Ornithol. Anz., 60: 125–145

Nutzbarkeit von kleineren Weihnachtsbaumplantagen für Brut- und Wintervögel im Vergleich mit ähnlich strukturiertem Wirtschaftswald

Sofia Baur, Lena Schröcker und Hans Utschick

Use of small Christmas-tree-plantations by breeding and winter birds in comparison with similarly structured forests

Due to a booming market for Christmas trees grown in Germany, conflicts between producers and nature conservation have increased. This involves Christmas tree production in open landscapes and within open forests and is caused by preferred invasive tree species like the Caucasian fir *Abies nordmanniana*, intensively applied fertilizers and biocides, and poor structure within the normally uniform plantations.

The breeding and winter bird communities in plantations of small Christmas trees typical for the survey region and in structurally similar young forests were analysed in 2013/2014 in the hilly landscape northwest of Munich by grid-mapping. For this, 64 one-hectare squares were merged into four different types of plantation and two types of young forest (two types with replications), taking into consideration the landscape character of the surroundings (central or marginal areas, plantations in agricultural landscape, at the forest margin, or within forests). Tree species composition, tree age, age structure, vegetation layer stratification, and spatial site relations (distance to woods, forests and settlements) were also considered.

Compared with young forests, in the breeding season and also in winter, *bird species richness* was lower within the plantations, independent of plantation type. The main reasons for this are the size and width of a plantation (positive effects of forest margins are lacking), cultivation of Christmas trees in open landscapes far from old forests (no habitat network), a comprehensive use of young neophyte tree species of the same age (no differentiation in tree species composition, tree age, vegetation layer structure), and higher intensities of mechanical and chemical impacts. Typical bird species of mature coniferous forests avoid the plantations, mainly during the breeding season. By contrast, *bird abundance* was similar in plantations and young forests. Relatively high abundances were reached when proportions of deciduous trees were high within the plantations or in their surroundings, where older umbrella species shaded the young trees, where paths and gravel roads were included, and, in the breeding season, where settlements were further away. So high population densities in plantations are based on the bonus of foraging in nearby forests, especially in winter. In the survey region, plantations only have importance as compensatory habitats for endangered species like the Linnet *Linaria cannabina* or other species typical of heath habitats or forest margins only if the plantations are situated in extensively utilized landscapes.

To improve the habitat quality of plantations for birds it is recommended to cultivate the Christmas trees in narrow plantation strips of different ages, to edge them with deciduous margins (hedges, tree lines, fruit trees), and to break up dense structures by small flowering gaps. If Shropshire sheep are used for the control of the soil vegetation, mowing activities and the application of herbicides may be substantially reduced.

Key words: breeding birds, Caucasian fir, Christmas trees, edge effect, forest structure, habitat network, landscape character, plantation structure, winter birds, young forest

Sophia Baur, Zeppelinstr. 4, 89257 Illertissen, Deutschland
E-Mail: SofiaBaur@gmx.de

Lena Schröker, Erhardiweg 6, 84076 Rainertshausen, Deutschland
E-Mail: lena.schroecker@web.de

Dr. Hans Utschick ✉, Lantoldstr. 4, 85301 Schweitenkirchen, Deutschland
E-Mail: hans.utschick@t-online.de

Einleitung

Der immergrüne Baum gilt in vielen Kulturen und Religionen als Wohnstätte der Götter. Der Brauch, Weihnachten durch einen Christbaum aufzuwerten, besteht aber erst seit etwa 1509 (Fließer 1997). Die dafür geeigneten Nadelgehölze wurden bis in die 1950er-Jahre aus dem Wald entnommen. Dann erfüllten diese bei der Jungwuchs- und Dickungspflege anfallenden Jungbäume die Qualitätsanforderungen der Kunden nur noch zum Teil (Weber 2006) und wurden daher gezielt in Holzplantagen produziert, in denen die Flächen alle 10 bis 15 Jahre kahl geschlagen und wieder neu aufgeforstet werden (Spennesberger 2013). 2013 wurden in Deutschland jährlich 20 bis 25 Millionen Christbäume verkauft, bei Preisen von 16 bis 22 Euro für den laufenden Meter Nordmannstanne und bei einer Produktionsfläche allein in Deutschland von bereits 40.500 ha ein ernstzunehmender Wirtschaftsfaktor der holzerzeugenden Industrie. Dazu werden überwiegend landwirtschaftliche Flächen aufgeforstet. Hauptbaumarten sind mit einem Anteil von ca. 80 % die aus Russland eingeführte Nordmannstanne *Abies nordmanniana*, die wegen ihres breitpyramidalen Wuchses, der langen Haltbarkeit, der geringen Nadelverluste und der glänzenden Nadeln besonders beliebt ist, sowie die Blaufichte *Picea pungens*. Die Hauptanbaugebiete liegen in Deutschland in Schleswig-Holstein und im Sauerland (Koether 2011), davon allein im Sauerland 18.000 ha (Fartmann et al. 2017).

Im Vergleich zum Management von Wirtschaftswäldern erfordert die Christbaumproduktion erhebliche Dünger-, Herbizid-, Fungizid- und Pestizid-Applikationen, um ein gleichmäßiges Wachstum der Bäume, eine sattere Grün- und Blaufärbung der Nadeln und eine Minimierung von Baumkrankheiten und Insektenschäden zu gewährleisten. Nachdem z. B. im Sauerland zunehmend ehemalige Sturmwurfflächen für Weihnachtsbaumplantagen genutzt werden (Fartmann et al. 2017), befürchten Naturschutzverbände eine deutliche Verringerung der botanischen und zoologischen Artenvielfalt im Wald durch großflächige Monokulturen von Neophyten, die ein periodisches Beackern des Waldbodens erfordern und als Intensivkulturen zu Grundwasserverunreinigungen beitragen. Dies hat in Nord- und Westdeutschland dazu geführt, dass die Neuanlage von Weihnachtsbaumplantagen im Wald behördlich genehmigt werden muss. Andere Quellen weisen dagegen darauf hin, dass z. B. die Vogelzahlen in den Plantagen sogar höher sein können als in vergleichbaren Forstkulturen oder dass sich Anbaugebiete von Christbaumkulturen zu zentralen Rückzugsgebieten für gefährdete Vogelarten entwickeln können (Fartmann et al. 2017, 2018). Begründet wird dies vor allem durch ein reichhaltiges Nahrungsangebot infolge einer insekten- und samenreichen, dichten, kurzgrasigen Bodenvegetation. Allerdings hängt die Eignung von Waldhabitaten für Vögel auch von deren Charakter, Altersaufbau und Struktur ab (Bezzel 1982). Weihnachtsbaumkulturen sind in der Regel homogen strukturierte, in Reihen gepflanzte, gleichaltrige Monokulturen mit regelmäßig ausgemähter oder abgetöteter Bodenvegetation. Der Einsatz von Herbiziden trifft vor allem Spinnen (Humphrey et al. 1999), eine im Wald besonders wichtige Nahrungsquelle für Vögel. Dazu kommt die Neophytenproblematik. So sind die Vogelzahlen z. B. in größeren Douglasienbeständen *Pseudotsuga menziesii* vor allem im Winter infolge einer reduzierten und kleinere Arten enthaltenden Arthropodenbesiedlung niedriger als in vergleichbaren Fichtenbeständen (Müller und Stollenmaier 1994, Goßner und Utschick 2002).

In für bayerische Verhältnisse typischen, kleinflächigen Gemengelagen werden die Vogelverteilungen in Christbaumplantagen im Offenland und Wald unter Berücksichtigung von Waldrand-, Waldstruktur-, Umgebungs- und Managementeffekten mit vom Bestandsalter her vergleichbaren Forstkulturen im Wirtschaftswald verglichen, und dies sowohl in der Brutperiode als auch im Winter. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollen helfen, die Habitatqualität und den Vogelreichtum in den Plantagen zu verbessern. Dazu werden folgende vier Hypothesen geprüft:

- Junge Forstkulturen des Wirtschaftswaldes beherbergen mehr Vogelarten und größere Vogelbestände als Christbaumplantagen. Dies ist eine Folge der geringeren Bewirtschaftungsintensität, der evolutiven Anpassung an heimische Baumarten, der in der Regel inhomogeneren Waldbestandsstrukturen bei höheren Altersspannen (MacArthur und MacArthur 1961, Newton 1986) und des geringeren Biozideinsatzes.
- In Randzonen von Plantagen und Waldflächen („edge effect" von Waldrändern) halten sich mehr Vogelarten und Vogelindividuen auf als in zentralen Flächen (höhere Einstrahlung, Primärproduktion, mehr Insekten etc.; Hansson 1983, Weber et al. 2009).
- In 4–8 Jahre alten Pflanzkulturen sind infolge eines geringeren Nahrungsangebots bei höherer Prädationsgefahr weniger Vögel zu erwarten als in 9–25 Jahre alten Jungwaldbeständen (Bibby et al. 1985, Patterson et al. 1995).
- Die Vogeldichten in kleinflächigen Plantagen und Waldbeständen werden durch ihre nähere Umgebung und durch die Lage zu Gehölzen, Waldflächen und Siedlungen der weiteren Umgebung in der Regel beeinflusst (Blair 1996).

Untersuchungsflächen

Die 13 Untersuchungsflächen A bis L (Abb. 1) mit einer Fläche von zusammen 64 ha befinden sich 25 km nordwestlich von München in einem Umkreis von 4 km um Markt Indersdorf (Landkreis Dachau). Zu Lagekoordinaten, Flächengröße und Bewirtschaftungsform siehe Tab. 1. Das Untersuchungsgebiet liegt im Naturraum Donau-Isar-Hügelland, welches vorwiegend aus obermiozänen, tertiären Ablagerungen aufgebaut ist. Der Waldflächenanteil dieses Naturraums liegt bei 15,7 % und damit weit unter dem Landesdurchschnitt. Auch im Raum Markt Indersdorf sind die Waldflächen durchwegs kleinflächig und inselartig relativ homogen verteilt (Abb. 1). Die hier ursprünglichen Eichen-Hainbuchen- und Hainsimsen-Buchenwälder sind bis auf kleine Reste naturnaher Waldbestände durch Fichten- und Kiefernforste ersetzt. In dem rund 500 m über NN liegenden Untersuchungsgebiet mit seinem warmgemäßigten Regenklima (Climate Data 2013, Wetter und Klima 2013) beträgt die durchschnittliche Jahrestemperatur 7,9 °C und die Jahresniederschlagsmenge 782 l/m^2 (FAST GmbH München 2013).

Die Untersuchungsflächen bestehen aus 0,2 bis 10,5 ha großen Weihnachtsbaumplantagen sowie forstlichen Verjüngungen. Mit Ausnahme einer 0,5 ha großen Blaufichtenplantage *Picea pungens* bei Oberweilbach (A2) wurden fast ausschließlich Nordmannstannen *Abies nordmanniana* angebaut. Die forstlichen Verjüngungen wurden dagegen von der Fichte *Picea abies* geprägt. Nur vereinzelt waren Waldkiefern *Pinus sylvestris*, Rotbuchen *Fagus sylvatica* und Birken *Betula verrucosa* beigemischt. Der Bestockungsgrad betrug bei allen Christbaumplantagen nahezu 100 %, bei

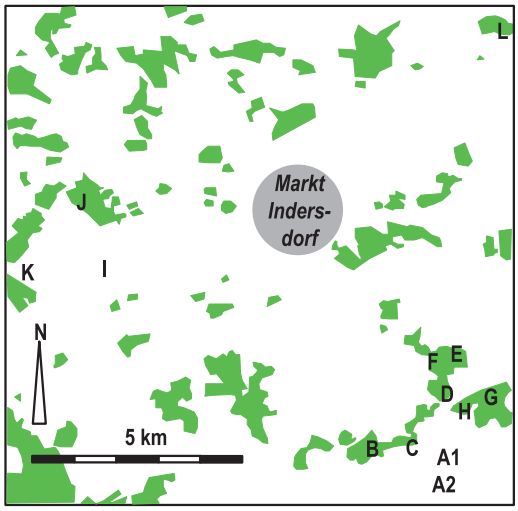

Abb. 1. Untersuchungsgebiet mit Lage und Verteilung der Versuchsflächen (A1-L) und Waldflächen (grün). Flächenbezeichnung, Flächengröße und Art der Baumkulturen siehe Tab. 1. – *Survey area with position and distribution of test (A1-L) and forest areas (green). For site code, size, and cultivation type see Tab. 1.*

Tab. 1. Lage und Größe der Untersuchungsflächen mit Bewirtschaftungsform (Christbaumplantage bzw. Forstkulturen im Wirtschaftswald). Zur Flächeneinteilung und Kategorisierung der Unterflächen vgl. Abb. 3. – *Site and size of the test areas and cultivation type (Christmas tree plantation, young forest). For classification of subunits to form plantation type and forest types see Fig. 3.*

Kürzel	Ort	Größe [ha]	Gauß-Krüger-Koordinaten	Art der Baumkulturen
A1	Oberweilbach	10,5	4457531-5352606	Plantage
A2	Oberweilbach	0,5	4457359-5351790	Plantage
B	Viehhausen W	5,5	4456130-5352362	Plantage
C	Viehhausen N	0,3+0,2	4457031-5352586	Verjüngung+Plantage
D	Sigmertshausen	0,65+0,2	4457910-5353861	Verjüngung+Plantage
E	Kleininzemoos W	3,5	4457879-5354779	Verjüngung
F	Kleininzemoos E	2,5+2,1	4457653-5354420	Verjüngung+Plantage
G	Schillhofen E	7,0	4458583-5353567	Verjüngung
H	Schillhofen W	2,6	4458311-5353400	Verjüngung
I	Hörgenbach	3,5	4449513-5356788	Plantage
J	Neureuth	2,0+3,5	4449085-5358348	Verjüngung+Plantage
K	Eisenhofen	0,73	4447564-5356689	Plantage
L	Asbach	2,0+4,0	4459381-5362590	Verjüngung+Plantage

einem anfänglichen Beschirmungsgrad von maximal 10 %. In den forstlichen Verjüngungen war der Bestockungsgrad mit z. T. nur 50 % in der Regel deutlich niedriger. Vor allem die Weihnachtsbaumkulturen waren meist einschichtig. Plantagen und Verjüngungen konnten aber auch einen Schirm aus Überhältern oder Altbestandsresten aufweisen (Abb. 2, C und D). Das Baumalter lag in den Plantagen zwischen vier (Pflanzalter) und 18 Jahren. In den Forstkulturen war die Altersspanne mit 25 Jahren deutlich größer und die Baumbestockung viel inhomogener, vor allem bei Naturverjüngung. Dadurch war hier die Bodenvegetation üppiger und der Deckungsgrad höher (Abb. 2, A) als in den Plantagen, in denen vor allem Moose dominierten.

Jede Weihnachtsbaumplantage wurde mindestens einmal im Jahr mit Pestiziden behandelt und die Bodenvegetation gemäht. Fungizide wurden üblicherweise im April auf die Bäume aufgetragen, die Behandlung mit Herbiziden erfolgte ebenfalls im Frühjahr und teilweise eine zweite Behandlung im Herbst. Die Bodenvegetation wurde je nach Wuchsintensität im Sommer (Juli/August) und/oder im Herbst (Oktober) gemäht. Auch wurden die Nordmannstannen künstlich gedüngt. In den forstlichen Jungkulturen war weder der Einsatz von Herbiziden noch eine mechanische Bekämpfung der Bodenvegetation üblich.

Bei den Landschaftsbezügen unterscheiden sich die vier Weihnachtsbaumplantagen im Agrarland (A1, A2, I, K; vgl. Abb. 1) deutlich von den waldinternen Anbauflächen bzw. Forstkulturen. Hier ist damit zu rechnen, dass sich Waldeffekte im Agrarland in den durchschnittlich 578 (213–819) m vom nächsten Waldkomplex entfernten Plantagen deutlich schwächer auswirken als in den in Wald oder Gehölzfluren eingebetteten Plantagen und Fichtenverjüngungen des Wirtschaftwaldes (Entfernungen von nur 21 (3–71 m). Dafür ist vor allem im Winter mit einer stärkeren Beeinflussung durch Siedlungen zu rechnen, die im Agrarland nur 306 (246–445) m entfernt waren, im Wald 564 (2510–949) m.

Methoden

Einrichtung der Untersuchungsflächen. Alle 13 Versuchsflächen wurden mit einem quadratischen Gitterfeldnetz von 1 ha großen Untersuchungseinheiten überzogen. Die einzelnen Gitterfelder wurden unter Berücksichtigung der Umgebungseigenschaften von Plantagen und Kulturen in 6 Kategorien eingeteilt (vgl. Abb. 3): (a) zentrale Lagen innerhalb einer Weihnachtsbaumplantage im Agrarland, (b) Randlagen in einer Weihnachtsbaumplantage im Agrarland inklusive Offenlandumgriff, (c) Weihnachtsbaumplantage in zentralen Waldflächen (mit Replikat), (d) Weihnachts-

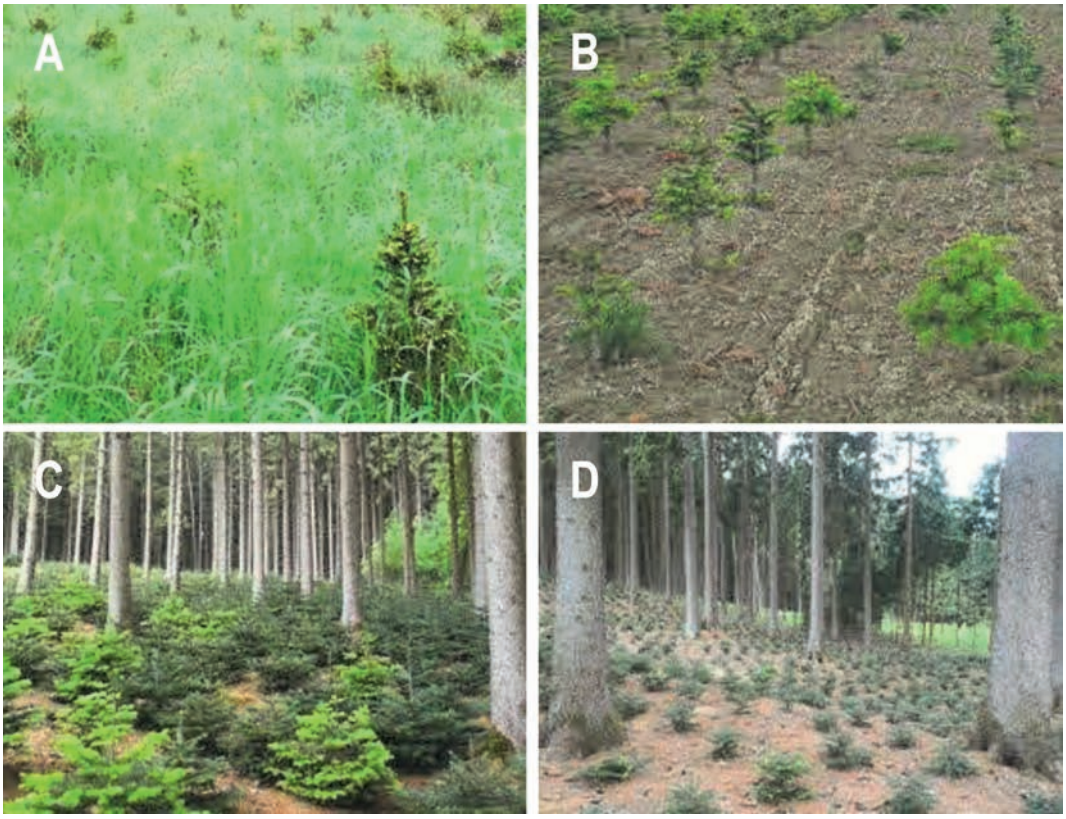

Abb. 2. Vergraste Fichtenverjüngung nach Kahlschlag (A, Gitterfeld 56) und verschiedene Formen von Christbaumplantagen mit Nordmannstanne im Untersuchungsgebiet. Rechts oben ein junge Plantage auf Acker (B: Weihnachtsbaumkulturen Gitterfeld 11), unten zwei unterschiedlich stark von Fichten überschirmte (C: Gitterfeld 13, D: Gitterfeld 16). Vgl. Abb. 3 und Abb. 4. – *Above: young spruce trees in a grassy clear-cut area (A, grid square 56) and different types of Christmas tree plantations in the study area with Caucasian fir; young plantation in an agricultural landscape (B, grid square 11). Below: two plantations shaded by older fir trees to different degrees (C, grid square 13; D, grid square 16). See Figs. 3 and 4.*

baumplantage am Außenrand von Waldflächen, (e) forstliche Verjüngung im Inneren größerer Waldkomplexe (mit Replikat), (f) forstliche Verjüngung in Waldrandnähe. Bei Gitterfeldern in Randlagen sind Teile des Gitterfeldes in der Regel landwirtschaftlich genutztes Offenland.

Zu jeder der sechs Kategorien wurden aus dem gesamten Flächenpool je acht Gitterfelder ausgewählt (vgl. Farbcode in Abb. 3). Von den mittigen Weihnachtsbaumkulturen (c) und Forstkulturen (e) wurden zusätzlich Replikate derselben Größe verwendet, um die Replizierbarkeit der Daten überprüfen zu können.

In den 64 durchnummerierten Gitterfeldern wurden mit Hilfe von aktuellen Luftaufnahmen die verschiedenen Landnutzungseinheiten digitalisiert und der Flächenanteil von Plantagen, Wald, Agrar- und Grünland, Hecken bzw. Feldgehölzen, Verkehrsflächen und sonstigen Flächen bestimmt (vgl. Abb. 4). Die 309 so entstandenen Nutzungspolygone dienten als Bezugsflächen für die Vogelbestandsaufnahmen und wurden in Kartiervorlagen (Maßstab 1:2.500) entsprechend aufbereitet. Flächenbezogen betrafen 41 % der Polygone Weihnachtsbaumplantagen, 32 % Kulturen und Jungbestände des Wirtschaftswaldes, 17 % ältere

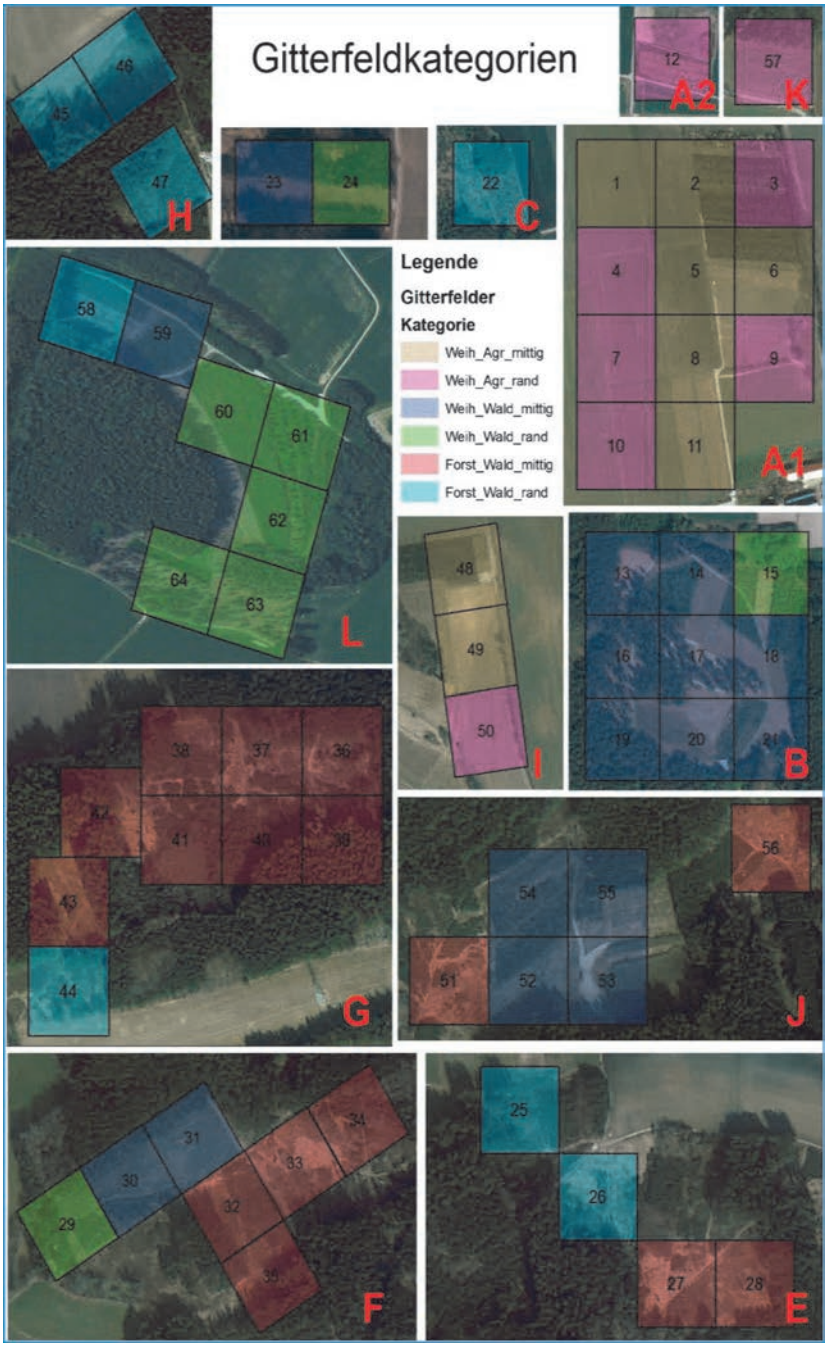

Abb. 3. Testflächenset (vgl. Abb. 1 und Tab. 1) und Bewirtschaftungsform der 64 untersuchten Gitterfelder (Weih = Christbaumplantage, Forst = Forstkultur, Agr = im Agrarland, Wald = im Wald, mittig = Gitterfeld in zentraler Bestandslage, rand = Gitterfeld in Waldrandlage). – *Test areas (see Fig. 1 and Tab. 1) and cultivation types of 64 grid squares (Weih = plantation, Forst = young forest, Agr = agricultural land, Wald = forest, mittig = square in the centre of plantation or forest, rand = squares at the margin of plantations or at the edge of forests).*

Waldbestandsstadien und nur 10 % Offenland (Acker, Grünland, Verkehrsflächen, Randhecken). Ergänzend wurden Parameter zur Art der Waldlandschaft und zum Landschaftsverbund der Gitterfelder ermittelt, wie die Größe (ha) und mittlere Breite (m) von Christbaumplantagen und Forstkulturen, die Größe (ha) der zusammenhängenden Waldflächen um Plantagen oder Kulturen (Waldkomplexgröße) sowie die Entfernungen des Gitterfeldmittelpunktes (m) zum nächstgelegenen Waldkomplex, zum nächsten Gehölz (Hecke, Flurgehölz) und zur nächsten Siedlung.

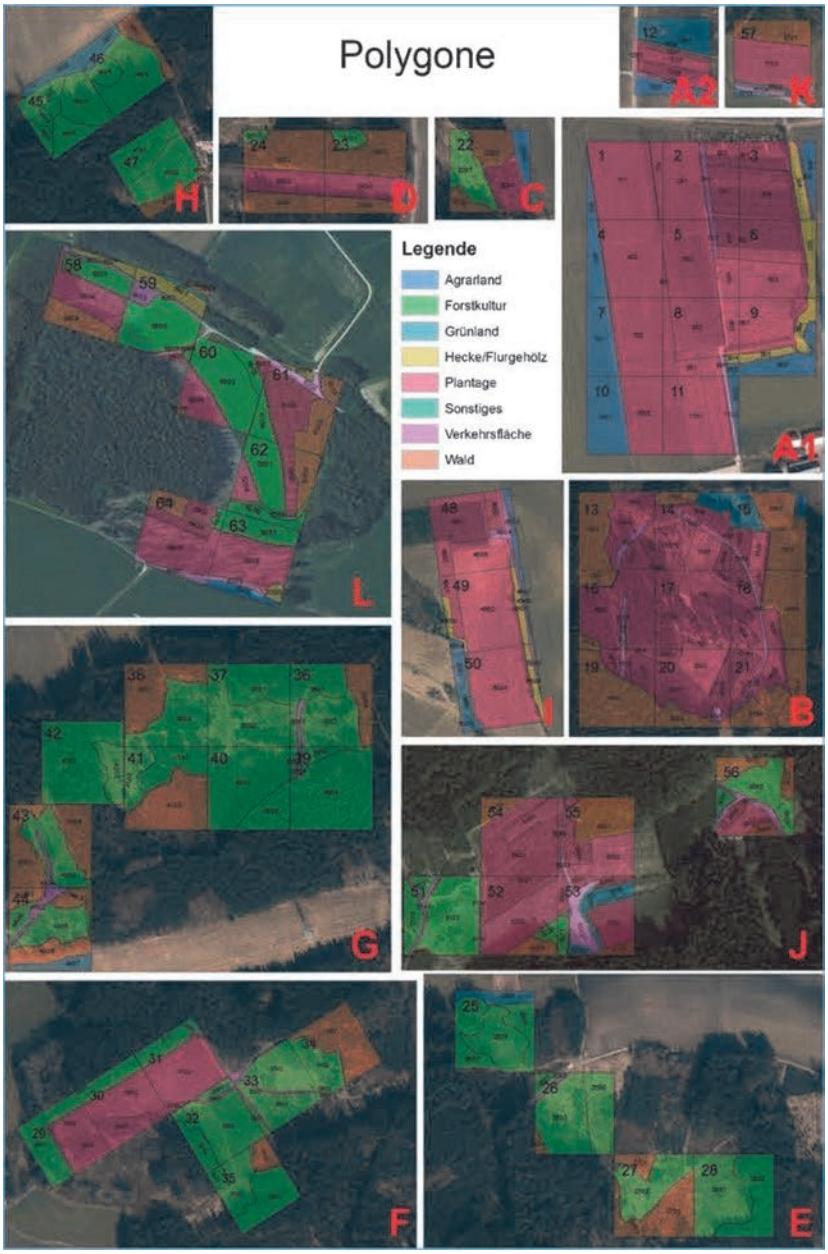

Abb. 4. Testflächenset mit Polygonen unterschiedlicher Landnutzung. Vgl. Abb. 3. – *Test areas with polygons showing different land-use types.*

In einer Vorbegehung wurden zudem zusätzliche Daten zur Vegetationsstruktur erhoben. Erfasst wurden forstliche Waldbestandsvariablen wie Baumartenanteile, Baumalter, Altersspanne der Bäume, Bestockungsgrad, Deckungsgrad der Bodenvegetation, Schichtigkeit und Beschirmungsgrad. Managementdaten zum Einsatz von Herbiziden, Fungiziden, Rodentiziden und anderen Pestiziden wurden aus den Betriebsunterlagen zu den Weihnachtsbaumplantagen entnommen und parametrisiert, desgleichen die Anzahl der jährlichen mechanischen Bekämpfungen der Bodenvegetation.

Vogelbestandsaufnahmen. In jeweils 6 ca. achtstündigen Begehungen wurden ab Sonnenaufgang sowohl Brutvogeldaten (Mitte März bis Anfang Juni 2013) als auch Wintervogeldaten (Mitte November 2013 bis Mitte Februar 2014) zeitnormiert und mit Polygon-/Gitterfeldbezug erhoben (Gitterfeldkartierung auf Nutzungspolygonbasis). Dabei wurde jedes der 100 x 100 m großen Gitterfelder pro Begehung fünf Minuten lang observiert und die Anzahl aller akustisch oder visuell nachweisbaren Vogelarten polygonscharf ermittelt. Um die tageszeitlichen Unterschiede in den Aktivitätsmustern von Vögeln auszugleichen, wurde die Reihenfolge der Flächenbearbeitung systematisch gewechselt, sodass im ganzen Untersuchungszeitraum die Aufnahmequalität für alle Gitterfelder vergleichbar war. Pflege- und Baumfällungsarbeiten sowie in der Adventszeit die Aktivitäten bei der Ernte der Christbäume wurden als „Störfaktor" festgehalten, wenn sie die akustische Erfassung erschwerten bzw. Verscheuchungseffekte verursachten.

Statistische Verfahren. Für die statistische Auswertung der Daten wurde das Statistik-Paket R Version 2.15.0 verwendet (R Development Core Team 2010). Nach Prüfung der Daten auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test) und Varianzgleichheit (F-Test) wurden Unterschiede zwischen Gitterfeldgruppen oder Habitatkategorien mit dem t-Test auf Signifikanz geprüft. Waren die Stichproben nicht normalverteilt, wurde der Wilcoxon-Test, bei fehlender Gleichheit der Varianzen der Welch-Test verwendet.

Auf Gitterfeldebene wurden Zusammenhänge zwischen Artenzahlen, Vogelsummen und den Gitterfeldparametern mit dem Spearman-Rangkorrelations-Test geprüft. Zur Identifizierung der die Vogeldaten maßgeblich beeinflussenden Faktorenkomplexe wurde mit dem Statistikprogramm R („tree"-Paket) ein Baummodell zur Schwellenwertanalyse erstellt. Je länger die Zweige des Clusterbaums sind, desto mehr kann die Streuung durch den jeweiligen Faktor erklärt werden.

Um die Verteilung der verschiedenen Vogelarten auf die Bestandskategorien (mit Replikaten) zu untersuchen, wurde zudem eine nichtlineare multiple Skalierung (NMDS) durchgeführt.

Ergebnisse

In der Brutzeit wurden 1.779 Vögel (4,9 Vögel pro ha und Begehung) in 53 Arten erfasst, im Winter 1.006 Vögel (2,8 Vögel/ha) in 32 Arten. Die Arten- und Vogelzahlen stiegen dabei im Frühjahr von Ende März bis Ende Mai/Anfang Juni kontinuierlich an (R^2 = 0,875 bzw. 0,670), während im Winter die Artenzahlen (18–22) schwankten. Hier stiegen die Vogeldichten von Ende November bis zum Hochwinter nur gering und erreichten erst Mitte Februar ein deutliches Maximum. Im Winter wurden die meisten Vögel zwischen 11:00 und 13:00 angetroffen, während die Vogelnachweise im Frühjahr vom frühen Morgen bis zum Frühnachmittag kontinuierlich abnahmen (R^2 = -0,466).

Vergleich der Waldtypkategorien auf Habitattypenbasis (Polygone). Die Zusammenfassung aller Polygone mit gleichem Habitattyp ergab, dass in der Brutzeit der reifere Wirtschaftswald mit 35 Vögeln und 2,7 Arten pro ha deutlich vogelreicher war als forstliche Verjüngungen (29 Vögel und 1,8 Arten pro ha) und Plantagen (25 Vögel und 1,4 Arten). Auch im Winter war der reifere Wirtschaftswald mit 17 Vögeln und 1,5 Arten pro ha vogelreicher. Die Unterschiede zu Forstkulturen (15 Vögel und 1,1 Arten pro ha) bzw. Plantagen (15 Vögel und 0,7 Arten pro ha) waren aber im Winter deutlich geringer als in der Brutzeit.

Vergleicht man im Brutzeitaspekt die Artenzahlen und Vogelsummen pro ha für die 6 Habitatkategorien von Weihnachtsbaumplantagen und forstlichen Verjüngungen (Abb. 3) nur auf Polygonbasis (Abb. 4), also ohne Berücksichtigung der christbaumfreien umgebenden Habitate, dann waren die Werte für in der Mitte von Plantagen liegende Polygone mit nur 2,2 Arten und 23,1 Vögeln pro ha im Offenland bzw. 2,5 Arten und 23, 2 Vögeln im Wald niedriger als in den

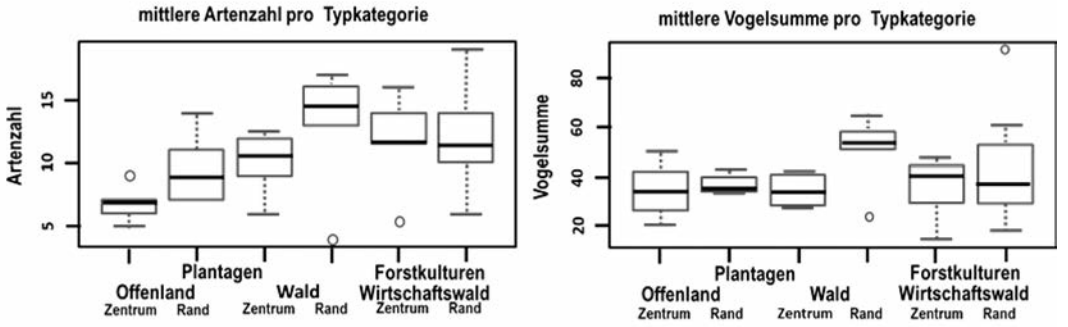

Abb. 5. Boxplot zu mittlerer Artenzahl (links) und mittlerer Vogelsumme (rechts) in den sechs Typkategorien der Plantagen und Forstkulturen im Brutzeitaspekt. – *Boxplot for the distribution of average bird species richness (left) and abundance (right) within the 6 type categories of plantations and young forests (breeding period aspect).*

Randlagen von Offenland-Christbaumplantagen (3,2 Arten und 26 Vögel) bzw. in an Waldrändern gelegenen Plantagen (5,5 Arten und 29,9 Vögel). In den forstlichen Verjüngungen war der Artenreichtum am Waldrand mit 5,3 Arten dem der Waldrand-Plantagen vergleichbar und deutlich höher als in den mitten im Wald liegenden Plantagen und Forstkulturen (2,5 bzw. 2,3 Arten). Die gegenüber Offenlandplantagen deutlich höheren Vogelzahlen in diesen Kulturen wurden aber durch die Randlage kaum beeinflusst (27,3 Vögel in zentralen, 26,7 in waldrandnahen Bereichen). Von den übrigen Habitattypen des Offenlandes wurden Ackerflächen mit nur 4,1 Arten und 8,6 Vögeln pro ha kaum angenommen, während Verkehrsflächen mit ihren Ruderalsäumen (6,7 Arten, 23,3 Vögel) und Grünland (6,2 Arten, 21,2 Vögel) artenreicher waren als Plantagen und Verjüngungen im Wald. Besonders hoch waren diese Werte aber in Hecken und Flurgehölzen (13,1 Arten, 72,1 Vögel), dies auch im Winter (12 Arten mit 64 Vögeln pro ha), während Verkehrsflächen in dieser Jahreszeit bei 9 Arten nur noch 11 Vögel pro ha aufwiesen und die Werte auf Acker und Grünland auf 3 bzw. 4 Arten und 9 bzw. 12 Vögel sanken.

Vergleich der Waldtypkategorien auf Gitterfeldbasis. In der Brutsaison unterschieden sich die mittleren Artenzahlen pro Begehung und Gitterfeld zwischen den in Agrarland eingebetteten Christbaumplantagen (Kategorie 1, zentrale Lage innerhalb der Plantage) und den Plantagen im Wald und Fichtenkulturen signifikant (t-Test; Ausnahme Waldrandplantagen; dort fehlende Normalverteilung; vgl. Abb. 5). Die Vogelabundanzen waren dagegen mit Ausnahme der Plantagen in Waldrandlage (Kategorie 4; Vogelzahlen signifikant höher als in Kategorie 1 und Kategorie 3) von den Anbauformen der Baumkulturen weitgehend unabhängig (Abb. 5). Auch im Winter unterschieden sich die 6 Typkategorien mit Ausnahme von Kategorie 1 nicht signifikant. Die ins Offenland gepflanzten Christbäume wurden nur von 10 der 32 Wintervogelarten aufgesucht, die übrigen Kategorien von durchschnittlich 18 (15 bis 25) Arten. Dafür waren die Wintervogelsummen in den 8 Gitterfeldern von Kategorie 1 mit rund 200 Vögeln fast doppelt so hoch wie im Durchschnitt der anderen 5 Typkategorien (im Untersuchungszeitrum nur je 100 bis 140 Wintervögel). Vor allem diese Offenlandplantagen wurden im Winter von den großen Meisen- und Finkentrupps aus nahen Siedlungen mit genutzt.

Abb. 6 bildet die Dominanzstrukturen der Brutvogelgemeinschaften in den sechs Bestandskategorien ab. In allen Plantagentypen stellten Buchfink und Amsel mindestens 50 % aller Vögel. In den Weihnachtsbaumplantagen im Offenland kam vor allem die Goldammer hinzu, wobei diese wie auch Sperlinge, Hausrotschwanz, andere Siedlungsvögel und Offenlandvögel (Feldlerche etc.) an den offenen Plantagenrändern (Kategorie 2) häufiger war, während die

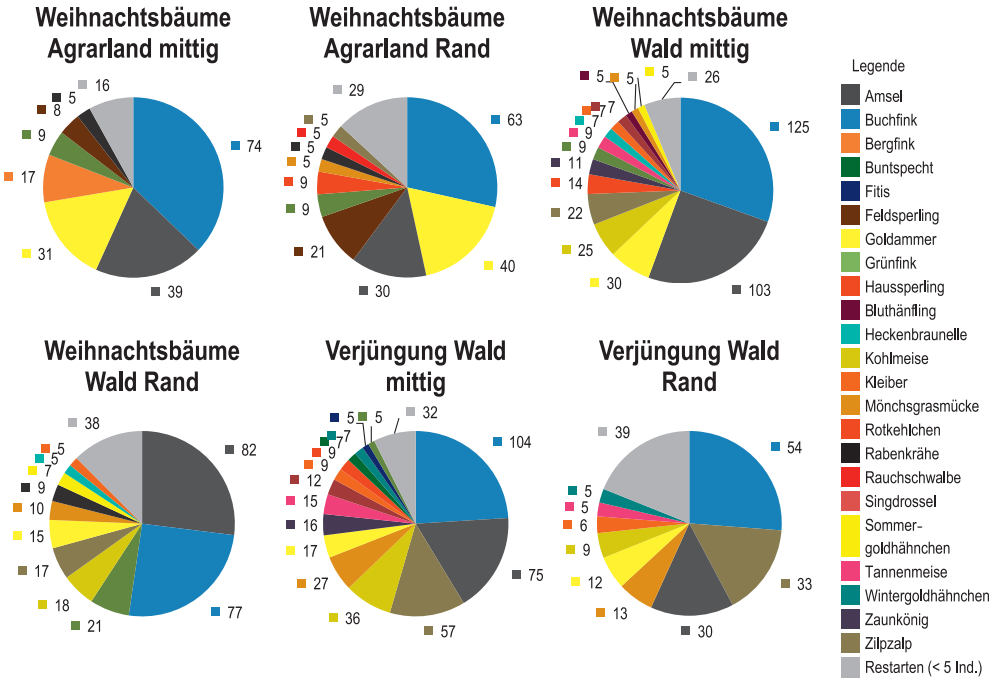

Abb. 6. Vergleich der Nachweissummen der häufigsten Vogelarten (je 8 Gitter aus sechs Kartierungen; bei den 2 Kategorien zu „Wald, mittig" je 16 Gitterfelder) in den 6 Waldbestandskategorien (vgl. Abb. 3). Arten durch Farben gekennzeichnet. Vogelarten mit weniger als 5 Individuen zu „Restarten" zusammengefasst. – *Comparison of the abundance of the commonest bird species (see colours) in 8 squares from 6 type categories of plantations and young forests (see Fig. 3). Species with fewer than 5 individuals counted categorized as "Restarten" [other species]. Within the two central forest ["Wald, mittig"] graphs numbers doubled to 16 in each by replicates.*

Amsel hier meist die zentralen Areale (Kategorie) bevorzugte. Nur bei den Weihnachtsbaumplantagen im Wald (Kategorien 3 und 4) war die Häufigkeit der Amsel der des sonst überall dominierenden Buchfinks vergleichbar, im Waldrandbereich sogar höher. Auch der Grünfink bevorzugte dort eindeutig Waldrandlagen, während Goldammer, Rotkehlchen und Zaunkönig eher zentralere Plantagenareale aufsuchten. Relativ häufig waren in Christbaumplantagen im Wald auch Arten wie Kohlmeise, Zilpzalp und Heckenbraunelle (mehr als 5 Nachweise). Richtig häufig wurde der Zilpzalp aber erst in den Vogelzönosen der Forstkulturen (Kategorien 5 und 6), die sich von denen der Weihnachtsbaumplantagen besonders durch größere Vorkommen der Mönchsgrasmücke unterschieden (Abb. 6). Kohlmeise, Rotkehlchen, Zaunkönig und Singdrossel waren hier eher in den zentralen Bereichen, Kleiber, Wintergoldhähnchen und Zilpzalp eher in Randlagen anzutreffen. Somit sind für Plantagen im Wald vor allem höhere Anteile von eher ubiquitär und häufig bodennah Nahrung suchenden Arten wie Kohlmeise, Grünfink, Rotkehlchen und Zaunkönig typisch, für Agrarlandplantagen hohe Kontingente von bodennah die offenen Landschaft absuchenden Arten wie Goldammer oder Sperlinge und für forstliche Fichtenkulturen klassische Zweigabsucher wie Zilpzalp und Mönchsgrasmücke.

Auch im Winter dominierten in den in Agrarland eingebetteten Christbaumplantagen Buchfink, Haus-, Feldsperling, Goldammer und Kohlmeise. An den Rändern kamen vor allem Amsel, Raben- und Saatkrähe dazu. Im Wald dominierten unabhängig von der Anbauform der Bäume Buchfink, Wintergoldhähnchen, Kohlmeise und Blaumeise, an den Waldrändern neben dem Buchfink vor allem Rabenkrähe und Amsel. Seltener kamen hier auch im Offenland nahrungsuchende Arten wie Turmfalke, Saatkrähe, Elster oder Singdrossel dazu. Nur für den Wirtschaftswald galt dies auch für Knospenfresser wie Gimpel oder Grünfink. Besonders in zentralen Teilen der Plantagen häufiger als im Wirtschaftswald waren vor allem Haussperling und Erlenzeisig. Auch Wintergoldhähnchen und Fichtenkreuzschnabel waren dort relativ häufig. Insgesamt waren im Winter die Unterschiede zwischen den Waldbestandskategorien deutlich geringer als zur Brutzeit.

Auch eine nichtlineare multiple Skalierung (NMDS) der Gitterfeld-Brutvogelzönosen (Abb. 7) zeigt, dass die Artenverteilung stärker von der Waldtypkategorie bestimmt wird als vom Charakter einzelner Plantagen- oder Waldgebiete, auch wenn es hier Nachbarschaftsbeziehungen geben kann. So waren z. B. die Vogelverteilungen bei mittig im Wald liegenden Plantagen (Abb. 3) in der kompakten Testfläche 3 deutlich ähnlicher als im auf 4 Testflächen (F, J, H, L) verteilten Replikat, das auch von der Jahreszeit unabhängig artenärmer war und deutlich weniger Vögel aufwies. Gleiches gilt für Forstkulturen im Wirtschaftswald (kompakte Testfläche G, Replikat aufgeteilt auf die 3 Waldgebiete E, F, J), mit allerdings nicht so deutlich abfallenden Arten- und Vogelzahlen wie in den Plantagen. Im Winter waren hier die Artenzahlen im Replikat infolge der in dieser Jahreszeit mobileren Vogeltrupps sogar deutlich höher. Damit scheinen sich Plantagen im Wald deutlich stärker voneinander zu unterscheiden als Forstkulturen im Wirtschaftswald. Bei den Werten auf Achse 2 zeigt Abb. 7 sehr deutlich die unterschiedliche Vogelbesiedlung von Offenlandplantagen (Farben Gelb und Rot) und Plantagen im Wald (blau und violett) an und belegt Unterschiede von Plantagen und Wirtschaftswald (grün) vor allem bei den Werten auf Achse 1. So sind Siedlungsvögel wie Bachstelze, Star, Girlitz, Hausrotschwanz oder Feldsperling bzw. Agrarvögel wie Feldlerche, Fasan, Schafstelze, Turmfalke und die Goldammer regelmäßig nur in Christbaumkulturen im Offenland zu erwarten. Dagegen zeigten Weihnachtsbaumkulturen an Waldrändern Schnittmengen mit Forstkulturen in Waldrandlagen. Waldrand- und Heckenvögel wie Dorn- und Gartengrasmücke, Bluthänfling, Neuntöter und die Amsel schienen am wenigsten wählerisch zu sein. Gleiches gilt für Waldvogelarten, die wie Tauben oder Drosseln bevorzugt im Offenland Nahrung suchen. Typische Waldvögel wie Eichelhäher, Kuckuck, Hauben- und Schwanzmeise nutzten die Plantagen deutlich seltener als die Forstkulturen mit ihrem Waldumgriff. Gleiches gilt für meist in Baumkronen nahrungsuchende Finken wie Erlenzeisig, Gimpel, Kernbeißer, Stieglitz oder Stammkletterer. Somit stehen niedrige Werte auf beiden Achsen für typische Waldarten, hohe Werte auf Achse 1 für Waldrandsituationen und Offenland und hohe Werte auf Achse 2 für Christbaumplantagen, Agrarland und Siedlungsnähe.

Abhängigkeit von der Waldstruktur und der Waldumgebung. Über Spearman-Korrelationen wurde auf Gitterfeldbasis geprüft, inwieweit Lebensraumparameter wie Waldstrukturen, Umgebungseinflüsse oder Lagebeziehungen den Artenreichtum und die Vogeldichten in Plantagen und Forstkulturen beeinflussen. Trotz überwiegend niedriger signifikanter R^2-Werte wurden komplexe Abhängigkeiten der Vogelverteilungen deutlich sichtbar. In der Brutzeit betraf dies allerdings fast nur den Artenreichtum, der umso größer ist, je höher der Wald- bzw. Fichtenanteil in einem Gitterfeld ist (R^2 = 0,17 bzw. 0,18; im Winter 0,25 bzw. 0,18) und je älter der Wald, je größer der Anteil überschirmender Altbäume und je ungleichaltriger der Gehölzbestand (R^2 = 0,14, 0,07, 0,06; Winter 0,07, 0,08, n.s.) ist. Dies vor allem, wenn das Gitterfeld in einem möglichst großen Waldkomplex liegt (R^2 = 0,10, Winter 0,12), der wiederum mit anderen Waldflächen eng verzahnt und von der nächsten Siedlung weit entfernt ist (R^2 = 0,18, 0,12, Winter 0,07, n.s.). Negativ auf den Artenreichtum wirken sich vor allem die Flächengröße einer Christbaumplantage bzw. ihr Anteil im Gitterfeld (R^2 = 0,21, 0,10; Winter 0,30, 0,22), ihr Anteil an Nordmannstannen (R^2 = 0,20, Winter 0,22), der Umfang von einschichtigen Kulturen (R^2 = 0,06, Winter 0,11), eine hohe mechanische und chemische Pflegeintensität der Anpflanzungen (R^2 = 0,12, Winter 0,12) sowie geringe Entfernungen zum nächsten Wirtschaftswald (R^2 = 0,18, Winter 0,07) aus. Der Artenreichtum wird somit in der Brutsaison stark von der Wald-

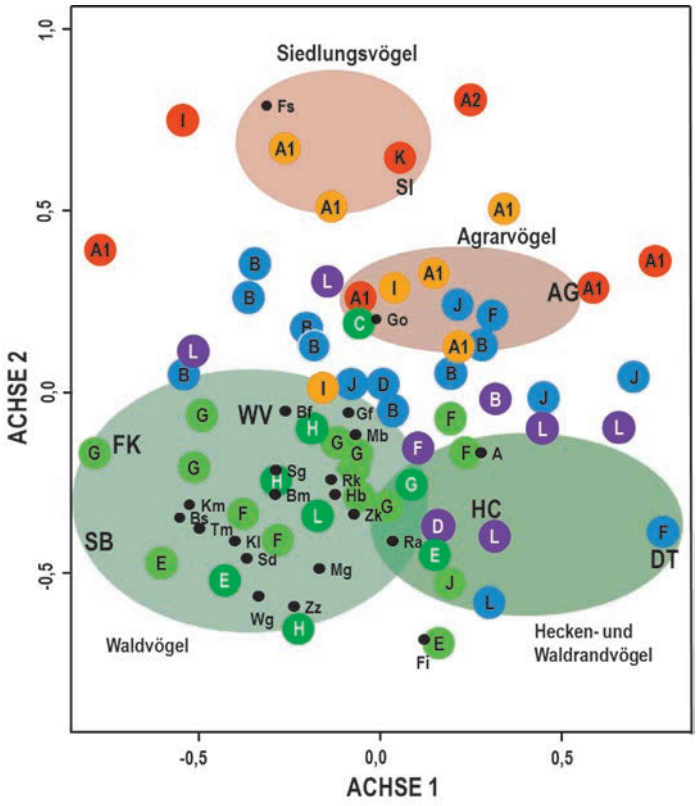

Abb. 7. Nichtlineare multiple Skalierung (NMDS) der Brutvogelgemeinschaften. Charakterisierung der Testflächen A bis L mit 62 Gitterfeldern (2 Felder ohne Vogelnachweise) durch unterschiedliche Farben: gelb und rot für mittig bzw. randlich gelegene Flächen in Plantagen im Offenland, blau und lila für mittig bzw. randlich gelegene Plantagen im Wald und mittig (hellgrün) bzw. randlich (dunkelgrün) gelegene Forstkulturen. – *Non-linear multiple scaling (NMDS) of the breeding bird communities from 62 grid squares (2 squares without birds). Position of the test areas A to L shown by coloured dots: yellow and red for plantation in open landscape (central and marginal areas), blue and lilac for plantations within forests (centre of forest, forest margin), light and dark green for young forests (centre of forest, forest margin).*

Kürzel für Vogelarten bzw. Vogelgruppen (Zusammenfassung von selteneren Arten in Vogelgilden). – *Codes of bird species or guilds (rarer species grouped in guilds); bird species as black dots.* AG: Agrarvögel – *agricultural land species*, DT: Drosseln/Tauben – *thrushes/doves*, FK: Finken (Baumkronen) – *tree crown finches*, HC: Heckenvögel – *hedge birds*, SB: Spechte und Baumläufer – *woodpeckers/treecreepers*, SI: Siedlungsvögel – *settlement species*, WV: Waldvögel – *woodland species*, A: Amsel – Blackbird *Turdus merula*, Bf: Buchfink – Chaffinch *Fringilla coelebs*, Bm: Blaumeise – Blue Tit *Cyanistes caeruleus*, Bs: Buntspecht – Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major*, Fi: Fitis – Willow Warbler *Phylloscopus trochillus*, Fs: Feldsperling – Tree Sparrow *Passer montanus*, Go: Goldammer – Yellowhammer *Emberiza cinerea*, Hb: Heckenbraunelle – Dunnock *Prunella modularis*, Kl: Kleiber – Nuthatch *Sitta europea*, Km: Kohlmeise – Great Tit *Parus major*, Mb: Mäusebussard – Common Buzzard *Buteo buteo*, Mg: Mönchsgrasmücke – Blackcap *Sylvia atricapilla*, Ra: Rabenkrähe – Carrion Crow *Corvus corone*, Rk: Rotkehlchen – Robin *Erithacus rubecula*, Sd: Singdrossel – Song Thrush *Turdus philomelos*, Sg: Sommergoldhähnchen – Firecrest *Regulus ignicapilla*, Tm: Tannenmeise – Coal Tit *Periparus ater*, Wg: Wintergoldhähnchen – Goldcrest *Regulus regulus*, Zk: Zaunkönig – Wren *Troglodytes troglodytes*, Zz: Zilpzalp – Chiffchaff *Phyloscopus collybita*.

struktur, der Schlaggröße, dem Biotopverbund in der Landschaft und der Nutzungsintensität beeinflusst. Großflächige Plantagenwirtschaft erzeugt damit im Prinzip negative Effekte bezüglich des Artenreichtums. Die Vogeldichten entwickeln sich dagegen weitgehend unabhängig von den Jungwaldstrukturen. Wenigstens schwach positiv wirken sich nur für naturnahe Wälder typische, hohe Laubholzanteile ($R^2 = 0,02$), Schotterwege an den Gitterfeldrändern ($R^2 = 0,03$) sowie hohe Abstände zu Siedlungen aus ($R^2 = 0,05$). Im Winter war das Laubholz für hohe Vogelsummen und auch für den Artenreichtum noch wichtiger als im Frühjahr ($R^2 = 0,11$, $R^2 = 0,19$). Für die Wintervogelterritorien ist auch ein enger Waldflächenverbund mit hohen Gehölzdichten wichtig ($R^2 = 0,07$), wobei hier Flurgehölze und Hecken mit zu berücksichtigen sind ($R^2 = 0,07$). Siedlungen wirken sich dagegen nicht mehr negativ aus, wohl aber die Ausdehnung einer Plantage ($R^2 = 0,10$). Ansonsten verstärken sich gegenüber dem Frühjahr im Winter die negativen Auswirkungen ungünstiger (kompakter) Plantagengeometrien und fehlender lokaler Waldkomplexnähe. Somit sind im Winter reife, strukturreiche, vielfältige, naturnahe und miteinander verbundene Walflächen erheblich wichtiger als in der Brutzeit. Dies wirkt sich auf in Wald eingebettete Christbaumplantagen positiver aus als auf in Offenland angelegten Weihnachtsbaumkulturen.

Abb. 8 zeigt für den Brutzeitaspekt die Schwellenwerte von Habitatparametern, ab denen hohe bzw. niedrige durchschnittliche Arten- und Vogeldichten in Gitterfeldern zu erwarten sind. Für hohe Artenzahlen ist vor allem ein Fichtenanteil über 23,5 % maßgebend (Abb. 8, oben). Bei Fichtenanteilen von unter 23,5 % in Kombination mit einem Bestockungsgrad von über 95 %, wie er für jüngere Plantagen typisch ist, sinkt der Artenreichtum auf drei bis sechs Vogelarten pro ha. Bei ausreichend hohem Fichtenanteil werden Artenzahlen von über 12 Arten pro Gitterfeld nur erreicht, wenn das Gitterfeld entweder über 3,5 % der auf den Testflächen seltenen Verkehrsflächen mit ihren Ruderalflurrändern enthält, oder in 443 bis 617 m von der nächsten Siedlung entfernten Gitterfeldern, wenn diese zu über 49 % aus jungen Nadelwaldkulturen bestehen. In Waldbeständen, in denen, wie in Plantagenbereichen meist üblich, viele Bäume das gleiche Alter aufweisen, sinkt die Gesamtvogelsumme schnell auf niedrige Werte (Abb. 8, unten). Erst bei einer Altersspanne von über 0,5 Jahren im Gitterfeld sind auch Vogelsummen von bis zu 69 Vögeln möglich, wenn der Gitterfeldmittelpunkt mehr als 75 m vom nächsten Waldbestand und mehr als 287 m von der nächsten Siedlung entfernt ist. Summen von über 50 Vögeln werden nur erreicht, wenn der Hochwaldanteil in einem nicht weiter als 75,5 m vom nächsten Wald entfernten Gitterfeld über 59 % erreicht, bzw. in Gitterfeldern mit geringerem Hochwaldanteil, wenn in diesen der Bestockungsgrad unter 96 % liegt und dabei die Bodenvegetation mindestens einen Deckungsgrad von 44 % erreicht. In voll bestockten, einschichtigen Beständen, wie sie für Plantagen typisch sind, sind bei 6 Kartierdurchgängen durchschnittlich maximal Vogelsummen von 21 bis 34 Vögeln zu erwarten.

Vorkommen gefährdeter Arten. An gefährdeten Vogelarten (Einstufung nach Südbeck 2007) waren auf den untersuchten Flächen des tertiären Hügellandes zur Brutzeit nur Grauspecht und Feldlerche, an stark abnehmenden und deswegen im Vorwarnstatus geführten Arten Kuckuck, Rauchschwalbe, Mehlschwalbe, Haussperling, Feldsperling und Bluthänfling nachzuweisen. Mit 65 Vogelindividuen stellten diese Arten nur 3,7 % der Brutvogelgemeinschaft. 83 % dieser Vögel, darunter Feldlerche, Bluthänfling, Haussperling und die Schwalbenarten, traten fast ausschließlich in den Weihnachtsbaumplantagen im Offenland auf, und hier auch überwiegend nur in den Randlagen (45 Vögel). Plantagen im Wald (6 Vögel) bzw. Jungwald (5 Vögel) waren dagegen für die naturschutzfachlich besonders wichtigen Arten wenig attraktiv. Auch im Winter waren gefährdete Arten wie Feldlerche oder Bluthänfling mit nur je 2 Vögeln naturschutzfachlich vernachlässigbar. Mit 88 Haussperlingen und 41 Feldsperlingen waren aber schwach gefährdete Arten mit 13,2 % Anteil an der gesamten Wintervogelgemeinschaft deutlich häufiger und weiter verbreitet als in der Brutzeit. Im Winter wurden nur noch 56 % dieser Vögel in den Offenlandplantagen, dafür aber 27 % in Christbaumplantagen im Wald und 17 % in forstlichen Verjüngungen nachgewiesen. Auffällig war dabei, dass über alle Waldkategorien verteilt 80 % der Vögel in den zentralen Bereichen der Testflächen auftraten (in deren Randlagen nur noch 27 Vögel).

Auswirkungen von durch die Bewirtschaftung ausgelösten Störeffekten. Während in der Brutzeit negative Einflüsse durch das Management der

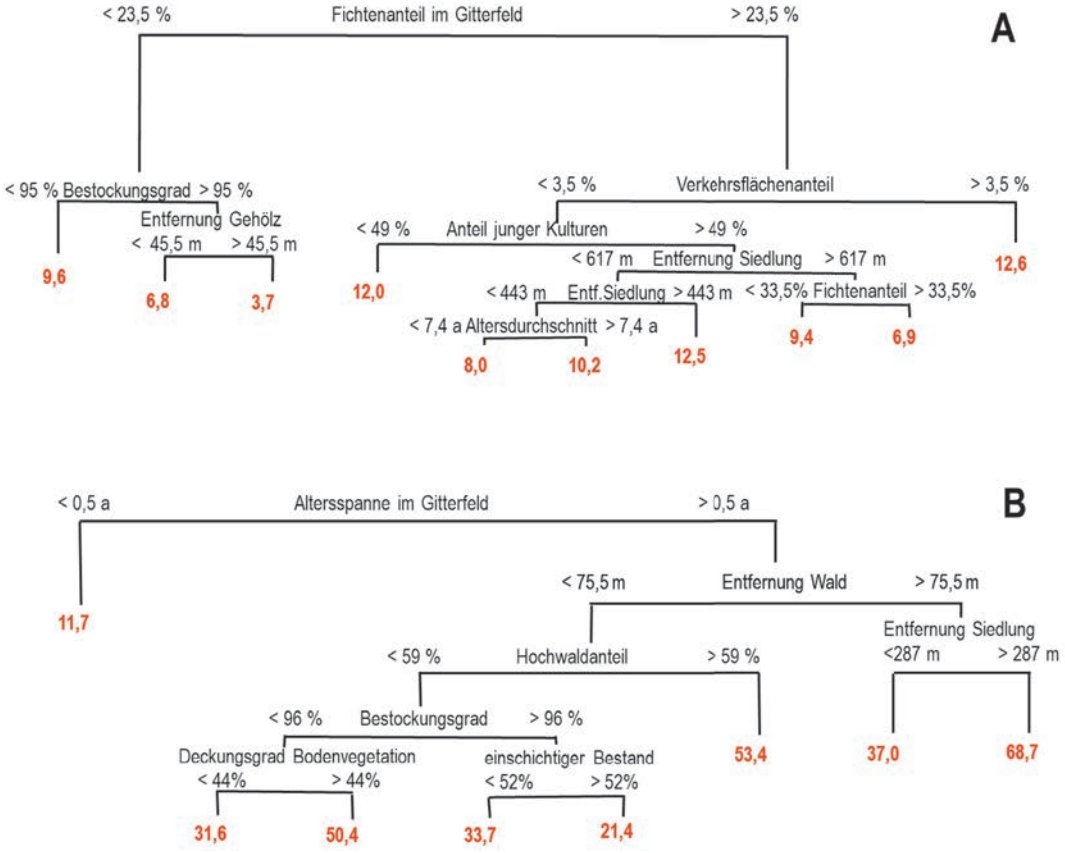

Abb. 8. Schwellenwerte von Habitatparametern (Brutvogelaspekt) für den durchschnittlichen Artenreichtum (A) und den Vogelreichtum (B) pro Gitterfeld pro ha (jeweils rote Zahlen; Artenzahlen bzw. Vogelsummen pro Gitterfeld aus 6 Kartierdurchgängen). – *Threshold values for habitat variables (breeding period aspect) for average bird species richness (A) and abundance (B) per grid square per ha (species number/sum of bird counts in red).*

Christbaumplantagen bzw. forstlichen Arbeiten in oder nahe von Forstkulturen kaum Auswirkungen hatten, waren diese im Winter beträchtlich. Vor allem in den Plantagen mit erntefähigen Weihnachtsbäumen wird in der Vorweihnachtszeit intensiv gearbeitet, was während der Vogelbestandsaufnahmen in 17 % der 384 Gitterfeldstichproben zu deutlichen Störeffekten führte. Dort sanken dann die Vogelzahlen von durchschnittlich 2,9 Vögeln pro Gitterfeldprobe auf nur noch 1,4 Vögel, im Dezember während der Christbaumverkäufe und vielen Besuchern in den Plantagen sogar auf nur noch 0,5 Arten und 0,75 Vögel pro Stichprobe. Auf die gesamte Saison gesehen wurde dadurch die Vogeldichte aber durchschnittlich nur um 0,25 Vögel pro ha verringert. Allerdings lagen in den gestörten Gebieten die mittleren Vogelsummen pro Stichprobe (1,3 Vögel) schon vor den Störungen bei etwa 40 % der Durchschnittswerte des Gebiets (2,7 Vögel) und stiegen auch nach dem Ende der Störungen (Januar) nicht an (1,0 bzw. 1,1 Vögel). Die niedrigen Dichten dürften damit kein nachhaltiger Störeffekt, sondern eher ein Waldstruktureffekt sein. Im Gitterfeldern, die während der 6 Bestandsaufnahmen nie gestört wurden, lagen die Werte bei 3,9 Vögel pro Stichprobe.

Diskussion

Einfluss von Bewirtschaftungsintensität, Neophytenanteil und Baumbestandsstruktur. Insgesamt erreichten die Vogelzahlen in den Weihnachtsbaumplantagen in der Brutzeit immerhin 86 % der Besiedlungsdichten von vergleichbaren Fichtenkulturen des Wirtschaftswaldes, und im Winter gab es nahezu keine Unterschiede mehr. Der Artenreichtum war allerdings in der Brutzeit um 22 %, im Winter um 36 % geringer. Auch die Spektren der dominanten Arten waren in allen Anbauformen sehr ähnlich und beschränkten sich auf ubiquitäre Arten, die auch insgesamt in Plantagen ein wesentlich höheres Kontingent stellten als in Fichtenkulturen. Deutliche Unterschiede gab es dagegen bei den Artenspektren der mittelhäufigen und seltenen Arten. Vor allem Zweig- und Blattabsucher wie Zilpzalp oder Mönchsgrasmücke waren in den Fichtenkulturen des Wirtschaftswaldes viel häufiger als in Plantagen, die in Wald eingebettet sind, und Waldspezialisten wie Stammkletterer oder Baumkronenabsucher fehlten in diesen Plantagen weitgehend ganz. Dort waren eher bodennah nahrungssuchende Arten wie Kohlmeise, Grünfink, Rotkehlchen und Zaunkönig relativ häufig. Mit Ausnahme von Plantagen in Waldrandbereichen, wo sich vor allem bei Heckenvögeln wie dem Bluthänfling Schnittmengen mit auch in waldrandnahen Fichtenkulturen häufigen Vogelarten ergeben und dadurch besonders hohe Vogelzahlen zu erwarten sind, werden somit in der Brutzeit forstliche Fichtenkulturen in Wäldern von naturschutzfachlich hochwertigeren Avizönosen genutzt als Plantagen, und dies, wie die beiden Replikate zeigen, relativ stabil. Im Winter, wenn sich die Vögel in z. T. artenreichen Trupps so organisieren, dass sie große Territorien nachhaltig nutzen können, verwischen die Unterschiede zwischen den verschiedenen Anbauformen. Bei deutlich großflächigeren Anbaumethoden als im Untersuchungsgebiet ist dies vermutlich nicht mehr zu erwarten. Die individuellen Unterschiede zwischen den Plantagen-Anbaukategorien sind stärker als zwischen eher unterschiedlich ausgeprägten forstlichen Verjüngungen, vor allem bei Naturverjüngung.

Die Ursachen für diese gegenüber forstlichen Fichtenkulturen geringere Nutzbarkeit von Weihnachtsbaumplantagen durch viele anspruchsvollere Vogelarten sind im Wesentlichen auf die deutlich intensivere Bewirtschaftung von Christbaumkulturen und dem komplexen Zusammenwirken von Waldsystemkomponenten wie Unterschieden in der Baumartenzusammensetzung, Alters- und Schichtungsstrukturen von Waldbeständen oder Effekten der Waldumgebung zurückzuführen. Dies gilt vor allem im Brutzeitaspekt mit seinen stationären Brutterritorien. Hier greift offensichtlich auch die Neophytenproblematik (geringeres Angebot von überwiegend kleinen bis winzigen Insektengruppen; Müller und Stollenmaier 1994, Kolb 1996, Goßner und Utschick 2002), denn mit zunehmendem Anteil der aus dem Kaukasus stammenden Nordmannstanne sinkt der Artenreichtum signifikant, während er bei steigendem Fichtenanteil zunimmt. Dies steht scheinbar im Widerspruch zu den Ergebnissen von Müller und Stollenmaier (1994) an der Douglasie, denn dort waren die Artenspektren vergleichbar, während die Vogelabundanzen in der Douglasie deutlich niedriger waren als in der Fichte. Allerdings wurden dort nur artenarme, homogene Stangenhölzer und keine z. T. inhomogenen Jungbestände miteinander verglichen. Ganzjährig für den Vogelreichtum in den nadelholzreichen Untersuchungsflächen besonders wichtig sind zudem Laubbaumbeimischungen (Bezzel 1982, Báldi und Tibor 1993, Utschick 2007, Renner et al. 2012), vor allem in Form von reiferen Laubholzinseln im Umgriff der Jungwaldbestände, aber auch durch Laubholz-Naturverjüngung in den Plantagen und forstlichen Kulturen selbst. Als Nahrungsbäume besonders wertvoll sind Eichen, Buchen und Weichlaubholz (u. a. für Stammkletterer, Knospenfresser und Blattabsucher). Sobald größere Bestandsinseln dieser Baumarten im näheren Umgriff vorhanden sind, werden vor allem im Winter bei der Nahrungssuche auch kleinflächige Plantagen und Jungfichten mit genutzt, wodurch die Nachweiszahlen dort steigen (Utschick 2006). Eine weitere wichtige Komponente, die Unterschiede zwischen Plantagen und Forstkulturen erklären kann, ist die Altersstruktur der Bestände und die Qualität des vertikalen Schichtenaufbaus vom Deckungsgrad der Bodenvegetation bis zur Rauigkeit des Kronenraums. So beherbergen ältere Plantagen und Verjüngungen eher eine reichhaltigere Vogelzönose als frische Kulturen, vor allem, wenn sie von Altbäumen überschirmt werden oder im Umgriff Altholz steht. In durch Naturverjüngung entstandenen Forstkulturen ist das Baumalter und die Wuchshöhe der Einzelbäume auch räumlich viel stärker differenziert als in oft homogenen, sich nur durch den Pflanztermin unterscheidenden, voll bestockten Plantagenarealen. Bestandslücken in Plantagen, in denen sich grasige

und z. T. blütenreiche Ruderalfluren ansiedeln konnten, waren die große Ausnahme (Abb. 9), und auch diese wurden beim Spritzmitteleinsatz nicht immer ausgespart. Auf solchen Flächen erreichte die aufgelockerte Bodenvegetation teilweise Wuchshöhen von 30 bis 40 cm und war entsprechend reicher an Pflanzensamen, Würmern und Insekten (vgl. Isaacs et al. 2009). Dementsprechend waren sie vogelreicher (36 Vögel) als die benachbarten, 3- bis 4-jährigen (16 Vögel) bzw. 5- bis 6-jährigen Christbaumkulturen (33 Vögel).

Der in den Plantagen negative Einfluss mechanischer (Mahd) und chemischer Eingriffe (Biozide) schlägt sich vor allem in einem auf ubiquitäre Arten reduzierten Artenspektrum nieder. Für Vergleiche fehlen allerdings nach anerkannten ökologischen Verfahren angebaute Christbaumkulturen ohne Spritzmittelapplikation. Auch hier dürfte aber auf das regelmäßige Ausmähen kleiner Bäume selten verzichtet werden, da sonst vermutlich kaum ansprechende Wuchsformen zu erzielen sind. Durch den Einsatz von Shropshire-Schafen könnten vermutlich Mäharbeiten und Herbizidapplikationen deutlich verringert werden.

Im Vergleich zu benachbarten, intensiv bewirtschafteten Agrarflächen hatten die Christbaumkulturen aber immer noch 3fach höhere Vogelabundanzen. Im Gegensatz dazu sind kurzfristig niedrige Vogeldichten in Plantagen infolge der Christbaumernte nicht nachhaltig.

Somit lässt sich **Hypothese 1** zumindest bezüglich des Vogelartenreichtums in vollem Umfang bestätigen, während bei den Vogelabundanzen Unterschiede zwischen Plantagen und forstlichen Verjüngungen auf komplexe Wechselwirkungen unterschiedlicher Einflüsse zurückzuführen und damit einzelfallweise zu klären sind.

Einfluss von Plantagengröße, Plantagengeometrie und Waldrandeffekten. In Offenlandplantagen war in der Brutzeit auf zentralen Flächen der Plantagen der Vogelreichtum um 31 % und die Vogelabundanz um 11 % niedriger als an den Übergängen in die Agrarlandschaft. In den Plantagen im Wald waren die Unterschiede mit -55 % und -22 % deutlich größer (Polygonbasis, also ohne Berücksichtigung der angrenzenden Waldbestände). In den forstlichen Verjüngungen unterschieden sich dagegen zentrale Waldflächen und Waldrandareale kaum in ihren Vogelverteilungen. Dies steht im Widerspruch zu anderen Arbeiten zu Waldrandeffekten an äußeren und inneren Waldgrenzen bzw. Lichtschächten im Wald (Hansson 1983, Paquet et al. 2006, Weber et al. 2009) mit dort meist höheren Insektendichten als im Waldinneren (Báldi und Kisbenedek 1994) und ist wohl darauf zurückzuführen, dass sich an Waldrändern typische, das Nahrungsangebot für Vögel steigernde Waldrandeffekte erst bei höherem Baumalter entwickeln können. Dies zeigen z. B. die über-

Abb. 9. Kleinere Wiesenflächen und nicht gemähte, grasige Wege in Weihnachtsbaumplantagen. – *Small meadows in gaps and unmown grassy tracks in Christmas tree plantations.*

raschend großen Unterschiede zwischen Zentral- und Randlagen bei den Plantagen im Wald und die hohen Vogelzahlen in den Gitterfeldern der Habitatkategorie 4 (Plantage in Waldrandlage; vgl. Abb. 3), in denen die Christbäume in z. T. schmalen Schneisen zwischen meist deutlich älteren Baumbeständen des Wirtschaftswaldes angelegt wurden. Dies hat in den angrenzenden Beständen zu Waldrandeffekten geführt, die dann auch in den deutlich jüngeren Plantagen hohe Vogelzahlen bewirkten. Im Offenland ist dieser Effekt umgekehrt. Hier dienen die Ränder der Plantagen eher als Refugium für Offenlandarten wie die Goldammer, während reife Waldränder Arten wie die Feldlerche ausschließen und im Wald brütende, aber im Offenland nahrungsuchende Artengruppen wie Greifvögel, Tauben, Krähen oder Drosseln verstärkt anziehen würden. Letzteres gilt auch im Winter, während sonst in dieser Jahreszeit die Einflüsse von Waldrändern auf die Vogelverteilungen weitgehend verschwinden.

Mit dieser Differenzierung lässt sich auch **Hypothese 2** weitgehend bestätigen. Dies bedeutet, dass zumindest im Brutzeitaspekt in großen, kompakten Weihnachtsbaumkulturen deutlich ungünstigere Verhältnisse für Vogellebensräume vorliegen als in kleinen, schmalen, linearen Anbaugebieten.

Einfluss des Baumalters in Plantagen und Forstkulturen. Eine weitere wichtige Komponente, die Unterschiede zwischen Plantagen und Forstkulturen erklären kann, ist die Altersstruktur der Bestände und die Qualität des vertikalen Schichtenaufbaus vom Deckungsgrad der Bodenvegetation bis zur Rauigkeit des Kronenraums. So beherbergen ältere Plantagen und Verjüngungen eher eine reichhaltigere Vogelzönose als frisch gepflanzte Kulturen (Bibby et al. 1985, Patterson et al. 1995), vor allem, wenn diese von Altbäumen überschirmt werden, im Umgriff Altholz steht und die Bodenvegetation nicht wie in den frisch bepflanzten Plantagen durch Herbizide kurz gehalten wird. In durch Naturverjüngung entstandenen Forstkulturen ist das Baumalter und die Wuchshöhe der Einzelbäume auch räumlich viel stärker differenziert als in oft homogenen, sich abwechselnden Plantagenarealen verschiedener Altersstufen bei Vollbestockung, d. h., ohne Bestandslücken, in denen sich grasige und z. T. blütenreiche Ruderalfluren ansiedeln könnten. Eine reduzierte Nahrungsverfügbarkeit sowie die geringeren Deckungsmöglichkeiten gegen Beutegreifer führen dann schnell zum Ausfall von Arten und Vogelkontingenten in den lokalen Avizönosen. Die große Bedeutung einer hohen Variabilität im Baumalter für die Nutzungsintensität von Wäldern durch Vögel ist schon lange bekannt (MacArthur und MacArthur 1961, Recher 1969).

Damit lässt sich auch **Hypothese 3** zumindest im Grundsatz bestätigen. Inwieweit eher das Nahrungsangebot und/oder eher die Prädation dafür verantwortlich sind, lässt sich nur durch weitere Untersuchungen klären.

Einfluss von Landschaftscharakter und landschaftlichem Umgriff. Dass sich die Art des unmittelbaren Umgriffs (Übergangszone zwischen verschiedenen Habitaten) auf Vogelgemeinschaften auswirkt, zeigt bereits die Diskussion zu den Waldrandeffekten. Im Offenland sind die Artenzahlen in den Gitterfeldstichproben in der Agrarlandschaft im Frühjahr um 51 % höher als in den Plantagen, die Vogelabundanzen aber um 65 % niedriger, im Winter um fast 100 %. Somit bewirken Christbaumplantagen naturschutzfachlich gesehen im Offenland im Vergleich zur umgebenden Agrarlandschaft in den Vogelgemeinschaften qualitative Verluste und quantitative Gewinne, dienen aber für einen kleinen Teil der Offenlandarten als Refugium, dies auch im Winter. In extensivem Grünland und vor allem auf ruderalisierten Schotter- und Graswegen steigen diese Differenzen in der Brutzeit beim Artenreichtum auf 130 bzw. 145 %, während die Unterschiede beim Vogelreichtum mit -13 und -5 % nur noch gering sind. Und gegenüber unmittelbar angrenzenden Flurgehölzen und Hecken (Arten +386 bzw. Individuen +283 %) sind alle Plantagen ökologische Wüsten. Im Winteraspekt wird dies alles noch viel deutlicher.

Auch im Wald wirkt sich der unmittelbare Plantagenumgriff deutlich auf Vogelverteilungen in den Plantagen aus, besonders bei der Zusammensetzung der Artenspektren. Dies belegen unter anderem Vergleiche von nur in einer Untersuchungsfläche genommenen 48 Stichproben mit einem entsprechenden Stichprobensatz aus 3–4 Versuchsflächen (Replikate für in zentrale Waldbereiche eingebettete Plantagen bzw. Forstkulturen). Die Vogelzahlen waren dagegen ohne Berücksichtigung der Waldrand- und Waldstruktureffekte in allen untersuchten Anbau- und Bewirtschaftungsformen relativ ähnlich. Kleinflächige Christbaumplantagen in nicht durch Sturmkatastrophen zerstörten Wirtschaftswäldern mit ausgeglichener Altersphasen- oder Plenter-

waldstrukturen stellen somit bezüglich der Vogelwelt naturschutzfachlich kein ernsthaftes Problem dar.

Auf höherer Raumebene sind zusätzlich die Einbindung der Plantagen in die Landschaft und die Qualität des Gehölzflächen-Verbunds von Bedeutung. So werden z. B. Christbaumplantagen im Offenland im Winter regelmäßig von oft großen Meisen- oder Finkentrupps aus nahen Siedlungen mit genutzt. Ähnliches gilt vermutlich am Rand größerer urbaner Lebensräume (Berressem et al. 1983). Im Wald ist der Artenreichtum in Plantagen und forstlichen Verjüngungen umso größer, je höher der Laubholzanteil, je größer der Waldanteil in einem Gitterfeld, je größer der umgebende Waldkomplex und je enger dessen Verzahnung mit den nächstgelegenen Waldflächen und Flurgehölzen ist, wobei der Wald nicht zu nahe an Siedlungen liegen sollte. Mit Ausnahme des Laubholzaspekts, der zudem Vogelabundanzen positiv beeinflusst, gilt dies abgeschwächt auch im Winter. Die Plantagen werden unter solchen Bedingungen mit genutzt, wenn sie nicht zu groß und zu kompakt sind („Mitnahmeeffekte"). Denn wichtige, für Plantagen spezifische Variablen wirken sich durchaus negativ auf den Artenreichtum aus. Dazu gehören ausgedehnte Schlaggrößen und kompakte Schlagformen (große Anteile im Gitterfeld), der Umfang von einschichtigen Kulturen und eine hohe mechanische und chemische Pflegeintensität beim Management, wobei diese Effekte besonders im Winter stark greifen. Dass im Winter keine signifikant positiven Bezüge zwischen Vogeldichten und der Nähe zu Siedlungen auftreten, ist dagegen erstaunlich. Vermutlich liegt dies daran, dass die Vogeltrupps aus den Siedlungen in den Plantagen nur sehr sporadisch, dann aber in meist sehr großen Trupps auftauchen (Stichprobenproblem), und dass Waldvogeltrupps nur in strengen Wintern intensiv in siedlungsnahe Waldflächen ziehen, um das in Siedlungen durch Zufütterung hohe Nahrungsangebot mit nutzen zu können. Der Winter 2013/14 war aber mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen, kaum Niederschlägen, nur einzelnen Schneetagen und einer ausgeprägten Schönwetterperiode im Januar ausgesprochen mild.

Am Landschaftscharakter und an der Flächengröße und Flächengeometrie hängen vermutlich auch die Bedingungen, unter denen Christbaumplantagen zu Ersatzlebensräumen für gefährdete Vogelarten wie den Bluthänfling werden können (Fartmann et al. 2017, 2018). Vermutlich gilt dies grundsätzlich nur für Arten, die infolge der landwirtschaftlichen Intensivierung von ehemals nur extensiv genutzten Großbiotopen wie Heiden, Hecken- und Weidelandschaften aus der Fläche verschwinden, und auch dies nur, wenn die einzelnen Plantagen und Anbauparzellen nur klein und schmal sind und zudem breite, naturnähere Randbereiche und Ökotone aufweisen. Die optimalen Kenngrößen solcher Parameter sind nur in Gebieten mit dem Großanbau von Christbaumkulturen wie etwa im Sauerland zu ermitteln. Des Weiteren gilt dies sehr wahrscheinlich nur für Hecken- und Waldrandvögel im weitesten Sinn bzw. in sehr jungen Altersstadien auch für viele der inzwischen stark gefährdeten Offenlandarten wie etwa die Feldlerche. Die hierfür zu bevorzugenden Anbauformen sind Plantagen auf Agrarland und am Rand von größeren Waldflächen. Im Wald sind gefährdete Waldvogelarten in den Plantagen allenfalls im Winter und nur in kleinen Kontingenten zu erwarten. Beim allgemeinen Vogelartenreichtum und auch bei den Vogelzahlen erzielt diese Plantagenform allerdings deutlich höhere Werte als die Plantagen im Offenland, sodass es durchaus Argumente für beide Anbauformen gibt. So könnte sich in waldreichen Gebieten eher der Anbau von Christbäumen im Wald und in eher extensiv nutzbaren Gebieten mit noch vielen gefährdeten Hecken- und Waldrandvögeln eher der Anbau im Offenland und an den Waldrändern anbieten. In intensiv genutzten, waldarmen Gebieten sind vermutlich beide Anbauformen gleichwertig. Allerdings sollten die Plantagen nicht in Gebieten mit noch hohen Dichten von Agrarvogelarten wie etwa der Feldlerche angelegt werden. Diese Art neigt im untersuchten Naturraum zu kolonieartigen Verbreitungsmustern unter Bevorzugung von breiten Kuppen-, Rücken- und Hochplateaulagen in weitgehend gehölzfreier Agrarlandschaft (Schreiber und Utschick 2011, Utschick 2020). Hier würde die Anlage selbst kleiner Plantagen zu empfindlichen Vogelverlusten führen.

Hypothese 4 kann somit voll bestätigt werden und führt zu entscheidenden Hilfestellungen bei der Planung neuer Weihnachtsbaum-Anbauflächen.

Zusammenfassung

Mit zunehmender Nachfrage nach in Deutschland angebauten Christbäumen erhöhen sich auch die Konflikte zwischen Weihnachtsbaum-Anbauern

und Naturschutzvertretern. Davon betroffen sind sowohl der Anbau auf Agrarflächen als auch in aufgelichteten Wäldern, die stärker werdende Konzentration auf Neophyten wie die Nordmanntannen *Abies nordmanniana*, der intensive Einsatz von Dünger und Bioziden sowie die Plantagenwirtschaft mit ihren meist strukturarmen Monokulturen.

Im tertiären Hügelland nordwestlich von München wurden 2013/2014 für die Region typische, kleinflächige Weihnachtsbaumplantagen im Rahmen einer Gitterfeldkartierung bezüglich ihrer Brut- und Wintervogelgemeinschaften überprüft und mit vergleichbaren Forstkulturen aus benachbarten Wirtschaftswäldern verglichen. Dafür wurden 64 ha-Quadrate unter Einbeziehung des Plantagenumgriffs zu 4 Plantagentypen und 2 Forstkulturtypen (zwei Typen mit Replikaten) zusammengefasst (Kombination von zentralen und randlichen Plantagenarealen bei Anbau im offenen Agrarland, am Waldrand oder im Wald). Weitere Prüfparameter waren Baumartenzusammensetzung, Baumalter, Altersstruktur, Schichtung der Vegetation sowie Lagebeziehungen zu Gehölzen und Siedlungen.

Sowohl im Sommer als auch im Winter war der Vogelartenreichtum in den Weihnachtsbaumplantagen unabhängig vom Anbautyp geringer als in vergleichbaren Wirtschaftswaldverjüngungen. Dafür verantwortlich waren vor allem die Größe und Breite einer Plantage (fehlende Waldrandeffekte), ein Anbau im Offenland mit großer Entfernung zu Waldflächen (fehlender Gehölzflächenverbund mit reifen Altbeständen), eine flächendeckende Verwendung von jungen, gleichaltrigen Baum-Neophyten statt Fichten (fehlende Differenzierung von Baumartenzusammensetzung, Baumalter und Struktur der Vegetationsschichten) sowie die höhere Intensität von mechanischen und chemischen Eingriffen. Typische Waldvogelarten reifer Wirtschaftsnadelwälder fehlten in den Plantagen weitgehend, vor allem in der Brutzeit. Bei den Vogeldichten waren dagegen die Unterschiede zwischen Plantagen und Forstkulturen gering. Für hohe Dichten charakteristisch waren ein hoher Laubholzanteil auch in der Umgebung, ein lockerer Schirm von Altbäumen über Jungbestand, ein hoher Erschließungsgrad und in der Brutzeit Siedlungsferne. Damit beruhen hohe Vogeldichten in den Plantagen auf „Mitnahmeeffekten" bei der Nahrungssuche in Wäldern, besonders im Winter. Als Ersatzlebensräume für gefährdete Vogelarten wie den Bluthänfling und andere Arten von Waldrandgehölzen und Heidelandschaften können Christbaumplantagen nur in eher extensiv genutzten Landschaften dienen.

Eine Verbesserung der Habitatqualitäten für Vögel in den Plantagen ist vor allem durch den Weihnachtsbaumanbau in schmalen Streifen, die Anlage randlicher Laubholzsäume (Hecken, Baumstreifen, Obstwiesen) und eine Auflockerung durch kleine, blütenreiche Bestandslücken möglich. Durch den Einsatz von Shropshire-Schafen könnten zudem Mäharbeiten und Herbizidapplikationen deutlich verringert werden.

Dank. Wir danken Peter Geiß, Peiting, und den anderen Mitgliedern der Interessengemeinschaft der Jungweihnachtsbaumanbauer e.V. für die finanzielle Unterstützung der Bestandsaufnahmen und für wichtige Diskussionsbeiträge. Zu besonderem Dank verpflichtet sind wir Stefan Spennesberger, Oberweilbach, der die Untersuchungsflächen zur Verfügung stellte und uns Zugang zu seinen Betriebsdaten gewährte. Die Ergebnisse dieser Arbeit beruhen auf Abschlussarbeiten am Lehrstuhl für Tierökologie der Forstlichen Fakultät der TU München und wurden von Roland Gerstmeier betreut.

Literatur

Báldi A, Kisbenedek T (1994) Comparative analysis of edge effect on bird and beetle communities. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 40: 1–14

Báldi A, Tibor C (1993) Effect of habitat on the clutch size and egg dimensions of the Great Tit (*Parus major*). Aquila 100: 201–209

Berressem KG, Berresem H, Schmidt KH (1983) Vergleich der Brutbiologie von Höhlenbrütern in innerstädtischen und stadtfernen Biotopen. Journal für Ornithologie 124: 431–445

Bezzel E (1982) Vögel in der Kulturlandschaft. Ulmer, Stuttgart

Bibby CJ, Phillips BN, Seddon AJE (1985) Birds of restocked conifer plantations in Wales. Journal of Applied Ecology 22: 619

Blair RB (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. Ecological Applications 6: 505–519

Fartmann T, Kämpfer S, Löffler F (2017) Wichtige Bruthabitate für Rote-Liste-Arten: Weihnachtsbaumkulturen im Hochsauerland. Der Falke, Heft 12: 20–23

Fartmann T, Kämpfer S, Brüggeshemke J, Juchem M, Klauer F, Weking S, Löffler F (2018) Landscape-scale effects of Christmas-tree plantations in an intensively used low-mountain landscape. – Applying breeding bird assemblages as indicators. Ecological Indicators 94: 409–419

Fließer G (1997) Christbaumkulturen. Pflanzung, Pflege, Vermarktung. Stocker, Graz, Stuttgart

Goßner M, Utschick H (2002) Douglasienbestände entziehen überwinternden Vogelarten die Nahrungsgrundlage. LWF Bericht 33: 41–44

Hansson L (1983) Bird Numbers across Edges between mature conifer forest and clearcuts in Central Sweden. Ornis Scandinavica 14: 97–103

Humphrey J, Newton AC, Peace A, Holden E (1999) The importance of conifer plantations in northern Britain as a habitat for native fungi. Biological Conservation 96: 241–252

Isaacs R, Tuell J, Fiedler A, Gardiner M, Landis D (2009) Maximizing arthropod-mediated ecosystem services in agricultural landscapes: the role of native plants. Frontiers in Ecology and the Environment. 7: 196–203

Koether R (2011) Weihnachtsbaumanzucht mit Nordmannstannen. Allgemeine Forstzeitschrift 21: 12–13

Kolb H (1996) Fortpflanzungsbiologie der Kohlmeise *Parus major* auf kleinen Flächen. Vergleich zwischen einheimischen und exotischen Baumbeständen. J. Ornithol. 137: 229–242

MacArthur RH, MacArthur JW (1961) On bird species diversity. Ecology 42: 594–598

Müller J, Stollenmaier S (1994) Auswirkungen des Douglasienanbaus auf die Vogelwelt. Allg. Forstzeitschr. 49: 237–239

Newton I (1986) Principles underlying bird numbers in Scottish woodlands. Trees and wildlife in Scottish uplands 17: 121–128

Paquet JY, Vandevyvre X, Delahaye L, Rondeux J (2006) Bird assemblages in a mixed woodland-farmland landscape: The conservation value of silviculture-dependant open areas in plantation forest. Forest Ecology and Management 227: 59–70

Patterson I, Ollason J, Doyle P (1995) Bird populations in upland spruce plantations in northern Britain. Forest Ecology and Management 79: 107–131

Recher HF (1969) Bird species diversity and habitat diversity in Australia and North America. The American Naturalist 103: 929

Schreiber J, Utschick H (2011) Bedeutung von Nutzungsartenverteilung und Topographie für Feldlerchen *Alauda arvensis* – Vorkommen. Ornithologischer Anzeiger 50: 114–132

Südbeck P, Bauer H, Boschert M, Boye P, Knief W (2007) Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung, 30. November 2007. Berichte zum Vogelschutz 2007: 23–81

Utschick H (2006) Baum- und Stratenpräferenzen nahrungssuchender Waldvogelarten in Waldbeständen unterschiedlicher Baumartenzusammensetzung. Ornithologischer Anzeiger 45: 1–20

Utschick H (2007) Die Bedeutung reifer Laubwaldbestände für mittelschwäbische Waldvogelzönosen. Ökologie der Vögel 29: 183–228

Utschick H (2020) Populationsverluste der Feldlerche *Alauda arvensis* von 2004 bis 2019 in der 57 km² großen Gemeinde Schweitenkirchen (Oberbayern). Ornithologischer Anzeiger 59: 28–45

Weber K (2006) Christbaumhändler schauen zuversichtlich in die kommende Saison. Weihnachtsbäume in Bayern und Deutschland. LWF Aktuell 55: 8–10

Weber M, Utschick H, Heitland W (2009) Einfluss eines Fichtenwaldrands auf den Bruterfolg von höhlenbrütenden Kleinvögeln. Ornithologischer Anzeiger 48:111–125

Digitale Quellen

Climate-Data.org (2013), Klima: Dachau, http://de.climate-data.org/location/21980/; letzter Aufruf 10/2013

FAST GmbH München (www.fast.de) Design und Programmierung (2013) Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürstenfeldbruck – Boden und Klima. http://www.aelf-ff.bayern.de/daten_fakten/20323/index.php; letzter Aufruf 10/2013

R Development Core Team (2010) R: A language and environment for statistical computing. http://www.R-project.org/; letzter Aufruf 10/2013

Renner SC, Baur S, Possler A, Winkler J, Kalko EK, Bates PJ, Mello MA, Walker S (2012) Food Preferences of Winter Bird Communities in Different Forest Types. PLoS ONE 7, 12/2012, S. e53121; letzter Aufruf 11/2018

Eingegangen am 8. Juli 2020
Angenommen nach Revision am 24. Januar 2021

Sofia Baur (links), Jg. 1987, M.Sc Biologie, Gewässerstrukturkartierung in Bayern, seit 2016 Angestellte in einer Staudengärtnerei; 2018 Fortbildung zum Feldbotaniker der Umweltakademie Baden-Württemberg; ornithologische Schwerpunkte: Vögel und Landnutzung.

Lena Schröcker, Jg. 1991, M.Sc. Forst- und Holzwissenschaft; 2018–2020 Fachreferentin beim Deutschen Forstwirtschaftsrat e.V.; ornithologische Schwerpunkte: Vögel und Landnutzung.

Dr. Hans Utschick, Jg. 1949, Diplombiologe; seit 1980 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der LMU München, 1999 bis 2014 an der TU München (Forstwissenschaften); ornithologische Schwerpunkte: Auenvögel und Renaturierung, Vögel und Landnutzung, Einsatz von Vogeldaten in Landschaftsplanung und Naturschutz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Ornithologischer Anzeiger

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: 60_2

Autor(en)/Author(s): Baur Sofia, Schröcker Lena, Utschick Hans

Artikel/Article: Nutzbarkeit von kleineren Weihnachtsbaumplantagen für Brut- und Wintervögel im Vergleich mit ähnlich strukturiertem Wirtschaftswald 125-145