

Entwicklung der Brutvogelfauna auf einer Energieholzfläche über den Zeitraum von 13 Jahren

Der Anbau von Energiepflanzen in Deutschland gewinnt an Bedeutung, ist aber aus ökologischer Sicht umstritten. Eine Form des Energiepflanzenanbaus sind Energieholzflächen mit schnell wachsenden Gehölzen wie Pappeln und Weiden. Eine abschließende Bewertung der Biodiversität auf solchen Kurzumtriebsplantagen steht noch aus, vor allem die Bedeutung der verschiedenen Rotationsstadien ist noch kaum untersucht. Auf einer Kurzumtriebsplantage in Hessen sind verschiedene Altersstadien und Ausprägungsformen nebeneinander zu finden. Hier konnte eine Charakterisierung typischer Strukturausprägungen – insgesamt sieben – entwickelt werden, die auch auf andere Kurzumtriebsplantagen übertragbar ist. Des Weiteren wurden hier im Jahr 2007 die Brutvögel untersucht. Es erfolgte eine flächendeckende Kartierung der Brutreviere und eine Verschneidung der avifaunistischen Daten mit Hilfe der oben dargestellten Struktur-Typisierungen. Da die Agrarholzflächen bereits in den Jahren 1994 und 1998 avifaunistisch untersucht wurden, ist es möglich, erstmals für einen größeren Zeitraum die Entwicklung sowohl der Strukturtypen, als auch der Brutvogelgemeinschaften auf einer Energieholzfläche darzustellen.

Während die Dominanzverhältnisse in den Avizönosen relativ ähnlich blieben, haben sich die Artenzahlen, Artenzusammensetzungen und die Brutpaardichten über den Zeitraum von 13 Jahren deutlich geändert. Die Zunahme der Brutvogelartenzahl von 15 auf 20 Arten und die Verdoppelung der Brutpaardichte von 19,7 BP/10 ha auf 39,3 BP/10 ha steht im Zusammenhang mit dem zunehmenden Strukturreichtum und dem partiell fortgeschrittenen Bestandesalter. Das Artenspektrum verschiebt sich dabei von Offenland- zu Waldarten. Änderungen der Brutvogelbestände und Entwicklungen bei den Strukturen werden im Einzelnen diskutiert. Aus naturschutzfachlicher und avifaunistischer Sicht ist die untersuchte Kurzumtriebsplantage Georgenhof auch nach 13-jähriger Entwicklung als eher verarmt zu bewerten.

Stichworte: Kurzumtriebsplantage, Agrarholz, Biodiversität, Strukturtypisierung, Avifauna, nachwachsende Rohstoffe

Development of a breeding bird community in a short rotation coppice over a period of 13 years

The cultivation of biomass for energy production is gaining in importance in Germany, but is viewed critically from an ecological perspective. One possibility are short rotation coppices (SRC) with fast-growing trees such as poplars and willows. Very few studies of habitat values and biological diversity in such biomass plantations in Germany have been published. Particularly little is known about the habitat potential of different short rotation coppice patches. This paper deals with breeding bird communities and with typical habitat structures which can be found in short rotation coppices. A patchy distribution of differently treated plots of different ages can be found at a poplar and willow short rotation plantation in Hesse, Germany. Here, a classification of a total of seven different habitat types was able to be developed, which can also be transferred to other SRCs.

A census of all breeding birds in the total area of this short rotation coppice was conducted in 2007. This bird data is discussed in relation to detected habitat structures. The breeding bird communities of this SRC had previously been investigated in 1994 and 1998. Therefore, it is now possible to detect long-term changes in habitat structures and breeding bird communities for the first time. Whereas the dominance structure remained stable over the 13 years, there was a significant change in the number of bird species, the bird species composition and breeding bird densities. The number of breeding bird species increased from 15 to 20 and the overall density of territories doubled from 19.7 up to 39.3 territories/10 ha. These changes are due to increased diversity of habitat structures and the age of single stands. Some species characteristic of wood-type habitats were attracted by the older short-rotation coppices, whereas some species characteristic of open areas decreased in population density or disappeared entirely. The changes in population density and the development of habitat structures are discussed for single bird species. For nature conservation purposes, the bird community of this SRC is still to be regarded as depleted.

Keywords: short rotation coppice, SRC, birds, biodiversity, habitat structures

1 Einleitung

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe – u. a. zur Energieerzeugung – gewinnt angesichts der globalen Energiekrise und der CO₂-Problematik zunehmend an Bedeutung (AMMERMANN 2008, BURGER 2007, DOYLE et al. 2007). Aber auch im Zuge der EU-weit zunehmenden Flächenstilllegungen stellt der subventionierte Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf Stilllegungsflächen ein agrarpolitisches Instrument dar, alternative Nutzungs- und Einkommensmöglichkeiten zu schaffen. Der Anteil der Bioenergie am Primärenergieverbrauch Deutschlands soll von aktuell 4,2 % auf zukünftig 11 % steigen (AMMERMANN 2008). Damit verbunden ist ein zunehmender Landschaftswandel. So waren 2007 bereits 17 %

(etwa 2 Mio. ha) der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe belegt. Dabei dominiert derzeit der Rapsanbau für Biodiesel mit etwa 1,5 Mio. ha Fläche (AMMERMANN 2008). Da der Anbau intensiver Kulturen (Mais, Ölsaaten) ökologisch umstritten ist, wird der Anbau anderer, so genannter spezieller Energiepflanzen zunehmend diskutiert. Zu speziellen Energiepflanzen werden Pappeln (*Populus* ssp.), Weiden (*Salix* ssp.), Elefantengras (*Miscanthus*) und Rutenhirse (*Panicum virgatum*) gezählt (DOYLE et al. 2007). In einem Zukunftsszenario für das Jahr 2050 gehen DOYLE et al. (2007) von 27 % Anteil der speziellen Energiepflanzen an der Ackerfläche in Deutschland aus. Doch die Anlage und Bewirtschaftung von Pappeln und Weiden auf Kurzumtriebsplantagen stellt eine „weitgehend neue Anbauform dar, zu der

die Kenntnisse noch lückenhaft sind“ (DOYLE et al. 2007). Auf derartigen Kurzumtriebsplantagen (auch Agrarholzflächen, Energieholzplantagen und Holzfelder genannt und im Folgenden mit KUP abgekürzt) werden schnell wachsende und ausschlagfähige Baumarten als nachwachsender Rohstoff produziert und in Umtriebszeiten von etwa zwei bis zehn (je nach Bundesland auch bis zu 20) Jahren maschinell geerntet (DIMITRI 1988, BURGER 2007). Diese Energieholzflächen stocken überwiegend auf ehemals agrarisch genutzten Flächen, wodurch die konventionellen Bewirtschaftungsweisen der Landwirtschaft mit denen der Forstwirtschaft verbunden werden.

Insgesamt gibt es nur wenige Untersuchungen, die sich mit den Auswirkungen von nachwachsenden Rohstoffen auf die Biodiversität auseinandersetzen. Gerade zu Energieholzplantagen sind die Kenntnisse noch lückenhaft (DOYLE et al. 2007) und dies obwohl der Ausbau der Bioenergienutzung auch an den „Maßstäben des Erhalts der biologischen Vielfalt gemessen werden soll“ (AMMERMANN 2008).

Eine wichtige und etablierte Indikatorgruppe für die Biodiversität im großräumigen Maßstab ist die Klasse der Vögel. Die Besiedelung von Agrarholzflächen durch Vögel ist in Deutschland bisher relativ wenig untersucht worden (JEDICKE 1995, LIESEBACH & MULSOW 1995, MULSOW 1998) und wenn, dann eher als Momentaufnahme. Es existieren Arbeiten zu Sommer- und Wintervogelzönosen in den USA (z. B. CHRISTIAN et al. 1998), in Großbritannien und den Niederlanden (z. B. SAGE et al. 2006, LONDO et al. 2005). Sie beschränken sich aber hauptsächlich auf Weidenflächen, während in deutschen Energieholzflächen Pappeln vorherrschen.

Zu den ersten Energieholzplantagen, die in Deutschland angelegt wurden, gehört eine große, von Pappeln dominierte Fläche in Hessen. Sie gilt als Pilotfläche und ist Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen (z. B. HOFMANN 2005). Zurzeit wird sie unter anderem auch von der Forschungs Kooperation NOVALIS untersucht (siehe z. B. LAMERSDORF et al. 2008). Weil auf diesen Flächen bereits 1994 und 1998 die Brutvögel untersucht wurden, besteht die ungewöhnliche Gelegenheit, die Entwicklung der Brutvogelfauna auf einer derartigen Agrarholzfläche über größere Zeiträume hinweg zu betrachten. Durch eine aktuelle Wiederholungsuntersuchung sollte möglich gemacht werden, drei verschiedene Altersstadien einer Agrarholzfläche avifaunistisch bewerten zu können.

2 Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet – die Kurzumtriebsplantage Georgenhof – liegt im nördlichen Hessen bei Diemelstadt-Rhoden (Landkreis Waldeck-Frankenberg). Sie gehört zum Wuchsgebiet „Nordwesthessisches Bergland“, Wuchsbezirk „Waldeck-Wolfhagener Berg- und Hügelland“. Die Höhe beträgt 265 – 320 m ü. NN, die Koordinaten sind 9°0' O / 51°27' N (HOFMANN 2005). Die sukzessiv seit 1989 angelegte Kurzumtriebsplantage Georgenhof umfasst eine Gesamtfläche von etwa 72 ha. Sie ist mosaikartig zusammengesetzt aus hauptsächlich Pappelkulturen und z. T. Weidenkulturen verschiedenen Alters.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden in dieser Arbeit nur die beiden zusammen 29 ha großen Teilflächen behandelt, die bereits bei den Untersuchungen von 1994 bestanden (JEDICKE 1995). Flächen, die nach 1994 bepflanzt wurden und damals noch Ackerflächen waren, werden bei diesen Auswertungen nicht berücksichtigt. Auch flankierende Strukturen, die nicht

mit Kurzumtriebsplantagen bestockt sind, werden nicht weiterführend behandelt.

2.2 Strukturkartierungen

Um für das nachgewiesene Brutvogelspektrum einen räumlich-strukturellen Bezug herstellen zu können, wurden die Untersuchungsgebiete in einzelne Teilflächen bzw. Strukturtypen unterteilt. Das Alter der Bestände spielt dabei ggf. nur eine mittelbare Rolle. Als entscheidender wurden die Parameter erachtet, die hinsichtlich der spezifischen Habitatsprüche der Vogelarten das Besiedlungspotenzial der Flächen steuern. Für die Grobklassifikation der untersuchten Flächen wurden v. a. die Baumart, Heterogenität des Bestandes, Höhe, Durchmesser, Deckungsgrad und Anteil an liegendem Totholz bzw. Reisig einbezogen. Die zusammenfassende Betrachtung dieser Einzelparameter ermöglicht eine grobe Charakteristik verschiedener, voneinander abgrenzbarer Strukturtypen. Die Aufnahmen im Gelände und die Ableitung verschiedener KUP-Typen erfolgte für beide Teilflächen (Nord und Süd) im Jahr 2007. Bei der Auswertung wurden die klassifizierten Strukturtypen kombiniert mit den jeweils ermittelten Papierrevieren (s. u.) über Luftbilder (Orthofotos) gelegt (siehe Abb. 2). Für die Jahre 1994 und 1998 konnten diese Strukturtypisierungen rückwirkend auf die damaligen Flächen übertragen werden, indem die Flächenbeschreibungen aus JEDICKE (1995) und MULSOW (1998) herangezogen wurden.

2.3 Brutvogelkartierung

Die Erfassung der Brutvögel erfolgte bewusst mit der gleichen Methodik und dem gleichen Aufwand wie bei JEDICKE (1995) und MULSOW (1998), um eine gute Vergleichbarkeit über die Jahre hinweg zu gewährleisten. Dies sind Kartierungen von Brutvogelrevieren in Anlehnung an die Methode der „gruppierten Registrierung“ nach OELKE (1968).

Dazu wurden die beiden Teilflächen jeweils sieben mal zwischen Mitte April 2007 und Ende Juni 2007 bei geeigneter Witterung und artspezifisch günstigen Erfassungszeitpunkten begangen. Die einzelnen Erfassungstermine wurden dabei in fünf Morgen- und zwei Abendbegehungen unterteilt. Der Abstand zwischen den einzelnen Erfassungsterminen betrug mindestens sieben und witterungsbedingt maximal 15 Tage. Während der Kartierung wurden alle akustisch und optisch wahrnehmbaren, flächenbezogenen Vögel punktgenau unter Verwendung standardisierter Artkürzel und Symbole in eine Rohkarte übertragen. Der Fokus lag dabei auf der Erfassung revieranzeigender Merkmale wie singende/balzende Männchen, Paarbeobachtungen, Territorialverhalten (Aggressionsverhalten gegen Artgenossen), Nistmaterial/Futter/Kotballen tragende Altvögel, warnende oder verleitende Altvögel, Nistfunde, aber auch eingeschränkt bettelnde oder gerade flügge gewordene Jungvögel.

2.4 Auswertungen

Nach Abschluss der Geländearbeiten wurden die Rohkartendaten der Einzelbegehungen in eine Gesamtkarte kumulativ übertragen, wodurch sich das Prinzip der „gruppierten Registrierung“ ergibt. Lokale Wiederholungsbefunde an einem Ort (für jeweils die gleiche Art) werden dabei als Revieräquivalent aufgefasst, soweit diese zumindest überwiegend als revieranzeigend einzustufen sind. Die Anzahl der Einzelregistrierungen für den Status eines während der untersuchten Bruttsaison etablierten Brutreviers sind dabei artspezifisch (Ankunftszeit

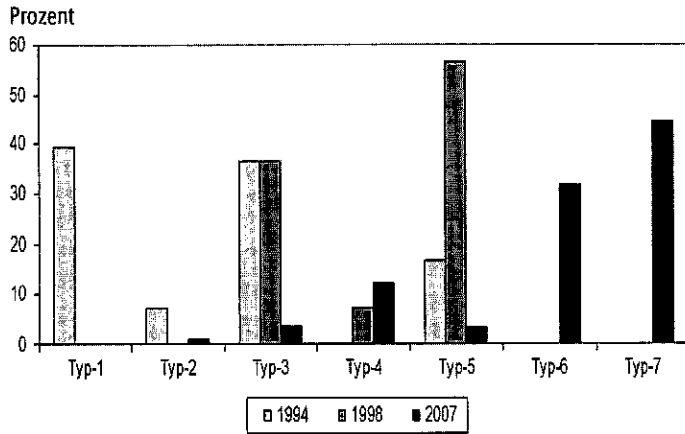


Abbildung 1: Flächenanteile der Strukturtypen 1 bis 7 (Erläuterungen s. Tab. 1) auf der Kurzumtriebsplantage Georgenhof (Hessen) in den Jahren 1994, 1998 und 2007

Figure 1: Areal proportions of structure types within a short rotation coppice (Georgenhof/Hesse) in the years 1994, 1998 and 2007

Tabelle 1: Klassifizierung der auf Kurzumtriebsplantagen vorkommenden Strukturtypen (hier in Georgenhof, Hessen)

Table 1: Classification of structure types which can be found in short rotation coppices (stand of Georgenhof/Hesse)

Strukturtyp	Beschreibung
Typ-1	Aufwuchs von Pappelhybriden (<i>Populus</i> sp.) in der ersten Vegetationsperiode nach der Ernte, ca. 1 cm Brusthöhendurchmesser (BHD) und ca. 0,5–1 m Höhe am Ende der Vegetationsperiode, hoher Deckungsgrad der Krautschicht, „Schlagflur-Charakter“
Typ-2	Aufwuchs von Weidenhybriden (<i>Salix</i> sp.) in der ersten Vegetationsperiode nach der Ernte, generell sehr dichter Stockausschlag, hoher Deckungsgrad der Krautschicht, ca. 1 cm BHD und ca. 1,5 m Höhe am Ende der Vegetationsperiode
Typ-3	relativ junge Bestände (2–4-jährig) aus Pappelhybriden, ca. 4–7 cm BHD, Höhe etwa 2–4 m, sehr dicht oder partiell durch Ausfall einzelner Reihenabschnitte ausgelichtet, generell starke Beschattung, kaum Bodenvegetation, Reisiganteil gering bis mittel
Typ-4	dichte bis mäßig lückige Bestände aus Weidenhybriden, durchschnittlich ca. 3–7 cm BHD, Höhe etwa 4–7 m, starker Stockausschlag, mäßige Beschattung, partiell hoher Anteil von Gras- und Staudenfluren, vergleichsweise hoher Reisig- bzw. Totholzanteil
Typ-5	relativ homogene Bestände aus Pappelhybriden, ca. 8–15 cm BHD, Höhe etwa 6–12 m, starke Beschattung, wenig Bodenvegetation, sehr geringer Reisig- bzw. Totholzanteil
Typ-6	relativ homogene Bestände aus Pappelhybriden, ca. 10–20 cm BHD, Höhe etwa 8–15 m, starke bis mäßige Beschattung mit kleinräumigen Auslichtungen, partiell Bodenvegetation mit Strauch- und Staudenaufwuchs (z. B. Brombeere), Totholz- und Reisiganteil gering bis mittel
Typ-7	heterogene Bestände aus Pappelhybriden, kleinräumiger Wechsel zwischen älteren, linearen Anpflanzungen und Schneisen, ca. 10–20 cm BHD, Höhe etwa 8–15 m, mäßige Beschattung, partiell Bodenvegetation mit Stauden- und Strauchaufwuchs (z. B. Brombeere), Totholz- und Reisiganteil gering bis mittel

bzw. saisonale Präsenz, Gesangsaktivität, Auffälligkeit einer Art) zu prüfen. Darüber hinaus wurden die Befunde ergänzend mit den vorhandenen Strukturen hinsichtlich einer Eignung als Bruthabitat in Beziehung gesetzt. Generell gilt in Anlehnung an OELKE (1968) und SÜDBECK et al. (2005) bei sieben Begehungsterminen eine zweimalige Registrierung revieranzeiger Verhaltensweisen als ausreichend für die Abgrenzung eines Reviers. Diese wurden als Papierreviere eingetragen. Gegebenenfalls festgestellte Gastvögel bzw. Nahrungsgäste wurden miterfasst und in die Auswertung gesondert einbezogen.

Das von JEDICKE (1995) und MULSOW (1998) im Untersuchungsgebiet nachgewiesene Artenspektrum wurde für die vergleichende Abbildung und Auswertung aus deren grafischen Darstellungen übernommen. Dies geschah, um einen konkreten Flächenbezug herstellen zu können. In die Bewertungen wurden neben der Abundanz auch die Dominanz unter Verwendung der Dominanzklassen nach MÜHLENBERG (1993) sowie der Faunenähnlichkeitsindex nach JACCARD (in MÜHLENBERG 1993) einbezogen.

3 Ergebnisse

3.1 Charakterisierung und Entwicklung der Strukturtypen in dem Untersuchungsgebiet

Für die beiden Agrarholzflächen in Georgenhof konnten insgesamt sieben verschiedene KUP-Typen abgeleitet werden (siehe Tab. 1). Dabei geht die Spanne vom KUP-Typ 1 mit dem ersten Pappelaufwuchs bei maximal 1 m Höhe bis zum KUP-Typ 7 mit heterogenen Pappelblöcken und Höhen bis zu 15 m (s. Tab. 1). Diese KUP-Typisierung ist auch auf andere Agrarholzplantagen übertragbar und konnte bereits zur Charakterisierung von Flächen in Sachsen und Brandenburg eingesetzt werden (GRUB & SCHULZ, in Vorbereitung).

In Abb. 2 ist für den Nordteil und den Südteil dargestellt, welche unterschiedlichen Strukturtypen für die Jahre 1994, 1998 und 2007 feststellbar waren. Dadurch kann die Alterung und Entwicklung einzelner Plantagenteile flächenscharf zugeordnet werden und ist als Grundlage für die Interpretation tierökologischer Daten nutzbar (siehe Kap. 3.2). Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, sind einzelne Abschnitte der Kurzumtriebsplantage von Eingriffen der Betreiber unberührt geblieben und unterlagen somit natürlichen Wachstumsprozessen. Hier fand also naheliegenderweise eine normale Abfolge der KUP-Typen auf größerer Fläche statt. Andere Abschnitte unterlagen einem kürzeren Umtrieb und wurden streifenweise gerodet, um anschließend wieder Stockausschlag zuzulassen. Der prozentuale Anteil der KUP-Strukturtypen an der Gesamtfläche und ihre jeweilige Änderung über die Jahre hinweg ist zusammenfassend in Abb. 1 dargestellt. So ist z. B. der junge KUP-Typ 1 nur bei JEDICKE (1995) zu finden und hatte noch dort ca. 40 % Flächenanteil, während er bei MULSOW (1998) und bei den eigenen Erhebungen auf dem Nord- und Südteil von Georgenhof nicht mehr auftrat. KUP-Typ 5 hingegen konnte in allen drei Untersuchungsjahren vorgefunden werden und war bei MULSOW (1998) auf über der Hälfte der Flächen zu finden (Abb. 1). Neben der zeitlichen Ablösung der verschiedenen KUP-Typen wird in Abb. 1 somit auch das zeitliche Nebeneinander verschiedener KUP-Typen deutlich.

Insgesamt sind die beiden Teilflächen der Kurzumtriebsplantage Georgenhof mit zunehmendem Alter deutlich heterogener geworden. Bei JEDICKE (1995) und MULSOW (1998) prägen noch 1- bis 6-jährige Anpflanzungen das Bestandsbild. Dies resultiert u. a. aus relativ kurzen Umtriebszeiten. Zwischen 1998 und 2007 wurde nur noch wesentlich kleinflächiger geerntet,

so dass Teilflächen der Kurzumtriebsplantage nicht nur das nahe liegende fortgeschrittenere Alter aufweisen, sondern auch durch den klein parzellierten Umtrieb die gesamte Strukturdiversität auf den Flächen erhöht wurde. Diese Entwicklung der KUP-Strukturtypen bzw. ihr prozentualer Anteil an der Gesamtfläche ist zusammenfassend in Abb. 1 dargestellt und wird für die Interpretation der nachfolgenden Brutvogeldaten herangezogen.

3.2 Entwicklung der Avizönosen

Auf den beiden Teilflächen der untersuchten Agrarholzplantage haben sich die Brutvogelgemeinschaften im Laufe der Jahre deutlich geändert. Dies gilt sowohl bezüglich der Artenzahlen und Brutvogeldichten (quantitative Entwicklung), als auch bezüglich der Zusammensetzung der Avizönosen (qualitative Entwicklung).

3.2.1 Quantitative Entwicklung der Avizönosen

Beim Vergleich der in den verschiedenen Jahren festgestellten Brutvogelgemeinschaften sind deutliche Unterschiede festzustellen (Abb. 2 und Tab. 2). JEDICKE (1995) ermittelte 194 in den Teilflächen der Kurzumtriebsplantage insgesamt 15 Arten mit 57 Brutpaaren (BP). Dies entspricht einer Gesamtabundanz von 19,7 BP/10ha. MULSOW (1998) wies mit 13 Arten geringfügig weniger Spezies nach. Diese verteilten sich aber auf 95 Brutpaare mit einer Gesamtabundanz von 32,8 BP/10 ha. 2007 wurden insgesamt 114 BP von 20 Arten festgestellt. Daraus ergibt sich eine Gesamtabundanz von 39,3 BP/10ha. Damit nahm innerhalb von 13 Jahren die Artenzahl auf den untersuchten Kurzumtriebsplantagen um ein Drittel zu. Die Anzahl der nachgewiesenen Brutpaare verdoppelte sich.

3.2.2 Qualitative Entwicklung der Avizönosen

Neben den Unterschieden hinsichtlich Gesamtartenzahl und -abundanz zeigen sich auch deutliche Differenzen in der Artenzusammensetzung. Mit zunehmendem Alter der Kurzumtriebsplantagen und mit zunehmender Heterogenität der Flächen verschieben sich die Lebensgemeinschaften. Brutvögel mit Bindung an höherwüchsige, ältere Gehölzbestände wie Buchfink (*Fringilla coelebs*), Singdrossel (*Turdus philomelos*) und Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) haben über den Zeitraum von 13 Jahren zugenommen (Tab. 2). Andere Vogelarten, die ältere Bäume als essentielle Habitatrequisiten benötigen, fehlten noch bei den Untersuchungen von JEDICKE (1995) bzw. von MULSOW (1998) und wurden im Jahr 2007 erstmalig, wenn auch nur in Einzelpaaren, auf den nun älteren Kurzumtriebsflächen festgestellt (Tab. 2). Hierzu zählen Buntspecht (*Dendrocopos major*: 1 BP), Kernbeißer (*Coccothraustes coccothraustes*: 1 BP), Misteldrossel (*Turdus viscivorus*: 1 BP) und Ringeltaube (*Columba palumbus*: 2 BP). Bei den Untersuchungen im Jahr 2007 wurden auch erstmalig Zaunkönig und Rotkehlchen auf den KUP-Flächen nachgewiesen. Sie erreichten dabei vergleichsweise hohe Bestandeszahlen (Tab. 2).

Die von JEDICKE (1995) ermittelte Dominanzstruktur – mit wenigen eudominanten Arten – zeigt sich grundsätzlich auch in den darauf folgenden Jahren (Tab. 2). Doch die Vogelarten, die die Dominanzverteilung in den jeweiligen Untersuchungsjahren generieren, sind sehr unterschiedlich. Bei JEDICKE (1995), aber tendenziell auch bei MULSOW (1998), dominierten Spezies, die relativ niedrigwüchsige Habitatstrukturen wie Gebüschformationen, frühe Sukzessionsstadien (z. B. Hochstaudenfluren) oder ein kleinräumiges Mosaik von niedrig bewachsenen Flächen mit einzelnen höheren Elementen bevorzugen. Dazu gehört die Gartengrasmücke (*Sylvia borin*), die 1994 und

1998 zu den eudominanten Arten zählte. 2007 war die Art mit 2,4 BP/10 ha nur dominant. Ein noch stärkerer Rückgang über 13 Jahre auf 0,7 BP/10 ha zeigte sich bei der ehemals eudominanten Goldammer (*Emberiza citrinella*, Tab. 2). Der Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*) fiel 2007 sogar vollständig aus (1998: noch 3,1 BP/10 ha; Tab. 2). Lediglich der Fitis (*Phylloscopus trochilus*) stellte in allen drei Untersuchungsjahren eine eudominante Art dar, hatte sein Maximum aber im Jahr 1998 (Tab. 2). Mit 21 Brutpaaren bzw. 7,2 BP/10 ha erreichte er damit von allen Vogelarten die höchste nachgewiesene Dichte auf diesen Agrarholzflächen. Insgesamt verschob sich im Jahr 2007 nicht nur die Artenzusammensetzung (siehe oben), sondern auch das eudominante Artenspektrum in Richtung der Arten, die eine stärkere Bindung an ältere Baumbestände zeigen.

Die grundsätzliche Tendenz – Abnahme der Bewohner von Offenflächen oder jüngeren Sukzessionsbereichen und Zunahme der Waldbewohner bedingt durch die flächenmäßige Zunahme älterer Agrarholzflächen – bestätigte sich auch bei der Berechnung der Faunenähnlichkeit nach JACCARD (Abb. 3). Während die Avizönosen bei JEDICKE (1995) und MULSOW (1998) noch eine Verwandtschaft von 75 % aufweisen, ist die Ähnlichkeit zu der Artengemeinschaft die 2007 nachgewiesen wurde schon deutlich niedriger.

4 Diskussion

Artenzahlen und Brutpaardichten

Auf den untersuchten hessischen Agrarholzflächen zeigte sich über den Zeitraum von 13 Jahren eine Zunahme der Artenzahlen (von 15 Arten im Jahr 1994 zu 20 Arten im Jahr 2007). Dies steht nur scheinbar im Widerspruch zu den Ergebnissen von DHONDT & SYDENSTICKER (2000) für nordamerikanische Flächen und SAGE et al. (2006) für britische Flächen. Denn die Autoren hatten die dortigen Kurzumtriebsplantagen nur über Zeiträume von zwei bzw. fünf Jahren untersucht und dabei einen Rückgang der Artenzahlen festgestellt, z. B. von 11 auf 8 Vogelarten bei DHONDT & SYDENSTICKER (2000).

Betrachtet man ungefähr vergleichbare Zeiträume auf den hessischen Flächen, indem man nur die Ergebnisse von JEDICKE (1995) und MULSOW (1998) vergleicht, dann stößt man auch auf eine leichte Abnahme der Artenzahlen (von 15 Arten auf 13 Arten; Tab. 2).

Die langfristige Zunahme der Vogelartenzahlen auf der hessischen Kurzumtriebsplantage von 1994 bis 2007 ist nicht nur über die normale Alterung der Bestände zu erklären, sondern auch über die künstliche Strukturbericherung durch die forstlichen Eingriffe (s. Abb. 2). Die Brutpaardichte hat auf den Agrarholzflächen von Georgenhof kontinuierlich zugenommen (s. Tab. 2 und Kap. 3.2). Auch bei den von DHONDT & SYDENSTICKER (2000) untersuchten amerikanischen Kurzumtriebsplantagen nahm die Dichte der Vogelnester zu, wobei hier eine bestimmte Weidenzuchtform bevorzugt wurde.

Die Gesamtzunahme der Brutpaardichten über den Zeitraum von 13 Jahren hängt wie auch bei den Gesamtartenzahlen mit dem zunehmenden Strukturreichtum und dem partiell fortgeschrittenen Alter zusammen. Das Besiedelungspotenzial muss aber auch in Zusammenhang mit anderen Faktoren wie z. B. der landschaftsökologischen Einbindung der Kurzumtriebsplantage bzw. der Ausprägung der angrenzenden Bereiche gesehen werden (GRUß & SCHULZ, in Vorbereitung).

Im Vergleich mit anderen Landnutzungsformen sind Gesamtartenzahl (20 Arten) und Gesamtbrutpaardichte (39,3 BP/10 ha)

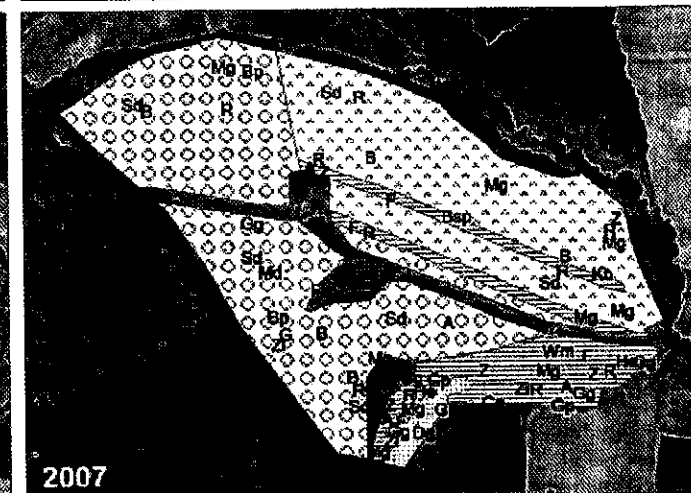
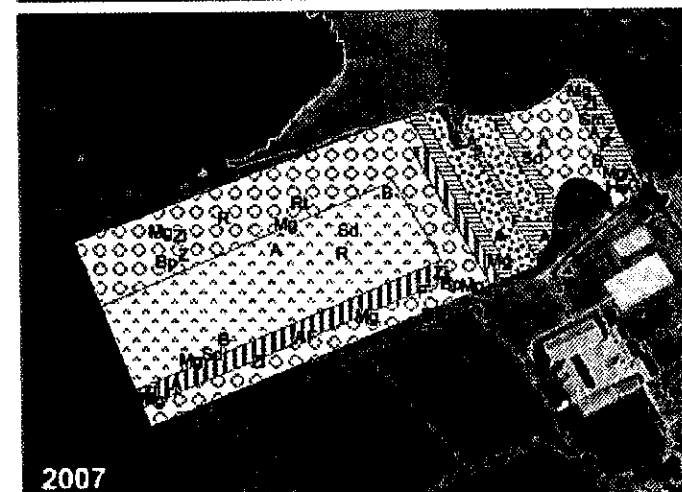
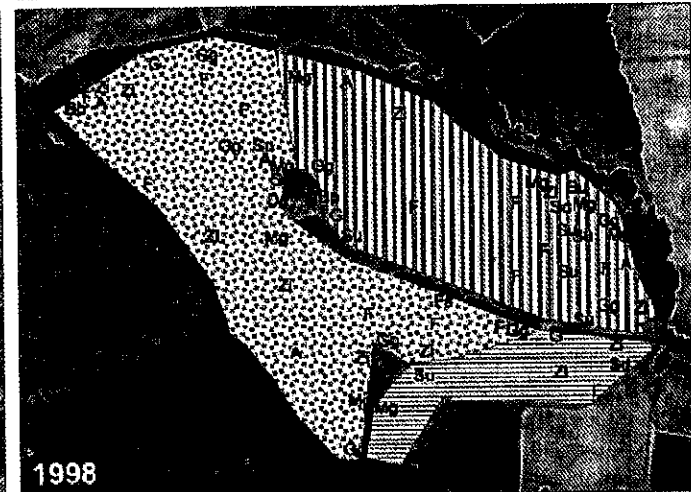
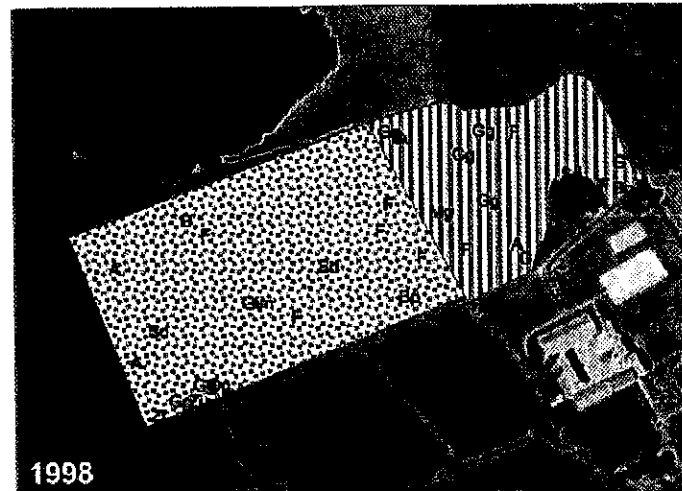
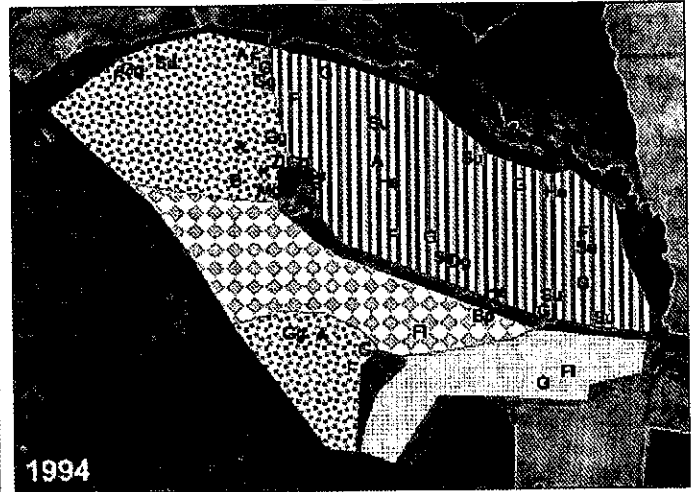
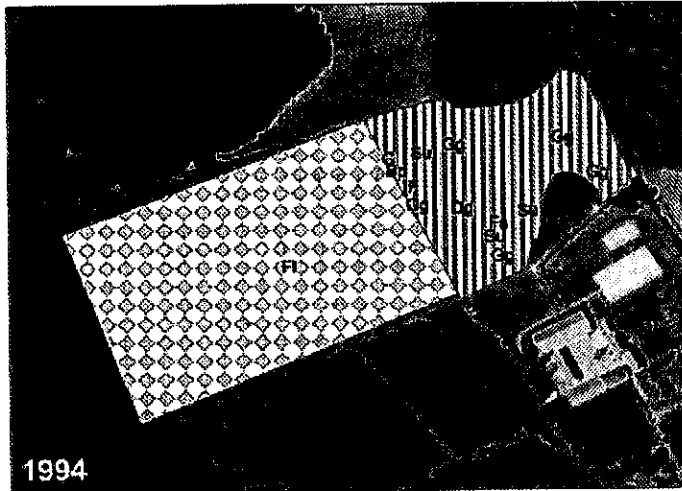
Tabelle 2: Brutvogelarten und -dichten auf der Kurzumtriebsplantage Georghof in verschiedenen Jahren; mit Angaben zur Häufigkeit (BP = Brutpaare), zur Gefährdung nach den Roten Listen (BRD = Bundesrepublik Deutschland (Bauer et al. 2002), HE = Hessen (HGON & VSW 2007), 3 = gefährdet, V = Arten der Vorwarnliste, + = nicht gefährdet) sowie zur Dominanzstruktur nach Mühl enberg (1993); Arten- und Dichteangaben für 1994 nach Jedicke (1995), für 1998 nach Mul sow (1998); 2007: eigene Daten; Dom = Dominanzwert

Table 2: Total number of species and density of breeding birds recorded within a short rotation coppice (Georghof) in different years; with information on density (BP = breeding pair), on red list threat categories in Germany (Bauer et al. 2002) and Hesse (HGON & VSW 2007): 3 = vulnerable, V = near threatened, + not threatened) and on dominance structures (Mühl enberg 1993); information on the number and density of breeding bird species for 1994 from Jedicke (1995), for 1998 from Mul sow (1998), for 2007: own data; Dom = dominance structure

Artname	RL BRD	RL HE	1994			1998			2007					
			BP	BP/10ha	Dom	BP	BP/10ha	Dom	BP	BP/10ha	Dom			
Amsel (<i>Turdus merula</i>)	+	+	4	1,4	7,02%	9	3,1	9,47%	13	4,5	11,40%			
Buchfink (<i>Fringilla coelebs</i>)	+	+	1	0,3	1,75%	1	0,3	1,05%	8	2,8	7,02%			
Baumpieper (<i>Anthus trivialis</i>)	V	3	2	0,7	3,51%	4	1,4	4,21%	4	1,4	3,51%			
Buntspecht (<i>Dendrocopos major</i>)	+	+							1	0,3	0,88%			
Dorngrasmücke (<i>Sylvia communis</i>)	+	+	2	0,7	3,51%	2	0,7	2,11%	1	0,3	0,88%			
Fitis (<i>Phylloscopus trochilus</i>)	+	+	8	2,8	14,04%	21	7,2	22,11%	12	4,1	10,53%			
Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>)	V	V	3	1,0	5,26%									
Feldschwirl (<i>Locustella naevia</i>)	+	+	1	0,3	1,75%	1	0,3	1,05%						
Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>)	+	+	9	3,1	15,79%	5	1,7	5,26%	2	0,7	1,75%			
Gartengrasmücke (<i>Sylvia borin</i>)	+	+	10	3,4	17,54%	14	4,8	14,74%	7	2,4	6,14%			
Gimpel (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>)	+	+				1	0,3	1,05%						
Gelbspötter (<i>Hippolais icterina</i>)	+	+							2	0,7	1,75%			
Heckenbraunelle (<i>Prunella modularis</i>)	+	+	3	1,0	5,26%				3	1,0	2,63%			
Kohlmeise (<i>Parus major</i>)	+	+	1	0,3	1,75%									
Kernbeißer (<i>Coccothraustes coccothraustes</i>)	+	V							1	0,3	0,88%			
Misteldrossel (<i>Turdus viscivorus</i>)	+	+							1	0,3	0,88%			
Mönchsgrasmücke (<i>Sylvia atricapilla</i>)	+	+	1	0,3	1,75%	9	3,1	9,47%	18	6,2	15,79%			
Rotkehlchen (<i>Erithacus rubecula</i>)	+	+							12	4,1	10,53%			
Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>)	+	+							2	0,7	1,75%			
Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>)	+	+	1	0,3	1,75%	6	2,1	6,31%	9	3,1	7,89%			
Schwanzmeise (<i>Aegithalos caudatus</i>)	+	+							1	0,3	0,88%			
Sumpfrohrsänger (<i>Acrocephalus palustris</i>)	+	+	10	3,4	17,54%	9	3,1	9,47%						
Weidenmeise (<i>Parus montanus</i>)	+	+							1	0,3	0,88%			
Zaunkönig (<i>Troglodytes troglodytes</i>)	+	+							7	2,4	6,14%			
Zilpzalp (<i>Phylloscopus collybita</i>)	+	+	1	0,3	1,75%	13	4,5	13,68%	9	3,1	7,89%			
Artenzahl			15			13			20					
BP – insgesamt			57			95			114					
eudominant (>10%)			dominant (5–10%)			subdominant (2–5%)			rezedent (1–2%)			subrezedent (<1%)		


Untersuchungsgebiet - Nordteil

Untersuchungsgebiet - Südteil



Artkürzel	Artname (dt.)	Artkürzel	Artname (dt.)
A	Amsel	He	Heckenbraunelle
B	Buchfink	K	Kohlmeise
Bm	Blaumeise	Kb	Kambeißer
Bp	Baumfleder	Md	Misteldrossel
Bsp	Burispacht	Mg	Mönchsgrasmücke
Dg	Domgrasmücke	R	Rotkehlchen
F	Fitis	Rt	Ringeltaube
Ff	Feldlerche	Sd	Singdrossel
Fs	Feldschwirl	Sm	Schwanzmeise
G	Goldammer	Su	Sumpfrohsänger
Gg	Gartengrasmücke	Wm	Weidenmeise
Gm	Gimpel	Z	Zaunkönig
Gp	Gelbspötter	Zi	Zilpzalp

Klassifikation KUP-Typen	
	Typ-1
	Typ-2
	Typ-3
	Typ-4
	Typ-5
	Typ-6
	Typ-7



0 125 250 Meter




Abbildung 2: Nachweis von Brutvogelarten auf der Kurzumtriebsplantage Georghof (Nordteil und Südteil getrennt betrachtet) in drei verschiedenen Untersuchungsjahren; Strukturtypen und Brutreviere in Luftbilder eingetragen

Figure 2: Breeding bird species in the Georghof short rotation coppice (northern and southern parts) in three different years; with structure types and breeding territories marked on aerial photographs

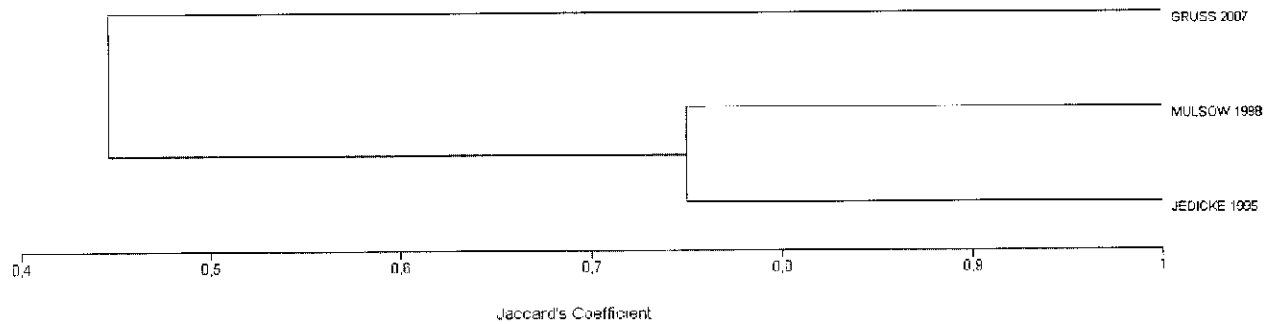


Abbildung 3: Faunenähnlichkeit nach Jaccard zwischen den in den Jahren 1994, 1998 und 2007 erfassten Brutvogelgemeinschaften (auf Kurzumtriebsplantage Georgenhof/Hessen)

Figure 3: Jaccard's index of similarity for the breeding bird communities in 1994, 1998 and 2007 (Georgenhof short rotation coppice/Hesse)

auf der Kurzumtriebsplantage Georgenhof relativ gering. So wurden z. B. in Auwäldern über 100 Vogelarten und Brutpaardichten von 140–180 je 10 Hektar erfasst; in Feldgehölzen wurden über 115 BP/10 ha festgestellt (FLADE 1994).

Artenzusammensetzungen und Bezug zu Strukturen

Insgesamt war mit zunehmendem Alter der Kurzumtriebsplantage eine Abnahme von Offenlandarten und eine Zunahme von Waldarten zu verzeichnen (s. Kap. 3.2). Diese Beobachtung steht im Einklang mit den Vermutungen bzw. Ergebnissen von CHRISTIAN et al. (1998), DHONDT & SYDENSTICKER (2000), ANDERSON et al. (2004), CUNNINGHAM et al. (2004) und SAGE et al. (2006) auf britischen und nordamerikanischen Kurzumtriebsplantagen.

Der Wandel der Artengemeinschaften ist deutlich mit der Entwicklung der untersuchten Energieholzflächen verbunden. Das Auftreten und die Häufigkeit der einzelnen Vogelarten steht in engem Zusammenhang mit der Nutzungsform der Kurzumtriebsplantagen bzw. dem Vorhandensein artspezifisch attraktiver Strukturtypen. Neu angelegte bzw. frisch beerntete Flächen (JEDICKE 1995) sind dabei sehr dünn besiedelt. Es findet sich dort lediglich die Feldlerche (*Alauda arvensis*) mit Einzelbrutpaaren. Sie stellt ein avifaunistisches Element der Agrar- bzw. Offenlandschaft dar (z. B. GLUTZ v. BLOTZHEIM 1985, SÜDBECK et al. 2005), das bei Zunahme der Vegetationshöhe in den Folgejahren ausbleibt. Weil frisch beerntete KUP-Flächen nur im Untersuchungszeitraum 1994 auf den untersuchten Flächen vorhanden waren, wurde die Art bei den Erhebungen von MULSOW (1998) sowie bei den eigenen Erfassungen von 2007 nicht mehr festgestellt.

Ab der zweiten Vegetationsperiode nach der Ernte und dem damit einhergehenden höheren Gehölbewuchs auf den Kurzumtriebsplantagen (z. B. KUP-Typ 3 in Tab. 1) nehmen die Arten- und Individuenzahlen allgemein deutlich zu. Dabei charakterisieren Bewohner der frühen Sukzessionsstadien mit relativ niedriger und dichter Vegetationsausprägung die Artengemeinschaften. Prägend sind dabei Fitis (*Phylloscopus trochilus*), Gartengrasmücke (*Sylvia borin*) und Sumpfrohrsänger (*Acrocephalus palustris*). Wie aus Abb. 1 und Abb. 2 zu entnehmen ist, finden sich entsprechende KUP-Typen (Typ 3 und Typ 4 in Tab. 1) in allen drei Untersuchungsjahren, wenn gleich die Flächenanteile dabei deutlich variieren. Dementsprechend wurden auch die Arten der jungen KUP-Typen in allen drei Untersuchungen nachgewiesen. Als charakteristische Arten der 2- bis 4-jährigen Bestände mit einer Wuchshöhe bis zu 2–3 m können dabei Sumpfrohrsänger, Gartengrasmücke und Fitis gelten, wobei Gartengrasmücke und Fitis auch noch

4- bis 5-jährige Bestände mit einer Höhe bis zu 6 m besiedeln (JEDICKE 1995, MULSOW 1998). Mit zunehmendem Alter der Bestände treten diese Arten zunehmend seltener auf bzw. fallen vollständig aus. Als Übergangsart zu den höherwüchsigen Baumbeständen ist dabei der Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) hervorzuheben, der reicher strukturierte Habitats mit (angrenzend) höheren Elementen bevorzugt.

Ältere Flächen (>5 Jahre) waren nur im Untersuchungszeitraum 2007 vorhanden. Dies bedingt auch den höheren Anteil an tendenziell Wald bewohnenden Arten wie z. B. Buchfink (*Fringilla coelebs*) auf den untersuchten Flächen. Ungewöhnlich ist der erstmalige Nachweis von Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) und Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*) im Untersuchungszeitraum 2007. Diese Arten bevorzugen tendenziell ältere Baumbestände und wurden 2007 unter anderem auch auf Flächen des KUP-Typs 4 nachgewiesen, der auch schon bei MULSOW (1998) vorhanden war (Abb. 1), damals von diesen Arten aber nicht besiedelt wurde (Abb. 2). Möglicherweise hat auf den Flächen im Verlauf der Jahre sukzessive der liegende Reisiganteil als essentielles Habitatrequisit für diese bodennah agierenden Vogelarten zugenommen. Während so der Totholzanteil noch 1998 einen limitierenden Faktor für die Besiedlung darstellte, nahm er trotz Nutzung bzw. zwischenzeitlicher Beerntung vor allem auf den mit Weiden bestockten Flächen zu. Hier finden sich auch schwerpunktmäßig die meisten Brutpaare von Rotkehlchen und Zaunkönig (s. Abb. 2).

Bemerkenswert ist auch die Bestandsentwicklung von Goldammer (*Emberiza citrinella*) und Baumpieper (*Anthus trivialis*) auf den untersuchten Flächen. Beide Arten sind generell Grenzlinienbewohner, die ein Strukturmosaik von offeneren Bereichen mit angrenzenden höherwüchsigen Gehölzen bevorzugen (GLUTZ v. BLOTZHEIM 1985, FLADE 1994, SÜDBECK et al. 2005). Der Baumpieper scheint dabei – bezogen auf die Kurzumtriebsplantagen – eine weitere Amplitude als die Goldammer aufzuweisen. Er besiedelt auch kleinflächigere Schneisen innerhalb der Kurzumtriebsplantage bzw. toleriert auch sehr starke Kontraste in der Vertikalstrukturierung. So besiedelt er z. B. auch kleinere Waldlichtungen, die von der Goldammer gemieden werden. Die Goldammer zeigt dagegen einen höheren Raumanspruch an die angrenzenden offeneren Bereiche und meidet eher (engräumige) Aufflichtungen, die ggf. durch starke vertikale Strukturunterschiede geprägt sind. Dementsprechend sind die Bestandszahlen des Baumpiepers mit 0,7 – 1,4 BP/10 ha (Tab. 2) in den verschiedenen Untersuchungsjahren annähernd gleich geblieben, während die Goldammer im Zuge der flächenmäßigen Zunahme von höherwüchsigen Beständen bzw. dem Rückgang an größeren offenen Bereichen stark zurückgegangen ist (von 3,1 auf 0,7 BP/10 ha; Tab. 2).

5 Fazit

Die Agrarholzflächen von Georgenhof wurden und werden von vergleichsweise arten- und individuenarmen Singvogelgemeinschaften besiedelt. Die höchsten Arten- und Individuendichten erreichen 2- bis 5-jährige Bestände. Generell verschiebt sich das Artenspektrum mit zunehmendem Alter sukzessive von Offenland- zu Waldarten. Die Zunahme der Heterogenität und Strukturvielfalt durch kleinräumige Nutzungsunterschiede bzw. durch verschiedene Umtriebszeiten erhöht dabei das flächenbezogene Lebensraumpotenzial für die Brutvogelfauna.

Die Avizönosen setzen sich dabei aus relativ ubiquitären, unspezialisierten Arten zusammen, die nach den landes- und bundesweiten Roten Listen keinen Gefährdungsstatus aufweisen (Tab. 2). Die Artenzusammensetzung zeigt stark rudimentäre Züge. Das heißt, im Vergleich zu den Stammbiäten (Wald, Offenland) treten in den Kurzumtriebsplantagen nur sehr verarmte Artenspektren auf. Energieholzflächen können zwar in „ausgeräumten Agrarsteppen“ wie von DOYLE et al. (2007) geschrieben, eine Verbesserung des Landschaftswertes für Tiere darstellen, aber eine eigenständige, von anderen Lebensräumen abgrenzbare Brutvogelgemeinschaft wird auf ihnen nicht generiert. Die von JEDICKE (1995) getroffenen kritischen Aussagen zu der Brutvogelfauna auf den Kurzumtriebsplantagen von Georgenhof können somit auch nach einer 13-jährigen Weiterentwicklung der Flächen bestätigt werden.

Danksagung

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) für die Finanzierung des NOVALIS-Forschungsprojektes und den Kollegen – vor allem dem Projektleiter Prof. Dr. N. Lamersdorf (Georg-August-Universität Göttingen) – für die kooperative Zusammenarbeit. Unser weiterer Dank gilt Dr. M. Hofmann (HERO – Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe) und Herrn Jacobs von der Domäne Georgenhof für die Betretungserlaubnis und wichtige Geländeinformationen. Den Gutachtern danken wir für die konstruktiven Korrekturhinweise zum Manuskript.

Literatur

- AMMERMANN, K., 2008: Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe – Auswirkungen auf die Biodiversität und Kulturlandschaft. *Natur und Landschaft*, 83 (3): 108–110.
- BAUER, H. G., BERTHOLD, P., BOYE, P., KNIEF, W., SÜDBECK, P., WITT, K., 2002: Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. *Ber. Vogelschutz*, 39: 13–60.
- BIBBY, C. J., BURGESS, N. D., HILL, D. A., 1995: Methoden der Feldornithologie-Bestanderfassung in der Praxis. – Neumann Verlag, Radebeul.
- BURGER, F., 2007: Potenziale von Energiewäldern auf landwirtschaftlichen Flächen. *AFZ-Der Wald* (14): 749–750.
- CHRISTIAN, D. P., HOFFMANN, W., HANOWSKI, J. M., NIEMI, G. J., BEYEA, J., 1998: Bird and mammal diversity on woody biomass plantations in North America. *Biomass and Bioenergy* 14 (4): 395–402.
- DHONDT, A. A., SYDENSTRICKER, K. A., 2000: Birds breeding in short-rotation woody crops in upstate New York: 1998–2000. *Proceedings of the Short-Rotation Woody Crops Operations Working Group. 3-rd Conference*, Syracuse, NY: 137–141.
- DIMITRI, L., 1988: Bewirtschaftung schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb zur Energiegewinnung. *Schriften des Forschungsinstituts für schnellwachsende Baumarten Hannover-Münden*, Band 4, 72 S.
- DOYLE, U., VOHLAND, K., ROCK, J., SCHÜMANN, K., RISTOW, M., 2007: Nachwachsende Rohstoffe – eine Einschätzung aus Sicht des Naturschutzes. *Natur und Landschaft* 82 (12): 529–535.
- FLADE, M., 1994: Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. IHW-Verlag, Eching, 879 S.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U., 1985: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 10 Passeriformes, Aula Verlag, Wiesbaden.
- GRUB, H., SCHULZ, U. (in Vorbereitung): Besiedlungspotenziale der Avifauna auf Kurzumtriebsplantagen in Sachsen, Hessen und Brandenburg – Bindung an nutzungsbedingte Strukturtypen.
- HGON & VSW (Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz e. V. & Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland), 2006: Rote Liste der bestandsgefährdeten Brutvogelarten Hessens. – 9. Fassung, Stand Juli 2006, Echzell/Frankfurt/Main.
- HOFMANN, M., 2005: Pappeln als nachwachsender Rohstoff auf Ackerstandorten – Kulturverfahren, Ökologie und Wachstum unter dem Aspekt der Sortenwahl. Dissertation an der Georg-August-Universität Göttingen.
- JEDICKE, E., 1995: Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern – Schnellwachsende Weichhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. *Mitt. aus der NNA* (1): 109–119.
- LAMERSDORF, N., BIELEFELDT, J., BOLTE, A., BUSCH, G., DOHRENBUSCH, A., KNUST, C., KROIHER, F., SCHULZ, U., STOLL, B., 2008: Naturverträglichkeit von Agrarholzanzpflanzungen – erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. In: DENDROM (Hrsg.): *Holzerzeugung in der Landwirtschaft*. Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung, Bd. 6: 19–32.
- LIESEBACH, M., MULSOW, H., 1995: Zur Bedeutung des Biotops Kurzumtriebsplantage für den Sommervogelbestand. *Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie* 29 (1): 32–35.
- LONDO, M., DEKKER, J., TERKEURS, W., 2005: Willow short-rotation coppice for energy and breeding birds: an exploration of potentials in relation to management. *Biomass and Bioenergy* 28: 281–293.
- MÜHLENBERG, M., 1993: *Freilandökologie*. 3. Auflage, Quelle & Meyer-Verlag, Heidelberg.
- MULSOW, H., 1998: Landschaftsplanerische Betrachtung von Kurzumtriebsplantagen auf der Grundlage von ornithologischen Erhebungen. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Fachbereich Landschaftsplanung/Landschaftspflege und Naturschutz der Technischen Universität Berlin.
- OELKE, H., 1968: Empfehlungen für Untersuchungen der Siedlungsdichte von Sommervogelbeständen. – *Vogelwelt* 89: 69–78.
- RODE, M., 2005: Energetische Nutzung von Biomasse und Naturschutz. *Natur und Landschaft* 80 (9/10): 403–412.
- SAGE, R., CUNNINGHAM, M., BOATMAN, N., 2006: Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis* (148): 184–197.
- SÜDBECK, P., ANDRETZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORKE, T., SCHRÖDER, K., SUDFELDT, C., 2005: Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell.

Autorenanschriften:

Dipl.-Ing. (FH) Holger Gruß
Diedenhofer Straße 4
10405 Berlin
E-Mail: h.gruss@leguan.com

Prof. Dr. Ulrich Schulz (Dipl.-Biol.)
Fachhochschule Eberswalde
Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz
Friedrich-Ebert-Straße 28
16225 Eberswalde
E-Mail: usschulz@fh-eberswalde.de