

Transektbasiertes Vogelmonitoring in Naturwaldreservaten

Ein Methodenvergleich mit Revierkartierung und Punktzählung

Von Eckhard Jedicke

Zusammenfassung

Zur Erfassung von Brutvogelbeständen dient fast ausschließlich die Revierkartierung auf Probeflächen. Problematisch erscheint aber sowohl der hohe Zeit- und damit Kostenaufwand für diese Methode als auch die stets enthaltene Subjektivität bei der Auswertung, welche sie für den Nachweis feiner Veränderungen in der Raumstruktur von Naturwaldreservaten und für die Analyse von Differenzen zu bewirtschafteten Vergleichsflächen nur sehr bedingt eignen lässt. Daher wurde am Beispiel des Buchen-Naturwaldreservats Watten- und Hundsberg (Forstamt Wolfhagen, Nordhessen) auf 75,8 ha Gesamtfläche ein Methodenvergleich von Revierkartierung, Transektkartierung und Punktzählung durchgeführt. Dieser ergibt keine statisch abgesicherten Unterschiede – mit Ausnahme der nistökologischen Gilden im Naturwaldreservat, bei denen die Resultate der Punktzählungen signifikant unterschiedlich sind.

Wird die Häufigkeit der Begehung bei der Transektkartierung von sieben auf fünf reduziert, verringert sich die zu erwartende Artenzahl auf 90 bis 92 %, bei den Punktzählungen auf 92 bis 94 %. Ein Vergleich des Zeitaufwands für die Geländearbeit zeigt, dass die Revierkartierung mit 30,7 h die mit Abstand aufwendigste Methode darstellt, die Transektkartierung mit 9,1 h bzw. bei Reduktion auf fünf Begehungen mit 6,5 h die zeiteffektivste.

Für die Zukunft wird empfohlen, ornithologische Untersuchungen mittels Transektkartierung als die zeit- und ergebniseffizienteste Erfassungsmethode standardmäßig zur zoologischen Beobachtung in den Naturwaldreservaten einzusetzen. Dabei sollten jeweils drei aufeinander folgende Jahre untersucht werden, um dann nach einer siebenjährigen Pause vom 11. bis zum 13. Jahr die nächste Untersuchungsperiode anzuschließen.

Summary

Bird Monitoring in Nature Forest Reserves Based on Transects – Comparison of methods: mapping territories or point counts

Surveys of breeding birds are mainly conducted by mapping territories on sample sites. Major problems of this method are the large expenditure of time and costs as well as the contained subjectivity of the analysis. Due to these reasons the method is only suited to a limited extent for the detection of smaller changes in the spatial structure of nature forest reserves and for the analysis of differences to cultivated sample areas.

Against this background the study compared the different methods of mapping territories, transects and point counts, using the example of the Beech Nature Forest Reserve "Watten- und Hundsberg" (forestry district Wolfhagen, Northern Hesse) which covers 75.8 ha. The comparison revealed no significant differences – except ecological guilds in terms of breeding sites in the nature forest reserve, showing significant differences in point counts.

When diminishing the frequency of inspections along the transects from seven to five the expected number of species reduces from 92 % to 90 %, for the point counts to 92 – 94 %. Regarding the expenditure of time for the fieldwork the mapping of territories requires clearly the largest input of 30.7 h, whilst transects take 9.1 h, and even only 6.5 h when reduced to five inspections.

For the future the study recommends to apply the mapping of transects by default for ornithological investigations in nature forest reserves, since it is the most effective method in terms of time and results. The investigations should be conducted in three consequent years; after a break of seven years the next investigation period should follow up in the years 11-13.

► Die Rasterkartierung verschleiert sowohl die tatsächliche räumliche Verteilung der Vögel als auch die Abundanz der einzelnen Arten, so dass sie wenig sinnvoll erscheint, um bereits eine feine raum-zeitliche Dynamik der Avifauna nachzuweisen.

► Eine einjährige Kartierung und deren Wiederholung erst nach Ablauf einer größeren Zeitspanne birgt die Gefahr, dass jährliche Schwankungen in den Abundanzen der einzelnen Arten – wie sie für Vögel typisch sind – mögliche Veränderungen innerhalb der Untersuchungsgebiete entlang der Zeitachse überlagern. Überörtliche Bestandsänderungen sind damit nicht von lokalen zu differenzieren, die Interpretation der Ergebnisse ist erschwert, wenn nicht unmöglich.

► Die Aussagen beschränken sich stets auf den Brutzeitaspekt, die sich in ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung im Jahresgang stark verändernde Avifauna wird damit nicht vollständig dokumentiert.

Unter der Prämisse einer punktgenauen quantitativen Erfassung (nicht Rasterkartierung) stehen generell die vier in Tab. 1 erläuterten Kartierungsmethoden für Vögel zur Verfügung. Die erste stellt ein quantitatives Verfahren dar; die übrigen sind als halbquantitativ einzustufen, d.h. sie erlauben nicht die Berechnung von Abundanzen. Dieses ist bei vielen Anwendungen jedoch auch nicht erforderlich, in denen es ausreichend oder sogar zielführender ist, das in einem Gebiet lebende Artenspektrum und dessen Häufigkeitsverteilung zu charakterisieren.

Vor diesem Hintergrund lautet das Ziel der vorliegenden Untersuchung, am Beispiel des Buchen-Naturwaldreservats Watten- und Hundsberg (Forstamt Wolfhagen, Nordhessen)

► einen Methodenvergleich von Revierkartierung, Transektkartierung und Punktzählung durchzuführen, der – zeitgleich und auf identischen Flächen durchgeführt – aus der Literatur bislang mit Ausnahme der vom Verfasser mit betreuten Arbeit von WIRSING (2006) nicht bekannt ist;

► damit zugleich die aktuelle Avifauna in diesem Naturwaldreservat und der zugehörigen Vergleichsfläche zu analysieren;

► Empfehlungen abzuleiten, wie künftig in Naturwaldreservaten aussagekräftigere ornithologische Daten unter gleichzeitiger bestmöglicher Kosten-Nutzen-Relation erhoben werden können.

Naturwaldreservate sind aus der Bewirtschaftung entlassene, in Hessen durchschnitt-

1 Einführung und Zielsetzung

In der Ornithologie dominiert als Erfassungsmethode der Sommervogelfauna nach wie vor die traditionelle **Revierkartierung** (Siedlungsdichte-, Probeflächenkartierung; SÜDBECK et al. 2005). Das gilt auch für das Monitoring in Naturwaldreservaten (NWR), etwa in Hessen, wo diese im zoologischen Untersuchungskonzept lediglich einjährig mit zehn Begehungen vorgesehen ist (DOROW et al. 1992). Als zeitsparendere Methode empfehlen WINTER et al. (1999) sogar eine Reduktion auf eine **Rasterkartierung** auf 100 x 100 m großen Feldern mit drei Be-

gehungen unter Ergänzung durch einen zusätzlichen Kontrollgang für Eulen, Greifvögel und Spechte. Diese Methoden bringen eine Reihe von **Nachteilen** mit sich:

► Da sich die NWR aufgrund ihrer erst kurzzeitigen Nutzungsaufgabe von den weiterhin bewirtschafteten Vergleichsflächen strukturell noch kaum unterscheiden, gerade die Vögel jedoch in ihrem Vorkommen in hohem Maße strukturabhängig sind, können die Raster- und Revierkartierungen keine wesentlichen Unterschiede in der Besiedlung durch Vögel widerspiegeln.

► Der Zeitaufwand für die Revierkartierung ist recht hoch.

Tab. 1: Generelle Methoden zur Kartierung von Vogelbeständen mit Schwerpunkt der Singvögel (JEDICKE 1994; vgl. auch BIBBY et al. 1995, SÜDBECK et al. 2005).

Methode	Flächengröße	Zeitraum	Zählzeit pro Durchgang	Durchgänge pro Jahr
Revierkartierung	> 10 ha in strukturreichem Gelände, > 40 ha in Offenland-Biotopen	Brutperiode: März bis Juni (Juli)	10–15 min/ha in strukturreichem, 2–3 min/ha in offenem Gelände	6 bis 10 pro Brutseason
Transektkartierung (Linientaxierung)	beiderseits einer Linie, z.B. in einem 50 m breiten Streifen	ganzjährig (i.d.R. Brutperiode)		beliebig
Punkt-Stopp-Zählung	nicht festgelegt; i.d.R. werden alle Vögel unabhängig von ihrem Aufenthaltsort registriert (oder 50-m-Radius)	ganzjährig	z.B. 5 min	beliebig
Punktzählung	Punkt mit z.B. 50 m Radius	ganzjährig	z.B. 15 min (5-20 min)	beliebig

lich 40 ha große Waldbestände. Seit 1988 werden in Hessen Naturwaldreservate ausgewiesen, aktuell 31 Gebiete mit einer Gesamtfläche von 1 228 ha. In diesen wird durch den Landesbetrieb Hessen-Forst und die Nordwestdeutsche Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA, Göttingen) in Abstimmung mit dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMULV) ein Untersuchungsprogramm umgesetzt. Die Forschungskoordination liegt bei der NW-FVA. Die botanischen, zoologischen und waldstrukturellen Untersuchungen sollen zum Verständnis der biologischen Vielfalt der Wälder und zur Zukunftssicherung einer naturnahen, nachhaltigen Forstwirtschaft beitragen. Aus den Ergebnissen sollen Erkenntnisse für naturnahe Waldbauverfahren und für Naturschutzstandards in Wirtschaftswäldern abgeleitet werden. Hierzu werden benachbarte Wirtschaftswälder (Vergleichsflächen) mit gleichen Methoden untersucht.

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Lage, Naturraum und Geologie

Das Naturwaldreservat Watten- und Hundsberg liegt zwischen Kassel und Wolfhagen in Nordhessen in der Gemarkung Oelshausen der Gemeinde Zierenberg, Landkreis Kassel, zwischen Oelshausen und Martinhagen. Es gehört naturräumlich zum Habichtswälder Bergland. Die beiden Bergkuppen bilden gemeinsam mit weiteren im Norden und Süden angrenzenden Erhebungen die Unter-einheit der Hinterhabichtswälder Kuppen. Diese Basalkuppen trennen das Wolfhager Hügelland im Westen von der Habichtswälder Senke im Osten (BÜRGENER 1963, KLINK 1969).

Topographisch erreicht die Kuppe des Wattenbergs (Naturwaldreservat, NWR) eine Höhe von 516,2 m üB. NN, der ca. 2 km nord-nordöstlich gelegene Hundsberg (Vergleichsfläche, NWV) 496,0 m üB. NN. Der niedrigste Punkte der Untersuchungsgebiete liegt bei 370 m üB. NN, d.h. der Niveauunterschied beträgt 146 m. Die mäßig geneigten Unterhänge im Röt mit Überlagerung von Löss-

lehm und tertiären Sedimenten steigen an den Mittelhängen mit starker Neigung bis zu den steilen Hängen (bis 24° Neigung) und Felsklippen aus Basalt und Basaltuff an (MEGNER 1999).

Insgesamt wurde eine Fläche von 75,8 ha untersucht: Das NWR besitzt eine Fläche von 42,1 ha, die auf zwei Teilflächen aufgeteilte Vergleichsfläche (21,4 + 12,3 ha) von zusammen 33,7 ha. Das Gebiet ist Staatswald im Landesbetrieb Hessen-Forst, Forstamt Wolfhagen.

2.2 Klima und Vegetation

Das Gebiet liegt im Grenzbereich zwischen ozeanischer und kontinentaler Klimaregion. Die Monatsmitteltemperaturen sind gemäßigt mit ca. -2 °C im Januar und ca. 15 °C im Juli, 120 bis 140 Frosttagen im Jahr, etwa 750 bis 800 mm Jahresniederschlag mit einem leichten Niederschlagsmaximum in den Sommermonaten sowie mit einer Vegetationsperiode von rund 200 Tagen (MEGNER 1999). Pflanzensoziologisch gehören die Waldbestände überwiegend zum Hordelymo-Fagetum (Waldgersten-Buchenwald) und Galio odorati-Fagetum (Waldmeister-Buchenwald), die auf eu- bis mesotrophen und vorwiegend gut wasserversorgten Böden stocken. Davon ausgenommen sind Bestände, die aus Pflanzungen hervorgegangen sind, sowie stark aufgelichtete Bereiche (überwiegend in NWV 1 und 2), auf denen die Vegetation in Waldverlichtungsgesellschaften gegliedert ist. Kleinflächig sind Sonderstandorte insbesondere mit Quell- und Felsgrusfluren ausgebildet.

Der Wirtschaftswald (NWV 1 und 2) ist in der Vegetation artenreicher als das Totalreservat (NWR), wobei hinsichtlich der Dominanzstrukturen nur geringfügige Unterschiede bestehen. Differenzen zeigten sich hingegen in der Mächtigkeit verschiedener Arten der Krautschicht: In den natürlichen Waldgesellschaften des Wirtschaftswaldes (NWV 1 und 2) sind eine stärkere Vergrasung und zum Teil höhere Deckungsgrade von *Urtica dioica* und *Impatiens parviflora* festzustellen, während in den entsprechenden (dichteren) Waldgesellschaften im Totalreservat *Mercurialis perennis*, *Lamium galeob-*

dolon und *Festuca altissima* häufiger höhere Deckungsgrade erreichen (MEGNER 1999).

In der Bestandsstruktur weist das Totalreservat im Unterschied zu den Vergleichsflächen deutlich höhere Deckungen der Baumschicht und entsprechend geringere Deckungen der Kraut- und Strauchschicht auf. In beiden Gebieten sind teils (ansatzweise) mehrschichtige Bestände vorhanden, wobei im Totalreservat noch stärker als in NWV 1 und 2 einschichtige Hallenwaldstrukturen erkennbar sind.

2.3 Bestockung

Ergebnisse der Probekreisaufnahme waren zum Untersuchungszeitpunkt bereits 13 Jahre alt. Seither wurden in den Vergleichsflächen die Bestände weiter ausgeglichen (Sturmwürfe und Einschlag des Restschirms auf Teilflächen, insbesondere in NWV 1) und anschließend mit Buche und Bergahorn bepflanzt. Im NWR wurde vor allem im nördlichen Bereich eine Reihe von Einzelbäumen durch Sturm geworfen. Die Ergebnisse der waldwachstumskundlichen Auswertung sind also mit gewissen Vorbehalten zu beurteilen, sie können aber dennoch die grundsätzlichen Unterschiede zwischen NWR und NWV andeuten. So zeichnet sich die Bestockung im Naturwaldreservat gegenüber der Vergleichsfläche (beide Teilflächen zusammengenommen) aus durch

- ▶ wesentliche höhere Stammzahlen (409 gegenüber 134 Stämme/ha),
- ▶ eine etwas höhere Kreisfläche (Bestandsgrundfläche) (30,6 gegenüber 25,3 m²/ha),
- ▶ dagegen einen geringeren Brusthöhendurchmesser der Stämme (33,1 gegenüber 50,0 cm),
- ▶ eine geringere mittlere Baumhöhe (22,2 gegenüber 27,5 m),
- ▶ nur gut halb so großem Brusthöhendurchmesser von Dürrlingen (16,3 gegenüber 34,7 cm bei zwar insgesamt geringer, aber doppelt so hoher Dürrlingszahl [8 gegenüber 4 St./ha], jedoch nur wenig höherem Holzvorrat der Dürrlinge (4,2 gegenüber 3,5 fm/ha).

Etwa einander entsprechend ist der Holzvorrat insgesamt (414 fm NWR, 395 fm NWV). Dieser wird im NWR zu 83 % von 101- bis 196-jähriger Buche gebildet, zusätzlich kommen Pappel (7 %), Fichte (4 %), Esche (3 %), Bergahorn (2 %), Winterlinde und Traubeneiche (jeweils 1 %) vor. In NWV stellt die 171- bis 187-jährige Buche 90 % des Vorrats, begleitet von Esche (3 %), Fichte (82 %), Europäischer Lärche (2 %), Traubeneiche und Bergulme (je 1 %).

3 Material und Methoden

3.1 Kartierung

Zwischen dem 24. April und 15. Juni 2001 wurden insgesamt sieben Erhebungen je Kartierungsmethode durchgeführt. Der etwas späte Beginn der Untersuchungen relativiert sich jedoch durch die Tatsache, dass im Untersuchungsjahr eine typische Frühjahrswitterung mit Erwärmung erst spät ein-

setzte. Alle Begehungen erfolgten innerhalb des von BIBBY et al. (1995) empfohlenen Zeitraums von Sonnenaufgang bis maximal sechs Stunden danach.

Folgende Methoden fanden Anwendung:

► **Revierkartierung** auf der Gesamtfläche von 75,8 ha Größe; Ziel: Abgrenzung von „Papierrevieren“ und Berechnung der Siedlungsdichten;

► **Transektkartierung** auf Transekten von jeweils 100 m Breite (je 50 m links und rechts der begangenen Strecke – Entfernungsmessung mittels Laser), dabei Differenzierung von Individuen, die im inneren Streifen (beiderseits 25 m = 50 m Breite), im äußeren Streifen (je 25 m Breite) und außerhalb davon, jedoch innerhalb der Untersuchungsfläche registriert wurden; Ziel: halbquantitative Auswertung, keine Differenzierung in Brutpaare und Nichtbrüter;

► **Punkt kartierung** auf jeweils fünf Kreisflächen à 0,8 ha je Teilfläche (NWR und NWV, davon in NWV 1 drei, in NWV 2 zwei Kreisflächen), je Begehung 15 min Zeitdauer; Ziel: halbquantitative Auswertung, keine Differenzierung in Brutpaare und Nichtbrüter.

Die reine Beobachtungszeit betrug bei der **Revierkartierung** im NWR im Mittel 129 min/Begehung (3,1 min/ha), in NWV 1 + 2 zusammen 134 min/Begehung (4,0 min/ha).

Bei den **Transektkartierung** wurden folgende Strecken bearbeitet: im NWR zwei Transekte à 484 und 456 m Länge, Zeitaufwand durchschnittlich 4,8 bzw. 2,5 min/100 m/Begehung; (geringere Reliefunterschiede des zweiten Transekts); in NWV zwei Transekte à 547 bzw. 330 m Länge, Zeitaufwand durchschnittlich 3,2 bzw. 2,2 min/100 m/Begehung.

Die **Punktzählungen** ließen sich am weitesten gehend standardisieren – mit nicht nur stets derselben Bezugsfläche und Flächengröße (die Mittelpunkte wurden vorübergehend markiert, Entfernungsmessungen zur exakten Abgrenzung erfolgten ggf. per Laser), sondern auch durch die leichter als bei den anderen beiden Verfahren steuerbare und somit stets identische Zähldauer. Die Punktzählungen wurden so lokalisiert, dass sie sich nicht mit den 100 m breiten Streifen (beiderseits der Route 50 m) der Transekte berührten.

3.2 Auswertung

Zur Auswertung der **Revierkartierung** wurden nach den Richtlinien bei BIBBY et al. (1995) und SÜDBECK et al. (2005) mindestens zwei Registrierungen eines Reviervogels (d.h. mindestens ein Individuum mit Revier anzeigendem Verhalten wie Gesang, Nistmaterial oder Futter tragend, ein Paar etc.) als ein „Papierrevier“ gewertet. Gelingt ein Nestfund, so reicht dieser bereits als Kriterium für ein Revier aus. Papierreviere, die nur teilweise in der jeweiligen Untersuchungsfläche liegen, wurden mit dem Wert 0,5 berücksichtigt.

Aufgrund der unterschiedlichen Flächengrößen wird bei den Ergebnissen der Revierkartierung neben der absoluten Arten-

zahl je Teilfläche auch die **korrigierte Artenzahl**, bezogen auf 25 ha Fläche, nach REICHHOLF (1980) angegeben. Diese berechnet sich nach der Formel:

$$A_{\text{kor}} = \frac{F_{100}}{F_x} \cdot A_{\text{eff}}$$

wobei F_{100} = zur Standardisierung festgelegte Flächengröße (hier: 25 ha)

A_{eff} = die auf der Probestrecke registrierte Artenzahl

Diese Formel findet ebenso Anwendung zur Standardisierung der Ergebnisse der Transektkartierungen.

Bei der **Transektkartierung** werden neben der Zusammenfassung der Zählergebnisse probeweise Dichtewerte berechnet – eine Methode, die in Finnland seit Längerem angewendet wird (s. JÄRVINEN & VÄISÄNEN 1983a und b). Dazu wird wie folgt vorgegangen (BIBBY et al. 1995: 88 ff.):

► Aus dem Verhältnis zwischen der Individuenzahl im inneren Erfassungsbereich (50 m Breite, je 25 m links und rechts der Transektroute) zur Gesamtzahl registrierter Vögel und unter Berücksichtigung der Breite des inneren Erfassungsbereichs wird eine **artspezifische Konstante** errechnet nach der Formel:

$$K = (1 - \sqrt{1-p})/w$$

mit $p = N1/N$

wobei K = Konstante (artspezifisch)

N = Gesamtzahl registrierter Individuen

$N1$ = Zahl innerhalb von w

p = Anteil registrierter Individuen innerhalb von w

w = innerer Erfassungsbereich

► Die Dichte der Individuen wird dann berechnet nach der Formel

$$D = 10 \text{ NK/L}$$

wobei K = o.g. artspezifische Konstante

L = Länge der Transektstrecke [m]

N = Gesamtzahl registrierter Individuen

► Da nicht nur eine, sondern sieben Begehungen erfolgten, ist das Resultat durch die Zahl 7 zu dividieren.

Aufgrund der Tatsache, dass die Zählergebnisse (Individuensummen) ohne eine solche Dichteberechnung reine Aktivitätswerte der einzelnen Arten widerspiegeln – je auffälliger sich eine Art verhält, desto dominanter erscheint sie in den Resultaten, zudem sind spät eintreffende Zugvögel unterrepräsentiert –, erfolgt eine weitere Auswertung anhand der **Individuenmaxima**: Darin geht die Maximalzahl der bei einer der sieben Begehungen registrierten Individuen ein. Dieses Verfahren entspricht dem Vorgehen, wie es unten für die Punktzählungen beschrieben wird; es ist in der Literatur für Transektaufnahmen m.W. bislang nicht beschrieben.

Ähnlichkeits-Vergleiche erfolgen mittels einer Cluster-Analyse nach dem Ward-Ver-

fahren. Diese wird mit Hilfe des Add-Ins WinStat in MS Excel durchgeführt.

Ebenfalls mit WinStat wird zum Vergleich von Ähnlichkeiten der Chi-Quadrat-Test in Kontingenztafeln (Kreuztabellen) durchgeführt. Um die statistische Grundbedingung zu erfüllen, dass keines der Felder der Kontingenztafel eine erwartete Häufigkeit < 1 und maximal 20 % der Felder eine erwartete Häufigkeit < 5 haben dürfen, musste eine Beschränkung der verwendeten Artenliste auf die acht durchschnittlich häufigsten Arten plus die Abundanzsummen der übrigen Arten erfolgen. Weiterhin werden entsprechende Vergleiche für nist- und nahrungsökologische Gilden durchgeführt, da so die o.g. Bedingungen ohne Abstriche zur erfüllen sind. Zunächst wird jeweils getestet, ob die Häufigkeitsverteilung der Arten vom Erfassungsverfahren generell abhängig ist, indem alle drei Verfahren miteinander verglichen werden. Sofern eine signifikante Differenz auf dem 5%-Niveau festgestellt wird, werden die Methoden paarweise miteinander verglichen. Dargestellt werden die Signifikanz (p) und – im Falle eines signifikanten Unterschieds – Cramer's V, der Kontingenzkoeffizient nach Cramer, welcher ein Maß für die Straffheit des Zusammenhangs ist: Bei völliger Unabhängigkeit weist er den Wert 0 auf, bei völliger Abhängigkeit den Wert 1 (SACHS 1997). Um bei diesem paarweisen Vergleich eine Signifikanz auf 5%-Niveau annehmen zu können, wird eine Bonferroni-Korrektur durchgeführt, d.h. es muss $p < 0,05/3$ sein.

4 Ergebnisse der Kartierungen

Aus Umfangsgründen wird an dieser Stelle auf die Darstellung der Detailergebnisse und deren Diskussion im Vergleich zwischen Naturwaldreservat und bewirtschafteter Vergleichsfläche verzichtet. In Tab. 2 sind lediglich die wichtigsten summativen Ergebnisse dargestellt. An dieser Stelle erfolgt eine Konzentration auf die Frage, inwieweit die verschiedenen Methoden unterschiedliche Ergebnisse erbringen und welches Verfahren für das Monitoring längerfristiger Veränderungen am besten erscheint.

5 Methodendiskussion

5.1 Ergebnisdifferenzen zwischen den Kartierungsmethoden

Die zentrale Frage bei einem Methodenvergleich betrifft die Vergleichbarkeit der auf unterschiedlichem Wege gewonnenen Ergebnisse. Dazu sind in Abb. 1 die Rangfolgen der Abundanz der Arten (von oben nach unten abnehmend) für die Ergebnisse im Naturwaldreservat eingetragen, die mit den drei Methoden erzielt wurden. Jeweils dieselben Arten sind mit einer Linie verbunden, so dass im Gesamtbild ein Eindruck entsteht, wie stark die Unterschiede entwickelt sind. Dabei zeigt sich, dass Revier- und Transektkartierung – bezogen auf die Dominanzstruktur – in der Tendenz einander ähnliche Ergebnisse produzieren als Transektkar-

Tab. 2: Ergebnisvergleich zwischen Naturwaldreservat (NWR) und Vergleichsflächen (NWV) anhand der unterschiedlichen ornithologischen Erfassungsmethoden hinsichtlich Artenzahl, Abundanz, Diversität und Evenness.

	NWR	NWV 1	NWV 2	NWV 1+2
Revierkartierung:				
Summe Arten	24	20	23	27
korr. Artenzahl/25 ha	14,3	23,4	46,7	20,0
Abundanz (Bp/10 ha)	42,6	42,3	58,8	48,5
Diversität	2,735	2,712	2,830	2,872
Evenness	0,861	0,905	0,903	0,872
Transektkartierung:				
Summe Arten	23/22* 24**	27	26	35
korr. Artenzahl/500 m	23,8/24,1 12,8**	24,7	39,4	20,0
Individuenzahl/500 m	190/181 187**	175	244	187
berechnete Dichte/10 ha (Individuenmaxima je Art)	506/455 481**	498	629	547
Diversität (Individuenmaxima)	2,748/2,857	2,954	2,724	
Evenness (Individuenmaxima)	0,876/0,924	0,896	0,836	
Punktzählung:				
Artenzahl:				
– Summe je 5 Punktzählflächen	19			28
– Mittel je Punktzählfläche	11,4			16,8
Individuenmittel je 5 Punktzählflächen	38,2			50
mittleres Individuenmaximum	15,8			23,6
Diversität:				
anhand Individuensumme	2,597			2,883
anhand Individuenmaxima	2,752			3,102
Evenness:				
anhand Individuensumme	0,882			0,865
anhand Individuenmaxima	0,935			0,931

* Die erste Zahl gilt jeweils für den Transekt T1, die zweite für T2.
** Der Wert gilt für beide Transekte zusammen mit insgesamt 24 Arten.

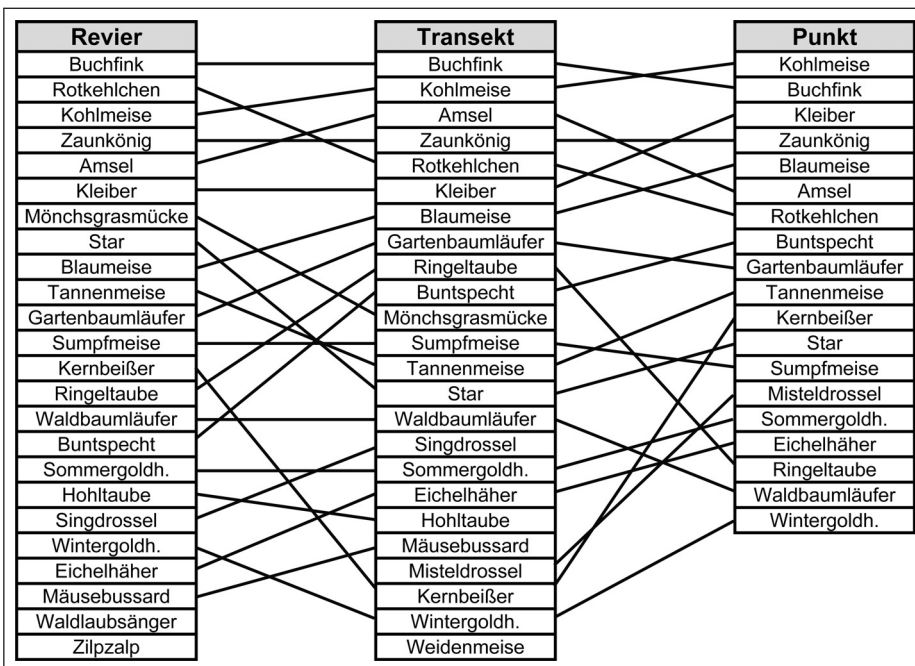


Abb. 1: Auflistung der Arten in der Reihenfolge abnehmender Abundanz im Naturwaldreservat. Jeweils identische Arten sind mit einer Linie verbunden, um die Rangfolge zu verdeutlichen.

tierung und Punktzählung im Vergleich; auch im Vergleich zwischen Revierkartierung und Punktzählung fallen größere Differenzen auf.

Um diesen Eindruck auch statistisch zu beschreiben, erfolgte ein Chi-Quadrat-Test in einer Kreuztabelle (zur Methode s. Abschnitt 3.2). Die Ergebnisse sind in Tab. 3 dargestellt und lassen sich wie folgt interpretieren:

► Überwiegend sind keine signifikanten Unterschiede der Ergebnisse zwischen den verschiedenen Kartierungsverfahren nachweisbar – sowohl bei Betrachtung der acht häufigsten Arten als auch der Gilden. Dabei weisen p-Werte zwischen 0,62 und 0,85 darauf hin, dass die Ähnlichkeit der Ergebnisse unabhängig von der Methode sehr hoch ist.
► Die einzige Ausnahme bilden die nistökologischen Gilden im Naturwaldreservat: Hier besteht im Dreier-Vergleich ein signifikanter Unterschied. Der paarweise Vergleich zeigt, dass hierfür die Ergebnisse der Punktzählung verantwortlich ist – die beiden Paare mit Beteiligung der Punktzählung belegen einen signifikanten Unterschied, allerdings ist dieser mit einem CV-Wert von jeweils 0,25 nicht sehr stark ausgeprägt. Dagegen ist im paarweisen Vergleich von Revierkartierung und Transektkartierung kein signifikanter Unterschied feststellbar.

Einen weiteren Ähnlichkeitsvergleich mittels einer Clusteranalyse enthält Abb. 2 für das Naturwaldreservat und Abb. 3 für die Vergleichsflächen. Darin gingen die Dominanzwerte aller Vogelarten der Avizönosen ein, d.h. ein differenzierteres Bild, als es beim Chi-Quadrat-Test aufgrund der methodischen Grundbedingungen möglich war. Das Ergebnis ist uneinheitlich:

► Im Naturwaldreservat sind die Ergebnisse zwischen Revier- und Transektkartierung am ähnlichsten. Dagegen findet sich in den Vergleichsflächen die größere Ähnlichkeit der Ergebnisse zwischen Revierkartierung und Punktzählung.

► Allerdings ist die Distanz der beiden ähnlichsten Verfahren in den Vergleichsflächen bereits so groß wie die Distanz zwischen dem Cluster der beiden ähnlichsten Verfahren und dem unähnlichsten Verfahren im Naturwaldreservat. Verantwortlich dafür erscheint die größere Artenzahl in den Vergleichsflächen mit mehreren Arten, die aufgrund ihres sporadischen Auftretens nicht mit Hilfe aller drei Methoden erfasst wurden.

Um diesen Einfluss abschätzen zu können, wurden in einer weiteren Clusteranalyse die Arten mit einer maximalen Dominanz in einer der Methoden von < 2 % ausgeklammert (Abb. 4). Unter dieser Bedingung gruppieren sich – wie im Naturwaldreservat – Revier- und Transektkartierung zu einem Cluster, von dem die Punktzählung jedoch mit einer Distanz von 21,3 gegenüber 20,7 kaum stärker verschieden ist. Die höhere Diversität der Artengemeinschaft bewirkt somit offensichtlich eine größere Unähnlichkeit der mit verschiedenen Verfahren gewonnenen Ergebnisse.

Zu vergleichbaren Ergebnissen hinsichtlich der Ähnlichkeit von Transektkartierung und Punktzählung zu den Revierkartierungs-Resultaten kommt auch Wirsing (2006).

Tab. 3: Ergebnisse des Chi-Quadrat-Tests mit Signifikanzwerten (p) und Cramer's V (nur angegeben, wenn ein signifikanter Zusammenhang besteht).

verglichene Methoden			Signifikanz (p)	Cramer's V
Revier	Transekt	Punkt		
(a) häufigste Arten im NWR				
•	•	•	0,64 – n.s.	
(b) häufigste Arten in NWV				
•	•	•	0,62 – n.s.	
(c) nistökologische Gilden im NWR				
•	•	•	0,003 – **	0,18
•	•		0,35 – n.s.	
•		•	0,005 – *	0,25
	•	•	0,005 – *	0,25
(d) nistökologische Gilden in NWV				
•	•	•	0,70 – n.s.	
(e) nahrungsökologische Gilden im NWR				
•	•	•	0,85 – n.s.	
(f) nahrungsökologische Gilden in NWV				
•	•	•	0,79 – n.s.	

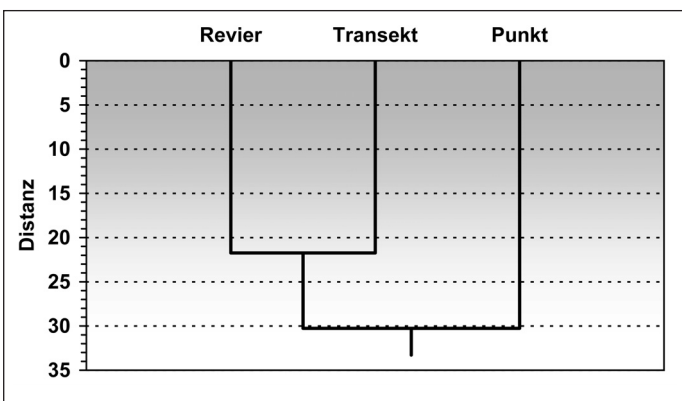


Abb. 2: Ergebnis der Clusteranalyse zur Ähnlichkeit der Avizönosen anhand der Ergebnisse der drei Erfassungsmethoden im Naturwaldreservat.

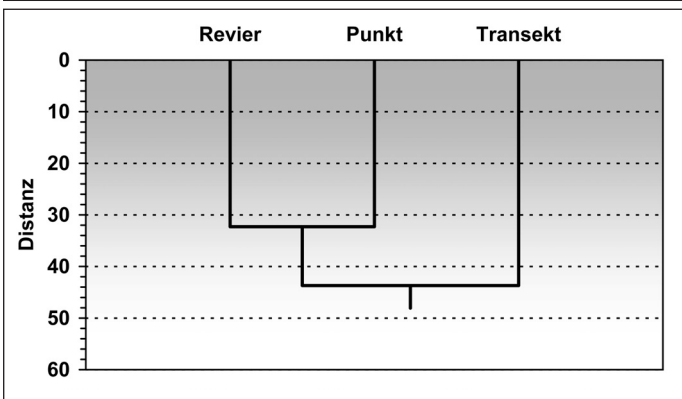


Abb. 3: Ergebnis der Clusteranalyse zur Ähnlichkeit der Avizönosen anhand der Ergebnisse der drei Erfassungsmethoden in den Vergleichsflächen.

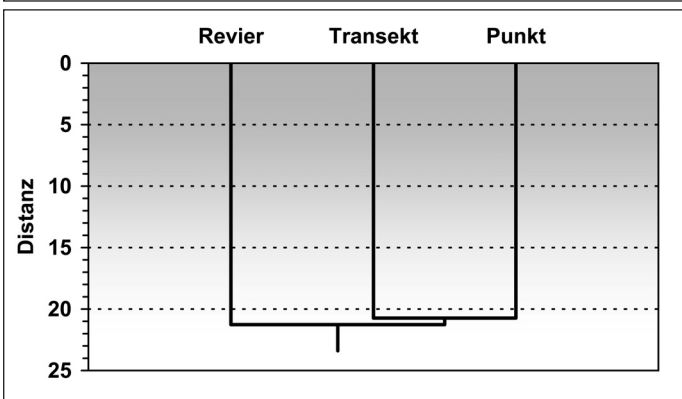


Abb. 4: Ergebnis der Clusteranalyse zur Ähnlichkeit der Avizönosen anhand der Ergebnisse der drei Erfassungsmethoden in den Vergleichsflächen – unter Ausklammerung der Arten, die in keinem der Datensätze eine Dominanz > 2% erreichen.

5.2 Mögliche Reduktion der Begehungshäufigkeit

Zu prüfen ist, ob die Zahl der Begehungen – in der vorliegenden Untersuchung einheitlich sieben – ohne starken Verlust an Präzision bei den Ergebnissen reduziert werden kann. Da es bei der Revierkartierung als gängige Praxis empfohlen ist, sechs bis zehn Begehungen durchzuführen, erfolgt bei dieser keine weitere Überprüfung.

Für die **Transektkartierung** wurde die Artenzahl gegen die Anzahl der Begehungen auf den vier Transekten aufgetragen, indem die Ergebnisse jeweils aller denkbaren Kombinationen der erfolgten Begehungen zusammengestellt wurden.

Es zeigt sich einheitlich, dass die gefundene Artenzahl mit jeder neuen Begehung im Mittel weiter zunimmt. Legt man arithmetische Mittelwerte zu Grunde, so sind mindestens fünf Begehungen notwendig, um 90 bis 92 % des bei sieben Begehungen gefundenen Arteninventars zu erfassen. Drei Begehungen würden nur 75 bis 80 % des Spektrums ergeben, sechs Begehungen 94 bis 97 % (s. Tab. 4). Zu noch etwas optimistischeren Zahlen kommt WIRSING (2006), der über 90 % der bei sieben Begehungen erfassten Arten bei der Transektkartierung nach vier und bei der Punktzählung (bei differierender Zählzeit) bereits nach drei Begehungen nachwies.

Für eine Mindestzahl von fünf Begehungen je Transekt spricht auch, dass sonst die statistische Basis für die Berechnung von Abundanzen und Dominanzen zu gering würde.

Entsprechende Vergleiche bei den **Punktzählungen** unter Zusammenfassung der je fünf Punktzähl-Flächen im NWR und in den NWV zeigen zwar, dass durch die Beschränkung auf drei Erhebungen bereits 82 % des bei sieben Begehungen erfassten Artenspektrums nachgewiesen werden können (vgl. Tab. 5). Auch hier wird jedoch empfohlen, im Minimum fünf Zählungen je Flächen vorzunehmen, so dass 92 bzw. 94 % des Artenspektrums registriert werden kann.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die mittels Punktzählungen nachgewiesene (und hier gleich 100 % gesetzte) Artenzahl überwiegend geringer als die mit den beiden anderen Methoden 25 bzw. 35 Arten (wobei bei den Revierkartierungs-Ergebnissen nur die als Brutvögel eingestufteten Arten Berücksichtigung fanden). Die Artenzahl bei den Punktzählungen wäre vermutlich höher, wenn – wie bei der Transektkartierung – in einem weiteren Erfassungsbereich auch die außerhalb der eigentlichen Erfassungszone (hier: Punktfläche) liegenden Registrierungen notiert worden wären.

Weiterhin ist zu bedenken, dass die genannten Erfassungsanteile der Artenzahl nicht für eine einzelne Punktzählung, sondern für die Zahl von jeweils fünf Zählpunkten in NRW und NWV gelten.

Tab. 4: Anteil der auf sieben Begehungen fußenden Gesamtartenzahl, die in den vier Transekten bei Zugrundelegung von 1 bis 7 Begehungen ermittelt würden.

		Anteil (%) der Gesamtartenzahl			
		T1	T2	T3	T4
Zahl der Begehungen	1	52	50	51	51
	2	68	69	66	67
	3	79	80	75	78
	4	86	88	82	85
	5	91	92	90	92
	6	96	97	94	96
	7	100	100	100	100
Artenzahl		23	22	28	26

Tab. 5: Anteil der auf sieben Begehungen fußenden Gesamtartenzahl, die in den je fünf Punktzählfläche im Naturwaldreservat (NWR) und den Vergleichsflächen (NWV) bei Zugrundelegung von 1 bis 7 Begehungen ermittelt würden.

		Anteil (%) der Gesamtartenzahl	
		NWR	NWV
Zahl der Begehungen	1	63	54
	2	76	72
	3	82	82
	4	88	89
	5	92	94
	6	97	97
	7	100	100
Artenzahl		19	28

5.3 Welche Methode benötigt wie viel Zeit?

Entscheidend für die Durchführbarkeit ornithologischer Kartierungen in den Naturwaldreservaten ist neben der Aussagefähigkeit der Ergebnisse auch der zu ihrer Erlangung erforderliche Zeitaufwand. Während davon ausgegangen werden kann, dass die Auswertung der im Gelände erhobenen Daten je Methode in etwa gleich ist, unterscheidet sich der Zeitaufwand im Wald erheblich (Tab. 6): Während sieben Begehungen zur Revierkartierung im Gebiet (NWR und NWV) knapp 31 h benötigen (jeweils ohne Zeiten für Anfahrt und Wegezeiten zwischen den Teilflächen), erfordert die Punktzählung knapp 60% und die Transektkartierung 30% der Zeit. Da es, wie im vorherigen Abschnitt gezeigt, vertretbar erscheint, bei den beiden letztgenannten Methoden die Zahl der Begehungen auf fünf zu reduzieren, verringert sich der erforderliche Zeitaufwand auf 41% (Punkt) bzw. 21% (Transekt) des Zeitaufwands für sieben Begehungen bei der Revierkartierung, deren Zahl gemäß Konvention (z.B. BIBBY et al. 1995, SÜDBECK et al. 2005) nicht reduziert werden sollte (außer eventuell bei Schnellprognosen, die für einen differenzierten Vergleich im Falle der Naturwaldreservate nicht ausreichen).

Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse insofern stets von-

einander abweichen, als bei der Revierkartierung Dichtewerte für Brutpaare erhoben werden, die beiden anderen Verfahren dagegen lediglich Aktivitätsdichten liefern.

Von Belang ist hinsichtlich der Effektivität der Verfahren auch die Relation zwischen der aufzuwendenden Zeit für die Geländearbeit einerseits und der Zahl der innerhalb dieser Zeit registrierten Vogelindividuen (Vogelkontakte) andererseits. Entsprechende Werte sind in Tab. 6 (beide letzte Spalten) berechnet. Dabei sind für die Revierkartierung die Zahl ermittelte Brutpaare eingetragen, da die Individuenzahlen nicht auswertungsrelevant sind – ein Wert, der natürlich nicht direkt vergleichbar ist. Interessanter ist die Relation zwischen den anderen beiden Methoden: Bei der Transektkartierung wurden pro Stunde Zählzeit mit 77,3 Individuen fast dreimal so viele Vögel wie bei der Punktzählung erfasst (25,2 bzw. bei Berücksichtigung nur der für die Auswertung bedeutsameren Individuenmaxima 11,3).

Dieser Unterschied resultiert aber vor allem aus der Tatsache, dass bei der Punktzählung die außerhalb der definierten Zählkreise beobachteten bzw. verhörten Vögel nicht notiert wurden – insbesondere deshalb, weil aufgrund der durch die Flächengröße der Untersuchungsgebiete bedingten räumlichen Nähe der Punktzählungen zueinander Doppelzählungen zumindest bei weit hörbaren Vogelarten nicht zu vermeiden wären.

5.4 Offene Fragen

Folgende für die Empfehlungen zur künftigen ornithologischen Bearbeitung der Naturwaldreservate relevante Fragen konnten in der vorliegenden Untersuchung nicht beachtet werden und bedürfen daher einer vertieften Analyse:

► Der Methodenvergleich zeigt, dass die Resultate der Erfassungen hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit zwischen Naturwaldreservat und Vergleichsflächen teilweise zu gegensätzlichen Bewertungen führen. Um die Schlussfolgerungen abzusichern, wäre es wünschenswert, einen solchen Methodenvergleich zusätzlich **in weiteren Gebieten** durchzuführen.

► Um die **Punktzählungs-Methode** effektiver zu gestalten, könnte auch hier – analog zum bereits praktizierten Vorgehen bei der Transektkartierung – mit zwei oder drei Kreissegmenten experimentiert werden. Hierfür erscheint aber eine gewisse Mindestgröße der Untersuchungsflächen erforder-

lich, um durch ausreichende Abstände der Punktmittelpunkte Doppelzählungen möglichst stark einzuschränken.

► Als längerfristig zu verfolgendes Ziel sollte für die **Transektkartierung** mit drei Entfernungszonen ausreichendes Datenmaterial erhoben werden, um zuverlässige Dichteberechnungen durchführen zu können (s. Abschnitt 3.2). Auf diese Weise wären künftig wesentlich genauere Aussagen zur Dominanzstruktur möglich, man müsste sich nicht – wie bisher – bei der Auswertung von Transektkartierungen auf reine Aktivitätsindizes verlassen. Dieses Ziel könnte erreicht werden, wenn standardmäßig Transektkartierungen in allen hessischen Naturwaldreservaten realisiert würden (s. Abschnitt 6).

► Als weitere mögliche bzw. ergänzende Methode sollte auf jeden Fall zusätzlich die **Habitatnutzungsanalyse** erprobt werden – durch Aufnahme der Aufenthaltsorte und des jeweils gezeigten Verhaltens jeden beobachteten Vogelindividuum anhand eines zu erarbeitenden standardisierten Katalogs von Habitatvariablen (Strukturen) und Verhaltensmustern. Auf diese Weise wäre es möglich, bevorzugte Strukturen im Lebensraum artspezifisch herauszuarbeiten und damit vor allem Unterschiede zwischen Naturwaldreservat und Vergleichsfläche(n) zu erklären. Erfahrungen zum erforderlichen Zeitaufwand, um mindestens für die häufigeren Arten auch statistisch auswertbares Datenmaterial zu erhalten, liegen hier noch überhaupt nicht vor.

► Die Interpretationsfähigkeit der ornithologischen Erhebungen könnte wesentlich gesteigert werden, wenn zugleich auch wichtige **Parameter der Habitatstruktur** erhoben würden (vgl. JEDICKE 1997a, 1998). Hierzu zählen einerseits Kriterien, die bei der Probekreisaufnahme erfasst werden (insbesondere Schichtung, Baumarten, Dichte und BHD der Bestockung, Totholz). Andererseits wäre eine Höhlenkartierung in der laubfreien Zeit und eine differenziertere Totholz-Erfassung wichtig. Auch erscheint das 100-m-Raster der Probekreisaufnahme zu grob für eine differenzierte Auswertung im Hinblick auf die Transektkartierung, bei der möglichst kleinräumige Aussagen zur Habitatstruktur und nicht nur solche für die Gesamtfläche erforderlich sind. Auch hier sollte in einem Naturwaldreservat exemplarisch eine Modelluntersuchung realisiert werden.

► Wälder werden durch Vögel ganzjährig mit wechselnden Artenspektren und Dominanzen besiedelt. Zwar ist die Brutzeit der wichtigste, weil arten- und individuenreich-

Tab. 6: Gemittelter Zeitaufwand sowie Zahl der Vogelkontakte der drei verglichenen Methoden in NWR und NWV.

Methode	Zahl der Begehungen		Vogelkontakte	
	7	5	Sa.	Expl./h
Revierkartierung	1 841 min = 30,7 h	1 315 min = 21,9 h	161,5 Bp	5,3 Bp
Transektkartierung	545 min = 9,1 h	389 min = 6,5 h	703	77,3
Punktzählung	1 050 min = 17,5 h	750 min = 12,5 h	441/197*	25,2/11,3*

* erste Zahl: Individuensumme; zweite Zahl: Summe der Individuenmaxima

te Zeitabschnitt, doch sollte versucht werden, in Naturwaldreservaten auch die **ganzjährige Dynamik der Avifauna** zu dokumentieren. Hierzu sollte ein Modellprojekt realisiert werden, um die Aussagefähigkeit speziell für Naturwaldreservate zu belegen.

6 Empfehlungen

6.1 Methodische Leitlinien

Aus dem dargestellten Methodenvergleich werden nun Empfehlungen formuliert, wie künftig eine ornithologische Beobachtung der Dynamik in Naturwaldreservaten einschließlich des Vergleichs zu bewirtschafteten Beständen erfolgen sollte; diese Aussagen könnten auch auf andere Monitoringvorhaben übertragbar sein. Bislang ist in dem zoologischen Untersuchungskonzept für die Naturwaldreservate in Hessen (DOROW et al. 1992) lediglich eine einjährige Revierkartierung mit zehn Begehungen vorgesehen – und das allein im Falle von Sukzessionen. Während zwar die Zahl der Begehungen auf ca. sieben bis acht reduziert werden könnte, erscheint aber dennoch diese Methode einerseits als zu zeitaufwendig, andererseits ist eine einmalige Momentaufnahme angesichts jährweise stark fluktuierender Populationen wenig geeignet, um durch Wiederholungsuntersuchungen in größeren Zeitabständen Entwicklungen nachzuweisen.

Vor diesem Hintergrund werden folgende Empfehlungen gegeben:

1. Ornithologische Untersuchungen sollten zum Standardprogramm der zoologischen Beobachtung in den Naturwaldreservaten und Vergleichsflächen werden; sie sollten möglichst in allen Flächen in regelmäßigem Turnus realisiert werden.

Vögel sind insbesondere aus vier Gründen besonders gut geeignete Umweltindikatoren (ergänzt nach JEDICKE 1997b):

► Sie bilden eine hoch aggregierende Artengruppe, die mit ihrem Vorkommen aufgrund ihrer Habitatansprüche zahlreiche Informationen über die horizontale und vertikale Raumstruktur des Waldes bündelt. Infolge ihrer hohen Mobilität reagieren sie rasch auf Veränderungen in der Habitat Ausstattung und indizieren damit unmittelbar wesentliche ablaufende Veränderungen.

► Durch die lange Tradition der Ornithologie sind die Kenntnisse insbesondere über die Autökologie der einzelnen Arten relativ gut. Somit sind die Ergebnisse ornithologischer Erfassungen gut zu interpretieren und lassen fundierte Rückschlüsse auf die Raumstruktur und Habitatelemente der Lebensräume der Vögel zu. Ergebnisse sind somit nicht allein quantifizierte Artenlisten, sondern valide Bewertungen auf Arten- und Zönoseniveau.

► Sie benötigen keine aufwendigen Erfassungsmethoden und durch Fachleute – von denen eine ausreichende Zahl verfügbar sein dürfte – ist mit relativ geringem Mitteleinsatz (s.u.) eine hohe Ergebniseffektivität leistbar.

► Vögel als auffällige Organismen sind populär – sie eignen sich daher gut zur Wissensvermittlung in Bezug auf die Bedeutung von Naturwaldreservaten (und im Rahmen dieser Forschungen ermittelter Effekte forstwirtschaftlicher Nutzungen auf den Vergleichsflächen) für den Naturschutz in der Öffentlichkeit.

Eine breite Anwendung weitest möglich standardisierter Erfassungsbedingungen in einer großen Zahl von Naturwaldreservaten hätte die Vorteile, dass über eine zentrale Zusammenführung und Auswertung der Daten gebietsspezifische Charakteristika einerseits deutlich würden, andererseits durch (der jeweiligen Fragestellung adäquate) Mittelwertbildungen auch generelle Schlussfolgerungen besser abgesichert möglich sind. Eine solche Langzeitbeobachtung auf einer breiten Basis unterschiedlicher Gebiete erfordert, um Entwicklungen möglichst exakt nachzeichnen zu können, die Differenzierung zwischen großräumig vorhandenen Veränderungen (sowohl Fluktuationen als ungerichtete als auch Sukzessionen als gerichtete Veränderungen, beispielsweise des Wandels von Verbreitungsgebieten, Häufigkeiten und/oder Habitatpräferenzen) und solchen Veränderungen gebietsspezifischer Art – die zu erkennen das eigentliche Ziel der Naturwaldreservate-Forschung darstellt.

2. Einjährige Untersuchungen der Avifauna, die erst in größeren Zeitabständen (z.B. zehn Jahren) wiederum einmalig wiederholt werden, sind nur sehr begrenzt aussagefähig. Es wird vorgeschlagen, jeweils drei aufeinander folgende Jahre zu untersuchen, um dann nach einer siebenjährigen Pause vom 11. bis zum 13. Jahr die nächste Untersuchungsperiode anzuschließen.

Einjährige Aufnahmen stellen stets nur eine Momentanalyse für ein Untersuchungsjahr dar. In Abhängigkeit von zahlreichen Faktoren wie Reproduktionserfolg der Vorjahre, Überlebensbedingungen im Sommerhabitat, während des Zuges und in den Überwinterungsgebieten sowie aktuellem Witterungsverlauf treten jährweise deutliche Schwankungen mit je Art unterschiedlichem Verlauf auf. Die einjährige Aufnahme ermöglicht zwar, wenn sie zeitgleich in Naturwaldreservat und Vergleichsfläche erfolgt, einen sinnvollen direkten Vergleich zwischen ungenutztem und genutztem Wald, die sukzessiven Veränderungen der Vogelgemeinschaften innerhalb der einzelnen Flächen über die Jahre sind aber nur begrenzt durch jeweils einjährige Untersuchungen in größeren Zeitabständen möglich. Die oben gegebene Empfehlung, jeweils drei aufeinander folgende Jahre in einem zehnjährigen Rhythmus zu untersuchen, stellt einen Kompromiss dar.

3. In die Untersuchungen sollten nach Möglichkeit alle Naturwaldreservate einbezogen werden.

Aufgrund der Vorteile, welche ornithologische Untersuchungen im Unterschied zu den

meisten anderen Tiergruppen (insbesondere Wirbellosen) zeigen (s. Punkt 1), sollte versucht werden, nach Möglichkeit alle Naturwaldreservate im Sinne eines mehr oder minder fortlaufenden Grundmonitorings nach dem unter Punkt 2 vorgeschlagenen Zeitraster (Untersuchungsjahre 1, 2, 3, 11, 12, 13 ...) in das zoologische Untersuchungsprogramm einzubeziehen. Sofern dieses nicht realisierbar erscheint, sollte eine Auswahl der Gebiete erfolgen unter drei Gesichtspunkten in der Reihenfolge abnehmender Priorität:

► Mit dem Ziel der Repräsentanz sollten alle in den Naturwaldreservaten vorhandenen (großflächig entwickelten) Waldgesellschaften in die Untersuchungen einbezogen werden. Ein Schwerpunkt liegt dabei naturgemäß auf Buchenwäldern.

► Aufgrund der Größe der individuellen Aktionsräume von Vögeln und im Hinblick auf die vorgeschlagenen Methoden sind primär die größerflächigen Naturwaldreservate auszuwählen.

► Es sollten Vergleichsflächen stets mit untersucht werden.

4. Die Transektkartierung sollte als die zeit- und ergebniseffizienteste Erfassungsmethode als Standard eingesetzt werden.

Der Methodenvergleich hat ergeben, dass die allgemein empfohlene Revierkartierung im Vergleich zu anderen Methoden sehr zeitaufwendig ist. Folgende Gründe sprechen für die Bevorzugung der Transekt- gegenüber der Revierkartierung:

► Obwohl die Revierkartierungs-Methode Standard zur Brutvogel-Erfassung in der Ornithologie ist, lassen sich subjektive Einstufungen mit hoher Relevanz für die Ergebnisse nicht ausklammern. Trotz der allgemeinen Kriterien für die Einstufung von Beobachtungen als „Papierreviere“ – die Grundlage für die Berechnung von Siedlungsdichten und aller weiteren Ergebnisse – hängt es in jedem Einzelfall der Abgrenzung von „Papierrevieren“ vom individuellen Erfahrungshorizont des Bearbeiters ab, wo er die Grenzen zieht – mit gravierenden Folgen für das Gesamtergebnis, welches mit einer Stelle nach dem Komma eine größere Exaktheit vortäuscht, als üblicherweise erzielt werden kann. Vergleiche zwischen Revierkartierungen, die durch unterschiedliche Bearbeiter erstellt wurden, sind daher immer mit recht hohen Ungenauigkeiten behaftet.

► Im Vordergrund der zoologischen Bearbeitung von Naturwaldreservaten steht ein Ansatz, welcher für eine fundierte Aussage aufwendige Revierkartierungen nicht erfordert: Es geht weniger um einen Vergleich mit anderen (nicht als Naturwaldreservat ausgewiesenen) Flächen, für die aufgrund der Datenlage Revierkartierungen sinnvoll erscheinen, um ausreichend Vergleichsmaterial zur Verfügung zu haben. Somit kommt es nicht so sehr auf die Ermittlung absoluter Brutpaar-Zahlen pro Flächeneinheit an. Vielmehr geht es primär um die Ermittlung möglichst exakter **relativer Abundanzwerte** für den jährweisen Vergleich innerhalb derselben Fläche und für die Gegenüberstellung von Naturwaldreservat und jeweiliger Vergleichs-

fläche. Da davon auszugehen ist, dass die Erfassungswahrscheinlichkeit artspezifisch konstant ist (d.h. sich insbesondere die Rufhäufigkeit und -lautstärke von Gebiet zu Gebiet und insbesondere im Laufe der Jahre nicht ändert), sind jährweise Vergleiche der Aktivitätsdichten der Vögel im Unterschied zu den immer eine Wertung enthaltenen Siedlungsdichte-Ergebnissen robuster, d.h. weniger fehleranfällig. Zwar lässt sich die vom Erfasser abhängige Wahrnehmung von Vögeln im Gelände (Hörvermögen, Artenkenntnis u.Ä.) als Fehlerfaktor nicht ausschließen, doch zumindest gewährleistet die weitere Auswertung größtmögliche Objektivität – zumal die Zählergebnisse exakt und vollständig in die Auswertung eingehen, während bei der Revierkartierung die nicht als Brutvögel eingestufteten Arten (außer ihrer namentlichen Auflistung) unberücksichtigt bleiben.

► Neben der größeren Objektivität der Transektdaten spricht nicht zuletzt auch die Kostenminimierung für die Bevorzugung dieser Methode: Im vorliegenden Methodenvergleich wäre für fünf Begehungen der Transekte ein Zeitaufwand von 6,5 h erforderlich gewesen, während die Revierkartierung 30,7 h beanspruchte (jeweils reine Beobachtungszeit) – fast die fünffache Zeit. Die eingesparten Mittel könnten sinnvoll durch die Einbeziehung einer größeren Zahl von Naturwaldreservaten in die ornithologischen Untersuchungen genutzt werden.

5. Die Methode der Transektkartierung ist weitest möglich zu standardisieren. Entsprechende Vorgaben müssen in einem Methoden-Leitfaden verbindlich festgelegt werden.

Ziel einer Standardisierung der Methode der Transektkartierung ist eine bestmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus verschiedenen Jahren und Gebieten. Dazu erscheinen folgende Kriterien als besonders wichtig:

► **Transektlänge:** Denkbar sind zwei Varianten – entweder eine feste Transektlänge unabhängig von der Flächengröße oder eine flächenabhängige Transektlänge. Allein schon aufgrund der breiten Spanne von Gebietsgrößen – die hessischen Naturwaldreservate sind zwischen 7,7 und 140,2 ha groß, die Vergleichsflächen zwischen 4,6 und 113,3 ha – wird empfohlen, eine flächenabhängige Transektlänge zu realisieren. Hier wäre eine Länge von 1 000 m Transekt je 50 ha Flächengröße zu erproben, die ggf. auf zwei (oder mehr) Teilstrecken aufgeteilt werden kann. Auf Flächen < 10 bis 20 ha – je nach Flächenzuschnitt – wird die Realisierung dieser Anforderung jedoch schwierig; hier wäre entweder die Ausklammerung aus dem ornithologischen Untersuchungsprogramm oder die Anwendung der Revierkartierungsmethode anzuraten. Eine feste Transektlänge unabhängig von der Gebietsgröße hätte den Vorteil einer direkten Vergleichbarkeit der Resultate (welche bei ungleich langen Strecken aber auf mathematischem Wege bedingt herstellbar ist); die Nachteile erscheinen jedoch gewichtiger: Unter Rücksicht auf

die mittelgroßen und kleinen Naturwaldreservate und insbesondere Vergleichsflächen müsste die zu bearbeitende Streckenlänge relativ kurz ausfallen und wäre weniger aussagekräftig, insbesondere für die großen Flächen.

► **Breite der erfassten Transektstreifen:** Die in der vorliegenden Untersuchung angewendete Aufteilung der Breite der Transektstreifen hat sich im Wald bewährt – 50 m Breite (je 25 m links und rechts der Mittellinie) der inneren Erfassungszone, je 25 m breit außerhalb davon äußere Erfassungszone, Registrierung aller darüber hinaus, aber innerhalb des Gebietes (und parallel zur Transektlinie) lokalisierten Vögel. Lediglich in Dickungen erscheint die Erfassbarkeit der Vögel in diesen Breiten deutlich eingeschränkt – ein Nachteil, der hingenommen werden muss. Es hat sich als notwendig erwiesen, als Hilfsmittel zur ausreichend exakten Entfernungsschätzung einen Laser-Entfernungsmesser zu verwenden.

► **Zählhäufigkeit und Zählzeit:** Im Hinblick auf finanzielle Gesichtspunkte erscheint es vertretbar, die Begehungshäufigkeit der Transekte auf fünf über die Brutzeit verteilte Kontrollen zu reduzieren. Dieses ergab in der vorliegenden Untersuchung eine rechnerische Reduktion der gefundenen Artenzahl auf 90 bis 92 % des bei sieben Begehungen ermittelten Wertes.

► **zeitliche Verteilung der Begehungstermine:** Wie bei allen Sommervogel-Erfassungen ist auf eine möglichst breite Streuung der Begehungstermine über die Hauptbrutzeit zu achten.

► **Auswertungskriterien:** Auch die Kriterien und Methoden zur Auswertung und ihre Darstellung sollte für künftige ornithologische Untersuchungen möglichst exakt definiert werden, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf lange Sicht zu gewährleisten.

6. Alle Ergebnisse sind in einer Datenbank zentral und fortlaufend zusammenzuführen und landesweit auszuwerten.

Die zentrale Datenhaltung ist zum einen sinnvoll im Hinblick auf die Herstellung eines landesweiten Überblicks der Resultate und dessen fortlaufende Aktualisierung, um die erhobenen Daten hinsichtlich der Zielsetzungen der Naturwaldreservate-Forschung bestmöglich nutzen zu können. Zum anderen wird es ab einer gewissen Mindestzahl an Erhebungen sinnvoll möglich, aus den artspezifischen Verteilungen auf die drei Erfassungszonen der Transekte Korrekturfaktoren zu errechnen, anhand derer auch Dichtewerte für die einzelnen Arten angegeben werden können. Da in Deutschland bislang solche systematisch angelegten Transekteerhebungen nicht verbreitet sind, steht noch kein entsprechendes Vergleichsmaterial an Zahlen zur Verfügung. Hier wäre überdies eine länderübergreifende Zusammenarbeit in der ornithologischen Forschung in Naturwaldreservaten sehr wünschenswert, um dem Ziel der Herleitung der Korrekturfaktoren rascher und fundierter näher zu kommen.

7. Vor einer breiten Realisierung der Vorschläge sollte zunächst einmal ein Testlauf der Methoden in mindestens drei Naturwaldreservaten und zusätzlich die Bearbeitung der in Abschnitt 5.4 skizzierten offenen Fragen realisiert werden.

Grundvoraussetzung eines jeden Monitorings ist die langfristige Wahrung möglichst identischer methodischer Rahmenbedingungen. Daher sollte, bevor die endgültige Festlegung dieser auf die Transektkartierung erfolgt, ein Testlauf in mindestens drei Naturwaldreservaten realisiert werden. Somit könnten nötigenfalls Änderungen der Rahmenbedingungen noch erfolgen, bevor das Untersuchungsprogramm definitiv für die nächsten Jahrzehnte festgelegt ist. Im Auftrag der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt erfolgte durch den Verfasser zwischenzeitlich eine dreijährige Untersuchung mit der Transektmethode in zwei Naturwäldern und Vergleichsflächen des Solling, kombiniert mit ebenfalls transektbasierten Verfahren zur Lücken- und Totholz-Erfassung (noch unpubliziert). Wiederholte Methodenvergleiche sind auch vor der Hintergrund der Arbeit von WIRSING (2006) angebracht, der die Punktzählung gegenüber der Transektkartierung favorisiert, hierbei jedoch die Methode variierte (5 statt 15 min Zählzeit, zwei Erfassungszonen).

6.2 Bewertung des erforderlichen Kostenaufwands

Bei einer mittleren Größe eines hessischen Naturwaldreservats von 40,9 ha (n=30) und einer Vergleichsfläche von 34,6 ha (n=22) lässt sich folgende Kalkulation des erforderlichen Zeitaufwands für die Durchführung von Transektkartierungen je NWR inklusive Vergleichsfläche aufstellen: 75,5 ha Gesamtfläche = 1 510 m Transektlänge = 5,5 h reine Zählzeit zzgl. Anfahrtszeiten, Vorbegehung zur Lagebestimmung und Markierung der Transekttrouten sowie Wechselzeiten zwischen den Teiltransekten = ca. 20 h; Zeitaufwand für Dateneingabe, Auswertung, statistische Berechnungen und Berichtsabfassung: ca. 30 h. Somit ist für die einjährige Bearbeitung einer Transektkartierung in einem mittleren Naturwaldreservat inklusive Vergleichsfläche von einem Zeitaufwand von etwa 50 h auszugehen.

Dank

Die vorliegende Arbeit resultiert aus einem Gutachten, welches der Landesbetrieb Hessen-Forst – Dienststelle Forsteinrichtung, Information, Versuchswesen (FIV) in Gießen – beauftragte. Namentlich Dr. Jürgen Willig danke ich für seine Offenheit, etablierte Methoden in Frage zu stellen und die Arbeit konstruktiv zu begleiten; der Landesbetriebsleitung für die finanzielle Förderung und die Zustimmung zur Veröffentlichung der Ergebnisse.

Literatur

- BIBBY, C.J., BURGESS, N.D., HILL, D.A. (1995): Methoden der Feldornithologie – Erfassung und Bewertung. Deutschsprachige Bearbeitung: BAUER, H.-G., hrsg. von E. JEDICKE. Neumann, Radebeul.
- BÜRGENER, M. (1963): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 111 Arolsen. Bundesanstalt f. Landeskunde und Raumforschung, Bad Godesberg.
- DOROW, W.H.O., FLECHTNER, G., KOPELKE, J.-P. (1992): Naturwaldresevrate in Hessen 3 – Zoologische Untersuchungen, Konzept. Mitt. Hess. Landesforstverw. 26, Wiesbaden/Frankfurt, 159 S.
- JÄRVINEN, O., VÄISÄNEN, R.A. (1983a): Confidence limits for estimates of population density in line transects. *Ornis Scandinavica* 14, 129-134.
- , (1983b): Correction coefficients for line transect censuses of breeding birds. *Ornis Fennica* 60, 97-104.
- JEDICKE, E. (1994): Ornithologische Punktaufnahmen und Erfassung der Habitatstruktur im Wald – Untersuchung von Habitatbeziehungen und Planungsanwendung. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 26, (2), 53-59.
- , (1997a): Avizönosen und Waldstruktur – Grundlagen für ein Biotopschutz-Konzept im Wald an Beispielen aus Hessen. *Habil.-Schr., Univ. Karlsruhe, Fakultät für Bio- und Geowissenschaften*, 257 S.
- , (1997b): Ornithologische Daten in der Landschaftsplanung – Gründe, Wege, Chancen und Grenzen. *NNA-Mitt.* 2/97, 70-78.
- , (1998): Biotische Ressourcen und forstwirtschaftliche Nutzung – Einflüsse von Waldbau-Methoden auf die Biodiversität und Definition einer ressourcenschonenden Forstwirtschaft. *MAB-Mitt.* 45, Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“, Bonn, 191-218.
- KLINK, H.-J. (1969): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 112 Kassel. Bundesforschungsanstalt f. Landeskunde u. Raumforschung, Bad Godesberg.
- MEGNER, K. (1999): Erfassung und Bewertung der Diversität zweier Buchenwaldgebiete unterschiedlicher Bewirtschaftung für den Naturschutz – Naturwaldreservat „Wattenberg und Hundsberg“ im Forstamt Wolfhagen. Unveröff. Dipl.-Arb., Univ. Göttingen, Geogr. Inst., 115 S. + Anh. und Karten.
- REICHHOLF, H. (1980): Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa. *Anz. orn. Ges. Bayern* 19, 13-26.
- SACHS, L. (1997): *Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden*. Springer, Berlin/Heidelberg, 8. Aufl.
- SÜDBECK, P., ANDRETTZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K., SUDFELDT, C. (2005): *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands*. Radolfzell.
- WINTER, K., BOGENSCHÜTZ, H., DORDA, D., DOROW, W.H.O., FLECHTNER, G., GRAEFE, U., KÖHLER, F., MENKE, N., SCHAUERMANN, J., SCHUBERT, H., SCHULZ, U., TAUCHERT, J. (1999): *Programm zur Untersuchung der Fauna in Naturwäldern*. IHW-Verlag, Eching, 61 S.
- WIRSING, T. (2006): Ornithologischer Methodenvergleich: Vergleich von Linienzählung und Punkt-Stopp-Zählung an Hand der Ergebnisse einer Revierkartierung im Bienwald/Südpfalz. *Vogelwarte* 44, (3), 159-169.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Eckhard Jedicke, Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Physische Geographie; Büro: Jahnstraße 22, 34454 Bad Arolsen, E-Mail jedicke@em.uni-frankfurt.de, Internet www.jedicke.de.