Beeinflussen kleinflächige Waldnutzung und Wetter die Siedlungsdichte des Mittelspechts *Dendrocopos medius*?[1]

Jost Bühlmann und Gilberto Pasinelli

Do forest management and weather influence the breeding density of the Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius*? – From 1979 to 1994, the breeding density of the Middle Spotted Woodpecker was censused in a forest of 800 ha situated in the northern part of the Canton Zurich, Switzerland. Within this forest, we studied on two plots the consequences of forest management occurring on small patches, the human disturbance linked to it and the influence of weather on the density of the Middle Spotted Woodpecker. During the 15 years, the plots were managed with different intensity. In the plot called Buechberg (69.3 ha), the oak area most suitable to the Middle Spotted Woodpecker (stands aged ≥80 years) decreased from 33.7 ha to 27.8 ha, whereas in the plot Geissert (77.9 ha) the decrease from 34.2 ha to 24.5 ha was even higher. The oak forest was on an average reduced by 38.7 a (= 54.3 m^3) per year in the Buechberg and by 64.5 a (= 103.5 m^3) in the Geissert, respectively. Accordingly, forestry operations, and therefore human disturbance, were more frequent in the Geissert (33) than in the Buechberg (22) plot. Density of the Middle Spotted Woodpecker varied between 0.3 and 1.0 breeding pairs per 10 ha. We recorded a significant decrease of the breeding density in the plot Geissert. Multiple regression analysis revealed an overall negative effect of decreasing oak volume on the breeding density, whereas neither an influence of human disturbance nor of weather conditions could be found. This suggests that forest management applied even on small patches can in the long run lead to habitat deterioration, especially in areas with habitat of poorer quality. Therefore, management of forests suitable to the Middle Spotted Woodpecker should not only consider oak area, but also dimension and interval of successive forestry operations.

Key words: *Dendrocopos medius*, breeding density, forestry, oak volume, human disturbance, weather.

Jost Bühlmann, Blüemlisalpstrasse 76, CH–8006 Zürich; Gilberto Pasinelli, Zoologisches Museum der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH–8057 Zürich

Neben der Erfüllung von Sozial- und Schutzfunktionen dient der Wald auch heute noch vor allem der Holzproduktion. Der Wald als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, eine seiner natürlichen Funktionen, wurde und wird durch die menschliche Bewirtschaftung stark verändert. Im Vergleich zu Urwäldern der gemässigten Zone fehlen unseren Wirtschaftswäldern, neben der grossflächigen Ausdehnung, vor allem Laub-Altholzbestände, deren Sukzessionsstadien sowie stehendes und liegendes Totholz (z.B. Scherzinger 1991, Wesołowski & Tomiałojć 1995). Unter diesem Mangel leiden nicht nur zahlreiche Insektenarten (Thomas 1995), sondern auch Vögel wie beispielsweise Grauspecht *Picus canus* oder Schwarzspecht *Dryocopus martius* (Utschick 1991). Werden die Altholzbestände genutzt, kommt dies für die darauf angewiesenen Arten der Zerstörung ihrer Habitate gleich. Conner & Rudolph (1991) zeigten am Beispiel des Kokardenspechts *Picoides borealis*, dass Habitatverlust durch forstwirtschaftliche Nutzung zu einem Verlust an Nahrungsplätzen und zu steigender Habitatfragmentation führte. Als Folge nahm die Gruppengrösse dieser sozial lebenden Spechtart bei kleinen, isolierten Populationen ab, was auf demographische Probleme (Ausbreitung, Partnersuche) zurückgeführt wurde.

Waldbewirtschaftung muss sich jedoch nicht zwangsläufig negativ auf Vogelgemeinschaften auswirken: Schwager (1984) stellte keinen direkten Einfluss der Nutzungsintensität, ausgedrückt durch das vorhandene Dürrholzvorkommen, auf die Siedlungsdichte von Vogelarten fest. Zudem findet man auch in intensiv genutzten Waldformen wie beispielsweise dem Mittelwald eine grosse Artenvielfalt.

Neben dem Rückgang von Arten aufgrund grossflächiger Habitatzerstörung sind auch Bestandsabnahmen durch eine allmähliche Ver-

[1]Mit finanzieller Unterstützung der Ornithologischen Gesellschaft Zürich.

schlechterung des Lebensraumes als Folge von kleinräumigen Veränderungen möglich. Wir untersuchten den Einfluss kleinflächiger forstwirtschaftlicher Nutzung während 15 Jahren auf den Brutbestand des Mittelspechts *Dendrocopos medius*. Dessen Abhängigkeit vom Vorkommen der Eiche wird durch zahlreiche Studien bestätigt (z.B. Jenni 1983, Pettersson 1985b, Pasinelli 1992), was die Eingrenzung der zu untersuchenden Faktoren erleichtert. Deshalb stellten wir uns die Frage, ob sich die in einem Laubwaldgebiet im Norden des Kantons Zürich erfolgte Abnahme der Eichenwaldfläche sowie des Eichenvolumens zwischen 1979 und 1994 negativ auf die Siedlungsdichte des Mittelspechts ausgewirkt hat. Im weiteren versuchten wir, den Einfluss der mit der Nutzung einhergehenden Störung durch den Menschen auf den Mittelspecht zu quantifizieren. Die Langfristigkeit der Untersuchung ermöglichte zudem, die Auswirkungen der Witterung auf die Bestandsentwicklung dieser Vogelart zu ermitteln. Gerade bei Standvögeln wie dem Mittelspecht ist mit erheblichen Verlusten in harten Wintern zu rechnen (Wesołowski im Druck).

1. Material und Methoden

1.1. Untersuchungsgebiet

Die Untersuchung wurde in einem 800 ha grossen Wald, dem Niderholz, im N des Kantons Zürich durchgeführt (47°37'N / 8°37'E; 380 m ü.M.). Der Wald besteht zu 57,5 % (436 ha) aus Nadelmischwald und zu 42,5 % (323 ha) aus Laubmischwald. Auf 34,1 % (259 ha) der gesamten Waldfläche dominieren Eichen *Quercus* sp., während Waldföhre *Pinus sylvestris* und Fichte *Picea abies* auf etwa 55 % der Fläche vorherrschen. Mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,1 °C (Schuepp 1961) und einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 777 mm pro Jahr (Uttinger 1966) handelt es sich beim Niderholz um eine der wärmsten und trockensten Gegenden des Kantons Zürich mit einem für die Schweiz nördlich der Alpen einzigartigen Klima.

Innerhalb dieses Waldes befinden sich unsere beiden Untersuchungsflächen mit den Flurnamen Buechberg (69,3 ha) und Geissert (77,9 ha). Diese Gebiete wählten wir aufgrund der durch den Erstautor seit 20 Jahren im Niderholz flächendeckend durchgeführten Mittelspecht-Kartierungen aus, welche für den Zeitraum von 1979 bis 1994 hier am vollständigsten sind. Die Distanz zwischen den beiden Gebieten beträgt 1 km.

Der Untergrund der Fläche Geissert besteht, wie weite Teile des Niderholzes, aus Niederterrassenschotter des Rheines mit einer 50–100 cm mächtigen Alluvialsandschicht (Hantke 1967). Der Boden ist eine stark saure Moder-Parabraunerde mit kleinem Wasserspeichervermögen (Richard & Lüscher 1983). Unter dem Einfluss des trockenen und warmen Klimas sowie des eher nährstoffarmen Bodens entwickelt sich als natürliche Vegetation ein Eichen-Hagebuchenwald (Galio silvatici-Carpinetum, Waldlabkraut-Hainbuchenmischwald; Ellenberg & Klötzli 1972).

Die Fläche Buechberg liegt mit 400–420 m ü.M. durchschnittlich 30 m höher als das Gebiet Geissert. Der Untergrund des Buechbergs wird vor allem aus Moränenablagerungen der Würm-Eiszeit gebildet (Hantke 1967). Richard & Lüscher (1978) bezeichnen den Boden als stark saure Mull-Parabraunerde mit schwacher Moderbildung und leichter Pseudovergleyung. Als natürliche Vegetation entwickelt sich hier ein typischer Waldmeister-Buchenwald (Galio odorati-Fagetum typicum, 7a und 7d), wobei andere Buchenwaldgesellschaften kleinräumig dominieren können. Entsprechend den Standortbedingungen unterscheiden sich die Wuchsverhältnisse in den beiden Gebieten stark: Im Geissert beträgt der jährliche Holzzuwachs pro Hektar durchschnittlich 6–7 m^3, im Buechberg hingegen 10–11 m^3 (E. Oberholzer briefl.).

Beide Untersuchungsflächen wurden jahrhundertelang als Mittelwälder bewirtschaftet. Die Reste dieser Bewirtschaftungsform sind heute noch sichtbar, wenngleich bereits viele Bestände einen hochwaldähnlichen Charakter aufweisen (Abb. 1). Beide Gebiete zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Eichen im Altholz aus, wobei im Buechberg vor allem Buchen *Fagus sylvatica* und teilweise auch Eschen *Fraxinus excelsior*, im Geissert hingegen Waldföhren und Fichten hinzukommen.

Abb. 1. Die Untersuchungsflächen Buechberg (oben) und Geissert (unten) im Herbst. – *The study plots Buechberg (above) and Geissert (below) in autumn.*

1.2. Waldnutzung und Wetter

Zur Ermittlung der Eichenflächen und -volumina verwendeten wir die Waldwirtschaftspläne der Gemeinde Marthalen (Stand 1981) sowie des Staatswaldes Rheinau (Stand 1985). Angaben über die Art (z.B. Räumung, Durchforstung) und das Ausmass (in a bzw. m^3) der Nutzungen von 1979 bis 1994 wurden uns freundlicherweise von Kreisforstmeister E. Oberholzer zur Verfügung gestellt. Um den Ausgangszustand von Frühling 1979 zu beschreiben, addierten wir die in der Zwischenzeit genutzten Flächen und Volumina zu den Daten der Wirtschaftspläne. Die Veränderungen in den Jahren 1981–1994 bzw. 1985–1994 wurden entsprechend subtrahiert, so dass für jede Brutsaison Angaben über Eichenwaldfläche und Eichenvolumen zur Verfügung standen. Bei diesen Berechnungen beschränkten wir uns auf Flächen, in denen die Eiche die häufigste bzw. die zweithäufigste (mind. 10 % des Gesamtbestandes) Baumart war. Zudem mussten diese Bestände mindestens 80 Jahre alt sein, da Eichen für den Mittelspecht erst ab ungefähr diesem Alter für die Nahrungssuche (Pasinelli & Hegelbach in Vorb.) und das Brutgeschäft (Günther 1993) bedeutend sind. Durchforstungen in Beständen unter 80 Jahren wurden deshalb in den obigen Berechnungen ausgeschlossen. Wir erachteten den natürlichen Holzzuwachs als vernachlässigbar klein. Der durch umstürzende Einzelbäume entstandene Holzverlust blieb ebenso unberücksichtigt.

Um die Auswirkungen der durch die Nutzung hervorgerufenen Störung durch den Menschen zu quantifizieren, zählten wir die pro Winter durchgeführten Eingriffe. Einen Eingriff definieren wir als forstwirtschaftliche Nutzung auf einer oder mehreren unmittelbar aneinandergrenzenden Parzellen im gleichen Winter. Wie bei den Flächen- und Volumenberechnungen beschränkten wir uns auf die für Mittelspechte relevanten Eichenwaldflächen.

Angaben über Temperatur und Niederschlag während der Untersuchungsperiode stellte uns die Schweizerische Meteorologische Anstalt (Krähbühlstrasse 58, 8044 Zürich) zur Verfügung. Wir verwendeten Daten der Stationen Rheinau und Schaffhausen. Für die beiden Zeitabschnitte Winter (Dezember bis Februar) und Frühling (März und April) errechneten wir jeweils die durchschnittliche Temperatur (°C) und Niederschlagsmenge (in mm). Daraus ergaben sich die jährlichen Werte für vier Wettervariablen.

1.3. Mittelspechtkartierung

Die Kartierungen erfolgten jeweils in den Monaten März, April und Mai mit Hilfe einer Tonband-Klangattrappe. Verwendet wurde ausschliesslich die «Kick-Reihe», die der Rufreihe (rattle call) von Gebauer et al. (1992) entspricht. Zu Beginn der Untersuchung im Jahre 1979 lockten wir im Abstand von 150 m entlang des Wegnetzes. Der Hörbereich der Klangattrappe betrug etwa 5 ha (eigene Versuche), was in Anbetracht des dichten Wegnetzes und des gewählten Abstandes eine flächendeckende Beschallung ermöglichte. In späteren Jahren wurde im vermuteten letztjährigen Revierzentrum gelockt. Konnte auf diese Weise kein Mittelspechtrevier nachgewiesen werden, erfolgte innerhalb von 14 Tagen eine zweite Abspielung. Alle Beobachtungen und Lautäusserungen wurden auf Karten im Massstab 1 : 5000 eingetragen. Auf dieser Grundlage bestimmten wir die Anzahl Brutpaare und daraus die Siedlungsdichte (Anzahl Brutpaare/10 ha). Je nach Witterung und Ablauf des Brutgeschäfts wurden jährlich 14–20 min/ha aufgewendet. Im Mai und Juni wurden zusätzlich aktive Bruthöhlen oder fütternde Altvögel gesucht, um die Resultate der Revierkartierung zu ergänzen.

Da Spechte schwierig zu erfassende Arten sind (Oelke 1975), lassen sich Abweichungen zwischen ermitteltem und effektivem Bestand praktisch nicht vermeiden (Pasinelli 1992). Durch die Anwendung derselben Methoden in allen 15 Jahren versuchten wir, diese Abweichungen konstant zu halten, wodurch die Kartierungen vergleichbar bleiben.

1.4. Auswertung

Um den Einfluss der Waldbewirtschaftung und des Wetters auf die Siedlungsdichte des Mittelspechts (abhängige Variable) zu ermitteln, ver-

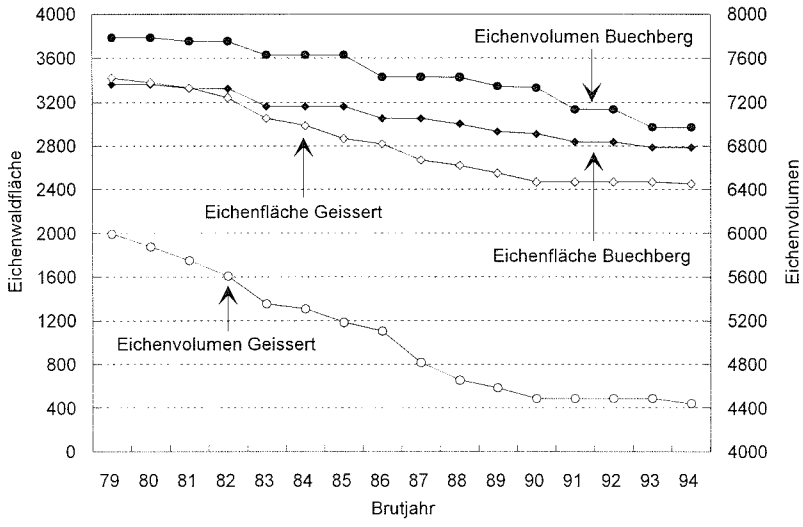

Abb. 2. Abnahme von Eichenwaldfläche (a) und Eichenvolumen (m^3) in den beiden Untersuchungsgebieten von 1979 bis 1994. – *Decrease of oak forest area and oak volume in the two study plots during 1979–1994.*

wendeten wir eine multiple Regressionsanalyse. Als unabhängige Variablen definierten wir die pro Brutsaison vorhandene Eichenfläche (EIFLÄ), das vorhandene Eichenvolumen (EIVOL), die im vorangegangenen Winter durchgeführte Anzahl Eingriffe (ANE), die durchschnittliche Temperatur im Winter (TWI) und im Frühling (TFRÜH) sowie die durchschnittliche Niederschlagsmenge im Winter (NSWI) und im Frühling (NSFRÜH). Die Siedlungsdichten des Mittelspechts in den beiden Gebieten korrelierten nicht miteinander ($r = 0{,}29$, $p > 0{,}3$), weshalb wir sie als voneinander unabhängig betrachteten. Trotzdem verwendeten wir eine Kovariable (WALD), um einen allfälligen Einfluss der Untersuchungsflächen, welcher durch unsere unabhängigen Variablen nicht berücksichtigt wird, zu kontrollieren. Dieses Vorgehen erlaubte uns, die Daten beider Gebiete gemeinsam in einer Regressionsanalyse zu untersuchen.

Wir prüften die Beziehungen zwischen den unabhängigen Variablen mit der Produktmoment-Korrelation nach Pearson sowie mit der Spearman-Rangkorrelation, um Probleme der Multikollinearität zu vermeiden (Morrison et al. 1992). Die übrigen Voraussetzungen der multiplen Regression wurden graphisch geprüft und durch unsere Daten nicht feststellbar verletzt.

2. Ergebnisse

2.1. Waldnutzung

Buechberg: Die für den Mittelspecht geeignete Eichenwaldfläche (Bestandesalter ≥80 Jahre) nahm zwischen 1979 und 1994 von 33,7 ha auf 27,8 ha ab. Bezogen auf die Gesamtwaldfläche von 69,3 ha ergibt dies eine Abnahme um 8,5 %, was 3,2 % (814 m^3) des Volumens aller Baumarten entspricht. Pro Jahr wurden durchschnittlich 38,7 a bzw. 54,3 m^3 genutzt. Die volumenmässig grösste Eichennutzung zwischen zwei Brutjahren erfolgte im Winter 1990/91 mit 195 m^3 (Abb. 2), wobei aber einige Höhlenbäume stehengelassen wurden. Neben der forstwirtschaftlichen Nutzung trugen zwei Stürme wesentlich zur Abnahme der Eiche im Untersuchungsgebiet bei: Am 15. August 1982 entwurzelten heftige Winde 162 a Eichenwald (121 m^3), während es am 24. März 1986 weitere 55 a (75 m^3) traf. Im Buechberg wurden zwischen 1979 und 1994 22 forstwirtschaftliche Eingriffe durchgeführt. Darunter befanden sich vier Durchforstungen in Beständen, die jünger als 80 Jahre waren. Sie werden im folgenden nicht weiter berücksichtigt. Die restlichen 18 Eingriffe teilten sich in 12 Räumungen (darunter 7 Sturmflächenräumungen) und in 6 nicht näher beschriebene auf.

Geissert: Das Untersuchungsgebiet Geissert wurde von 1979 bis 1994 sowohl bezüglich Eichenfläche ($t = 5{,}8$, $p < 0{,}001$) als auch Eichenvolumen ($t = 30{,}2$, $p < 0{,}001$) stärker genutzt als der Buechberg. Die Eichenwaldfläche nahm von 34,2 ha (1979) auf 24,5 ha (1994) ab, was 12,5 % der Gesamtwaldfläche von 77,9 ha entspricht. Pro Jahr ergibt sich eine durchschnittliche Verminderung um 64,5 a bzw. 103,5 m^3. Im obigen Zeitraum wurde ein Eichenvolumen von 1552 m^3 (8,3 % des Gesamtvolumens aller Baumarten) entnommen. Die volumenmässig grösste Nutzung erfolgte im Winter 1986/87 (286 m^3). Die erwähnten Stürme trugen zu einer Abnahme von über 200 a (260 m^3) bei. Im Untersuchungszeitraum wurden 33 forstwirtschaftliche Eingriffe durchgeführt. Neben einer Umränderung fanden 32 Räumungen statt. Davon entfielen 6 auf Sturmflächen, 4 betrafen Auflichtungen von Mittelwaldflächen, wobei jeweils 4–12 Alteichen stehengelassen wurden.

2.2. Mittelspechtbestand

Buechberg: Von 1979 bis 1994 schwankte der Brutbestand im Buechberg zwischen 3 (Minimalwert, 1986) und 7 Paaren (Maximalwert, 1983 und 1984). Dies entspricht Siedlungsdichten von 0,4 bis 1,0 BP/10 ha (Abb. 3). Eine signifikante Zu- oder Abnahme wurde nicht festgestellt ($r_s = -0{,}38$, $p > 0{,}1$): sowohl 1979 wie auch 1994 registrierten wir jeweils 5 Brutpaare.

Geissert: In diesem Gebiet nahm die Anzahl der Mittelspechtpaare von 5 (1979) auf 3 (1994) ab ($r_s = -0{,}63$, $p < 0{,}05$). Der höchste Bestand wurde 1981 mit 7 Paaren ermittelt, der tiefste Wert mit je 2 Paaren in den Jahren 1987 und 1992. Dies ergibt Siedlungsdichten zwischen 0,3 und 0,9 BP/10 ha (Abb. 3).

2.3. Einfluss der Waldnutzung und des Wetters auf den Mittelspecht-Bestand

Die beiden unabhängigen Variablen EIFLÄ und EIVOL korrelierten hochsignifikant miteinander (Tab. 1). EIFLÄ korrelierte zudem signifikant mit TWI und NSWI, während EIVOL keine signifikanten Beziehungen zu den übrigen unabhängigen Variablen zeigte. Wir verwendeten in den folgenden Analysen nur noch das Eichenvolumen EIVOL, um den Einfluss der Waldnutzung auf die Siedlungsdichte des Mittelspechts abzuschätzen, da starke Korrelationen zwischen den unabhängigen Variablen die Resultate der multiplen Regression verfälschen (vgl. Morrison 1992).

Die multiple Regressionsanalyse ergab einen signifikanten Einfluss von EIVOL auf die Siedlungsdichte des Mittelspechts (Tab. 2). Die Abnahme des Eichenvolumens (und demzufolge auch die damit stark korrelierte Eichenwaldfläche) war demnach, über den ge-

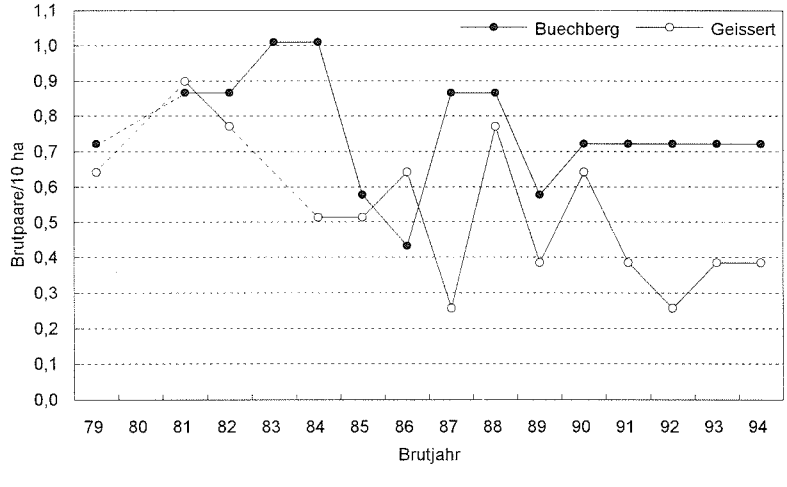

Abb. 3. Siedlungsdichte des Mittelspechts in den Gebieten Buechberg und Geissert von 1979–1994. Keine Kartierungen in den Jahren 1980 (beide Gebiete) und 1983 (Geissert). – *Breeding density of the Middle Spotted Woodpecker in the plots Buechberg and Geissert during 1979–1994. No censuses in 1980 (both plots) and 1983 (Geissert).*

Tab. 1. Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen. Abkürzungen: EIFLÄ = pro Brutsaison vorhandene Eichenfläche; EIVOL = vorhandenes Eichenvolumen; ANE = im vorangegangenen Winter durchgeführte Anzahl Eingriffe; TWI = durchschnittliche Temperatur im Winter; TFRÜH = durchschnittliche Temperatur im Frühling; NSWI = durchschnittliche Niederschlagsmenge im Winter; NSFRÜH = durchschnittliche Niederschlagsmenge im Frühling. *: $p < 0,05$, **: $p < 0,01$, ***: $p < 0,001$. n = 29. – *Coefficients of correlations between the independent variables. Abbreviations: EIFLÄ = oak forest area available during each breeding season; EIVOL = oak volume; ANE = number of forestry operations during the preceeding winter; TWI = mean winter temperature; TFRÜH = mean spring temperature; NSWI = mean winter precipitation; NSFRÜH = mean spring precipitation.*

	EIFLÄ	EIVOL	ANE	TWI	TFRÜH	NSWI	NSFRÜH
EIFLÄ	1,000						
EIVOL	0,703***	1,000					
ANE	0,161	–0,078	1,000				
TWI	–0,522**	–0,165	–0,272	1,000			
TFRÜH	–0,302	–0,110	–0,233	0,086	1,000		
NSWI	0,376*	0,145	–0,013	0,320	–0,231	1,000	
NSFRÜH	0,028	0,047	–0,214	0,129	–0,218	0,022	1,000

samten Untersuchungszeitraum gesehen, so gross, dass sie sich negativ auf die Mittelspechtdichte auswirkte.

Weder die Anzahl Eingriffe (ANE) noch die Wettervariablen schienen hingegen die Siedlungsdichte zu beeinflussen.

Durch die gleichzeitige Analyse der Daten beider Gebiete liess sich die Bedeutung der Nutzungsintensität pro Gebiet (vgl. Kap. 2.1.) nicht beurteilen. Da jedoch das Gebiet Geissert forstwirtschaftlich stärker genutzt wurde als der Buechberg, prüften wir zusätzlich noch den Einfluss der Eichenvolumenabnahme für jedes Gebiet getrennt. Daraus ergab sich im Gebiet Geissert ein signifikant negativer Einfluss der Eichennutzung auf die Siedlungsdichte des Mittelspechts, während sich im Buechberg kein solcher nachweisen liess (Abb. 4).

3. Diskussion

Die kleinflächige forstwirtschaftliche Nutzung alter Eichenbestände (≥80 Jahre) von 1979 bis 1994 bewirkte eine Abnahme der Siedlungsdichte des Mittelspechts in einem der beiden Untersuchungsgebiete. Andere wichtige Faktoren wie Isolationsgrad und Waldgrösse, die den Mittelspecht-Bestand ebenfalls beeinflussen (Müller 1982, Pettersson 1985b), spielen in der

Tab. 2. Resultate der multiplen Regressionsanalyse zwischen der Siedlungsdichte des Mittelspechts (abhängige Variable) und der Waldnutzung sowie dem Wetter (repräsentiert durch 6 unabhängige Variablen). WALD = (binäre) Kovariable. n = 29. Abkürzungen der Variablen s. Legende Tab. 1 und Text. Koeff. = Partieller Regressionskoeffizient; SE = Standardfehler; Std. Koeff. = Standardisierter partieller Regressionskoeffizient; t = t-Wert; p = p-Wert. – *Results of the multiple regression analysis between breeding density of the Middle Spotted Woodpecker (dependent variable) and forest management and weather (represented by 6 independent variables). Abbreviations see Table 1 and text.*

Variable	Koeff.	SE	Std. Koeff.	t	p
Konst.	–2,169	1,325	0,000	–1,637	0,117
WALD	0,496	0,354	1,193	1,400	0,176
EIVOL	0,000	0,000	1,844	2,119	0,046
ANE	0,004	0,022	0,033	0,190	0,851
TWI	0,021	0,029	0,178	0,725	0,477
TFRÜH	0,038	0,029	0,206	1,275	0,216
NSWI	0,001	0,002	0,090	0,397	0,695
NSFRÜH	–0,001	0,001	–0,149	–0,969	0,343

Modell: $F = 4,274$, $p < 0,01$, $R^2_{korr} = 0,45$

vorliegenden Arbeit keine Rolle, da beide Untersuchungsflächen innerhalb eines grossen, vom Mittelspecht gut besiedelten Waldes liegen. Unsere Resultate bestätigen einerseits die bekannte Präferenz des Mittelspechts für alte, eichenreiche Wälder (z.B. Günther 1992, Schmitz 1993); andererseits zeigen sie, dass kleinflächige Nutzungen über einen längeren Zeitraum nicht zwangsläufig zu einem Bestandsrückgang führen müssen. Dabei scheint vor allem die Qualität des Habitats darüber zu entscheiden, ob sich die vorhandenen Brutpaare trotz der Waldnutzung halten können oder nicht. Obwohl in beiden Untersuchungsgebieten jährlich nur wenige Aren bzw. Kubikmeter Eichenwald geschlagen wurden, nahm die Mittelspechtdichte im Gebiet Geissert ab, nicht aber im Gebiet Buechberg. Demnach scheint der Buechberg günstigere Bedingungen für den Mittelspecht zu bieten. Dies lässt sich auf das wesentlich höhere Eichenvolumen im Buechberg zu Beginn der Untersuchung zurückführen, während die Eichenwaldfläche der beiden Gebiete im Jahre 1979 praktisch gleich gross war: Bei der Planung von forstwirtschaftlichen Eingriffen in bestehende Mittelspechtbiotope muss deshalb nicht nur die Fläche alter Eichenbestände, sondern auch das in diesen Flächen vorhandene Eichenvolumen berücksichtigt werden. Strebt man eine Dichte von 1,0 Brutpaaren/10 ha an, was für Eichen-Hagebuchenwälder ein durchschnittlicher Wert ist (Winkler et al. 1995), so beträgt das benötigte Eichenvolumen aufgrund der beiden Regressionsgleichungen in Abb. 4 durchschnittlich 110 m^3/ha. Nach dem im Niderholz gültigen Laubholz-Einzeltarif Nr. 4 des Staatswaldes Rheinau entspricht dies grob einer Dichte von 26 Eichen/ha mit Durchmessern zwischen 50 und 90 cm. Obwohl die Berechnungen auf einer geringen Anzahl Paare pro Untersuchungsgebiet beruhen, liegt der Wert im Bereich der Resultate von Pettersson (1984), der in Südschweden in den meisten Mittelspecht-Territorien Dichten zwischen 10 und 40 Eichen/ha mit Durchmessern über 55 cm ermittelte.

Von den übrigen untersuchten Faktoren scheint keiner die Siedlungsdichte des Mittelspechts zu beeinflussen. Grubb (1975) hingegen wies Veränderungen des Nahrungssuchverhaltens bei Spechten, Meisen und Kleibern durch abnehmende Temperaturen und zunehmende Windstärke im Winter nach, während Pettersson (1985a) einen positiven Zusammenhang von Mittelspechtverlusten zwischen aufeinanderfolgenden Brutperioden und der Anzahl kalter Winternächte feststellte. Strenge Winter führen beim ausgeprägten Standvogel Mittelspecht vermutlich zu Nahrungsengpässen, da sich die Art ganzjährig von tierischer

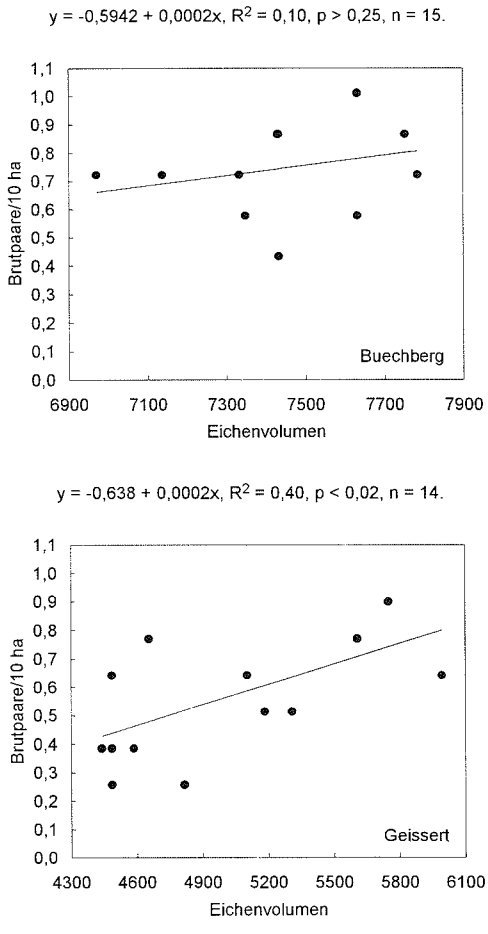

Abb. 4. Zusammenhang zwischen Eichenvolumen (m^3) und Siedlungsdichte des Mittelspechts in den Gebieten Buechberg (oben) und Geissert (unten). – *Relationship between oak volume and breeding density of the Middle Spotted Woodpecker in the plots Buechberg (above) and Geissert (below).*

Kost ernährt (Glutz von Blotzheim & Bauer 1980). Möglicherweise waren die Winterverhältnisse im Niderholz von 1979 bis 1994 zu mild, um einen negativen Einfluss sichtbar werden zu lassen, oder die verwendeten Durchschnittswerte für die Temperatur und die Niederschlagsmenge geben die Witterungsverhältnisse nicht ausreichend genau wieder; vielleicht wäre die Dauer von Kälte- oder Niederschlagsperioden besser geeignet.

Bisher liegen keine Untersuchungen über die mit der forstwirtschaftlichen Nutzung einhergehende menschliche Störung auf Spechte vor. Gemäss unseren Ergebnissen bewirkt die Anwesenheit des Menschen aufgrund forstwirtschaftlicher Tätigkeit über mehrere Wochen keinen Rückgang der Siedlungsdichte des Mittelspechts. Da die Eingriffe jeweils im Winter stattfanden, lässt sich nichts über Veränderungen der Raumnutzung und/oder des Aktivitäts- und Energiebudgets aussagen, wie sie bei Störungen des Menschen auf Wildtiere ausserhalb der Fortpflanzungszeit belegt sind (Keller 1995). Zudem könnten allfällige Verluste von gestörten Individuen (Tod oder Emigration) bis zum Zeitpunkt unserer Datenaufnahme bereits durch unverpaarte Individuen ausgeglichen worden sein. Da jedoch die meisten Eingriffe in die Kategorie Räumung (= Kahlschlag) fielen, sind unsere Daten zu wenig geeignet, um Aussagen zum Thema Störungen zu machen. Die Abnahme der alten Eichenbestände ist mit Sicherheit das grössere Problem.

Schutzbemühungen für den Mittelspecht lohnen sich längerfristig nur, wenn die heute geeigneten Biotope möglichst lange beibehalten werden. Auch kleinflächige Waldnutzung kann über einen längeren Zeitraum eine Abnahme der Siedlungsdichte bewirken. Zwischen den alten, heute besiedelten Waldflächen und den zukünftig geeigneten Flächen klafft beispielsweise im Niderholz eine grosse Lücke: 80- bis 120jährige Eichen fehlen weitgehend (Bühlmann 1993). Bis diese Lücke durch nachwachsende Eichen geschlossen ist, darf die Mittelspechtpopulation nicht weiter ausgedünnt werden, um die Besiedlung dieser neuen Habitate sowie der umliegenden kleineren Wälder nicht zu gefährden. Ähnliche Situationen findet man in vielen anderen Mittelspechtbiotopen in Mitteleuropa (z.B. bei Tübingen, Lehnemann 1993).

Die Erhaltung und Förderung der Eiche kommt nicht nur dem Mittelspecht zugute, sondern auch vielen anderen namentlich wirbellosen Tierarten (z.B. Heydemann 1982). Somit kann die Forstwirtschaft sehr viel zur Erhöhung der Biodiversität beitragen, was spätestens seit der Umweltkonferenz in Rio 1992 in vielen Bereichen immer wieder angestrebt, aber selten realisiert wird. Diese Sichtweise muss sich nicht nur bei den Forstverantwortlichen durchsetzen, wie dies mancherorts bereits geschehen ist, sondern auch in den Kreisen der politischen Entscheidungsträger.

Dank. Wir danken Erich Oberholzer und Hermann Hess für die Angaben aus den Wirtschaftsplänen. Alexander McNeil half uns bei der statistischen Analyse. Wertvolle Anregungen zum Manuskript lieferten Werner Müller, Erich Oberholzer, Karin Schiegg sowie zu einer späteren Fassung Lukas Jenni und Egbert Günther.

Zusammenfassung

Von 1979 bis 1994 wurde in einem 800 ha grossen Wald im nördlichen Teil des Kantons Zürich der Bestand des Mittelspechts *Dendrocopos medius* aufgenommen. Innerhalb dieses Waldes untersuchten wir in zwei Gebieten einerseits die Auswirkungen kleinflächiger Waldnutzung und der damit einhergehenden menschlichen Störungen sowie andererseits den Einfluss der Witterung auf die Siedlungsdichte. Die beiden Untersuchungsgebiete wurden im Verlauf der 15 Jahre forstwirtschaftlich unterschiedlich stark genutzt. Im Gebiet Buechberg (69,3 ha) nahm die für Mittelspechte besonders geeignete Eichenwaldfläche (Bestandesalter ≥80 Jahre) von 33,7 ha auf 27,8 ha ab, im Gebiet Geissert (77,9 ha) von 34,2 ha auf 24,5 ha. Pro Jahr wurden im Buechberg im Mittel 38,7 a bzw. 54,3 m^3 Eichenwald genutzt, im Geissert hingegen 64,5 a bzw. 103,5 m^3. In diesem Gebiet erfolgten zudem mehr forstwirtschaftliche Eingriffe als in ersterem (33 gegenüber 22). Die Siedlungsdichte des Mittelspechts lag in beiden Gebieten im Bereich von 0,3–1,0 Brutpaaren pro 10 ha. Im Gebiet Geissert registrierten wir eine signifikante Abnahme im Verlauf der 15 Jahre. Die multiple Regressionanalyse ergab einen signifikanten Einfluss des Eichenvolumens auf die Siedlungsdichte, jedoch keinen solchen für die Anzahl Eingriffe und für die Witterung. Demnach war die Nutzung des Eichenwaldes bereits so gross, dass sie sich negativ auf die Mittelspechtdichte auswirkte. Um der unterschiedlichen Nutzung der beiden Gebiete Rechnung zu tragen, prüften wir zusätzlich den Einfluss der Abnahme des Eichenvolumens für jedes Gebiet getrennt. Daraus ergab sich n · für das Gebiet

Geissert einen negativen Zusammenhang zwischen der Eichennutzung und der Siedlungsdichte des Mittelspechts.

Literatur

BÜHLMANN, J. (1993): Nachhaltige Bewirtschaftung von Eichenwäldern – Grundlage für den Schutz des Mittelspechtes (*Dendrocopos medius*). Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 67: 163–169.

CONNER, R. N. & D. C. RUDOLPH (1991): Forest habitat loss, fragmentation, and Red-cockaded woodpecker populations. Wilson Bull. 103: 446–457.

ELLENBERG, H. & F. KLÖTZLI (1972): Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswes. 48: 587–930.

GEBAUER, A., M. KAISER & D. WALLSCHLÄGER (1992): Beobachtungen zum Verhalten und zur Lautgebung des Mittelspechts (*Dendrocopos medius*) während der Nestlingszeit; Teil 2: Das Lautinventar. Beitr. Vogelkde 38: 175–199.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER (1980): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 9. Wiesbaden.

GRUBB, T. C. Jr. (1975): Weather dependent foraging behavior of some birds wintering in a deciduous woodland. Condor 77: 177–182.

GÜNTHER, E. (1992): Untersuchung zum Brutbestand, zur Bestandsentwicklung und zum Habitat des Mittelspechtes (*Dendrocopos medius*) im nordöstlichen Harz (Sachsen-Anhalt). Orn. Jber. Mus. Heineanum 10: 31–53. – (1993): Zur Wahl des Höhlenstandortes von Bunt- und Mittelspecht (*Dendrocopos major* und *D. medius*) im nordöstlichen Harz (Sachsen-Anhalt). Orn. Jber. Mus. Heineanum 11: 67–73.

HANTKE, R. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. Vierteljahresschrift Naturf. Ges. Zürich 112, Sonderdruck.

HEYDEMANN, B. (1982): Der Einfluss der Waldwirtschaft auf die Wald-Ökosysteme aus zoologischer Sicht. Schriftenr. Dtsch. Rat Landespflege 40: 926–944.

JENNI, L. (1983): Habitatnutzung, Nahrungserwerb und Nahrung von Mittel- und Buntspecht (*Dendrocopos medius* und *D. major*) sowie Bemerkungen zur Verbreitungsgeschichte des Mittelspechts. Orn. Beob. 80: 29–57.

KELLER, V. (1995): Auswirkungen menschlicher Störungen auf Vögel – eine Literaturübersicht. Orn. Beob. 92: 3–38.

LEHNEMANN, R. (1993): Die Bewirtschaftung von Eichenwäldern unter Berücksichtigung des Artenschutzes. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. -Württ. 67: 171–176.

MORRISON, M. L., B. G. MARCOT & R. W. MANNAN (1992): Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. Wisconsin.

MÜLLER, W. (1982): Die Besiedlung der Eichenwälder im Kanton Zürich durch den Mittelspecht (*Dendrocopos medius*). Orn. Beob. 79: 105–119.

OELKE, H. (1975): Empfehlungen für Siedlungsdichte-Untersuchungen sog. schwieriger Arten. Vogelwelt 96: 148–158.

PASINELLI, G. (1992): Habitatnutzung und Brutbiologie des Mittelspechts (*Dendrocopos medius*). Dipl. arbeit Zool. Mus. Univ. Zürich.

PETTERSSON, B. (1984): Ecology of an isolated population of the Middle spotted woodpecker (*Dendrocopos medius*, L.) in the extinction phase. Diss. phil. II, Swedish Univ. Agricult. Sci., Dept. Wildl. Ecol. – (1985a): Extinction of an isolated population of the Middle spotted woodpecker *Dendrocopos medius* (L.) in Sweden and its relation to general theories on extinction. Biol. Conserv. 32: 335–353. – (1985b): Relative importance of habitat area, isolation and quality for the occurrence of the Middle spotted woodpecker, *Dendrocopos medius* (L.), in Sweden. Holarctic Ecol. 8: 53–58.

RICHARD, F. & P. LÜSCHER (1978): Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. ETH, IWHF, Fachbereich Bodenphysik, Bd. 1. – (1983): Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. ETH, IWHF, Fachbereich Bodenphysik, Bd. 3.

SCHERZINGER, W. (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept aus der Sicht des zoologischen Artenschutzes. In: H. REMMERT (Hrsg.): Das Mosaik-Zyklus-Konzept der Ökosysteme und seine Bedeutung für den Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge 5/91, Akad. Natursch. Landschaftspfl.

SCHMITZ, L. (1993): Distribution et habitat du Pic mar (*Dendrocopos medius*) en Belgique. Aves 30: 145–166.

SCHUEPP, M. (1961): Lufttemperatur; Klimatologie der Schweiz. Beiheft zu den Annalen der Schweiz. meteorologischen Zentralanstalt.

SCHWAGER, G. (1984): Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die Vogelwelt. Schweiz. Z. Forstwes. 135: 207–223.

THOMAS, J. A. (1995): Why small cold-blooded insects pose different conservation problems to birds in modern landscapes. Ibis 137 (Suppl. 1): 112–119.

UTSCHIK, H. (1991): Die Beziehung zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern. Forstw. Cbl. 110: 135–148.

UTTINGER, H. (1966): Niederschlag; Klimatologie der Schweiz. Beiheft zu den Annalen der Schweiz. meteorologischen Zentralanstalt.

WESOŁOWSKI, T. (im Druck): Variation in the number of resident birds in a primaeval temperate forest: Are winter weather, seedcrop, caterpillars and interspecific competition involved? Limosa.

WESOŁOWSKI, T. & L. TOMIAŁOJĆ (1995): Ornithologische Untersuchungen im Urwald von Białowieża – eine Übersicht. Orn. Beob. 92: 111–146.

WINKLER, H., D. A. CHRISTIE & D. NURNEY (1995): Woodpeckers – A guide to the woodpeckers, piculets and wrynecks of the world. Sussex.

Manuskript eingegangen 5. Oktober 1995
Bereinigte Fassung angenommen 8. März 1996