07	-0,03	-0,13	-0,22	-0,10	-0,22	-0,31
Zaunkönig	0	-0,02	-0,04	-0,07	+0,02	-0,01	-0,06	-0,09	+0,02	-0,00	-0,06	-0,13	+0,04	-0,09	-0,23
Zilpzalp	0	-0,00	-0,02	-0,04	+0,01	-0,00	-0,02	-0,06	+0,04	+0,02	-0,05	-0,10	+0,07	-0,06	-0,21

Tab. 4: Durchschnittlicher relativer Fehler (Differenz "geschätzter Wert minus wahrer Wert" dividiert durch den wahren Wert) der Schätzwerte für die Anzahl der Brutreviere ausgewählter Vogelarten in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Kontrollen. - Average relative error (difference "estimated value minus true value" divided by the true value) of the estimates for the number of breeding territories of selected bird species in dependence on the frequency of checks.

Der Verlauf des Wertes dieses Quotienten in Abhängigkeit von der Anzahl der Kontrollen weist zwischen 3 und 4 Kontrollen (mindestens 1 bzw. 2 Beobachtungen), zwischen 7 und 8 Kontrollen (2 bzw. 3 Beobachtungen) und zwischen 11 und 12 Kontrollen (3 bzw. 4 Beobachtungen) jeweils einen Niveausprung auf. Danach ist es grundsätzlich günstig, für so weit wie möglich wahre Siedlungsdichteschätzungen entweder 3 oder 7 oder 11 Kontrollgänge durchzuführen, wenn der Beobachtungsaufwand auf weniger als 15 Kontrollgänge begrenzt werden soll. Die Durchführung von 4 oder 8 oder 12 Kontrollgängen ist dagegen extrem ungünstig.

Aus Tab. 1 und Tab. 2 ist zu ersehen, wieviele Kontrollen bei den einzelnen Vogelarten notwendig sind, um eine bestimmte Mindestwahrscheinlichkeit der ermittelten Siedlungsdichte zu erreichen. Wenn die Wahrscheinlichkeit, mit dem Beobachtungsergebnis exakt (Tab. 1) die wahre Anzahl der Reviere gefunden zu haben, z.B. mindestens 50 % betragen soll, so sind die folgenden Kontrollhäufigkeiten erforderlich: Amsel 14, Blaumeise 14, Buchfink 13, Goldammer 12, Kohlmeise 13, Mönchsgrasmücke 10, Rotkehlchen 14, Singdrossel 14, Zaunkönig 9, Zilpzalp 9. Da in Tab. 2 generell eine um bis zu 20 % fehlerhafte Schätzung der wahren Anzahl der Reviere in Kauf genommen wird, ist die Trefferquote hier jeweils höher als in Tab. 1. Die gewünschte Mindestwahrscheinlichkeit, einen innerhalb der zugelassenen Fehlerspanne liegenden Schätzwert zu ermitteln, wird daher hier mit wesentlich geringerem Beobachtungsaufwand erreicht. Die Wahrscheinlichkeit 50 % erfordert nach Tab. 2 die folgenden Kontrollhäufigkeiten: Amsel 5, Blaumeise 7, Buchfink 3, Goldammer 4, Kohlmeise 2, Mönchsgrasmücke 2, Rotkehlchen 3, Singdrossel 6, Zaunkönig 1, Zilpzalp 1. Die Reihenfolge der Vogelarten nach der erforderlichen Kontrollhäufigkeit ist somit in Tab. 1 und Tab. 2 ähnlich, stimmt aber nicht überein. Geringere Genauigkeitsanforderungen führen am meisten bei Kohlmeisen und Rotkehlchen, am wenigsten bei Blaumeisen zu einer Reduktion der notwendigen Anzahl der Kontrollen.

Der durchschnittliche relative Fehler - in Bezug auf den wahren Wert gemessen als Abweichung ohne Berücksichtigung ihrer Richtung (Tab. 3) oder als vorzeichenbehaftete Differenz (Tab. 4) - der Schätzwerte für die Anzahl der Brutreviere beträgt bei 15 Kontrollgängen definitionsgemäß Null und nimmt mit der Verringerung der Anzahl der Kontrollen tendenziell zu. Auch in dieser Zunahme zeigen sich die erwähnten methodisch bedingten Schwankungen mit lokalen Maxima meist bei 12, 8 und 4 Kontrollgängen (entsprechend den Minima der Anteilswerte in Tab. 1 und Tab. 2) und lokalen Minima meist bei 11, 7 und 3 Kontrollgängen (entsprechend den Maxima der Anteilswerte). Aus Tab. 3 ergibt sich, wieviele Kontrollen bei den einzelnen Vogelarten notwendig sind, wenn eine bestimmte durchschnittliche prozentuale Abweichung der Schätzwerte vom jeweiligen wahren Wert der Anzahl der Reviere nicht überschritten werden soll. Wenn der auf diese Weise definierte Schätzfehler z.B. kleiner als 10 % sein soll, sind die folgenden Kontrollhäufigkeiten erforderlich: Amsel 11, Blaumeise 11, Buchfink 6, Goldammer 12, Kohlmeise 10, Mönchsgrasmücke 9, Rotkehlchen 10, Singdrossel 14, Zaunkönig 5, Zilpzalp 5. In Tab. 4 wurde der durchschnittliche Fehler unter Berücksichtigung der - sich ggf. tendenziell ausgleichenden - Vorzeichen der Differenz zum wahren Wert berechnet und ist daher in der Regel kleiner als in Tab. 3. Die Einhaltung eines Schätzfehlers von weniger als 10 % wird nach Tab. 4 bereits mit den folgenden Kontrollhäufigkeiten erreicht: Amsel 7, Blaumeise 3, Buchfink 6, Goldammer 2, Kohlmeise 3, Mönchsgrasmücke 6, Rotkehlchen 3, Singdrossel 6, Zaunkönig 2, Zilpzalp 2. Da selbst sehr große positive und negative Schätzfehler im Extremfall zu einem arithmetischen Mittel von Null führen können und die von Tab. 3 stark abweichenden Ergebnisse der Tab. 4 daher die erreichbare

Genauigkeit zu optimistisch darstellen, sollte die Bestimmung der Anzahl der Kontrollen nach Tab. 3 statt nach Tab. 4 erfolgen. Tab. 4 ist dagegen wichtig zur Beurteilung der Richtung der Schätzfehler: Negative Vorzeichen bedeuten eine Unterschätzung, positive eine Überschätzung der wahren Werte. Auffällig ist, daß bei fast allen Kontrollhäufigkeiten für die Gesamtheit der untersuchten Vogelarten negative Vorzeichen entweder ausschließlich vorkommen oder bei weitem überwiegen. Nur bei der Durchführung von 11 oder 7 Kontrollen überwiegen die positiven Vorzeichen; bei 3 Kontrollen haben sie immerhin einen nennenswerten Anteil. Diese Kontrollhäufigkeiten sind diejenigen, die sich bei der Untersuchung der Wahrscheinlichkeit der Ermittlung richtiger Schätzwerte und der Größe der Schätzfehler als die in Bezug auf den Beobachtungsaufwand effizientesten erwiesen haben. Siedlungsdichteuntersuchungen mit reduzierter und daher suboptimaler Anzahl der Kontrollgänge führen somit in der Regel zu einer Unterschätzung der Anzahl der Brutreviere; lediglich bei den hier als besonders günstig empfohlenen Kontrollhäufigkeiten wird diese Verzerrung tendenziell kompensiert oder sogar zu einer Überschätzung überkompensiert. Die Betrachtung der einzelnen Vogelarten läßt Unterschiede erkennen. Nur bei Amseln, Kohlmeisen und Rotkehlchen führen alle 14 in die Simulationsrechnung einbezogenen Kontrollhäufigkeiten zu negativen durchschnittlichen Schätzfehlern; die Erfassung dieser Arten scheint somit am stärksten der Gefahr der Unterschätzung ausgesetzt zu sein. Parität negativer und positiver Schätzfehler wird unter den untersuchten Arten nur bei den Goldammern erreicht.

Die Abbildung stellt am Beispiel ausgewählter Vogelarten und Berichtsjahre dar, wie die bei den einzelnen Simulationsrechnungen ermittelte Anzahl der Reviere in Abhängigkeit von der von 1 bis 15 fortlaufend zunehmenden Anzahl der Kontrollgänge variiert. Derartige Darstellungen werden vom Programm für jede Art und jedes Jahr automatisch erstellt. Die bei meinen Untersuchungen angefertigten insgesamt 93 Darstellungen haben gemeinsam, daß die Simulationsergebnisse mit zunehmender Kontrollhäufigkeit in keinem Fall einem abnehmenden Trend folgen und in keinem Fall eine nachhaltig zunehmende Streuung aufweisen. In 53 Fällen kommt ein Aufwärtstrend, in 40 Fällen kein deutlicher Trend vor. In 69 Fällen nimmt die Streuung ab, in 24 Fällen bleibt sie tendenziell gleich. Der Aufwärtstrend ist bei 45 Fällen mit abnehmender und bei 8 Fällen mit gleichbleibender Streuung, das Fehlen eines Trends bei 24 Fällen mit abnehmender und bei 16 Fällen mit gleichbleibender Streuung kombiniert. Die Abbildung enthält für die dominierende Kombination "Aufwärtstrend/abnehmende Streuung" drei Beispiele (Amsel 1984, Buchfink 1993, Kohlmeise 1991)sowie jeweils ein Beispiel für die Kombinationen "kein Trend/Streuung abnehmend" (Blaumeise 1993), "kein Trend/Streuung gleichbleibend" (Singdrossel 1993) und "Aufwärtstrend/Streuung gleichbleibend" (Zaunkönig 1985). Ein Aufwärtstrend bedeutet generell, daß die bei geringer Kontrollhäufigkeit sehr oft unterschätzte Anzahl der Reviere sich mit zunehmendem Beobachtungsaufwand auf das bei 15 Kontrollgängen angenommene wahre Niveau der Siedlungsdichte hebt. Die abnehmende Streuung zeigt, daß die bei geringer Kontrollhäufigkeit sich sehr stark unterscheidenden möglichen Schätzwerte der Siedlungsdichte mit zunehmendem Beobachtungsaufwand gegen den wahren Wert konvergieren. Die Betrachtung der einzelnen Vogelarten läßt Unterschiede in der Verteilung auf die hier definierten Typen des Trends und der Streuung erkennen. Der Normaltyp "Aufwärtstrend/abnehmende Streuung" tritt bei Amseln, Buchfinken, Kohlmeisen und Mönchsgrasmücken in jedem oder fast jedem Jahr auf. Der Typ "kein Trend/Streuung abnehmend" überwiegt bei Goldammern und Blaumeisen und erscheint bei Rotkehlchen gleich häufig wie der Normaltyp und bei Zaunkönigen gleich häufig wie der Typ "kein Trend/Streuung gleichbleibend". Bei Zilpzalpen herrscht der Typ "kein Trend/Streuung gleichbleibend" deutlich vor. Bei

Singdrosseln ist keine Konzentration auf einen bestimmten Typ feststellbar. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die Erhöhung des Beobachtungsaufwands sich artspezifisch unterschiedlich auf die Fehlerreduktion auswirkt, und zwar verringern sich der Zufallsfehler - der sich in der Streuung der aus jeweils einer Kontrollgangsanzahl resultierenden Schätzwerte ausdrückt - und der in der Unterschätzung bestehende systematische Fehler gleichermaßen bei Amseln, Buchfinken, Kohlmeisen und Mönchsgrasmücken, während bei Goldammern, Blaumeisen und Rotkehlchen vor allem der Zufallsfehler eliminiert wird. Bei Zilpzalpen reduziert sich weder der systematische noch der Zufallsfehler in merklichem Umfang; diese Art erfordert anscheinend nur sehr wenige Kontrollgänge zur Ermittlung hinreichend genauer Ergebnisse (KAISER & BAUER 1994). Bei Zaunkönigen und Singdrosseln lassen meine Daten im Hinblick auf die beiden Fehlerkomponenten und die Veränderung des Gesamtfehlers keine eindeutige Aussage zu.

Die graphischen Darstellungen zeigen auch für jede Vogelart und jedes Jahr, welche Reduktion des Beobachtungsaufwands höchstens zulässig gewesen wäre, wenn die Streuung der möglichen Siedlungsdichteschätzwerte ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreiten soll. So ist z.B. abzulesen, wei weit man die Anzahl der Kontrollen verringern kann, so daß bei dem betrachteten oder einem größeren Beobachtungsaufwand die Spannweite der jeweils einer Kontrollgangsanzahl zuzuordnenden Schätzwerte der Anzahl der Reviere höchstens 3 beträgt. Diese einer bestimmten Mindestanforderung an die Genauigkeit der Siedlungsdichteschätzung genügende Anzahl der Kontrollen variiert sowohl nach Vogelarten als auch nach Berichtsjahren. Sie ist im Durchschnitt des ganzen Untersuchungszeitraums bei Singdrosseln mit 11 bis 12 besonders groß. Bei Amseln, Buchfinken und Kohlmeisen beträgt diese durchschnittliche Anzahl 10 bis 11. Bei Rotkehlchen, Mönchsgrasmücken und Blaumeisen wird die Spannweite 3 mit 9 bis 10 Kontrollen eingehalten. Bei Goldammern und Zaunkönigen führt diese Genauigkeitsanforderung zu 6 bis 7 Kontrollen. Bei Zilpzalpen reichen dazu durchschnittlich 4 bis 5 Kontrollen aus.

Zusammenfassung

Auf einer Waldfläche im niederbergischen Hügelland (Nordrhein-Westfalen) wurde die Siedlungsdichte von Brutvögeln nach der Revierkartierungsmethode über einen Zeitraum von zehn Jahren sehr genau erfaßt. Diese Daten wurden zu Simulationsrechnungen verwendet, um die Genauigkeit der Siedlungsdichteschätzung in Abhängigkeit von der Anzahl der je Brutsaison durchgeführten Kontrollgänge zu untersuchen. In die Untersuchung wurden die zehn im Beobachtungsgebiet häufigsten Vogelarten einbezogen *(Turdus merula, Parus caeruleus, Fringilla coelebs, Emberiza citrinella, Parus major, Sylvia atricapilla, Erithacus rubecula, Turdus philomelos, Troglodytes troglodytes, Phylloscopus collybita).* Für jede Art wird gezeigt, wie sich das Niveau und die Streuung der möglichen Schätzwerte der Siedlungsdichte verändern, wenn der Beobachtungsaufwand und damit die verfügbare Information schrittweise reduziert wird. Die Verringerung der Anzahl der Kontrollen führt - artspezifisch unterschiedlich - nicht nur zu einer Vergrößerung des Zufallsfehlers der geschätzten Siedlungsdichte, sondern in der Regel auch zu einer systematischen Unterschätzung der Anzahl der Brutreviere.

Summary

Accuracy of ornithological abundance estimations in dependence on the expenditure of observation time

In a wood area in the Lower Berg hill district (North-Rhine-Westphalia) the abundance of breeding birds was registered very exactly over a period of ten years by the territory mapping method. These data were used for simulating computations in order to investigate the accuracy of the abundance estimation in dependence on the number of checks carried out in every breeding season. The investigation covers those ten bird species that were most frequent in the observation area *(Turdus merula, Parus caeruleus, Fringilla coelebs, Emberiza citrinella, Parus major, Sylvia atricapilla, Erithacus rubecula, Turdus philomelos, Troglodytes troglodytes, Phylloscopus collybita)*. It is shown for each species how the level and the dispersion of the possible estimates of the abundance change by a stepwise reduction of the expenditure of observation time and with this the disposable information. The diminution of the number of checks leads - varying by species - not only to an increase of the random error of the estimated abundance, but also, usually, to a systematic underestimation of the number of breeding territories.

Literatur

Erz, W., H. Mester, R. Mulsow, H. Oelke & K. Puchstein (1968): Empfehlungen für Untersuchungen der Siedlungsdichte von Sommervogelbeständen. - Vogelwelt 89: 69 - 78.

Flade, M. (1992): Langzeituntersuchungen der Bestände häufiger deutscher Brutvögel: Stand und Perspektiven. - Vogelwelt 113 (1): 2-20.

Gerß, W. (1984): Automatische Revierabgrenzung bei Siedlungsdichteuntersuchungen. - J. Orn. 125(2): 189-199.

Ders. (1992): Beispiele zur Klassifikation avifaunistischer Daten. - In: H. Goebl & M. Schader (Hrsg.): Datenanalyse, Klassifikation und Informationsverarbeitung; Methoden und Anwendungen in verschiedenen Fachgebieten. Physica-Verlag, Heidelberg, 103-114.

Ders. (1994): Entwicklung der Siedlungsdichte von Brutvögeln auf einer Dauerprobefläche im Rheinland. - Charadrius (in Druck).

Gnielka, R. (1992): Möglichkeiten und Grenzen der Revierkartierungsmethode. - Vogelwelt 113 (4-5): 231-240.

Kaiser, A. & H.-G. Bauer (1994): Zur Bestimmung der Populationsgröße von Brutvögeln mit der Fang-Wiederfang-Methode und gängigen Kartierungsmethoden. - Vogelwarte 37 (3): 206-231

North, P.M. (1977): A novel clustering method for estimating numbers of bird territories. - Journal of the Royal Statistical Society Series C 26(2): 149-155.

Oelke, H. (1975): Empfehlungen für Siedlungsdichteuntersuchungen sogenanner schwieriger Arten. - Vogelwelt 96: 148-158.

Ders. (1980): Siedlungsdichte.-In: E. Bezzel & G. Thielcke (Hrsg.): Praktische Vogelkunde. Kilda-Verlag, Greven, 34-45.

Opdam, P. & R. Reijnen (1978): Zur Methodik der Waldvogelbestandserfassungen. - In: Gesellschaft Rheinischer Ornithologen (Hrsg.): Neue Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Vögel, Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes Heft 11. Düsseldorf, 77-84.

Zenker, W. (1980): Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Vögel in einem naturnahen Eichen-Ulmen-Auenwald im Erfttal (Naturschutzgebiet Kerpener Bruch). - Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes Heft 13. Kilda-Verlag, Greven.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Wolfgang Gerß, Eifelstraße 14, D 42579 Heiligenhaus

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 47

Autor(en)/Author(s): Gerß Wolfgang

Artikel/Article: Genauigkeit ornithologischer Siedlungsdichteschätzungen in Abhängigkeit vom Beobachtungsaufwand 111-120