

Bestandsdichten und Habitatnutzung von Spechten im Nationalpark Donauauen (Niederösterreich)

Stefanie Riemer, Christian Schulze, Georg Frank

Riemer R., Ch. Schulze, & Georg Frank (2011): Densities and habitat use of woodpeckers in the national park Donauauen (Lower Austria). *Egretta* 52: 55–64.

Floodplain forests, which typically feature high amounts of deadwood, structural and species diversity, constitute an important habitat for most European woodpecker species. In the Donauauen national park, Lower Austria, a comprehensive survey of the woodpecker community was conducted in a 1170 ha study area between February and April 2008. Up to five woodpecker species occurred syntopically; on average 3.0 species could be recorded per 16 ha grid square. The densities of Greater Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* (5.98 territories/10 ha), Lesser Spotted Woodpecker *D. minor* (0.20–0.24 territories/10 ha), Green Woodpecker *Picus viridis* (0.14–0.15 territories/10 ha) and Black Woodpecker *Dryocopus martius* (0.06 territories/10 ha) were comparatively high. The Middle Spotted Woodpecker *D. medius* (0.28 territories/10 ha) occurred at lower densities than in many other lowland forests, which may be attributed to the low proportion of oaks (10%) and the low age of the stands (mean 54 years) in our study area. Both 'softwood', early-successional forests (composed of *P. alba*, *P. x canadensis*, *P. nigra*, *Salix* sp. and *Alnus* sp.) in areas prone to flooding, and 'hardwood', late-successional forests (*Quercus* sp., *Acer* sp., *Fraxinus excelsior*, *Tilia* sp., *Ulmus* sp.) in less frequently flooded areas were regularly frequented by woodpeckers, though preferences differed between the species. The generalist species *D. major* and *D. martius* occurred throughout the study area, using softwood and hardwood forest to similar extents. *P. viridis* primarily occurred in hardwood forest north of the dyke around meadows and agricultural fields. *D. medius* tended to prefer hardwood forests, but this was not significant. *D. minor* significantly selected softwood forest and was most often recorded in the vicinity of sidearms.

Keywords: Donauauen National Park, habitat use, Lower Austria, population density, Picidae, woodpeckers

1. Einleitung

Auwälder gehören zu den produktivsten Ökosystemen in Europa und stellen gleichzeitig einen besonders gefährdeten Lebensraum dar (Spitznagel 1990). Aufgrund von Flussregulierungen sind die meisten mitteleuropäischen Auwälder heute nur noch in Fragmenten vorhanden (Flade 2001). Eines der letzten natürlichen Auwald-Systeme in Mitteleuropa ist der Nationalpark Donauauen, der sich zwischen Wien und Bratislava erstreckt. Die artenreiche Fauna umfasst über 100 Butvogelarten (NP Donauauen 2008), darunter acht der zehn europäischen Spechtarten (G. Frank unveröffentlicht, Wichmann et al. 2009). Als Habitatspezialisten, die sehr sensibel auf Veränderungen spezifischer Elemente eines (naturnahen)

Waldes, wie etwa Baumartenzusammensetzung, Baumdurchmesser und Verfügbarkeit von Alt- und Totholz reagieren, gelten Spechte als Bioindikatoren, deren Vorkommen und Abundanzen Rückschlüsse auf den ökologischen Zustand und die Naturnähe des Waldes zulassen (Scherzinger 1982, Roberge & Angelstam 2006). Auch die Koexistenz mehrerer Spechtarten weist auf einen naturnahen, dynamischen Wald hin (mit Altholzbestände, Totholz, Struktureichtum; Angelstam & Mikusiński 1994, Mikusiński & Angelstam 1997).

Für etliche Spechtarten stellen Auwälder einen optimalen Lebensraum dar, und die Arten Kleinspecht *Dendrocopos minor*, Mittelspecht *D. medius*, Grünspecht *Picus viridis* und Grauspecht *P. canus* werden sogar als „Umbrella Species“ für Auwälder ausgewiesen (Flade

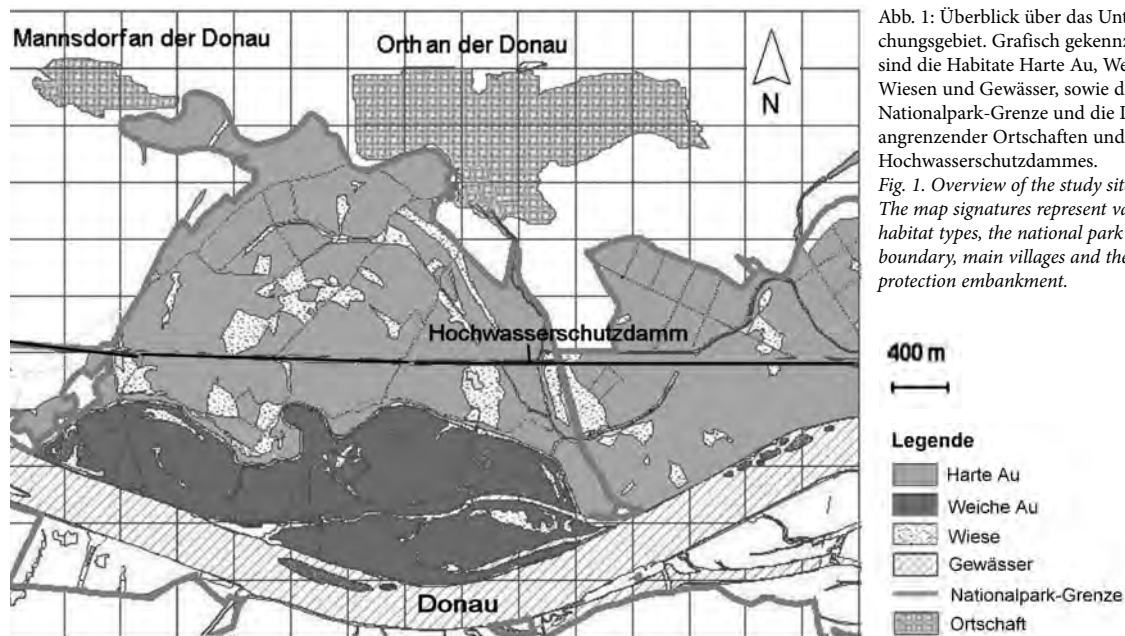


Abb. 1: Überblick über das Untersuchungsgebiet. Grafisch gekennzeichnet sind die Habitats Harte Au, Weiche Au, Wiesen und Gewässer, sowie die Nationalpark-Grenze und die Lage angrenzender Ortschaften und des Hochwasserschutzdammes.

Fig. 1. Overview of the study site. The map signatures represent various habitat types, the national park boundary, main villages and the flood protection embankment.

1994). Dies bedeutet, dass vom Erhalt und Schutz dieser Arten bzw. ihrer Lebensräume auch eine Reihe weiterer, oft schwer erfassbarer, aber naturschutzfachlich bedeutender Arten profitieren (Reckendorfer et al. 1998).

Das Ziel der vorliegenden Studie war eine Bestandsaufnahme der Spechte in einem 11 km² großen Untersuchungsgebiet im Nationalpark Donauauen, welches sowohl häufig überflutete Bereiche der „Weichen Au“, als auch selten bis nie überschwemmte „Harte Au“ umfasst. Als Habitatgeneralist (Michalek & Miettinen 2003) kommt der Buntspecht *Dendrocopos major* im gesamten Untersuchungsgebiet in extrem hohen Dichten vor. Insgesamt 5-7% der österreichischen Mittelspecht-Population (Anhang 1 der EU Vogelrichtlinie) brüten im IBA (Important Bird Area) „Donauauen östlich von Wien“, das somit ein Gebiet von nationaler Bedeutung für diese Art darstellt (Teufelbauer & Frank 2009).

2. Methode

2.1. Untersuchungsgebiet

Die Studie wurde im Nationalpark Donauauen in Niederösterreich bei Orth an der Donau, ca. 15 km südöstlich von Wien, durchgeführt. Das Gebiet gehört zur IBA (Important Bird Area) „Donauauen östlich von Wien“ und ist gemäß EU-Recht sowohl als SCI (Site of Community Interest), als auch als SPA (Special Protection Area) ausgewiesen (Dvorak 2009).

Nach der Donauregulierung im 19. Jahrhundert wurde zwischen 1882 und 1905 im Bereich des heutigen Nationalparks auf beiden Flussseiten in ost-westlicher

Richtung ein Damm errichtet, der den Wald nun in eine donauseitige und eine donauabgewandte Hälfte teilt. Bis zum Damm kann sich die natürliche Dynamik der Donau entfalten, sodass noch immer natürliche regelmäßig überflutete Flächen mit „Weicher Au“ existieren. Typische Gehölze der Weichen Au sind *Populus alba*, *P. nigra*, *Salix* sp., *Alnus* sp. sowie die aufgeforstete Hybridpappel *P. x canadensis*. Das Baumarteninventar in der Harten Au ist durch für spätere Sukzessionsstufen charakteristische Gehölze wie *Quercus* sp., *Acer* sp., *Fraxinus excelsior*, *Tilia* sp. und *Ulmus* sp. gekennzeichnet. Insgesamt sind 60% der Bestände im Untersuchungsgebiet jünger als 60 Jahre und 95% jünger als 90 Jahre. Das höchste Bestandesalter liegt bei 160 Jahren (1,3 %). Holz wird seit der Gründung des Nationalparks 1996 nur mehr in sehr kleinen Mengen entnommen, Totholz wird belassen, einheimische Vegetation und eine natürliche Überschwemmungsdynamik werden im Rahmen des Nationalpark-Managements gefördert. Das Gebiet liegt im Einflussgebiet der pannonischen Klimazone und gehört damit zu den wärmsten und trockensten Regionen in Österreich, mit Niederschlägen um 500-700 mm, hohen Temperaturen im Sommer (im Juli durchschnittlich 19°C) und kalten Wintern (Durchschnittstemperatur im Winter -1 bis -3°C) (PGO 1985).

Das Untersuchungsgebiet umfasst 1170 ha. Davon sind 906 ha (78%) bewaldet, der Rest besteht aus Wiesen, Donau-Seitenarmen, Forstwegen und dem Hochwasserschutzdamm. Angrenzend an das Untersuchungsgebiet liegen Äcker, Wiesen sowie die Ortschaften Orth an der Donau und Mannsdorf an der Donau (Abb. 1).

2.2. Spechtkartierung und Beobachtungen zum Furagierverhalten

Eine rationalisierte Revierkartierung mit insgesamt drei Kartierungsdurchgängen (vgl. Flade 1994, Frank 2002, Weissmair & Rubenser 2009) wurde zwischen 26. Februar und 24. April 2008 durchgeführt. Das Untersuchungsgebiet wurde anhand von Habitatstrukturen wie Seitenarmen und Wegen in Untersuchungsflächen von je ca. 70 ha eingeteilt. Gebiete in Harter und Weicher Au wurden abwechselnd kartiert, um systematische Fehler aufgrund zeitlicher Nähe von Erfassungen in ähnlichen Habitattypen zu vermeiden. Bei geeigneten Wetterbedingungen (kein Starkregen oder starker Wind) wurde die Untersuchungsfläche, einer unregelmäßigen Transektroute folgend, in Abständen von ca. 150 m begangen. Die Kartierung begann jeweils bei Sonnenaufgang und dauerte bis zu 4,5 Stunden. Danach ließ die Aktivität der Spechte merklich nach.

Die Kartierung basierte sowohl auf optischen, als auch auf akustischen Feststellungen. Bei jeder Specht-Feststellung wurde die Position der Kartiererin (SR) mit einem GPS-Gerät verortet, die Himmelsrichtung aus welcher der Vogel gehört oder gesehen wurde mithilfe eines digitalen Kompasses bestimmt und die Entfernung zum Vogel geschätzt. Obwohl es für einige der untersuchten Arten empfohlen wird (z. B. Spitznagel 1993, Miranda & Pasinelli 2001, Kosiński et al. 2004, Südbeck et al. 2005), wurden keine Klangattrappen verwendet, um die Daten zu Habitatnutzung und zum Verhalten der Spechte nicht zu beeinflussen (Frank & Hochebner 2001).

Bei Sichtbeobachtungen Nahrung suchender Spechte wurde notiert, auf welchem Substrat sich die Individuen zum Zeitpunkt des ersten Sichtkontaktes aufhielten. Dabei wurden folgende fünf Kategorien verwendet: (1.) Stamm, (2.) Ast und (3.) Zweig eines stehenden Baumes, (3) liegender Stamm und (5.) Boden. Zusätzlich wurde die Art der Nahrungssuche festgehalten, wobei zwischen folgenden drei Nahrungssuchstrategien unterschieden wurde: (1.) hackend (ins Substrat pickend), (2.) stochernd (im Substrat bohrend) und (3.) klaubend (Beutetiere von einer Substratoberfläche ablesend).

Tab. 1: Geschätzte Revierzahlen im gesamten Untersuchungsgebiet und Revierdichte pro 10 ha, bezogen auf die gesamte Untersuchungsfläche (1170 ha, inklusive Offenland, Donau-Seitenarme etc.) und auf die reine Waldfläche (906 ha); Maximalschätzungen in Klammer.

Tab. 1: Estimated number of territories ("Gesamtanzahl der Reviere") in the whole study area and densities in relation to the whole study area ("Reviere/10 ha", 1.170 ha, including open land, water surface, etc.) as well as in relation to woodland only ("Reviere /10 ha Wald", 906 ha); maximum numbers in parentheses.

Art	Gesamtanzahl der Reviere	Reviere/10 ha	Reviere /10 ha Wald
<i>D. major</i>	542	4,67	5,98
<i>D. medius</i>	25	0,22	0,28
<i>D. minor</i>	19(-23)	0,16-0,20	0,20-0,24
<i>D. martius</i>	5	0,04	0,06
<i>P. viridis</i>	13(-14)	0,11-0,12	0,14-0,15

2.3. Datenverarbeitung und Analyse

Die mittels GPS verorteten Wegpunkte wurden auf den Computer übertragen und in ArcMap-Format konvertiert. Die weitere GIS-Analyse wurde mit ESRI ArcMap 9.2. durchgeführt. Die Positionen der Spechte wurden anhand der Berechnung von Distanz und Richtung händisch eingetragen, und Papierreviere wurden erstellt. Nach Südbeck et al. (2005) wurde ein Revier angenommen, wenn (1) Territorialverhalten mindestens zwei Mal im Abstand von mindestens sieben Tagen festgestellt werden konnte, (2) Territorialverhalten und ein Adultvogel im Abstand von mindestens sieben Tagen beobachtet wurden, oder (3) bei Beobachtung eines Paares oder bei Höhlenbautätigkeit. Die Analyse basiert auf 400x400 m (16 ha) Rasterzellen, die anhand der vorherrschenden Vegetationsgemeinschaften entweder der Harten oder der Weichen Au zugeordnet wurden (Abb. 1). Zur Analyse von Präferenzen der einzelnen Arten für Harte bzw. Weiche Au-Bereiche wurde die Dichte der Feststellungen (maximale Anzahl von Spechten aller drei Durchgänge pro ha pro Rasterzelle) in den beiden Habitat-Typen mit Mann Whitney U-Tests verglichen. Zum Vergleich des Artenreichtums mit Daten aus anderen Gebieten wurde außerdem die durchschnittliche Artenanzahl pro 25 ha ermittelt. Die statistischen Analysen wurde mit STATISTICA Version 7.1. durchgeführt.

3. Ergebnisse

Im Rahmen dervorliegenden Untersuchung gelangen Nachweise von insgesamt fünf Spechtarten: Buntspecht (*Dendrocopos major*), Mittelspecht (*Dendrocopos medius*), Kleinspecht (*Dendrocopos minor*), Grünspecht (*Picus viridis*) und Schwarzspecht (*Dryocopus martius*). Drei weitere Spechtarten, die auch im Gebiet des Nationalparks Donauauen vorkommen wurden in dieser Untersuchung nicht nachgewiesen: Blutspecht (*Dendrocopos syriacus*), Wendehals (*Jynx torquatus*) und Grauspecht (*Picus canus*).

Durchschnittlich konnten 3,0 Arten pro 16 ha bzw. 3,47 Arten pro 25 ha festgestellt werden. Die häufigste

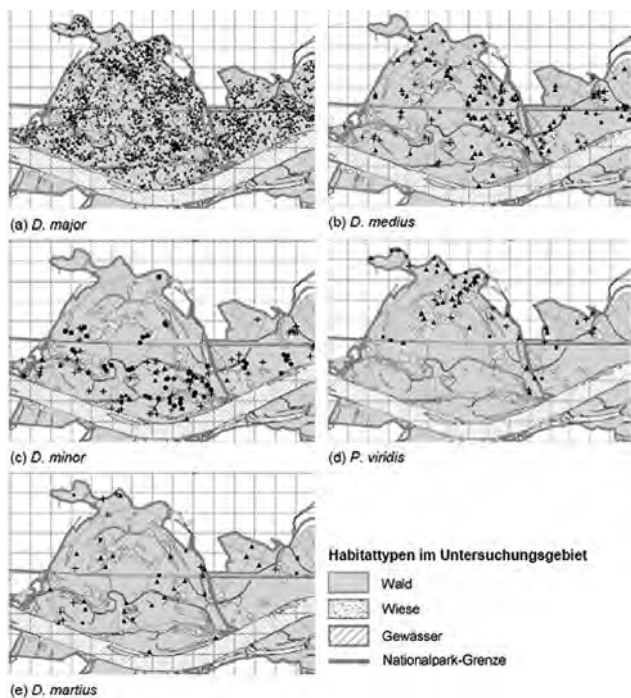


Abb. 2: Alle Feststellungen von *Dendrocopos major* (a), *D. medius* (b), *D. minor* (c), *Picus viridis* (d) und *Dryocopus martius* (e). Die drei Kartierungsdurchgänge sind durch unterschiedliche Symbole gekennzeichnet: 26. Februar–18. März 2008 (Dreieck), 19. März–4. April 2008 (Kreuz) und 5. April–24. April 2008 (Punkt).
 Fig. 2: All observations of *Dendrocopos major* (a), *D. medius* (b), *D. minor* (c), *Picus viridis* (d) and *Dryocopus martius* (e). The three mapping periods are drawn in three different symbols: 26. Februar–18. März 2008 (triangles), 19. März–4. April 2008 (crosses) and 5. April–24. April 2008 (points).

Art war *D. major* (542 Reviere) mit extrem hohen Dichten von 5,98 Revieren/10 ha Wald (Tab. 1, Abb. 2a). Die Revierdichte war mit 8 Revieren/10 ha in der Harten Au höher als in der Weichen Au (4,68 Reviere/ 10 ha), die Anzahl der Specht-Feststellungen unterschied sich jedoch nicht signifikant zwischen den beiden Auwaldtypen (1,20 vs. 1,03 Feststellungen pro ha Wald, Mann Whitney U test: $U = 636,5, p = 0,388$). Die Dichte von *D. medius* war mit 0,28 Revieren/10 ha Wald weitaus geringer (Abb. 2b). Im Hartholz-Auwald betrug die Revierdichte 0,29, in der Weichholzau 0,10 Reviere/10 ha Wald. Die Abundanzen waren dennoch mit 0,13 Feststellungen/10 ha Wald in der Hartholzau bzw. 0,07 Feststellungen/10 ha Wald in der Weichholzau nicht signifikant verschieden (Mann Whitney U Test: $U = 585, p = 0,174$). *D. minor* (Gesamtdichte 0,20-0,24 Reviere/10 ha Wald) kam signifikant häufiger in der Weichen Au vor (0,16 Feststellungen/10 Wald; Harte Au: 0,07 Feststellungen/10 ha Wald; Mann Whitney U Test: $U = 391, p = 0,001$). Mit 0,36 Revieren/10 Wald war die Revierdichte in der Weichholzau drei Mal so hoch wie in der Hartholzau (0,12 Reviere/10 ha Wald). Die Standorte, an denen Kleinspechte festge-

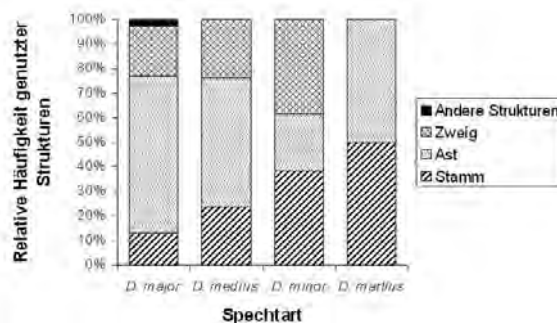


Abb. 3: Häufigkeit der von den Spechtarten *Dendrocopos major* (N = 109 Beobachtungen), *D. medius* (N = 17), *D. minor* (N = 13) und *Dryocopus martius* (N = 8) bei der Nahrungssuche genutzten Strukturen.
 Fig. 3: Frequency of the occurrence of the woodpecker species *Dendrocopos major* (N = 109 Beobachtungen), *D. medius* (N = 17), *D. minor* (N = 13) und *Dryocopus martius* (N = 8) foraging in various habitat structures.

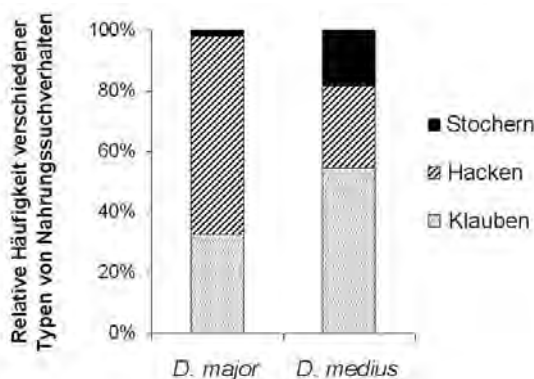


Abb. 4: Häufigkeit unterschiedlicher Typen von Nahrungssuchverhalten beim Buntspecht *D. major* (N = 46) und Mittelspecht *D. medius* (N = 11).
 Fig. 4: Frequency of the occurrence of different foraging behaviour observed in *D. major* (N = 46) und Mittelspecht *D. medius* (N = 11).

stellt werden konnten, sind deutlich im Bereich der Altarme konzentriert (Abb. 2c). Alle 13 *P. viridis* Reviere befanden sich in der Harten Au in der Nähe von Wiesen, Feldern oder dem Damm (Abb. 2d). Eine Präferenz für Hartholzauen wurde durch einen Fisher's Test (zweiseitig) bestätigt ($p = 0,019$). *D. martius* (fünf Reviere) nutzte Harte und Weiche Au gleichermaßen (Fisher's Test zweiseitig, $p = 0,806$; Abb. 2e).

Insgesamt liegt nur eine relativ geringe Anzahl von insgesamt 147 Beobachtungen zu Strukturen vor, die von Spechten während der Nahrungssuche genutzt wurden. Die meisten Beobachtungen (74,1 %) beziehen sich dabei auf Nahrung suchende Buntspechte. Obwohl daher kein sinnvolle vergleichende, statistische Analyse, welche die Häufigkeit genutzter Strukturen zwischen den Arten vergleicht, möglich ist, sollen die Daten hier dokumentiert werden. Am häufigsten (58,8 % aller Beobachtungen) wurden Spechte auf Ästen furagierend beobachtet, gefolgt von Feststellungen von an Baumstämmen (18,4 %) und

an Zweigen (21,1 %) nach Nahrung suchender Individuen. Die Spechtarten unterschieden sich deutlich hinsichtlich der von ihnen bei der Nahrungssuche genutzten Strukturen (Abb. 3). Buntspecht und Mittelspecht suchten am häufigsten auf Ästen nach Nahrung (Buntspecht: 64,2 % aller Nahrung suchender Individuen; Mittelspecht: 52,9 %), eine Struktur, die vom Kleinspecht nur relativ selten (23,1 %) genutzt wurde (Abb. 3). Furgierende Schwarzspechte wurden ausschliesslich an Baumstämmen und an Ästen beobachtet. Allerdings liegen von dieser Art insgesamt nur sehr wenige Beobachtungen (8) zur Nahrungssuche vor.

Ausreichend Daten für einen Vergleich der Strategien der Nahrungssuche liegen nur für die beiden Arten *D. major* und *D. medius* vor. Bei beiden Arten konnten alle drei Typen von Nahrungssuchverhalten, Hacken, Stochern und Klaben, beobachtet werden, allerdings in signifikant unterschiedlicher Häufigkeit (Pearsons $\chi^2 = .7,69$, FG = 2, $p = 0.021$). Buntspechte versuchten häufiger Beutetiere durch Hacken aufzuspüren, Mittelspechte hingegen wurde häufiger beim Absuchen von Oberflächen nach Insekten festgestellt (Abb. 4)

Diskussion

Der sehr hohe Spechtartenreichtum im Untersuchungsgebiet mit bis zu fünf pro 25 ha syntopisch vorkommenden Arten (durchschnittlich 3,47 Arten/25 ha) weist auf eine äußerst gute Habitatdiversität und –qualität hin (Angelstam & Mikusiński 1994, Mikusiński & Angelstam 1997). So lag die durchschnittliche Anzahl an Spechtarten in einem Auwald am Oberen Rhein bei 2,7/25 ha (Spitznagel 1990); in Bergwäldern im Nationalpark Bayerischer Wald bei nur 1,5 Arten/5 ha (Scherzinger 1982).

In Anbetracht des relativ großen Untersuchungsgebiets (11,7 km²) sind die Dichten von *D. major*, *D. minor*, *D. martius* und *P. viridis* außergewöhnlich hoch. Es ist ein bekanntes Phänomen, dass die Schätzung von Populationsdichten von der Größe des Untersuchungsgebiets abhängig ist (Spitznagel 1993, Gaston et al. 1999). Dabei werden Dichten in kleineren Gebieten eher überschätzt (Gaston et al. 1999), was für Spechte aufgrund ihrer großen Aktionsräume in besonderem Maße zutrifft (Spitznagel 1993, Kosiński & Winiecki 2005). Mittlere (1–15 km² Wald) und große (>15 km²) Untersuchungsgebiete sollten daher nach Spitznagel (1993) zur Dichteeinschätzung von Spechten stärker berücksichtigt werden. Da die Vergleichbarkeit unserer Ergebnisse mit Daten aus kleineren Untersuchungsgebieten nur beschränkt möglich ist, konzentriert sich die folgende Diskussion vor allem auf Vergleiche mit Studien in ähnlich großen Untersuchungsgebieten. Weiterhin können auch unterschiedliche Berechnungsarten zu unterschiedlichen Dichteangaben führen. So können Populationsdichteschätzungen auf das

gesamte Gebiet, oder aber ausschließlich auf geeignete Habitate bezogen sein („ökologische Dichte“, vgl. Gaston et al. 1999, Weiß 2003, Kosiński & Winiecki 2005). Wir geben in dieser Arbeit sowohl Dichteschätzungen für gesamte Fläche des Untersuchungsgebiets, als auch „ökologische Dichten“ bezogen auf die reine Waldfläche, an.

Die ökologische Dichte des Buntspechts im Untersuchungsgebiet erreicht mit 5,98 Revieren/10 ha einen Maximalwert. Ähnlich hohe Dichteschätzungen von 5,1–6 Paaren/10 ha liegen aus flussbegleitende Eschen/Ulmen-Wäldern, alten Erlenbeständen, Eichen-Hainbuchen-Wäldern oder Parks vor (Cramp 1985, Glutz von Blotzheim & Bauer 1994, Pavlik 1999). Für sehr kleine Untersuchungsgebiete gibt es extrem hohe Dichteangaben von 5,5–7,8 Revieren/10 ha in Eichenmischbeständen im Wienerwald (Michalek et al. 2001) und 7,2–7,6 Revieren/10 ha in Parks oder dichten parkähnlichen Waldbeständen in Berlin und Wien (Winkler et al. 1995). Über größere Flächen erreicht die Art jedoch nur in sehr günstigen Habitaten – mit reichlich Alt- und Totholzbeständen – Dichten über 1,3 Paare/10 ha (Glutz von Blotzheim & Bauer 1994). In der Schweiz und Deutschland liegen typische Dichtemaxima bei rund 2 Paaren/10 ha (Cramp 1985). In den Traun-Donau-Auen in Oberösterreich wurden Dichten von 1,8–2 Revieren/10 ha festgestellt (Weissmair & Rubenser 2009); in einem Auwald im Inneren Unterspreewald (Deutschland) lag die Dichte bei 0,67 Paaren/10 ha Wald (Noah 2000).

Die Dichte des Buntspechts wird als guter Indikator für die Habitatqualität von Wäldern angesehen (Weiss 1998). Offenbar stellt das im Nationalpark Donauauen untersuchte Gebiet für den Buntspecht einen optimalen Lebensraum dar. Allerdings wurde die Dichte rein aufgrund von Brutverdacht durch Anzeigen von Revierverhalten bestimmt. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Dichte überschätzt wurde, da auch unverpaarte Vögel territoriales Verhalten zeigen können (Blume 1961). Auch kann die Buntspechtdichte sehr starken jährlichen Schwankungen unterliegen (Pavlik 1999). Großflächige Untersuchungen in alten Flusswäldern in Polen ergaben Dichten von 1,2 und 2,4 Paaren/10 ha in zwei aufeinander folgenden Jahren (Kosiński & Kempa 2007).

Mit 0,28 Revieren/10 ha Wald ist die Dichte des Mittelspechts im Untersuchungsgebiet vergleichbar mit jener in der Lobau, dem westlichen (Wiener) Teil des Nationalpark Donauauen, wo 0,30 Reviere/10 ha festgestellt wurden (Wichmann & Frank 2005). Diese Dichte liegt jedoch um einiges niedriger als in vielen anderen Tieflandwäldern, wo häufig Dichten zwischen 0,7 und 1,4 Revieren/10 ha angegeben werden (Jenni 1977, Referenzen in Pasinelli 2003). In Hartholzauwäldern bzw. Eschen-Erlenwäldern fanden Flade (1994) und Weiß (2003) in Untersuchungsgebieten, die bezüglich der Größe mit unserem vergleichbar sind, Dichten von 0,44–0,46 Revieren/10 ha.

In einem Eschen-Erlenwald im Naturschutzgebiet Innerer Unterspreewald lag die Dichte zwischen 0,69 und 0,8 Revieren/10 ha Wald (Noah 2000). In den Auwäldern des Oberen Rhein betrug die Dichte des Mittelspechts 0,68 Reviere/10 ha Wald (Spitznagel 1990). In den oberösterreichischen Traun-Donau-Auen war die Mittelspecht-Dichte mit 0,16 Revieren/10 ha sogar noch geringer als in unserer Studie (Weissmair & Rubenser 2009).

Methodisch könnte die vergleichsweise geringe *D. medius*-Dichte in unserem Untersuchungsgebiet damit begründet werden, dass auf die Verwendung von Klangatrapen verzichtet wurde (vgl. Spitznagel 1993, Noah 2000, Kosiński et al. 2004, Südbeck et al. 2005). Ökologisch kann die geringe Dichte mit dem geringen Bestandesalter im Untersuchungsgebiet (durchschnittlich 54 Jahre) und dem relativ geringen Anteil von eichendominierten Beständen (10%) erklärt werden. Der Mittelspecht ist auf grobborkige Baumarten angewiesen, wobei er in Mitteleuropa eine starke Präferenz für Eichen zeigt (Pasinelli & Hegelbach 1997, Pasinelli 2000, Jöbges & König 2001, Michalek et al. 2001, Pasinelli 2003, Steverding 2003, Kosiński 2006, Müller et al. 2009), da diese bereits in relativ jungen Jahren die vom Mittelspecht benötigte grobborkige Struktur aufweisen (z. B. Jöbges & König 2001). Von Eichen oder Erlen dominierte Wälder mit einem Mindestalter von 60-100 Jahren scheinen für den Mittelspecht besonders geeignete Habitat darzustellen (Noah 2000, Jöbges & König 2001, Pasinelli 2003, Angelstam et al. 2004, Kosiński & Winiecki 2005). Ältere Bestände (>120 Jahre: Pasinelli & Hegelbach 1997, Kosiński & Winiecki 2005, Kosiński 2006; >180 Jahre: Jöbges & König 2001) werden stark bevorzugt. In Eichenwäldern in Süddeutschland war die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Art in Beständen über ca. 95 Jahren am höchsten (Müller et al. 2009). In einem nordrhein-westfälischen Eichenwald kamen Mittelspechte nur selten in Beständen unter 100 Jahren vor (Jöbges & König 2001). In unserem Untersuchungsgebiet haben jedoch nur 2,4% der Bestände ein Alter von 120 Jahren oder mehr erreicht, 19,7% sind mindestens 80 Jahren alt.

Mit 0,20-0,24 Revieren/10 ha kommt der Kleinspecht in unserem Untersuchungsgebiet in den Donauauen mit einer extrem hohen Dichte vor. Selten erreicht *P. minor* über größere Gebiete Dichten über 0,1 Paare/10 ha (Spitznagel 1993, Noah 2000, Kosiński et al. 2004, Südbeck et al. 2005). Abgesehen von kleinflächigen Studien (<120 ha) wurden höhere Dichten als in unserem Untersuchungsgebiet lediglich in den Traun-Donauauen (0,4 Reviere/10 ha; Weissmair und Rubenser 2009) sowie in Eschen-Erlen-Beständen im Bialowieza-Urwald in Polen (0,3 Paare/10 ha; Wesolowski & Tomialojc 1986) festgestellt. In Weiden-, Erlen- und Eichen-Ulmen-Beständen in den südwestdeutschen Rheinauen betrug die Kleinspechtdichte 0,16 Paare/10 ha Wald (Spitznagel 1990), in

einem Auwald im brandenburgischen Spreewald lag die Dichte bei 0,16-0,17 Paaren/10 ha (Glutz von Blotzheim & Bauer 1994, Noah 2000). Am Unteren Inn erreichte die Kleinspecht-Dichte in etwa 0,1 Paare/10 ha (Reichholf & Utschick 1972); in der Lüneburger Heide und anderen Wäldern in Niedersachsen (Deutschland) kommt die Art in Dichten von 0,01 bis 0,04 Paaren/10 ha vor (Glutz von Blotzheim & Bauer 1994).

Der Kleinspecht nutzte in unserem Untersuchungsgebiet vor allem Bereiche der Weichen Au und zeigte eine deutliche Affinität zu Seitenarmen (Abb. 2c). Dies kann damit erklärt werden, dass die Art Weichhölzer bevorzugt, die typischerweise in Gewässernähe vorkommen (Spitznagel 1990, Flade 1994, 2001, Winkler et al. 1995, Miranda & Pasinelli 2001, Höntsch 2001, Riemer et al. in Vorbereitung). Auch hält sich der Kleinspecht gerne in den Ufer-Bereichen von Gewässern auf, da diese häufig gute Totholzvorkommen aufweisen (Wiktander et al. 1992, Höntsch 2001). Die sehr hohen Kleinspecht-Dichten in den Donau-Auen sind auch insofern von großem Interesse, als der Status des Kleinspechts auf der Roten Liste Niederösterreichs bislang als „nicht genügend bekannt“ eingeschätzt wurde (Berg & Ranner 1997); österreichweit wird die Art als NT (Near Threatened) eingestuft (<http://www.birdlife.at/kaernten/vogelwelt/artsteckbriefe/kleinspechtMain.html>).

Die Dichte des Grünspechts betrug 0,14-0,15 Reviere/10 ha. Vergleichbare Dichten wurden in den oberösterreichischen Traun-Donau-Auen mit 0,11-0,16 Revieren/10 ha ermittelt (Weissmair & Rubenser 2009). Über große Gebiete erreicht die Grünspechtdichte selten mehr als 0,025 Paare/10 ha, obwohl kleinflächige Untersuchungen höhere Dichten in alten Buchenwäldern (0,6 Paare/10 ha) und Laubmischwäldern (0,6-1,2 Paare/10 ha) ergeben haben (Glutz von Blotzheim & Bauer 1994). In den Rheinauen wurden Dichten von 0,051 Revieren/10 ha ermittelt (Spitznagel 1990), im Inneren Unterspreewald 0,044-0,049 Paare/10 ha (Noah 2000).

Alle Grünspecht-Reviere befanden sich in Hartholzauwald entlang von Wiesen, Feldern und – in einem Fall – dem Damm. Gebiete südlich des Damms – sowohl jene mit Harter Au, als auch jene mit Weicher Au – wurden eher gemieden, obwohl Wiesen und Lichtungen auch im südlichen Teil des Untersuchungsgebiets zur Verfügung stehen. Möglicherweise ist dies mir der Verbreitung von Ameisen, der Hauptnahrung des Grünspechts zu erklären. Regelmäßig überschwemmte und feuchtere Gebiete weisen in den Donauauen einen geringeren Ameisenartenreichtum auf (M. Tista, persönliche Mitteilung, T. Fellner).

Typisches *P. viridis*-Habitat stellen mit Wiesen durchsetzte Waldgebiete dar. Die Art kommt heute aber auch häufig in extensiv genutzter Kulturlandschaft, Parks und in mit Bäumen durchsetztem Weideland vor (Scherzinger 1982). Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass

etliche der nördlich gelegeneren Grünspecht-Reviere als einzige Offenlandfläche landwirtschaftliche Felder beinhalteten. Anscheinend sind Äcker in unserem Untersuchungsgebiet ausreichend, um den Bedarf des Grünspechts an offenen Habitaten (und der damit verbunden Ameisenverfügbarkeit) zu decken (Riemer et al. in Vorbereitung).

Der Grauspecht konnte wider Erwarten im Untersuchungsgebiet nicht nachgewiesen werden. In historischen Zeiten galt er als häufiger Brutvogel der Donauauen, ist aber nach Populationsrückgängen während der letzten Jahrzehnte heute selten geworden (Teufelbauer & Frank 2009). Feststellungen gibt es in den Donauauen gelegentlich noch in reich strukturierten Altholzbeständen (G. Frank unveröffentlicht).

Das Habitat im Untersuchungsgebiet erscheint für den Grauspecht, der als typischer Brutvogel flussbegleitender Wälder gilt (Scherzinger 1982), auf den ersten Blick nicht ungeeignet. Generell findet man die Art jedoch in älteren, stärker geschlossenen Wäldern (Spitznagel 1990). Sie scheint stärker an Altholzbestände gebunden zu sein als der Grünspecht (Weiss 1998). Eine mögliche Erklärung für das Fehlen des Grauspechts im Untersuchungsgebiet könnte daher im zu geringen Bestandesalter liegen.

Abnahmen der Grauspecht-Population sind in vielen Regionen Europas festgestellt worden, beispielsweise in den Traun-Donau-Auen in Oberösterreich (Weissmair & Rubenser 2009). Die Ursachen für den Bestandsrückgang sind immer noch unklar; potentielle Ursachen sind eine Verschlechterung der Habitatqualität durch die Zerstörung alter naturnaher Waldbestände, landwirtschaftliche Intensivierung und die Entfernung von Totholz. Auch eine mögliche Konkurrenz zwischen dem Grauspecht und dem ökologisch ähnlichen Grünspecht steht zur Debatte. Obwohl beide Arten in strukturreichen Landschaften in großer räumlicher Nähe brüten können (Flade & Miech 1986, Glutz von Blotzheim & Bauer 1994), kommen sie dennoch relativ selten syntopisch vor (z. B. Svärdson 1949, Scherzinger 1982). Svärdson (1949) vermutete sogar, dass die südliche Arealgrenze des Grauspechts in Schweden und Finnland durch der Konkurrenz mit dem Grünspecht bedingt ist. In einigen Regionen scheint der Grauspecht auch von Bestandseinbußen des Grünspechts profitiert zu haben (Reichholz & Utschick 1972, Glutz von Blotzheim & Bauer 1994). Auch Höhlenkonkurrenz zwischen *P. canus*, *P. viridis* und *D. martius* kann auftreten (Blume 1996). Ob interspezifische Konkurrenz jedoch tatsächlich zu einer räumlichen Trennung von *P. canus* und *P. viridis* führt, ist noch nicht geklärt. Laut Glutz von Blotzheim & Bauer (1994) haben sowohl Landschaftsstruktur, als auch das Auftreten des Grünspechts einen Einfluss auf das Vorkommen von *P. canus*. Möglicherweise ist der Grünspecht im niederösterreichischen Tiefland konkurrenzstärker und profitiert vom milden Klima (Scherzinger

1982), dem Totholzreichtum sowie dem großen Offenlandanteil im Untersuchungsgebiet.

Alle fünf Schwarzspecht-Reviere im Untersuchungsgebiet enthielten bereits bekannte Höhlenzentren (F. Werba unveröffentlicht). Die ermittelte Revierdichte des Schwarzspechts betrug 0,06 Reviere/10 ha. Es ist davon auszugehen, dass diese Schätzung einen Minimalwert darstellt. So zeigte eine skandinavische Radiotelemetrie-Studie, dass nicht alle Brutpaare im Rahmen einer Revierkartierung erfasst werden konnten (Bocca et al. 2007). Das Territorialverhalten ist bei Schwarzspechten weniger stark ausgeprägt als bei anderen Spechtarten und Reviere können sich während der Brutzeit um bis zu 27% überlappen (Bocca et al. 2007). In großen Gebieten erreicht der Schwarzspecht selten Dichten über 0,025 Paare/10 ha (Glutz von Blotzheim & Bauer 1994). Die in unserem Untersuchungsgebiet ermittelte Dichte kann daher als recht hoch angesehen werden, vor allem für einen Laubwald (Spitznagel 1990). In einem Auwald am Oberen Rhein betrug die Schwarzspecht-Dichte 0,02 Paare/10 ha (Spitznagel 1990); im Inneren Unterspreewald, der offenbar ein für den Schwarzspecht optimales Habitat bietet, lag die Dichte bei 0,127 Paaren/10 ha (Noah 2000). Ein Maximalwert von 0,8-0,18 Paaren/10 ha wurde in einem bewirtschafteten Mischwald in Polen festgestellt (Kosiński & Kempa 2007).

Trotz der hohen Populationsdichte stellen Auwälder kein typisches Schwarzspecht-Habitat dar (Spitznagel 1990). Die Art besiedelte ursprünglich hauptsächlich Misch- und Nadelwälder in montanen und borealen Ökosystemen und erreicht ihre höchsten Dichten in Mischwäldern der montanen Stufe (Pechacek 1995). Nach einem Wandel der vorherrschenden Bewirtschaftungsformen und der Ausbreitung von Buchen in Tieflandwäldern konnte der Schwarzspecht im 20. Jahrhundert auch Auwälder besiedeln (Spitznagel 1990, Blume 1996). In Mitteleuropa deckt sich das Verbreitungsgebiet des Schwarzspechts mit jenem der Buche, die auch zum Nestbau bevorzugt wird (Pechacek 1995). Dennoch zeigen die hohen Dichten in unserem Untersuchungsgebiet, welches keine Buchen aufweist, dass *D. martius* nicht unbedingt auf das Vorkommen dieser Baumart angewiesen ist. Obwohl der Schwarzspecht in den meisten Gebieten Mitteleuropas Buchen als Nestbäume bevorzugt, wurden Bruten in mindestens 20 weiteren Baumarten festgestellt (Ruge & Bretzendorfer 1981, Scherzinger 1982, Blume 1996). Wichtig sind scheinbar vor allem hohe, glattrindige Stämme. Im Nationalpark Donauauen legt der Schwarzspecht seine Höhlen meist in Weißpappeln an (G. Frank unveröffentlicht). Wichtiger als die Baumartenzusammensetzung ist wohl das Vorhandensein von Altbeständen, freistehenden hohen Bäumen zur Höhlenanlage sowie von Freiflächen und verrottenden Bäumen zur Nahrungssuche, am besten in einem naturnahen Wald, der mehrere Sukzessionsstadien

gleichzeitig aufweist (Ruge & Bretzendorfer 1981, Scherzinger 1981, Mikusiński 1995, Winkler et al. 1995, Blume 1996). Während sich der Schwarzspecht in den March-Thaya-Au bevorzugt in Weichholzaunen aufhielt (Zuna-Kratky et al. 2000), wurden Weiche und Harte Au in unserem Untersuchungsgebiet gleichermaßen genutzt.

Die Habitatselektion des Schwarzspechtes ist hauptsächlich von der Nahrungsverfügbarkeit (v. a. Ameisen) abhängig, wobei unterschiedliche Straten des Waldes – vom Boden bis zu den Stämmen oder (seltener) großen Ästen – zur Nahrungssuche genutzt werden (Weiss 1998). In unserem Untersuchungsgebiet wurde der Schwarzspecht meist an den Stämmen toter Bäume, relativ knapp über dem Boden, bei der Futtersuche beobachtet. Zweifellos profitiert die Art im Untersuchungsgebiet stark von der guten Verfügbarkeit von totem und zerfallendem Holz, wo Ameisen generell die höchsten Dichten erreichen (Rolstad et al. 1998).

Während in den Donauauen der Grünspecht vor allem die Hartholzaue zu besiedeln scheint, hat der Kleinspecht den Schwerpunkt seines Vorkommens in den gewässerreichen Bereichen der Weichholzaue. Die anderen drei in unserem Untersuchungsgebiet festgestellten Spechtarten traten hingegen in ähnlicher Häufigkeit in Hart- und Weichholzaue auf. Unterschiede in der Mikrohabitatnutzung und im Furagierverhalten sind somit möglicherweise eine Strategie, um interspezifische Konkurrenz zu reduzieren (Abb. 2). Letzteres fällt besonders beim Vergleich der beiden Arten Bunt- und Mittelspecht auf, die im Untersuchungsgebiet sehr ähnliche Habitate zu besiedeln scheinen, aber teilweise unterschiedliche Furagierstrategien verwenden. Während der Buntspecht vorwiegend Insekten durch Hacken totem, aber auch in lebendem Holz erbeutet, ernährt sich der Mittelspecht häufiger von Beutetieren, die von der Substratoberfläche abgesammelt werden (Abb. 3). Auf die Bedeutung der unterschiedlichen Nahrungssuche als Mechanismus zur Reduktion von Konkurrenz zwischen Bunt- und Mittelspecht wurde bereits von anderen Autoren hingewiesen (z.B. Alatalo 1978, Jenni 1983).

Sowohl in Hartholz- als auch in Weichholzaunen wurden sehr hohe Spechtdichten festgestellt, wobei sich die fünf untersuchten Arten in ihren Präferenzen unterschieden. Obwohl Weichholzaunen generell einen sehr großen Vogelartenreichtum sowie besonders hohe Revierdichten aufweisen (Flade 1994, 2001), sind Höhlenbrüter hier seltener anzutreffen als in den meisten anderen Waldtypen (Flade 2001). Von den untersuchten Spechtarten zeigte nur der Kleinspecht, der auch als „Umbrella Species“ für diesen Lebensraum gilt (Flade 2001) eine deutliche Präferenz für Weichholzauwald. Die übrigen Arten nutzten Harte und Weiche Au in ähnlichem Maße (*D. major*, *D. martius*) oder bevorzugten die Harte Au (*P. viridis*; positiver Trend bei *D. medius*).

Die Anzahl der Spechtarten in einem Gebiet ist einigen Studien zufolge nicht nur mit der Naturnähe des Waldes korreliert (Roberge et al. 2008), sondern auch mit dem Vogelartenreichtum insgesamt (z. B. in Europa: Mikusiński et al. 2001, Roberge & Angelstam 2006; in Kanada: Drever et al. 2008). Hohe Populationsdichten und das syntopische Vorkommen von bis zu fünf Spechtarten auf kleinem Raum – wie in unserem Untersuchungsgebiet – deuten auf eine hohe Habitatdiversität und -qualität hin (Scherzinger 1982, Mikusiński & Angelstam 1997, Roberge & Angelstam 2006), die auch einer Reihe anderer waldbewohnender Arten zugute kommt. In Zukunft wird sich die Habitatqualität voraussichtlich durch natürliche Sukzessionsvorgänge sowie einen weiteren Zuwachs an Totholz weiter verbessern.

Zusammenfassung

Für einen großen Teil der europäischen Spechtarten repräsentieren Auwälder, möglicherweise durch ihren oftmals relativ hohen Totholzanteil sowie ihren Struktur- und Artenreichtum, einen wichtigen Lebensraum. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Spechte im Nationalpark Donauauen östlich von Wien auf einer 1170 ha großen Probestfläche zwischen Februar und April 2008 flächendeckend erfasst. Sowohl der Artenreichtum als auch die Abundanzen der Spechte waren sehr hoch. Bis zu fünf Spechtarten kamen syntopisch vor; durchschnittlich konnten 3,47 Arten pro 25 ha festgestellt werden. Sowohl Hartholz- als auch Weichholzaunen wurden von den Spechten genutzt, wobei sich die fünf untersuchten Arten in ihren Präferenzen unterschieden. Die Generalisten Buntspecht und Schwarzspecht kamen im gesamten Untersuchungsgebiet vor und nutzten Harte und Weiche Au in ähnlichem Maße, während die Hartholzauen vom Mittelspecht tendenziell und vom Grünspecht signifikant bevorzugt wurden. Der Grünspecht hielt sich hauptsächlich nördlich des Dammes in der Umgebung von Wiesen oder Äckern auf, während der Kleinspecht vor allem in den südlichen Gebieten, häufig im Bereich von Altarmen, festgestellt wurde und eine signifikante Präferenz für Weichholzauwald zeigte. Insgesamt waren die Dichten des Buntspechtes *Dendrocopos major* (5,98 Reviere/10 ha), des Kleinspechtes *D. minor* (0,20–0,24 Reviere/10 ha), des Grünspechtes *Picus viridis* (0,14–0,15 Reviere/10 ha) und des Schwarzspechtes *Dryocopus martius* (0,06 Reviere/10 ha) vergleichsweise hoch, was auf eine sehr gute Habitatqualität hindeutet. Hingegen wurden für den Mittelspecht *Dendrocopos medius* (0,28 Reviere/10 ha) geringere Dichten als in vielen anderen Tieflandwäldern festgestellt. Dies könnte möglicherweise auf das geringe Baumalter (durchschnittlich 54 Jahre) sowie den relativ geringen Eichenanteil (10 %) im Untersuchungsgebiet zurückzuführen sein.

Danksagung

Unser Dank gilt dem Nationalpark Donauauen, der diese Studie logistisch und finanziell unterstützt hat. Vor allem Christian Baumgartner und Christian Fraissl standen jederzeit beratend zur Verfügung. Weiterhin sind wir Martin Prinz und Karl Reiter für Unterstützung mit GIS, Konrad Fiedler für statistische Beratung und Peter Fürst für die Bereitstellung der georeferenzierten Referenzpunkte und von Hintergrundinformationen zur Waldinventur der Österreichischen Bundesforste (ÖBF) zu großem Dank verpflichtet. Die Naturschutzabteilung des Landes Niederösterreich erteilte SR dankenswerter Weise die Erlaubnis, den Wald abseits der Wege für Kartierungsarbeiten zu betreten; die ÖBF erlaubten das Befahren der Forststraßen mit einem PKW.

Literatur

- Alatalo, R. (1978):** Resource partitioning in Finnish woodpeckers. *Ornis Fennica* 55: 49–58.
- Angelstam, P. & G. Mikusiński G (1994):** Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forest – a review. *Annales Zoologici Fennici* 31: 157–172.
- Angelstam, P., J.M. Roberge, A. Löhmus, M. Bergmanis, G. Brazaitis, M. Dönn-Breuss, L. Edenius, Z. Kosiński, P. Kurlavičius, V. Larmanis, M. Lukins, G. Mikusiński, E. Racinskis, M. Strazds & P. Tryjanowski (2004):** Habitat modelling as a tool for landscape-scale conservation – a review of parameters for focal forest birds. *Ecological Bulletins* 51: 427–453.
- Berg, H.-M. & A. Ranner (1997):** Vögel (Aves) – Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs. Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Naturschutz. Wien.
- Blume, D. (1961):** Über die Lebensweise einiger Spechtarten. *Journal für Ornithologie* 102 (Supplement): 1–115.
- Blume, D. (1996):** Schwarz-, Grau- und Grünspecht, *Dryocopus martius*, *Picus viridis*, *Picus canus*. 5. überarbeitete Auflage. Die Neue Brehmbücherei. Spektrum Akademischer Verlag, Magdeburg.
- Blume, D. (2001):** Die Bedeutung von Alt- und Totholz für unsere Spechte. S.157–162 in Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten, Fachhochschule Nürtingen, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe: Artenschutzsymposium Spechte. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.
- Blume, D. & J. Tiefenbach (1997):** Die Buntspechte. Die Neue Brehmbücherei. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- Bocca, M., L. Carisio & A. Rolando (2007):** Habitat use, home ranges and census techniques in the Black Woodpecker *Dryocopus martius* in the Alps. *Ardea* 95: 17–29.
- Cramp, S. (1985):** The Birds of the Western Palearctic. Volume 4, Terns to Woodpeckers. Oxford University Press, Oxford.
- Drever, M.C., K.E.H. Aitken, A.R. Norris & K. Martin (2008):** Woodpeckers as reliable indicators of bird richness, forest health and harvest. *Biological Conservation* 141: 624–634.
- Dvorak M. (2009):** Important Bird Areas – Die wichtigsten Gebiete für den Vogelschutz in Österreich“. Verlag Naturhistorisches Museum Wien, 576 pp.
- Flade, M. (1994):** Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. IHV Verlag, Eching.
- Flade, M. (2001):** Avizönosen in den Weichholzlauen Mitteleuropas. S. 58–65 in Landesforstanstalt Eberswalde & Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: Baum des Jahres 1999 – Silberweide. Landesforstanstalt Eberswalde, Frankfurt (Oder):
- Flade, M. & P. Miech (1986):** Brutbestand und Habitat der Spechte südlich von Wolfsburg unter besonderer Berücksichtigung des Mittelspechts (*Dendrocopos medius*) und des Grünspechts (*Picus canus*): Vogelkundliche Berichte Niedersachsen 18: 35–56.
- Frank, G. & T. Hochebner (2001):** Erfassung der Spechte – insbesondere des Weißrückenspechtes *Picoides leucotos* – im Rahmen des LIFE-Projektes Wildnisgebiet Dürrenstein. In: Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (publisher.), LIFE-Projekt Wildnisgebiet Dürrenstein. Forschungsbericht. St. Pölten: 116–148.
- Frank, G. (2002):** Brutzeitliche Einnischung des Weißrückenspechtes *Dendrocopos leucotos* im Vergleich zum Buntspecht *Dendrocopos major* in montanen Mischwäldern der nördlichen Kalkalpen. *Vogelwelt* 123: 225–239.
- Gaston, K.J., T.M. Blackburn & R.D. Gregory (1999):** Does variation in census area confound density comparisons? *Journal of Applied Ecology* 36: 191–204.
- Glutz von Blotzheim, U. & U.K. Bauer (1994):** Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 9. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Gorman, G. (2004):** Woodpeckers of Europe: A Study of the European Picidae. Bruce Coleman Books, Middlesex.
- Höntsche, K. (2001):** Brut- und Schlafhöhlen des Kleinspechts *Picoides minor*. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum 5: 107–120.
- Jenni, L. (1977):** Zur Bestandsentwicklung und Biotopwahl von Mittelspecht und Buntspecht, *Dendrocopos medius* und *major*, im Allschwiler-Wald bei Basel. *Der Ornithologische Beobachter* 74: 62–70.
- Jenni, L. (1983):** Habitatnutzung, Nahrungserwerb und Nahrung von Mittel- und Buntspecht (*Dendrocopos medius* und *major*) sowie Bemerkungen zur Verbreitungsgeschichte des Mittelspechtes. *Der Ornithologische Beobachter* 80: 29–57.
- Jöbges, M. & H. König (2001):** Urwaldspecht im Eichenwald. *LÖBF-Mitteilungen* 2/2001: 12–27.
- Kosiński, Z. (2006):** Factors affecting the occurrence of middle spotted and great spotted woodpeckers in deciduous forests – a case study from Poland. *Annales Zoologici Fennici* 43: 198–210.
- Kosiński, Z. & M. Kempa (2007):** Density, distribution and nest-sites of woodpeckers Picidae in a managed forest of Western Poland. *Polish Journal of Ecology* 55: 519–533.
- Kosiński, Z. & A. Winięcki (2005):** Factors affecting the density of the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius*: a macrohabitat approach. *Journal of Ornithology* 146: 263–270.
- Kosiński, Z., M. Kempa & R. Hybsz (2004):** Accuracy and efficiency of different techniques for censusing territorial Middle Spotted Woodpeckers *Dendrocopos medius*. *Acta Ornithologica* 39: 29–34.
- Michalek, K.G. & J. Miettinen (2003):** Great Spotted Woodpecker. BWP UPDATE, The Journal of the Birds of the Western Palearctic 5: 101–184.
- Michalek, K.G., J.A. Auer, H. Grobberger, A. Schmalzer & H. Winkler (2001):** Die Einflüsse von Lebensraum, Witterung und Waldbewirtschaftung auf die Brutdichte von Bunt- und Mittelspecht (*Picoides major* und *P. medius*) im Wienerwald. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum 5 (Supplement): 31–58.
- Mikusiński, G. (1995):** Population trends in Black Woodpecker in relation to changes and characteristics of European forests. *Ecography* 18: 363–369.
- Mikusiński, G. & P. Angelstam (1997):** European woodpeckers and anthropogenic habitat change: a review. *Vogelwelt* 118: 277–283.
- Mikusiński, G., M. Gromadzki & C. Przemyslaw (2001):** Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. *Conservation Biology* 15: 208–217.

- Miranda, B. & G. Pasinelli (2001)** : Habitatsprüche des Kleinspechts (*Dendrocopos minor*) in Wäldern der Nordost-Schweiz. *Journal of Ornithology* 142: 295–305.
- Müller, J., J. Pöllath, R. Moshhammer & B. Schröder (2009)** : Predicting the occurrence of Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* on a regional scale, using forest inventory data. *Forest Ecology and Management* 257: 502–509.
- Noah, T. (2000)** : Siedlungsdichte, Habitat und Bestandsentwicklung des Spechte im NSG «Innerer Unterspreevald». *Otis* 8: 75–98.
- NP Donauauen (2008)** : Welche Tiere und Pflanzen leben hier? <http://www.donauauen.at/>.
- Pasinelli, G. (2000)** : Oaks (*Quercus* sp.) and only oaks? Relations between habitat structure and home range size of the Middle Spotted Woodpecker (*Dendrocopos medius*) : *Biological Conservation* 93: 227–235.
- Pasinelli, G. (2003)** : *Dendrocopos medius* – Middle Spotted Woodpecker. *BWP Update* 5: 49–99.
- Pasinelli, G. & J. Hegelbach (1997)** : Characteristics of trees preferred by foraging Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in northern Switzerland. *Ardea* 85: 203–209.
- Pavlik, S. (1999)** : Population density of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* variations in space and time in oak forests. *Folia Zoologica* 48: 191–198.
- Pechacek, P. (1995)** : Spechte (Picidae) im Nationalpark Berchtesgaden. Habitatwahl, Nahrungsökologie, Populationsdichte. Forschungsbericht 31. Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, Berchtesgaden.
- Petterson, B. (1993)** : Breeding habitat of Lesser Spotted Woodpecker (*Dendrocopos minor*) in South Sweden. S. 127–132 in Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (ed.) *Artenschutzsymposium Spechte der Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten, Fachhochschule Nürtingen, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.*
- PGO (Planungsgemeinschaft Ost) (1985)** : Landschaftsrahmenplan Wien – Umland. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abt. R/2, Wien.
- Reckendorfer, W., G. Heiler, T. Hein, H. Keckeis, W. Lazowski & P. Zulka (1998)** : Monitoringkonzept Nationalpark Donau-Auen. ARGE Donau-Auen, Wien.
- Reichholf, J. & H. Utschick (1972)** : Vorkommen und relative Häufigkeit der Spechte (Picidae) in den Auwäldern am Unteren Inn. *Ornithologischer Anzeiger* 11: 254–262.
- Roberge, J.M. & P. Angelstam (2006)** : Indicator species among resident forest birds – a cross-regional evaluation in northern Europe. *Biological Conservation* 130: 134–147.
- Roberge, J.M., P. Angelstam & M.A. Villard (2008)** : Specialised woodpeckers and naturalness in hemiboreal forests – deriving quantitative targets for conservation planning. *Biological Conservation* 141: 997–1012.
- Rolstad, J., P. Majewski & E. Rolstad (1998)** : Black Woodpecker use of habitats and feeding substrates in a managed Scandinavian forest. *Journal of Wildlife Management* 62: 11–23.
- Ruge, K. & F. Bretzendorfer (1981)** : Biotopstrukturen und Siedlungsdichte beim Schwarzspecht (*Dryocopus martius*) : *Artenschutzsymposium Schwarzspecht, Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* 20: 37–48.
- Scherzinger, W. (1981)** : Zur Verbreitung des Schwarzspechtes (*Dryocopus martius*) im Nationalpark Bayerischer Wald. *Artenschutzsymposium Schwarzspecht, Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* 20: 51–67.
- Scherzinger, W. (1982)** : Die Spechte im Nationalpark Bayerischer Wald. *Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Grafenau.*
- Spitznagel, A. (1990)** : The influence of forest management on woodpecker density and habitat use in floodplain forests of the upper Rhine valley. S. 117–145 in Carlson, A. & G. Aulén (Hrsg.), *Conservation and Management of Woodpecker Populations. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Wildlife Ecology, Uppsala.*
- Spitznagel, A. (1993)** : Warum sind Spechte schwierig zu erfassende Arten? *Artenschutzsymposium Spechte der Arbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten, Fachhochschule Nürtingen, Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe* 67: 59–70.
- Svårdson, G. (1949)** : Competition and habitat selection in birds. *Oikos* 1: 157–174.
- Steverding, M. (2003)** : Spechte als ökologische Indikatoren in Natur und Wirtschaftswäldern im Bialowieza-Wald (Ostpolen) : *Dissertation, Universität Kassel, Kassel.*
- Südbeck, P., H. Andretzke, S. Fischer, K. Gedeon, T. Schikore, K. Schröder & C. Sudfeldt (Hrsg.) (2005)** : *Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Dachverband Deutscher Avifaunisten, Radolfzell.*
- Teufelbauer, N. & G. Frank (2009)** : Donauauen östlich von Wien. S. 130–147 in: *Birdlife Austria (Hrsg.) Important Bird Areas in Österreich. Naturhistorisches Museum Wien, Wien.*
- Weiss, J. (1998)** : Die Spechte in Nordrheinwestfalen. *Charadrius* 34: 104–125.
- Weiß, S. (2003)** : Erlenwälder als bisher unbeachteter Lebensraum des Mittelspechts *Dendrocopos medius*. *Vogelwelt* 124: 177–192.
- Wichmann, G. & G. Frank (2005)** : Die Situation des Mittelspechts (*Dendrocopos medius*) in Wien. *Egretta* 48: 19–33.
- Wichmann, G., M. Dvorak, N. Teufelbauer & H.-M. Berg (2009)** : *Die Vogelwelt Wiens. Atlas der Brutvögel. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien.*
- Wiktander, U., I.N. Nilsson, S.G. Nilsson, O. Olsson, B. Pettersson & A. Stagen (1992)** : Occurrence of the Lesser Spotted Woodpecker (*Dendrocopos minor*) in relation to area of deciduous forest. *Ornis Fennica* 69: 113–118.
- Winkler, H., D.A. Christie & D. Nurney (1995)** : *Woodpeckers: a guide to the woodpeckers, piculets and wrynecks of the world. Pica Press, The Banks, Sussex.*
- Zuna-Kratky, T., T.E. Kalivodová, A. Kürthy, D. Horal & P. Horák (2000)** : Die Vögel der March-Thaya-Auen im österreichisch-slowakisch-tschechischen Grenzraum. *Distelverein, Deutsch-Wagram.*

Anschriften der Verfasser:

Stefanie Riemer

Universität Wien, Department für Populationsökologie
Rennweg 14
1030 Wien, Österreich
riemer.stefanie@gmail.com

Christian Schulze

Universität Wien, Department für Populationsökologie
Rennweg 14
1030 Wien, Österreich

Georg Frank

Nationalpark Donauauen
Schloss Orth
2304 Orth an der Donau, Österreich