Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 135 (1984)

Heft: 3

Artikel: Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die Vogelwelt

Autor: Schwager, Gerold

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766767

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Einfluss der Waldbewirtschaftung auf die Vogelwelt

Von *Gerold Schwager*, Aadorf TG

Oxf.: 228:148.2:151

1. Einleitung

In ihrem Programm für die Achtzigerjahre will die Vereinigung mehrerer Vogel- und Naturschutzorganisationen, das Schweizerische Landeskomitee für Vogelschutz (*SLKV*, 1982) die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Vogelwelt untersuchen. Nebst Obstgärten, Kulturland und andern Lebensräumen sollen auch Waldhabitate erfasst werden, mit dem Ziel, die Arealfaktoren, welche die Zusammensetzung der Avifauna im Wald bestimmen, zu durchleuchten.

79 Brutvogelarten (41 % der in der Schweiz brütenden Vogelarten) stehen heute auf der Roten Liste der gefährdeten und seltenen Arten. In den vergangenen 60 Jahren haben höchstens 30 Arten ihren Bestand vergrössert, mindestens 50 hingegen zum Teil stark abgenommen, deren 9 sind ausgestorben. Vögel sind dank ihrer spezifischen Ansprüche an ihren Lebensraum als Indikatoren für den Zustand unserer Umwelt besonders informativ.

Im Auftrag des Kantonsforstamtes und der Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau wurde nun an ausgewählten Testflächen untersucht, inwiefern die Waldbewirtschaftung Auswirkungen auf die Avifauna zeigt. Unterstützt wurde die Untersuchung auch durch Mitglieder der Thurgauischen Vogelschutzvereinigung sowie durch die Vogelwarte Sempach.

2. Problemstellung

Absicht und Aufgabe des Försters ist es, durch gezielte Eingriffe in das Wachstum der Einzelbäume und der Bestände nachhaltig möglichst viel und wertvolles Holz zu erzeugen. Indem er immer wieder periodisch eingreift, unterbricht er den natürlichen Prozess von Werden und Vergehen, verhindert den Zerfallsprozess der Bäume, verringert also mittels Durchforstungen das Entstehen von toten und absterbenden Bäumen. Diese Eingriffe des För-

sters werden denn von Vogelschutzkreisen aus mit zum Teil kritischen Augen betrachtet.

Nebst Veränderungen der Baumartenzusammensetzung und der wirtschaftlich bedingten Nutzung von Altbeständen wird auch ein negativer Einfluss auf die Lebensbedingungen der Höhlenbrüter infolge des fehlenden oder mangelnden Dürrholzes vermutet. Die Eingriffe der Forstwirtschaft bereichern andrerseits die Waldstruktur (Schichtung der Bestände, Schlagränder, stufige Bestände auf bestimmten Standorten). Diese Eingriffe ermöglichen bestimmten Arten eine Ausweitung ihres Lebensraumes.

Höhlenbrüter sind bei ihrer Fortpflanzung *per definitionem* auf natürliche oder künstliche Nisthöhlen angewiesen. Teilweise legen sie diese selbst an (Spechte); andere profitieren von dieser Arbeit oder davon, dass sie die von Ornithologen bereitgestellten Nistkästen beziehen können. Je vielfältiger und reicher das Nisthöhlenangebot ist, desto leichter und erfolgreicher ist die Suche und die Verteidigung eines Nistplatzes; je knapper das Angebot, desto grösser der inter- und intraspezifische Konkurrenzkampf um die vorhandenen Nistplätze.

Die Problemstellung wurde für die vorliegende Untersuchung wie folgt formuliert:

Inwieweit beeinflusst die Waldbewirtschaftung die Lebensbedingungen der Brutvögel, insbesondere das natürliche Nisthöhlenangebot für Höhlenbrüter?

- Unterscheiden sich dabei die Brutvogeldichten auf Testflächen mit hoher Nutzung von Testflächen mit niederiger Nutzung?
- Welche Strukturfaktoren sind bestimmend für die Siedlungsdichten der Höhlen- und Freibrüter?
- Wie wirken sich künstliche Nisthöhlen aus?

3. Untersuchungsgebiet und -methoden

3.1. Auswahl der Testflächen

Der Untersuchung lag die Idee zugrunde, Testflächen paarweise so auszuwählen, dass sie sich – innerhalb des Paares jeweils – nur in einem wichtigen Strukturmerkmal voneinander unterscheiden. Als Beurteilungsgrössen galten Waldstrukturen, Nutzungsintensität, Betriebsart und Nistkastenvorkommen.

Die Vogelartendiversität und die Gesamtartenzahl erreichen bereits bei 4 bis 7 ha Testflächengrösse einen oberen Grenzwert (*Blana*, 1978). Die Diversität ändert sich nicht mehr wesentlich, auch wenn bei laufender Vergrösserung der Fläche noch mehr Vogelarten dazukommen. In der Literatur

werden für avifaunistische Untersuchungen mit Brutrevierkartierungen unterschiedliche Mindestgrössen angegeben; sie schwanken von 5 bis 25 ha (*Zenker*, 1980). In der vorliegenden Studie umfasst die kleinste Testfläche 7,58 ha, die grösste 26,28 ha (Durchschnitt: 17,24 ha).

Schwierigkeiten bereitete das Auffinden von Testflächen ausreichender Grösse und einheitlicher Waldstruktur (Entwicklungsstufen, Mischung, Baumartenzusammensetzung, Länge der inneren Ränder, Schichtung). Dabei waren die forstlichen Bestandeskarten, die im Kanton Thurgau durchgehend regionsweise über öffentliche und private Wälder erstellt werden, eine sehr wertvolle Hilfe. Die oben erwähnten ersten vier Kriterien der Waldstruktur konnten ihnen entnommen werden; zur Erfassung der Schichtung mussten allerdings zusätzliche Erhebungen durchgeführt werden. Im Jahre 1981 standen so für die Flächenauswahl insgesamt 9027 ha zur Verfügung (48,4 % der Gesamtwaldfläche). Die 14 definitiv ausgewählten Testflächen decken davon 241,32 ha ab. Sie umfassen die Höhenstufen von 400 bis 650 m ü. M., Laub- und Nadelwaldgebiet, Hochwald und Mittelwald.

Für das Kriterium Nutzungsintensität wurde die kantonale Forststatistik zugezogen (nach Revieren beziehungsweise nach Waldbesitzer).

In den meisten Staatswäldern werden – zumindest in einzelnen Abteilungen – Nistkasten aufgehängt. Zudem weisen lokale Vogelschutzorganisationen eine beachtliche Aktivität in bezug auf das Aufhängen von Nistkasten auf. In Kombination mit den Kriterien Waldstruktur und Nutzungsintensität konnten so vier geeignete Testflächen mit Nistkasten gefunden werden.

Die Beschreibung der 14 Testflächen findet sich in *Tabelle 1.*

3.2. Untersuchungsmethoden

3.21. Dürrholzerfassung

Eine in forstlichen Augen gute Waldbewirtschaftung wird meist mit einem geringen Vorkommen von stehendem und zum Teil auch liegendem dürren Holz gleichgesetzt. Dieser Grad der Bewirtschaftung wird aber zugleich mit einer Beeinträchtigung der Nistgelegenheiten für höhlenbewohnende Arten in Verbindung gebracht.

Da es schwierig bis unmöglich ist, in einer Testfläche das natürliche Höhlenangebot genau zu bestimmen, wurde das Vorkommen von Dürrholz als massgebliches Kriterium gewählt. Sämtliche toten Bäume sowie alle lebenden Bäume mit einem Dürrholzanteil im Kronenbereich von über 20 % wurden nach Baumarten und Durchmesser getrennt erfasst (10–20, 20–40, > 40 cm). Mit dieser Methode konnten alle Testflächen mit einem vertretbaren Aufwand bearbeitet werden. Ein Aufnahmeversuch, in dem nebst dem Dürrholz auch vermodernde Strünke, eingefaulte Astlöcher, beste-

Tabelle 1. Flächenbeschreibung.

Merkmale / Testflächen	Nr.	Fläche (ha)	Flächenanteile: Jungwuchs Dickung Stangenholz (%)	Flächenanteile: Baumholz Altholz (%)	Flächenanteile: Mittelwald (%)	Mischung: Nadelholz > 90% (%)	Mischung: Nadelholz 50-90% (%)	Mischung: Nadelholz 10-50% (%)	Mischung: Nadelholz < 10% (%)	Nutzung pro ha und Jahr, Revierdurchschnitt (m3)	Stammzahl	Nistkasten pro 10 ha	Flächendeckung: Nebenbestand (%)	Flächendeckung: Strauchschicht (%)	Durchschnittl. Bestandesgrösse (ha)	Länge der inneren Ränder (m'/ha)
Unterschlatt Privatwald	1	16.71	6	94	-	3	9	66	22	2.4	619	-	65	20	2.09	48
BG Unterschlatt	2	15.23	5	95	-	-	1	96	3	10.4	421	-	60	10	3.05	30
Staat Kalchrain	3	22.15	8	92	-	3	25	18	54	15.6	403	5.9	20	15	2.46	47
Hörnliwald Privatwald	4	13.50	6	94	-	9	11	30	50	5.8	442	-	30	25	1.04	48
BG Mammern	5	16.91	11	89	-	9	12	61	18	10.5	441	-	50	20	1.54	52
Mammern Privatw.	6	13.93	8	92	-	7	8	-	85	5.8	495	-	55	5	1.39	34
BG Tägerwilen	7	26.28	1	-	99	1	5	31	63	6.1	235	-	85	20	2.39	6
Korp. Güttingen	8	25.21	16	6	78	8	-	27	65	6.6	295	-	75	20	1.26	56
Staat Kreuzlingen	9	7.58	19	2	79	-	9	14	77	9.8	197	25.3	60	35	1.26	59
Staat Kreuzlingen	10	10.67	13	3	84	-	3	10	87	9.8	252	-	55	25	1.33	56
Sonnenberg Statthalterei	11	23.84	25	75	-	67	32	1	-	8.4	490	-	20	40	0.58	122
BG Aadorf	12	23.25	15	85	-	44	51	-	5	11.9	442	12.9	35	65	1.45	62
Staat Tänikon	13	11.79	19	81	-	8	75	12	5	11.5	403	21.2	45	35	0.74	102
Staat Tänikon	14	14.27	20	80	-	4	86	10	-	11.5	403	-	35	20	0.68	95

hende Spechthöhlen festgehalten wurden, lieferte zwar mehr Anhaltspunkte für das potentielle natürliche Nisthöhlenangebot, erhöhte aber zugleich wesentlich die möglichen Fehlerquellen (versteckte höhlengeeignete Strünke in Jungwüchsen und Dickungen, unsichtbare Astlöcher und Spechthöhlen). Mit der Aufnahme des Dürrholzes ist hingegen lediglich ein subjektiver (positiver oder negativer) Beobachtungsfehler verbunden. Die Aufnahmen erfolgten flächendeckend; eine Stichprobenaufnahme fiel ausser Betracht (beispielsweise eine Linientaxation), weil vor allem im parzellierten Privatwald der Pflegezustand lokal stark ändert.

3.22. Brutrevierkartierung

Mit der Brutrevierkartierung wird der quantitative und qualitative Vogelbestand einer Testfläche erfasst. Der Beobachter orientiert sich dabei weitgehend am Verhalten der Männchen, die durch ihren Gesang, durch Grenzkämpfe und das übrige Revierverhalten das von ihnen besetzte Territorium gegen Artgenossen verteidigen. Das Revier sichert so die Fortpflanzung, erleichtert die Bildung und Erhaltung der Paare und stellt die Nahrungsversorgung für Altvögel und Brut sicher. Die Anzahl Reviere einer Vogelart pro Fläche sowie die Artenzahl und die Gesamtdichte sind ein Ausdruck für die Reichhaltigkeit eines Lebensraumes für die Avifauna.

In den Monaten April bis Juni 1982 wurden vom Verfasser und den mitwirkenden Ornithologen die Testflächen systematisch kartiert. Bei vergleichbarer Zeit und Witterung wurden pro Fläche zwischen 4 und 7 Begehungen durchgeführt. Aufgrund der Anzahl und der Verteilung der revieranzeigenden Merkmale liess sich in der Auswertung feststellen, wieviele Reviere einer Art pro Testfläche vorhanden sind. Das bedeutet zwar nicht zwangsläufig, dass ebensoviele Paare eine Brut aufziehen, da vereinzelte unverpaarte Männchen mit ihrem Gesang das Revier ebenso abgrenzen wie verpaarte. Es handelt sich aber auch bei diesen verteidigten Territorien um Reviere, die potentiell ein Paar samt Brut ernähren könnten.

Es wurden sämtliche Brutvögel kartiert, obwohl das Augenmerk dieser Untersuchung vor allem auf die Höhlenbrüter ausgerichtet ist. Von den waldbewohnenden Vogelarten sind zwar nur etwa 20 % eng an Nisthöhlen gebunden (*Koch*, 1975). Die Relation Freibrüter-Höhlenbrüter ist aber auch in dieser Untersuchung von Bedeutung. Zudem stellt die Vollaufnahme von Waldhabitaten einen Programmpunkt des Faunistikprogramms für die Achtzigerjahre dar; die hier gewonnenen Daten sind also über diese Studie hinaus von allgemeinem Interesse.

4. Ergebnisse und Auswertung

Die Ergebnisse der Dürrholzerfassung und der Brutrevierkartierung wurden tabellarisch zusammengestellt.

Für die Dürrholzerfassung *(Tabelle 2)* betrug der Aufwand insgesamt 136 Stunden, im Durchschnitt aller Testflächen pro ha 34 Minuten.

Bei der Brutrevierkartierung *(Tabelle 3)* wurden von allen Beobachtern total 153 Stunden aufgewendet. Bei minimal 4 und maximal 7 Begehungen pro Testfläche lag die durchschnittliche Beobachtungszeit pro ha bei 38 Minuten mit einer Streuung von 12,4 Minuten.

Bei der Auswertung der Brutrevierkartierung wurden von der Gesamtartenzahl die Brutgäste abgezogen. Als Brutgäste werden Vogelarten bezeichnet, die ihre Nahrungsgrundlage vorwiegend oder ausschliesslich ausserhalb des Waldes besitzen und den Wald nur als Brutplatz aufsuchen. Von der Gesamtrevierzahl wiederum wurden die Teilsiedler zur Hälfte abgezogen. Teilsiedler benötigen als Lebensraum Reviere, die erheblich grösser sind als der Durchschnitt der hier ausgewählten Testflächen *(Glutz von Blotzheim,* 1964).

In der Auswertung wurden die verschiedenen Daten auf lineare und kurvilineare Korrelationen hin untersucht. Als Erklärungsmöglichkeit für die Abweichungen von den gefundenen Korrelationen wurde auch überprüft, ob die Residuen ihrerseits mit bestimmten Faktoren korreliert sind.

4.1. Allgemeine Auswertung

Es besteht eine positive lineare Korrelation ($p < 0{,}001$) zwischen dem relativen Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum und der Anzahl der verschiedenen Höhlenbrüter-Arten *(Abbildung 1)*. Im weiteren besteht eine positiv kurvilineare Korrelation ($p < 0{,}001$) zwischen der Anzahl Höhlenbrüter-Arten und dem relativen Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum *(Abbildung 2)*. Die Residuen dieser Beziehung sind positiv linear mit der Grösse der Testflächen korreliert ($p < 0{,}01$).

Das bedeutet, dass die Höhlenbrüter-Arten in einem Wald stärker zur Erhöhung der Artenzahl beitragen als die Nicht-Höhlenbrüter-Arten, dass also bei hoher Gesamtartenzahl absolut und relativ mehr Höhlenbrüter-Arten erwartet werden können. Auf Flächen, wo der relative Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum hoch ist, scheinen auch unter Berücksichtigung der Flächengrösse, die natürlich auf den absoluten Gesamtbestand der Vögel einen Einfluss hat, überproportional viele Höhlenbrüter-Reviere vorzukommen.

Beziehung Avifauna-Wald:

Die Artenzahl der Höhlenbrüter ist positiv kurvilinear mit dem prozen-

Tabelle 2. Dürrholzerfassung.

Dürrholzgruppen / Testflächen		Anzahl pro Hektar						In Prozent der Stammzahlen					
		Tote Bäume total	Tote Bäume > 2o cm Brusthöhendurchm.	Lebende Dürrholzbäume total	Lebende Dürrholzbäume > 2o cm BHD	Dürrholzbäume total	Dürrholzbäume > 2o cm BHD	Tote Bäume total	Tote Bäume > 2o cm BHD	Lebende Dürrholzbäume total	Lebende Dürrholzbäume > 2o cm BHD	Dürrholzbäume total	Dürrholzbäume > 2o cm BHD
Unterschlatt Privatwald	1	15.6o	1.97	1o.5o	8.53	26.1o	1o.5o	2.52	o.32	1.7o	1.38	3.9o	1.7o
Unterschlatt BG	2	2.7o	o.o7	2.97	2.56	5.67	2.63	o.64	o.o2	o.71	o.61	1.35	o.63
Staat Kalchrain	3	1.37	o.1o	5.o1	4.51	6.38	4.61	o.34	o.o2	1.23	1.12	1.57	1.14
Hörnliwald Privatwald	4	7.95	1.1o	5.9o	5.2o	13.85	6.3o	1.8o	o.25	1.34	1.17	3.14	1.42
Mammern BG	5	1.23	o.14	9.11	8.63	1o.34	8.77	o.28	o.o4	2.o7	1.96	2.35	2.oo
Mammern Privatw.	6	26.91	5.46	1o.92	9.13	37.83	14.59	5.44	1.1o	2.21	1.85	7.65	2.95
Tägerwilen BG	7	2.3o	o.23	8.72	8.26	11.o2	8.49	o.98	o.1o	3.71	3.52	4.69	3.62
Güttingen Korp.	8	4.73	o.i4	12.17	1o.65	16.9o	1o.79	1.61	o.o5	4.13	3.61	5.74	3.66
Staat Kreuzlingen	9	2.27	o.32	9.89	8.26	12.16	8.58	1.15	o.16	5.o2	4.19	6.17	4.35
Staat Kreuzlingen	1o	o.86	-	7.66	6.69	8.52	6.69	o.34	-	3.o4	2.65	3.38	2.65
Sonnenberg Statthalterei	11	1.9o	o.12	1o.74	7.17	12.64	7.29	o.39	o.o2	2.19	1.46	2.58	1.48
Aadorf BG	12	3.oo	1.o6	1o.o5	8.27	13.o5	9.33	o.68	o.24	2.28	1.86	2.96	2.1o
Staat Tänikon	13	6.92	o.73	7.34	5.o3	14.26	5.76	1.72	o.18	1.82	1.24	3.54	1.42
Staat Tänikon	14	6.56	o.44	7.o9	5.6o	13.65	6.o4	1.63	o.11	1.76	1.38	3.39	1.49

Tabelle 3. Brutrevierkartierung.

Testflächen	Nr.	Alle Vogelarten					Nur Höhlenbrüter					$\frac{S_H'}{S'}$	$\frac{A_H}{A}$
		Artenzahl total (S)	Artenzahl bereinigt * (S')	Revierzahl total (R)	Revierzahl bereinigt ** (R')	Revierzahl bereinigt pro 10 ha (A)	Artenzahl total (S_H)	Artenzahl bereinigt * (S_H')	Revierzahl total (R_H)	Revierzahl bereinigt ** (R_H')	Revierzahl bereinigt pro 10 ha (A_H)		
Unterschlatt Privatwald	1	25	24	54.0	53.5	32.0	9	9	16.5	16.5	9.9	0.38	0.31
Unterschlatt BG	2	21	20	39.0	38.5	25.3	5	5	9.0	9.0	5.9	0.25	0.23
Staat Kalchrain	3	17	17	69.0	68.0	30.7	5	5	15.5	15.25	6.9	0.29	0.22
Hörnliwald Privatwald	4	20	19	59.5	58.0	43.0	4	4	8.0	8.0	5.9	0.21	0.14
Mammern BG	5	24	24	69.5	68.5	40.5	7	7	17.0	17.0	10.1	0.29	0.25
Mammern Privatw.	6	25	23	81.5	80.0	57.4	7	7	17.5	17.5	12.6	0.30	0.22
Tägerwilen BG	7	21	20	86.5	84.0	32.0	8	8	26.0	26.0	9.9	0.40	0.31
Güttingen Korp.	8	23	22	92.5	91.5	36.3	10	10	35.0	35.0	13.9	0.45	0.38
Staat Kreuzlingen	9	24	23	56.0	54.5	71.9	9	9	14.5	14.5	19.1	0.39	0.27
Staat Kreuzlingen	10	26	25	60.0	58.0	54.4	10	10	18.0	17.5	16.4	0.40	0.30
Sonnenberg Statthalterei	11	20	20	101.5	101.0	42.4	6	6	17.0	16.75	7.0	0.30	0.17
Aadorf BG	12	27	23	100.5	96.5	41.5	9	8	25.5	25.0	10.8	0.35	0.26
Staat Tänikon	13	20	20	61.5	60.0	50.9	9	9	26.0	25.0	21.2	0.45	0.42
Staat Tänikon	14	26	25	73.0	71.0	49.8	9	9	13.0	12.75	8.9	0.36	0.18

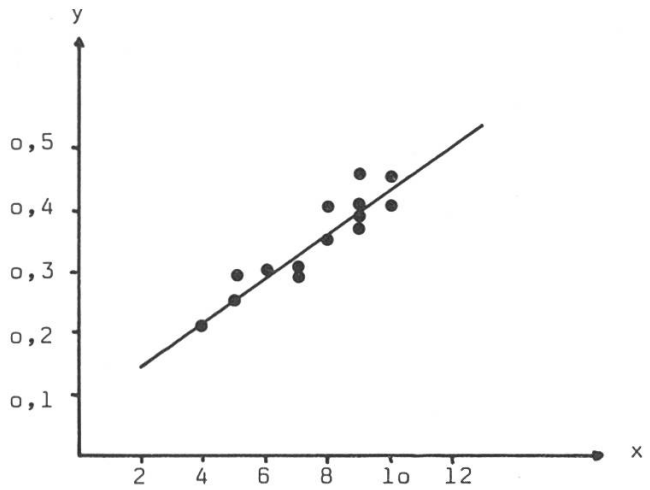

Abbildung 1. Abhängigkeit des relativen Anteils der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum (y) von der Anzahl verschiedener Höhlenbrüter-Arten auf 14 verschiedenen Testflächen. $y = 0{,}0845 + 0{,}0343x$; $r = 0{,}919$.

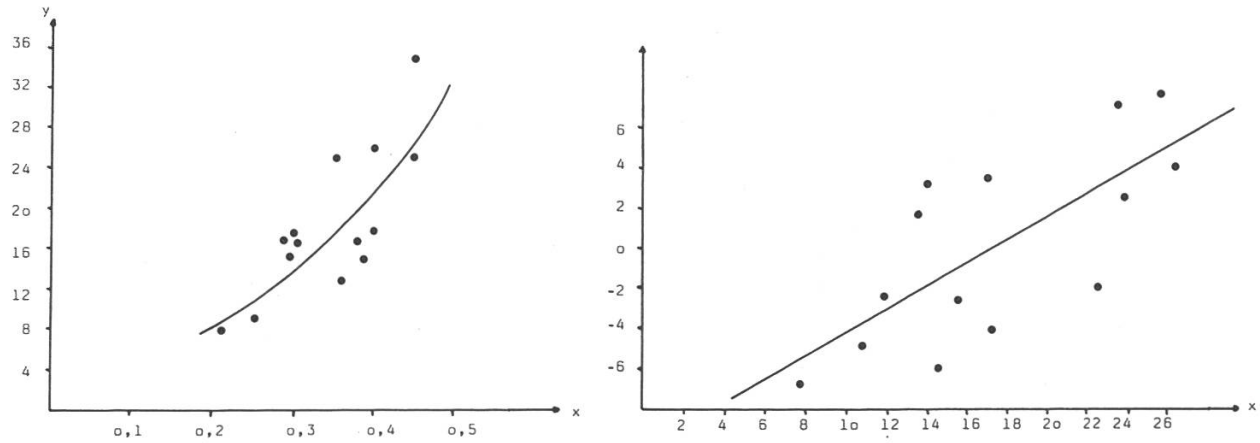

Abbildung 2. Links: Abhängigkeit der totalen Anzahl Höhlenbrüter-Reviere (y) vom relativen Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum (x) auf 14 verschiedenen Testflächen. $y = 3{,}831e^{4{,}325x}$: $r = 0{,}7847$.

Rechts: Abhängigkeit der Residuen aus der Abbildung links (y) von der Grösse der untersuchten Testflächen in ha (x). $y = -9{,}929 + 0{,}576x$; $r = 0{,}7234$.

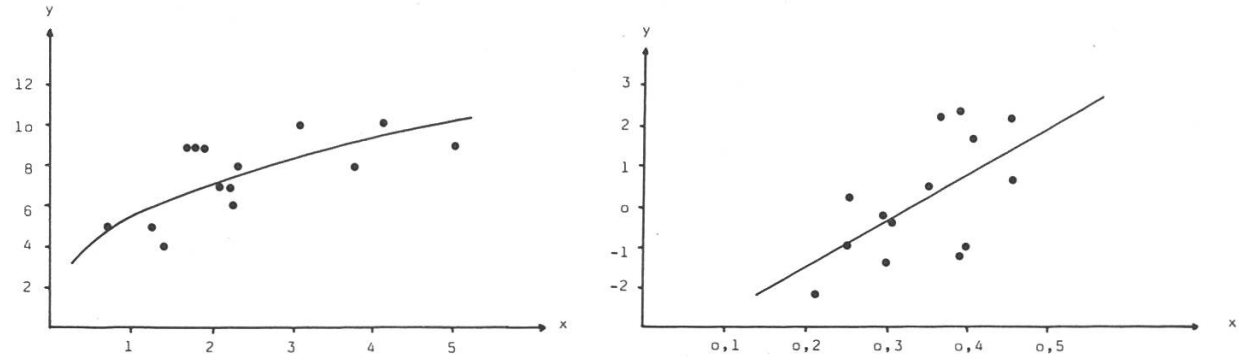

Abbildung 3. Links: Abhängigkeit der Anzahl Höhlenbrüter-Arten (y) vom prozentualen Anteil der lebenden Bäume mit Dürrholz (x) auf 14 verschiedenen Testflächen. $y = 5{,}477x^{0{,}387}$; $r = 0{,}6908$.

Rechts: Abhängigkeit der Residuen aus der Abbildung links (y) vom relativen Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum (x). $y = -3{,}769 + 11{,}331x$; $r = 0{,}5669$.

tualen Anteil der lebenden Bäume mit Dürrholz korreliert ($p < 0{,}01$, *Abbildung 3),* wobei sich die Abweichungen von dieser Beziehung mindestens teilweise durch eine positive lineare Korrelation mit dem relativen Anteil der Höhlenbrüter-Arten am gesamten Artenspektrum erklären lassen ($p < 0{,}05$). Die Gesamtdichte der Höhlenbrüter ist positiv linear mit dem prozentualen Anteil der lebenden Bäume mit Dürrholz korreliert ($p < 0{,}01$, *Abbildung 4).*

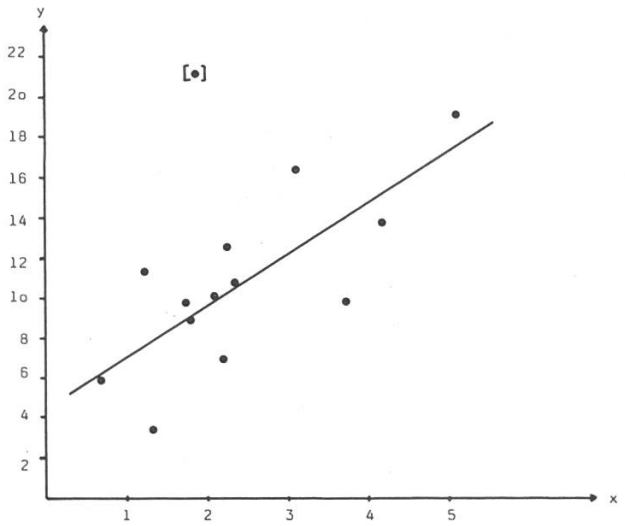

Abbildung 4. Abhängigkeit der Gesamtdichte der Höhlenbrüter (y) vom prozentualen Anteil der lebenden Bäume mit Dürrholz (x) auf 14 verschiedenen Testflächen. $y = 0{,}451 + 0{,}257x$; $r = 0{,}7632$.
Für die Berechnung der linearen Gleichung wurde ein offensichtlich stark abweichender Wert (in Klammern) nicht berücksichtigt.

4.2. Auswertung mit spezieller Berücksichtigung der Vergleichspaare

Die Hypothese, dass Wälder mit hoher Nutzung über wenig Dürrholz verfügen, lässt sich nicht erhärten. Die geprüften Korrelationen sind zwar tendenziell negativ, aber nicht gesichert. In 2 von 3 Vergleichspaaren ohne Nistkasten (Nr. 1/2 und Nr. 5/6) weisen die Testflächen mit mehr Dürrholz und geringerer Nutzung auch eine grössere Revierdichte der Höhlenbrüter auf; im andern Fall ist es umgekehrt.

Zwischen Dürrholzanteil und Nutzung besteht kein gesicherter Zusammenhang für alle 14 Testflächen. Wichtiger als die Nutzung scheint die Baumartenzusammensetzung zu sein. Eichen und Föhren tragen überdurchschnittlich mehr zum Dürrholzvorkommen bei als andere Baumarten. In allen Testflächen lagen diese zwei Baumarten in den vorderen Rängen oder an der Spitze nach Dürrholzanteil, auch wenn sie gemessen am Gesamtbestand von geringerer Häufigkeit waren. Föhren- und eichenreiche Hochwälder sowie die Mittelwälder weisen bezogen auf die Stammzahl überproportio-

nal hohe Dürrholzprozente auf. In den vier Mittelwald-Testflächen wird das hohe Dürrholzprozent vor allem durch Bäume mit über 20 cm BHD gebildet.

Waldstrukturen:

- Schichtung: Im Nadelwaldgebiet wirkt sich eine zunehmende Schichtung tendenziell positiv auf die Gesamtdichte aller Arten aus. Im Laubwaldgebiet ist keine Tendenz zu erkennen.
- Altersklassenverhältnis: Hohe Jungwaldanteile erhöhen die Gesamtdichte aller Arten. Dies gilt auch für Mittelwälder, die in Umwandlung begriffen sind. Für die Dichte der Höhlenbrüter lässt sich dasselbe feststellen, wobei vor allem in Testflächen mit Nistkasten der Jungwaldanteil sich positiv auswirkt.
- Mischung: Die Gesamtdichte aller Arten erreicht im Nadelwaldgebiet durchschnittliche und überdurchschnittliche Werte. Je höher der Laubwaldanteil in diesen Wäldern, desto höher liegt die Dichte aller Arten.
  Im reinen Laubwald und im leicht gemischten Nadel-Laubwald ist die Dichte aller Arten durchschnittlich geringer mit Ausnahme der Mittelwälder.
- Durchschnittliche Bestandesgrösse und Länge der inneren Ränder: Mit abnehmender durchschnittlicher Bestandesgrösse steigt die Gesamtdichte aller Arten *(Abbildung 5)*. Im Laubwald tritt dies deutlicher zutage als im Nadelwald. Auch im Mittelwald ist diesselbe Tendenz festzustellen. Kleinflächige Umwandlungen wirken sich positiv auf Gesamtartenzahl und Artenzahl der Höhlenbrüter aus.
  Eine zunehmende Länge der inneren Ränder — indirekt auch abhängig von der durchschnittlichen Bestandesgrösse — steigert im Hochwald die

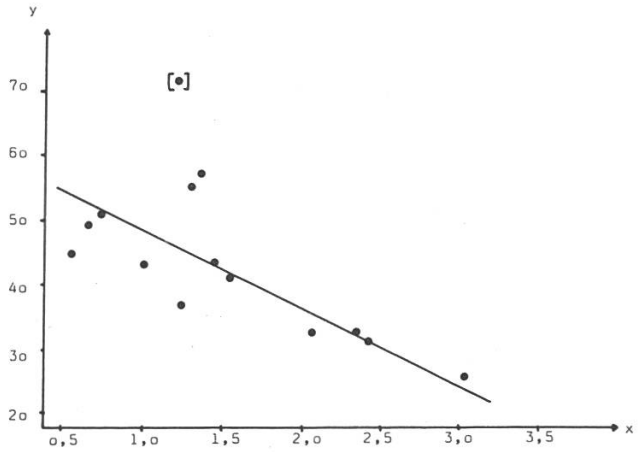

Abbildung 5. Abhängigkeit der Revierdichte aller Arten (y) von der durchschnittlichen Bestandesgrösse in ha (x) auf 14 verschiedenen Testflächen. $y = 56.419 - 9.862x$; $r = -0.756$. (Gleichung ohne Berücksichtigung des eingeklammerten Wertes).

Tabelle 4. Zusammenhang Höhlenbrüterdichte – Nistkastendichte.

Testflächen-Nr.	Nistkastendichte Anzahl pro 10 ha	Höhlenbrüterdichte Reviere pro 10 ha
3	5.9	6.9
12	12.9	10.8
9	25.3	19.1
13	21.2	21.2

Dichte der Höhlenbrüter, sofern Nistkasten in ausreichender Zahl vorhanden sind.

Nistkasten:

Die Höhlenbrüter-Dichte wird durch die steigende Zahl Nistkasten pro 10 ha positiv beeinflusst *(Tabelle 4)*. Der Einfluss der Nistkasten lässt sich auch an den Dominanzwerten abschätzen, welche die Höhlenbrüter gemessen am ganzen Artenspektrum besitzen *(Tabelle 5)*. Die Dominanz drückt den Anteil der Reviere einer Art an der Summe der Reviere aller Arten in Prozent aus.

- Vergleichspaar Nr. 3–4: Die Kohlmeise profitiert enorm von den künstlichen Nisthöhlen. Beim Kleiber ist der Unterschied weniger ausgeprägt und – nach den Detailergebnissen der Brutrevierkartierung – nicht auf die Nistkasten zurückzuführen.
- Vergleichspaar Nr. 9–10: Hier weist in Nr. 9 (Nistkasten) einzig die Kohlmeise einen höheren Dominanzwert auf. In der nistkastenfreien Testfläche Nr. 10 sind die Werte der übrigen Höhlenbrüter sogar meist höher. Ob dies auf ein grösseres Angebot an natürlichen Nisthöhlen oder eventuell auf ungünstige Positionen der Nistkasten in Nr. 9 zurückzuführen ist, muss offen bleiben.
- Vergleichspaar Nr. 11–12: Die Kohlmeise besitzt in Nr. 12 einen deutlich höheren Dominanzwert. Bei Kleiber und Nonnenmeise ist die Differenz weniger augenfällig. Hingegen dürften die Nistkasten erst die Brut der Blaumeise, sicher aber diejenige des Trauerschnäppers ermöglichen, wovon vor allem letzterer profitiert.
- Vergleichspaar Nr. 13–14: Hier sind die Dominanzwerte der Höhlenbrüter für die Nistkasten-Testfläche durchwegs ein Vielfaches höher (Ausnahme: Kleiber). Das Höhlenbrüterspektrum bleibt bis auf Star, Grauschnäpper und Buntspecht dasselbe. Der Schwarzspecht brütete hart am Rande der Testfläche in einer vernachlässigten Privatwaldparzelle.

In den Testflächen der nistkastenfreien Vergleichspaare sind die Unterschiede in den Dominanzwerten weniger auffällig.

5. Diskussion und Folgerungen

Nutzung und Dürrholz:

Die Nutzungsintensität hat sich als Faktor mit nicht nachweisbarer Wirkung auf die Besiedlungsdichte der Vogelarten erwiesen. Eine hohe Nutzung braucht nicht notwendigerweise einen geringen Dürrholzanteil zur Folge zu haben. Dieser wird durch Baumartenzusammensetzung und Waldstruktur stärker beeinflusst. Die Ergebnisse der Dürrholzerfassung haben auch gezeigt, dass Wälder mit einem grossen Prozentsatz grobastiger Baumarten mit schlechter natürlicher Astreinigung einen überdurchschnittlichen Anteil lebender Bäume mit Dürrholz aufweisen. Dieselben Wälder besitzen auch höhere Anteile Höhlenbrüter nach Artenzahl und Revierdichte. Aus dem vorliegenden Untersuchungsmaterial ist zwar nicht ersichtlich, welche Baumteile (Dicke, Gesundheitszustand) die Höhlenbrüter für ihren Nistplatz ausgewählt haben; trotzdem lässt sich insgesamt ein positiver Effekt des Dürrholzvorkommens auf die Höhlenbrüter annehmen.

Waldstrukturen:

In den Testflächen des Nadelwaldgebietes begünstigt die Schichtung die Gesamtdichte aller Arten; im Laubwaldgebiet ist keine eindeutige Tendenz festzustellen. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass nach Durchforstungen das Kronendach im Nadelwald weniger rasch geschlossen wird. Die sich einstellende Unterschicht und der Nebenbestand aus Laubbäumen bieten zusätzlich zur Masse der Nadeln eine neue Nahrungsquelle, die den Lebensraum für die Vogelwelt bereichert. Starke Durchforstungen mit Förderung der Schichtung begünstigen also die Avifauna.

Die Gesamtdichte aller Vogelarten wird auch durch hohe Jungwaldanteile gefördert, obwohl die Jungwaldflächen selbst nach Artenzahl und Dichte geringere Werte aufweisen als Baumholz- und Altholzflächen. Mit häufigen Unterbrechungen des Kronendaches wird die Waldstruktur bereichert, der Lichteinfall erhöht, die Länge der inneren Bestandesränder vergrössert. Die kleinflächigen Verjüngungen nach dem Femelschlagprinzip wirken sich günstig auf die Vogelwelt aus. Für Höhlenbrüter ist diese Struktur vor allem dann von Vorteil, wenn in solchen Waldteilen künstliche Nisthöhlen angebracht sind, bzw. Höhlenbäume stehengelassen werden.

Baumarten und Betriebsart:

Mittelwälder stellen für die Höhlenbrüter bezüglich Artenzahl und Dichte von den untersuchten Waldformen die günstigsten Lebensbedingungen. Die Werte der Beziehung höhlenbauende Arten zu höhlenbewohnende Arten sind hier überdurchschnittlich hoch verglichen mit den Werten im

Tabelle 5. Dominanzwerte der Brutvögel (in %). ■ = Nistkasten-Testflächen ● = Mittelwald-Testflächen

Vogelarten \ Testflächen Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Unterschlatt Privatwald	Unterschlatt BG	■ Staat Kalchrain	Hörnliwald Privatwald	Mammern BG	Mammern Privatwald	● Tägerwilen BG	● Güttingen Korp.	■● Staat Kreuzlingen	● Staat Kreuzlingen	Sonnenberg Statthalt.	■ Aadorf BG	■ Staat Tänikon	Staat Tänikon
Star							2.4	8.7	3.7	5.2		0.5	3.3	
Gartenbaumläufer		1.3		1.7	2.9	1.3		4.4	1.8	1.7		1.0	0.8	0.7
Waldbaumläufer	1.9									1.7				
Kleiber	3.7	3.9	5.9	3.5	2.9	3.1	3.6	3.3	1.8	2.6	2.0	3.1	2.5	3.5
Blaumeise	3.7					1.3	2.4	5.5	3.7	5.2		1.0	6.7	1.4
Kohlmeise	7.5	9.1	14.7	6.9	7.3	8.1	12.5	4.4	9.2	6.9	5.0	7.8	11.7	5.6
Tannenmeise	3.7	6.5	0.7	1.7	7.3	5.6	4.8	5.5	1.8	3.5	7.4	6.2	7.5	1.4
Haubenmeise											1.0			
Nonnenmeise	3.7				1.5	1.9	1.2	2.2			1.0	2.1	4.2	1.4
Trauerschnäpper	0.9				1.5			1.1				3.6	5.0	0.7
Grauschnäpper	3.7													2.8
Kleinspecht									0.9					
Mittelspecht							1.2	1.1	1.8					
Buntspecht	1.9	2.6	0.7		1.5	0.6	3.0	2.2	1.8	2.6	0.5	1.0	1.7	
Schwarzspecht														0.7
Grünspecht			0.7							0.9				
Grauspecht										0.9				
(nur Höhlen- und Nischenbrüter)														

Testflächen Nr. / Vogelarten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1o	11	12	13	14
			■				●	●	■●	●		■	■	
Amsel	7.5	5.2	6.6	6.o	5.1	8.1	1o.7	13.1	11.o	1o.3	7.4	7.8	9.2	8.5
Wacholderdrossel			1.5	1.7								1.o	2.5	1.4
Singdrossel	3.7	1.3	5.9	4.3	5.9	5.6	4.8	8.7	1.8	5.2	8.9	5.7	4.2	6.3
Misteldrossel												1.o		
Gartengrasmücke	o.9	5.2			2.2			1.1	1.8	1.7	1.o			1.4
Mönchsgrasmücke	4.7	6.5	6.6	13.8	5.1	5.o	6.6	9.3	12.9	5.2	7.4	8.3	6.7	4.2
Waldlaubsänger	3.7	3.9		6.o	6.6	6.9	3.6	3.3	1.8	3.5				2.8
Berglaubsänger					1.5									
Zilpzalp	1.9	6.5	3.7	4.3	8.8	6.9	1.2	2.2	5.5	3.5	9.4	8.8	4.2	3.5
Fitis	o.9	2.6								2.6				
Goldammer				1.7	o.7	1.3								
Baumpieper				1.7	1.5									
Wintergoldhähnchen	5.6	3.9	1.5	o.9	1.5	o.6		5.5	3.7	1.7	5.9	6.2		4.2
Sommergoldhähnchen	4.7	6.5			4.4	8.8		4.4	3.7		8.4	4.2	6.7	5.6
Heckenbraunelle	1.9	2.6	1.5	1.7		2.5			1.8	1.7	5.o	3.1	1.7	1.4
Buchfink	15.9	16.9	32.4	28.5	11.o	12.5	26.2	6.6	12.o	9.5	15.4	13.o	8.3	19.o
Grünfink				1.7		1.3	1.2			1.7	o.5		1.7	
Zaunkönig	8.4	5.2	11.8	1o.3	8.8	6.9	4.2	3.3	5.5	1o.3	7.9	6.7	7.5	1o.6
Rotkehlchen	7.5	7.8	5.2	3.5	9.5	9.4	8.9	3.3	9.2	1o.3	5.o	7.3	6.7	12.7
Gimpel			1.5		1.5	1.3	1.2		1.8			1.o		o.7
Pirol	o.9	1.3								1.7				

Hochwald. Nebst dem häufigeren Vorkommen des Buntspechts ist dies dem Mittelspecht zuzuschreiben, einer Charakterart des Mittelwaldes. Die Möglichkeiten, Nisthöhlen anzulegen, sind in dieser eichenreichen Waldform vielseitiger als im Hochwald. Bei der Dürrholzerfassung hatte sich gezeigt, dass die Eichen – und im Hochwald die Föhren – die wichtigsten Baumarten mit wesentlichen Dürrholzanteilen sind.

Mit der Dürrholzerfassung wurde versucht, Hinweise zu erhalten, welche Baumarten und -dimensionen für die Höhlenbrüter fördernd wirken. Einen genauen Aufschluss über das Vorkommen von Nischen und Höhlen pro Baumart könnte nur eine sehr aufwendige Kartierung aller möglichen Niststandorte liefern.

Nistkasten:

Das Aufhängen von Nistkasten fördert Artenzahl und Dichte der Höhlenbrüter. Es hat sich gezeigt, dass die Begünstigung dieser Vogelartengruppe unterschiedlich ausfällt. Eine geringe Nistkastendichte pro Flächeneinheit fördert nur gerade die anpassungsfähige und konkurrenzstarke Kohlmeise. Eine grössere Artenzahl profitiert erst, wenn das Nistkastenangebot steigt und sich der Konkurrenzdruck um den einzelnen Nistplatz abschwächt. In reich strukturierten Wäldern mit hohem Jungwaldanteil und häufigen Bestandesrändern wirken sich Nistkasten besonders positiv aus.

Das Material dieser Untersuchung liefert erste Hinweise zur Beantwortung der einleitend formulierten Fragestellung. Trotz des relativ knappen Umfangs des Zahlenmaterials und unter der Berücksichtigung der Mitarbeit verschiedener Ornithologen lassen sich bisher nicht bewiesene Vermutungen über den Zusammenhang Waldbewirtschaftung – Höhlenbrüter wesentlich bestärken.

Résumé

Influence de l'exploitation forestière sur l'avifaune

Sur 14 surfaces expérimentales réparties dans la région des forêts résineuses, feuillues et mixtes du canton de Thurgovie, on a examiné dans quelle mesure l'exploitation forestière influençait l'avifaune, surtout les oiseaux cavernicoles. On a tenté d'établir des relations avec différents facteurs tels que la structure de la forêt, l'intensité de l'exploitation, le mélange des essences et la présence des nichoirs.

Une forêt fortement structurée (classes d'âge, stades de développement, mélange, étagement à l'intérieur du peuplement, longueur des lisières intérieures) favorise la densité générale de toutes les espèces. Une proportion élevée d'arbres vivants comportant du bois sec a un effet positif sur la densité des oiseaux cavernicoles; on peut constater le même phénomène avec les essences à grosses branches (chênes). Les nichoirs entraînent une augmentation du nombre d'espèces et accentuent la densité des territoires des oiseaux cavernicoles, surtout en les concentrant sur des surfaces relativement petites et dans des forêts fortement structurées.

Traduction: *R. Beer*

Literatur

Blana, H. (1978): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Vogelwelt. Modell einer ornithologischen Landschaftsbewertung. Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes, 12.

Glutz von Blotzheim, U. (1964): Die Brutvögel der Schweiz. Hg.: Schweizerische Vogelwarte Sempach, Auflage 3., Aarau.

Koch, N. (1975): Ökologische Beziehungen zwischen den Vögeln und den Biotopen des Üetlibergs und des Reppischtals bei Zürich. Viertelj. Naturforsch. Ges. Zürich, *120,* Schlussheft Dez.

SLKV (1982): Vogelschutzkonzept für die Achtzigerjahre.

Zenker, W. (1980): Untersuchungen zur Siedlungsdichte der Vögel in einem naturnahen Eichen-Ulmen-Auenwald im Erfttal (Kerpener Bruch). Beiträge zur Avifauna des Rheinlandes, 13.