

# Beziehungen zwischen Totholzreichtum und Vogelwelt in Wirtschaftswäldern

Von H. UTSCHICK

## 1 Zielsetzung

In Urwäldern ist totes Holz ein wesentlicher, für die Stoffkreisläufe notwendiger und regelmäßig auch in größeren Mengen vorhandener Bestandteil des Waldökosystems. Daher konnten sich viele Pflanzen- und Tierarten auf Totholz spezialisieren. In Wirtschaftswäldern wird Holz genutzt, bevor Bäume altersbedingt sterben und zufällig anfallendes Totholz, z. B. nach Sturmwürfen, wird meist rasch aus dem Wald entfernt. Viele der Totholzspezialisten vor allem aus dem Wirbellosektor sind daher in Wirtschaftswäldern sehr selten geworden (ALBRECHT 1991; RAUH u. SCHMITT 1991; PFARR u. SCHRAMMEL 1991), meist nur auf wenige naturnahe Waldrelikte (Nationalparks, Naturschutzgebiete, Naturwaldreservate, großflächige Waldbiotope) beschränkt und dadurch häufig vom Aussterben bedroht.

Wirtschaftswälder haben neben ihrer Sozial- und ihrer Sicherungsfunktion auch der Holzproduktion zu dienen. Von daher ist klar, daß sie nie den Totholzreichtum von Urwäldern aufweisen können. Aus ökologischen Gründen ist aber ein gewisser Totholzanteil zu fordern. Es ist zu erwarten, daß davon zahlreiche Vogelarten profitieren (vgl. SCOTT et al. 1977; THOMAS 1979 u. a.). Die Arbeit verfolgt daher drei Ziele:

- Sie soll klären, wie die Totholzverteilung in einem typischen Wirtschaftswald aussieht. Zu dieser Waldkategorie gibt es im Gegensatz zu Wäldern in Naturwaldreservaten oder Nationalparks kaum Totholz-Untersuchungen. Entsprechende Ansätze finden sich allenfalls in verschiedenen Waldbiotopkartierungen (AMMER u. UTSCHICK 1983, 1985, 1988).
- Die Reaktion der Vögel auf dieses Totholz soll überprüft werden. Wegen der sehr unterschiedlichen Totholzqualitäten ist dies ein relativ komplexes Unterfangen, in dem auch die Rolle des umgebenden Waldbestandes berücksichtigt werden muß (z. B. SCHUSTER 1985).
- Aus den Ansprüchen der verschiedenen Vogelarten an Totholz sollen Strategien zu einer optimalen Anreicherung von Totholz im Wirtschaftswald abgeleitet werden (z. B. AMMER 1991).

## 2 Untersuchungsfläche und Methode

Als Testgebiet (Abb. 1) wurde der Forstdistrikt Lauterbacher Wald (Staatliches Forstamt Seeshaupt) südlich des Starnbergersees ausgewählt, der fast alle typischen Waldformen des Naturraums Ammer-Loisach-Hügelland aufweist, auch wenn die Fichte die meisten Waldbestände prägt. Insgesamt wurden auf 540 ha Wald Totholzanalysen und auf 900 ha Wald und Freiflächen Vogelzählungen durchgeführt.

Als Bezugseinheiten für die Verrechnung von Totholz-, Vogel- und Waldstrukturdaten wurden zum einen die forstlichen Waldbestände, zum anderen Gitterfelder von 6,25 ha Größe definiert.

Nach einer Charakterisierung der Waldbestände und Freiflächen wurde 1988 das Totholz in 4 Kategorien erfaßt (Abb. 2):

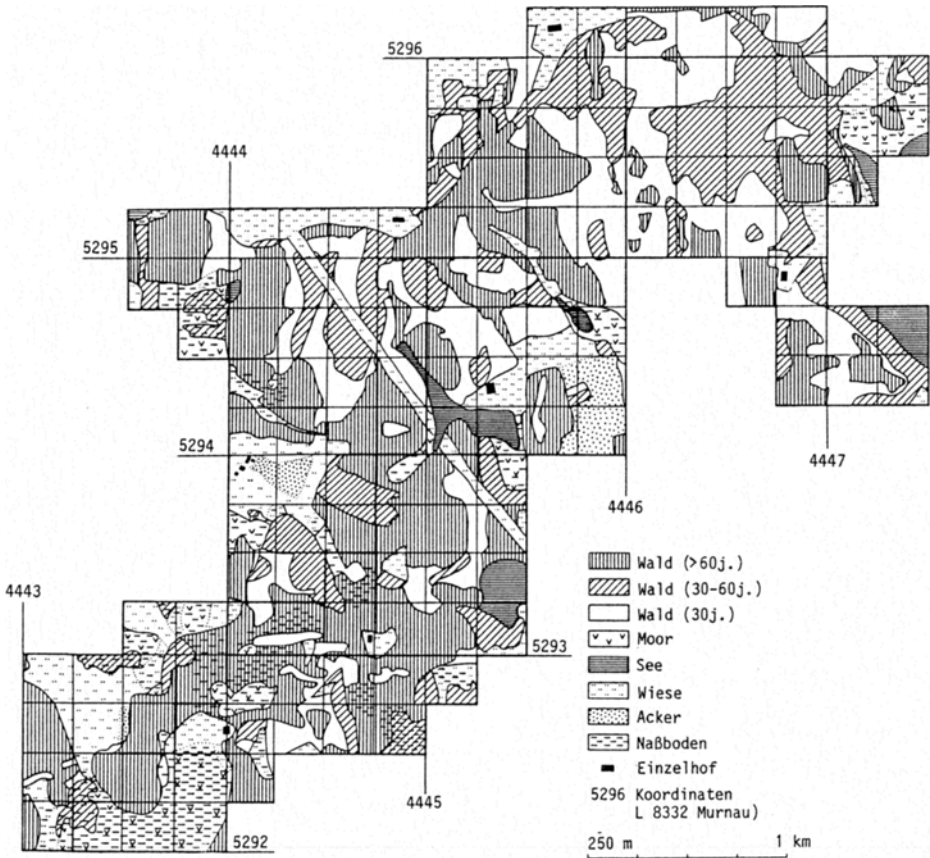


Abb. 1. Struktur des Untersuchungsgebiets

Fig. 1. Structure of the research area

- stärkeres Totholz (Brusthöhendurchmesser [BHD] bzw. bei liegenden Totholz Mittendurchmesser  $> 10$  cm) wurde auf der gesamten Waldfläche einzelstammweise kartiert und beschrieben (z. B. Baumart, BHD, Stammhöhe, Schadenstyp, Zersetzungsgrad, Baumhöhlen) und der Erfassungsgrad durch Vergleich mit einer sehr detaillierten Vollaufnahme auf Testparzellen (PFARR 1990) ermittelt,
- schwaches Totholz (Durchmesser in Anlehnung an die Vorgaben in der Naturwaldreservatsforschung 4–10 cm; ALBRECHT 1990) und aus methodischen Gründen zum Schwachtotholz gestellte, kurze, bei der Holzernte im Bestand verbliebene Starkholzrollen wurden im Zuge der Starktotholzaufnahme auf 8 % jeder Waldbestandsfläche baumartenweise in Längen- bzw. Durchmesserklassen gezählt,
- Holzerntestubben und Reisig wurden auf 4 % der Waldfläche erfaßt, wobei durch Windwurf aufgeklappte Wurzelteller als eigene Kategorie geführt wurden und Reisig nur in Dichtekategorien geschätzt werden konnte.

Die Vogelbestandsaufnahmen erfolgten in Form einer kombinierten Gitterfeld-Territorienkartierung in etwa 100 Stunden von Mitte April bis Mitte Juni 1988.

Nach Beendigung der Feldarbeiten wurden die Waldstrukturvariablen (z. B. Bestandsalter, Schichtung, Überhälter) und Totholzparameter (z. B. Baumart, BHD, Zersetzungsgrad; vgl. Abb. 2) unter Berücksichtigung etwaiger Abhängigkeiten von der Flächengröße

Methodik der Totholzaufnahme

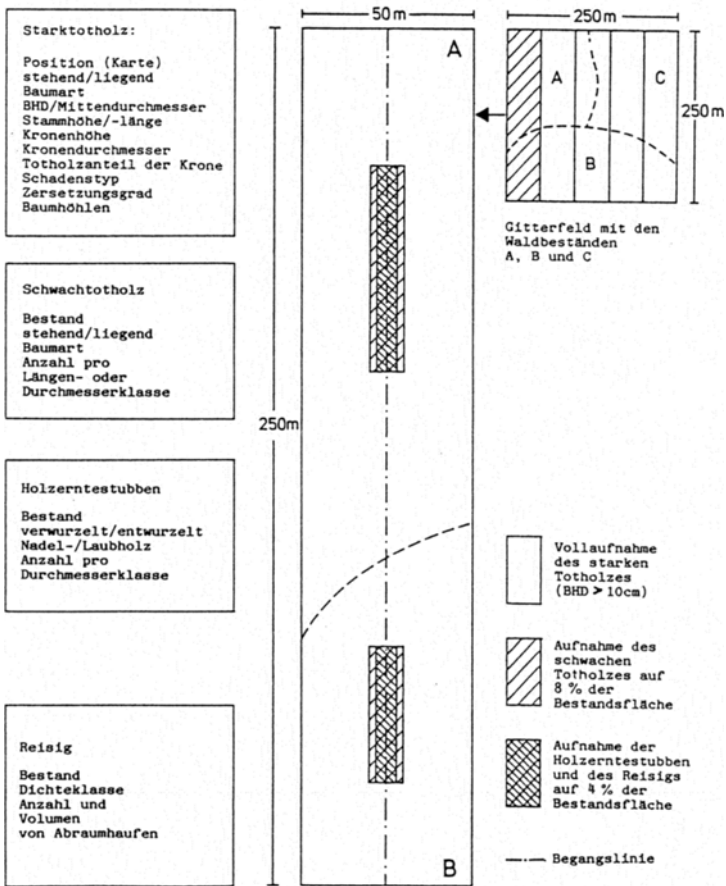


Abb. 2. Methodik der Totholzaufnahme. Bezugsbasis für Vogel-Totholz-Vergleiche sind Waldbestände, Gitterfelder und bei Starktotholz auch die Umgebung von Totholznestern bzw. Einzelstämmen

Fig. 2. Method for inventorying dead woody material. Reference basis for bird vs. dead woody material comparisons are forest stands, grid units and for large-sized material also the surroundings of groups and individual dead trees

mit den Vogeldaten (Vogelsummen pro Art) verglichen (Spearman-Korrelation), und zwar einmal auf Bestandsbasis, zum anderen auf der Basis unterschiedlich großer Totholznester.

Prof. AMMER und den Mitarbeitern des Lehrstuhls für Landschaftstechnik danke ich herzlich für Beratung, Unterstützung und die Überlassung von Daten aus Projekten zur Naturwaldreservats- und Totholzforschung. Die Totholzerfassung und Waldbeschreibung übernahm dankenswerterweise W. KORTENHAUS, und M. QUERMANN half bei den Vogelkartierungen. Zu Dank verpflichtet bin ich auch der AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ in Laufeln, die im Rahmen eines vom Bayerischen Ministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen finanzierten Projektes die Untersuchungen bezuschusste, und vor allem dem STAATLICHEN FORSTAMT SEESHaupt, ohne dessen organisatorische Unterstützung die Arbeit gar nicht möglich gewesen wäre.

### 3 Totholzverteilung im Lauterbacher Wald

#### 3.1 Stärkeres Totholz

Mit 13 Stämmen pro ha (7 davon stehend) bzw. 3 fm pro ha (2 davon stehend) ist die durchschnittliche Dichte von stärkerem Totholz im Lauterbacher Wald für einen Wirtschaftswald vergleichsweise hoch. Weite Bereiche sind allerdings relativ totholzarm, während vor allem auf den teilweise nur extensiv bewirtschafteten Feuchtstandorten das Totholz mit bis zu 75 Stämmen pro ha stark konzentriert vorliegt.

Beim stärkeren Totholz dominiert, ihren Anteilen beim Bestandsaufbau entsprechend, die Fichte mit fast 40 % im stehenden und über 60 % im liegenden Bereich. Weichlaubholz (vor allem Birke) steht zu etwa 75 %. Gemessen an ihrem geringen Bestandsanteil von 3 % bilden Weichlaubhölzer mit über 20 % des starken Totholzes (Stammzahlen; Volumenanteil nur 14 %) eine wesentliche Komponente für den Totholzreichtum des Lauterbacher Waldes.

Über 40 % des gesamten stehenden stärkeren Totholzes weist nur einen BHD von 11–15 cm auf, und nur etwa  $\frac{1}{3}$  des stehenden Starktotholzes erreicht Dimensionen von über 20 cm BHD. Die Durchmesserverteilung ist dabei bis zu einem BHD von 30 cm bei stehendem und liegendem Starktotholz identisch (Abb. 3). Ein ähnlicher Verlauf beider Verteilungen ist nur zu erwarten, wenn nicht eine Totholzkategorie selektiv entnommen wird. Die deutlich geringen Stammdichten beim liegenden Starktotholz ab einem BHD von über 30 cm deuten somit darauf hin, daß sehr starkes Totholz zwar durchaus einige Zeit im Bestand belassen wird, solange es noch steht, daß es aber sehr rasch aufgearbeitet wird, wenn es umfällt. Beim Nadelholz sind dafür vermutlich vor allem Forstschutzgründe verantwortlich, beim Laubholz (meist Buche) seine gute Brennholzqualität. Insgesamt werden nach den hier vorliegenden Daten im Lauterbacher Wald etwa 46 % des liegenden Starktotholzes von über 30 cm BHD dem Totholzkreislauf entzogen.

#### 3.2 Schwachtotholz

An schwachem Totholz (BHD 4–10 cm) wurden Dichten von 20 stehenden bzw. 70 liegenden Stangen pro ha und 14 meist rotfaulen Fichten-Stammrollen pro ha ermittelt.

Während bei stärkerem Totholz über 50 % stehend anfällt, sind es beim Schwachtotholz nur noch 20 %. Dies weist darauf hin, daß letzteres vor allem im Zuge von

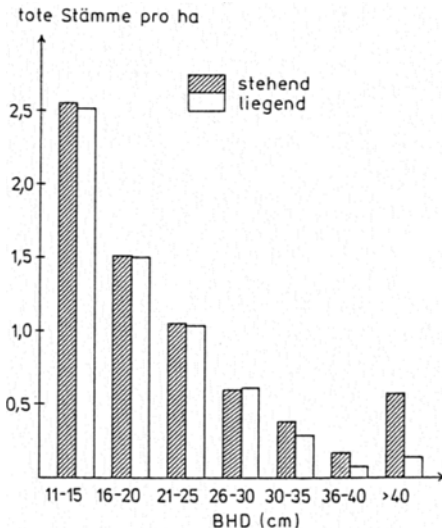


Abb. 3. Stammdichten von stehendem bzw. liegendem Starktotholz in verschiedenen BHD-Klassen

Fig. 3. Stem densities of standing and downed large-sized dead woody material, by diameter classes

Pflegemaßnahmen anfällt, während ersteres „natürlich“ entsteht. Dies hat Auswirkungen auf die auf dem Abbau von Totholz fußenden Sukzessionen von Lebensgemeinschaften. Auf Starktotholz können sie sich allmählich entwickeln, während das abrupt und meist auch stark geklumpt anfallende Totholz aus Pflegeeingriffen schlagartig von nur wenigen Spezialisten besiedelt werden dürfte und von diesen dann rasch abgebaut wird (PFARR 1990), wobei dies durch die schwachen Holzdimensionen noch begünstigt wird. Für die Fauna dürfte daher Schwachtotholz nur von geringer Bedeutung sein, selbst wenn es wie im Lauterbacher Wald von den Stammzahlen her in der nahezu zehnfachen Menge anfällt.

Mit 110 Holzerntestubben pro ha (teilweise nach Sturmwürfen mit herausgeklapptem Wurzelteller) stellt diese Totholzform wohl rund 20% des gesamten Totholzvorrats in diesem Wirtschaftswald. Der Reisigreichtum ist infolge der üblichen Schlagabraumverbrennung relativ gering.

### 3.3 Baumhöhlen in Totholz

Nur 4,9% der stehenden stärkeren Totholzbäume (BHD > 10 cm) des Lauterbacher Waldes wiesen Höhlen auf. Dies ergibt 0,34 tote Höhlenbäume pro ha bzw. 0,87 Höhlen pro ha. Laubholz (Buche, Esche, Birke, Aspe, Schwarzerle) wird viermal so gerne als Höhlenbaum angenommen wie Nadelholz (Ausnahme: Tanne; im Lauterbacher Wald wohl wegen ihrer durchschnittlich starken Dimensionen und ihrer Vorwüchsigkeit in mittelalten Beständen hohe Attraktivität). KNEITZ (1961) fand sogar eine 10fache Bevorzugung des Laubholzes. In Einzelfällen wurden bis zu 13 Höhlen pro Baum gezählt (10 m hoher, toter, starker Buchenstamm). Viele der Höhlen fanden sich bei Nadel- und Hartlaubholz in bereits deutlich zersetztem, beim Weichlaubholz (Birke) sogar in stark vermodertem Holz und waren meist nicht mehr von Brutvögeln besetzt oder nutzbar (in der Regel 40–50% aller Höhlen; RUDAT et al. 1979; KÜHLKE 1985).

In Naturschutzkreisen wird gerne die Bedeutung des Totholzes als Bruts substrat für Höhlenbrüter überbetont und dessen große Bedeutung für die Waldstruktur weitgehend unterschätzt. Dem steht entgegen, daß selbst in sehr totholzreichen Naturwaldreservaten sich mindestens 40–60% aller Baumhöhlen in kerngesunden Bäumen befinden (SCHMID 1988; ALBRECHT u. UTSCHICK, in Vorb.). Daher deutet vieles darauf hin, daß nicht der „Höhleffekt“ von totem Starkholz das Wertvolle am Totholz ist, sondern der „Lichtschachteffekt“ mit seinen waldstrukturrelevanten und mikroklimatischen Begleiterscheinungen (Sonnenflecken; TERBORGH 1985). Eine tote Altbuche oder Alteiche mit weit ausladender Krone erzeugt in dunklen Wäldern einen Lichtkegel, der vermutlich direkt (Phototaxis) oder indirekt (phototaktische Beutetiere) zahlreiche Wirbellose anlockt, die wiederum als Nahrung für Vögel dienen. Nimmt der Totholzanteil, z. B. im Zuge des Waldsterbens, sehr stark zu, so geht dieser Lichtschachteffekt wieder verloren. Die Folge ist eine sinkende Nutzbarkeit des Totholzes durch Vögel (SCHUSTER 1985).

Für Vögel scheint es einen optimalen Totholzanteil im Wald zu geben, der wohl etwa bei 5–10% eines Altbestandes liegen dürfte. Dies ergäbe allerdings Totholzdichten von 20–60 fm/ha, eine Größenordnung, die wohl nur in Schutzgebieten und Naturwaldreservaten, nicht aber im Wirtschaftswald vorstellbar ist.

## 4 Beziehungen zwischen Vögeln und Totholz

Folgenden Fragen soll daher nachgegangen werden:

- Bewirken auch geringere Totholzdichten etwas?
- Wenn ja, welche Qualitäten sollte Totholz aufweisen und
- welche Vogelarten profitieren am meisten davon?
- Spielt dabei auch die Verteilung des Totholzes eine Rolle, d. h. bringt, wie jüngst ernsthaft in Erwägung gezogen, ein gezielt angelegtes Netz von 1–2

starken Totholzbäumen pro km<sup>2</sup> schon etwas oder erst eine Totholzgruppe von mindestens 10 Stämmen, die jeweils höchstens 10 m voneinander entfernt sein dürfen?

#### 4.1 Bedeutung von Totholznestern

Starkes Totholz fällt in unseren Breiten häufig geklumpt an, z. B. durch Windwurf, Käferfraß usw. Unsere Vogelwelt scheint sich darauf eingestellt zu haben. In den fichtenreichen Wäldern des Lauterbacher Waldes erreicht die Beobachtungsfrequenz von Vogelarten im Bereich von Totholzansammlungen erst bei Gruppen von 8–10 in lockerem Zusammenhang stehenden Starkholzstämmen ihr Optimum (Abb. 4). Eine weitere Stammzahlerhöhung auf bis zu 25 Totholzstämmen pro Gruppe bringt dann kaum noch Veränderungen. Es ist daher günstiger, anfallendes Totholz oder dem Verfall preisgebene (nicht mehr zur Nutzung vorgesehene) Stämme in lockeren, kleinen Gruppen zu belassen, als einzelne, isolierte Totholzstämmen „zu erzeugen“.

#### 4.2 Bedeutung der Totholzqualität

Welche Totholzqualitäten sind nun besonders wichtig und welche Arten reagieren darauf? Im Testgebiet reagierten überraschend von 40 – von der Häufigkeit her – für eine Auswertung geeigneten Vogelarten 26 mehr oder weniger stark auf diese doch geringen Totholzdichten in den Waldbeständen. Das sind immerhin fast 65 % aller Arten. Weitere 30 % der Arten zeigten Beziehungen zu wenigstens einer – im Untersuchungsgebiet meist nur schwach vertretenen – Totholzqualität in der unmittelbaren Umgebung entsprechender Einzelbäume.

Wie sieht nun die Intensität der Reaktionen bei den einzelnen Arten aus? Am stärksten reagierten natürlich die Großspechte wie Grau- und Schwarzspecht, bei denen sich auch die Verbreitung gut mit der Totholzverbreitung deckt (Abb. 5). Aber auch Grauschnäpper, Hohltaube, Weidenmeise, Wintergoldhähnchen, Waldbaumläufer und Baumpieper reagierten deutlich, zudem, sicher nicht erwartet, der Kuckuck (Tab. 1). Dagegen hat man die Totholzabhängigkeit der ubiquitären Höhlenbrüter wie Buntspecht, Kleiber und Tannenmeise wohl meist überschätzt. Die im Lauterbacher Wald weitgehend fehlende Reaktion von Kohlmeise, Sumpfmeise oder Blaumeise ist nicht auf eine grundsätzliche Ignoranz des Totholzes durch diese Arten zurückzuführen, sondern darauf, daß im

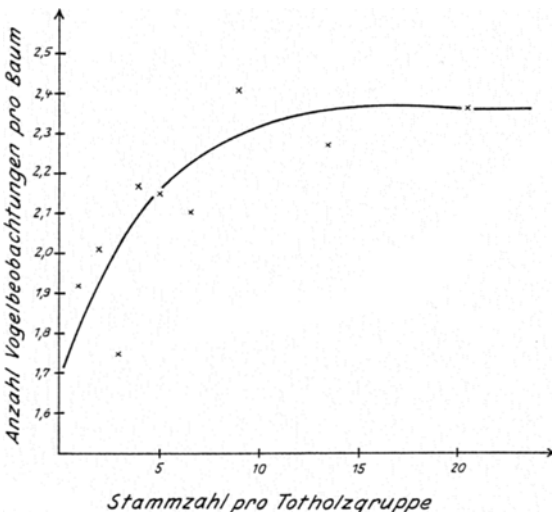


Abb. 4. Beobachtungsfrequenz von Waldvögeln im Umfeld (25 m Umgriff) von Totholzgruppen oder starken Einzelstämmen

Fig. 4. Observation frequency of forest birds up to 25 meters around groups of dead material, or large individual dead trees, respectively

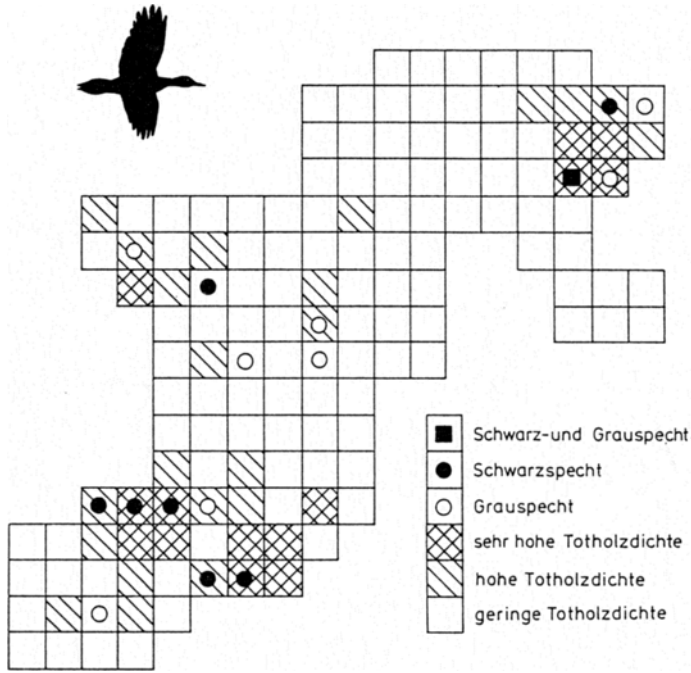


Abb. 5. Übereinstimmung von Großspechtrevieren und Totholzreichtum im Lauterbacher Wald. Sehr hohe Totholzdicke: > 25 Stämme pro ha Waldfläche oder > 15 stehende Totbäume pro ha. Geringe Totholzdicke: < 12 Stämme pro ha bzw. < 8 stehende Totbäume pro ha

Fig. 5. Concurrence of ranges of large woodpeckers, and abundance of dead woody material in the Lauterbacher forest. High density: > 25 trees/ha forest area, or more than 15 standing dead trees/ha. Low density: < total of 12, or less than eight standing dead trees/ha.

Tabelle 1. Stärke allgemeiner Totholzbeziehungen von Vogelarten im Lauterbacher Wald

Table 1. Strength of general interrelationships between dead woody material and bird species in the Lauterbacher forest

| Totholz-Reaktion  | Vogelarten  |
|-------------------|---|
| Sehr stark        | Schwarzspecht, Grauspecht, Kuckuck (Grauschnäpper, Grünling, Hohltaube)   |
| Stark             | Weidenmeise   |
| Stark bis mäßig   | Waldbaumläufer, Baumpieper, Wintergoldhähnchen  |
| Mäßig bis stark   | Haubenmeise, Zaunkönig, Sommergoldhähnchen (Kernbeißer)   |
| Mäßig             | Buntspecht, Kleiber, Tannenmeise, Wacholderdrossel, Mäusebussard, Rabenkrähe, Eichelhäher                         |
| Mäßig bis schwach | Kohlmeise, Misteldrossel, Fitis, Buchfink (Waldlaubsänger)  |
| Schwach bis mäßig | Sumpfmeise, Rotkehlchen, Amsel, Singdrossel, Zilpzalp, Mönchsgasmücke, Gimpel (Fichtenkreuzschnabel, Ringeltaube) |
| Schwach           | Blaumeise (Schwanzmeise)  |
| Sehr schwach      | Heckenbraunelle, Gartengrasmücke (Goldammer)  |

Testgebiet das Totholz vor allem in reifen Nadelwäldern und Moorwäldern anfällt, also in Habitaten, in denen diese Meisen nur geringe Dichten erreichen. Und in den laubholzreichen Jungbeständen, die sie dank eines umfangreichen Nistkastenangebots nutzen können, gibt es praktisch kein Starktotholz. Man kann daher in Mischwaldgebieten erwarten, daß dort deutlich mehr als 65 % der Vogelarten auf totholzreiche Waldbestände reagieren werden.

Von den einzelnen Arten werden unterschiedliche Totholzqualitäten bevorzugt. Starkholz ist dabei für fast alle Vogelarten wichtig, Schwachholz (also Stangen, Starkäste, Stubben, rotfaule Stammrollen oder Wurzelteller) nur für 16 Arten (Tab. 2 u. 3). Insgesamt dürfte Starktotholz etwa 2–3mal wichtiger sein, wenn man die Nutzungsintensität mit berücksichtigt.

Meist wird stehendes Starktotholz genutzt. Liegendes hat allenfalls für die größeren Spechtarten eine gewisse Bedeutung (Tab. 2).

Besonders wichtig ist auch die Dimension des Totholzes. Auf Stammdimensionen von unter 20 cm BHD reagiert nur der Grauspecht erkennbar, während auf 26–30 cm starke Totholzstämmen 12 Arten und weitere wie z. B. der Kleiber erst bei noch dickeren Bäumen eine Beziehung zum Totholz erkennen lassen (Tab. 2). Der hohe Wert sehr starken Totholzes dürfte von der Waldumgebung relativ unabhängig sein. Untersuchungen aus den USA weisen Totholz erst ab einem BHD von 30–40 cm einen sehr hohen ornithologischen Wert zu (SCOTT 1978; SCOTT et al. 1980; THOMAS 1979).

Auf unterschiedliche Verrottungszustände reagieren immerhin 26 Vogelarten (Tab. 2). Interessant sind vor allem sterbende und frisch tote Bäume, denen sowohl als Nahrungssubstrat erhöhte Bedeutung zukommt als auch bezüglich des Lichtschachteffekts, den z. B. der Kuckuck nutzt, um seinen Opfern besser in die Nester schauen zu können. Beide Nutzungsmöglichkeiten verschlechtern sich bei fortschreitender Holzersetzung und zunehmendem Lückenschluß durch einwachsende Nachbarkronen und aufkommende Verjüngung (RUNKLE u. YELTER 1987).

Sterbende und tote Bäume mit Wipfel- oder Kronenbrüchen werden von vielen Vogelarten klar bevorzugt (Tab. 2). Auf deren enorme Bedeutung weist auch die amerikanische Literatur hin (SCOTT 1978; THOMAS 1979). Dort wird gefordert, alle Wipfel- und Kronenbrüche bei Stammdurchmessern von > 20 cm BHD stehen zu lassen, vor allem, wenn die Bäume noch leben. Solche Bäume beherbergen das 8–12fache an Höhlen verglichen mit anderen Schadenstypen (SCOTT et al. 1978).

Bei den Baumarten werden vor allem Weichlaubholz (Tab. 2; Schwarzerle, Birke) und Hartlaubholz (Buche, Ulme, Esche) deutlich bevorzugt. Im Nadelholzbereich reagieren Vögel am ehesten auf Kiefer und Tanne.

Für Vögel ist es also wichtig, daß Totholz in möglichst starken Dimensionen entsteht, nur im Kronenbereich bricht, lange Sterbephasen durchmacht und dabei möglichst lange stehen bleibt. Laubholz ist wertvoller als Nadelholz.

Auf Schwachtotholz reagieren Vögel viel seltener, wie dies schon rein optisch ein Vergleich der Abbildungen 2 und 3 zeigt. Gerne genutzt werden vor allem eigentlich noch zum Starktotholz zählende Stammrollen, Totholz in Windwurflücken mit hochgeklappten Wurzeltellern und stehendes Material. Besonders wichtig sind aber über 6 m lange Schwachholzstangen, ganz gleich ob stehend oder liegend. Solche Stangen finden sich in Wirtschaftswäldern meist nur in extensiv genutzten Bereichen. Ihre Bedeutung war bisher vor allem für den bei uns nur in Bergwäldern vorkommenden Weißrückenspecht bekannt (SCHERZINGER 1982).

Wenn auch Arten wie Mäusebussard oder Ringeltaube auf Totholz reagieren, so ist dies ebenfalls nur mit dem Lichtschachteffekt zu erklären, der eine üppige Bodenvegetation mit Samen und Früchten für den Taubenkropf (LEVEY 1988) und von der Vegetation angelockten Mäusen für den Bussard bewirkt, und dies eventuell schon beim Absterben unter- und zwischenständiger Bäume.



Tabelle 2. Allgemeine Bedeutung verschiedener Totholzqualitäten des Starktotholzes für die Vogelarten des Lauterbacher Waldes (Zusammenschau von Waldbestands- und Einzelstamm-analyse; x = starke, o = schwache Beziehungen)

Tabelle 2. General importance of different qualities of large-sized dead woody material for the bird species of the Lauterbacher forest (combination of stand and single-tree analysis; x = strong, o = weak interrelationships)

| Vogelart         | Position |   | Zersetzungsgrad |    |   |   |   | Stammdurchmesser |   |   |    |    | Schadenstyp |    |   |   | Baumart |   |   |    |
|------------------|----------|---|-----------------|----|---|---|---|------------------|---|---|----|----|-------------|----|---|---|---------|---|---|----|
|                  | s        | l | s               | f  | g | h | v | 1                | 1 | 2 | 2  | ü  | B           | W  | B | B | M       | N | H | W  |
|                  | t        | i | t               | r  | e | o | e | 1                | 6 | 1 | 6  | b  | a           | i  | r | r | e       | a | a | e  |
|                  | e        | e | e               | i  | r | c | r | b                | b | b | b  | e  | u           | p  | u | u | h       | d | r | i  |
|                  | h        | g | r               | s  | i | h | m | i                | i | i | i  | r  | m           | f  | c | c | r       | e | t | c  |
|                  | e        | e | b               | c  | n | o | s | s                | s | s | s  | e  | h           | h  | f | l | l       | h |   |    |
|                  | n        | n | e               | h  | g | d | 1 | 2                | 2 | 3 | 3  | g  | l           |    | a | h | a       | l |   |    |
|                  | d        | d | n               | t  | e | r | 5 | 0                | 5 | 0 | 0  | a  | b           | o  | u | c | o       | u | a |    |
|                  |          |   | d               | o  | r | t | c | c                | c | c | c  | n  | r           | b  | n | h | l       | b | u |    |
|                  |          |   | t               |    | t |   | m | m                | m | m | c  | z  | .           | e  | t | b | z       | h | b |    |
|                  |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   | m  |    |             | n  | . | r |         |   | h |    |
| Grauspecht       | x        | x | x               |    | x | x | x | x                | x | x | x  | x  | x           | x  | x | x | x       |   | o |    |
| Buntspecht       |          |   | o               | o  | o |   |   |                  |   |   |    | o  | o           |    |   |   |         |   |   |    |
| Kleiber          | x        |   | o               | o  | o |   |   |                  |   |   |    | x  | x           |    |   |   |         |   |   |    |
| Waldbaumläufer   | x        |   | x               | x  | o | o |   |                  |   | x | x  | o  | x           |    |   | x | x       | x | x |    |
| Kohlmeise        | x        |   | o               |    |   |   |   |                  |   | o | o  |    | x           |    |   |   | x       | o |   |    |
| Blaumeise        | x        |   | x               |    |   |   |   |                  |   | x | x  |    | x           |    |   |   |         |   | x |    |
| Tannenmeise      | o        |   | o               | o  |   | o |   |                  |   |   |    |    | o           |    |   |   |         |   |   |    |
| Haubenmeise      | x        |   |                 |    |   |   |   |                  |   | x |    |    | x           | x  | o |   | o       | o |   |    |
| Sumpfmehse       |          |   |                 |    | x |   |   |                  |   |   |    |    | x           | o  |   |   |         |   | x |    |
| Weidenmeise      | x        |   |                 |    | x | o |   |                  |   | x |    |    | o           |    |   |   | o       |   | x |    |
| Grauschnäpper    |          | o |                 | x  |   |   | x |                  |   |   |    |    | x           |    |   |   |         |   | o |    |
| Zaunkönig        |          | o | x               |    |   | o |   |                  |   | x | o  |    |             | x  |   |   |         | x | o |    |
| Heckenbraunelle  |          | o |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   |   |         |   | x |    |
| Rotkehlchen      |          | o |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   |   |         |   |   |    |
| Amsel            |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    | o  | o           |    |   |   |         |   |   |    |
| Singdrossel      |          | o |                 |    | o | o |   |                  |   |   |    |    | x           |    |   |   |         |   |   |    |
| Misteldrossel    | x        |   | o               |    |   | x |   |                  |   |   |    | o  | x           |    |   |   |         |   |   |    |
| Wacholderdrossel | x        |   |                 |    | x |   |   |                  |   |   | o  |    | x           |    |   |   |         |   | o |    |
| Baumpieper       | x        |   |                 |    | x | x | x |                  |   |   | x  |    | x           |    |   |   |         |   | o |    |
| Fitis            |          | o |                 |    |   | o | o |                  |   |   |    |    | x           |    |   |   |         |   | x |    |
| Waldlaubsänger   |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    | x           |    |   |   |         |   |   |    |
| Mönchsgrasmücke  |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             | o  |   |   |         |   |   |    |
| Gartengrasmücke  |          | o |                 |    |   |   |   |                  |   | x |    | x  |             |    |   |   |         |   |   |    |
| Schwanzmeise     |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   |   |         |   | x |    |
| Sommeregoldhähn. |          |   |                 |    | x |   | o |                  |   |   |    | x  | x           |    |   | x | x       |   |   |    |
| Wintergoldhähn.  |          | o |                 |    | x |   |   |                  |   |   |    | x  | x           |    |   | x | x       |   |   |    |
| Buchfink         |          | o |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    | o  |             |    |   |   |         |   |   |    |
| Grünfink         |          |   |                 |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             | x  |   |   |         |   | o |    |
| Kernbeißer       |          |   |                 |    |   | x | o |                  |   |   |    | x  |             |    |   |   |         |   | x |    |
| Gimpel           | x        | o | x               |    |   |   |   |                  |   |   |    | x  | x           | x  |   |   |         |   |   |    |
| Kreuzschnabel    |          |   | o               |    |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   |   |         |   |   |    |
| Kuckuck          | x        |   | x               | o  |   |   |   |                  |   |   |    | x  | x           | x  | x | x | x       | x | o |    |
| Mäusebussard     |          | o |                 | o  |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   |   |         | o |   |    |
| Rabenkrähe       | x        |   |                 | x  |   |   |   |                  |   |   |    | x  |             |    |   |   |         |   | x |    |
| Eichelhäher      | x        |   |                 | x  |   |   |   |                  |   |   |    |    |             |    |   | x |         |   |   |    |
| Summe Vogelarten | 22       | 5 | 15              | 10 | 8 | 6 | 7 | 4                | 2 | 5 | 13 | 15 | 5           | 16 | 5 | 6 | 6       | 5 | 8 | 13 |

Tabelle 3. Ansprüche einzelner Vogelarten an schwaches Totholz  
(x = starke, o = schwache Beziehungen)

Tabelle 3. Demands of individual bird species on small-sized dead woody material  
(x = strong, o = weak interrelationships)

| Vogelart         | Position   | Dimension<br>stehend   | Dimension<br>liegend   | Baumart  | Sonstiges  |
|------------------|--|--|--|--|--|
|                  | S s l<br>t t i<br>a e e<br>m h g<br>r n n<br>o d d<br>l<br>l<br>e<br>n | 1 3 ü<br>, b e<br>3 b e<br>i r<br>b s<br>i 6<br>s 6<br>m<br>3 m<br>m | S 1 3 ü<br>t , b<br>a 3 b e<br>r i r<br>k b s<br>ä i s<br>s s 6<br>t m<br>e 6 m<br>m | N H W<br>a a e<br>d r i<br>e t c<br>l l h<br>h a l<br>o u a<br>z b u<br>z o l<br>z e e | E W R<br>r u e<br>n r i<br>t z s<br>e e i<br>s l g<br>t t h<br>u e a<br>b l u<br>b l f<br>e e e<br>n r n |
| Grauspecht       | o x  | x x x  |  | x  |  |
| Buntspecht       | o  |  |  |  | o  |
| Waldbaumläufer   | n  |  |  |  |  |
| Kohlmeise        |  |  | x  |  |  |
| Tannenmeise      |  |  |  |  | x  |
| Weidenmeise      | x  | x  |  | x  |  |
| Baumpieper       | x  | x  |  | x  |  |
| Schwanzmeise     |  |  |  |  | x  |
| Buchfink         | o  |  |  |  |  |
| Kernbeißer       | x  | x x  | x o o x  | x  |  |
| Gimpel           | x  |  |  |  | x  |
| Kuckuck          |  |  |  | x  | x  |
| Ringeltaube      | x  | x  |  |  | x  |
| Mäusebussard     | o  |  |  | x  | o  |
| Rabenkrähe       |  |  |  |  | x  |
| Eichelhäher      |  |  |  | x  |  |
| Summe Vogelarten | 7 4 0  | 2 2 4  | 2 1 1 4  | 1 1 2  | 0 6 2  |

## 5 Diskussion

Totholz, vor allem totes Nadelholz, ist in größeren Mengen aus Forstschutzgründen problematisch (Borkenkäfer), Buchen- und Weichlaubholz vermodert sehr rasch (Pilze). Um eine *nachhaltige*, forstlich unbedenkliche Totholzwirkung zugunsten unserer Vogelwelt zu erzielen, muß daher ein sorgfältiges Totholzmanagement betrieben werden, das sich aber immer an den lokalen Begebenheiten und Ausgangssituationen zu orientieren hat (AMMER 1991).

Geht man in Beständen mit einem BHD von über 10 cm von einem durchschnittlichen Jahreszuwachs von 5–10 fm pro ha aus, so entsprechen im Lauterbacher Wald nachhaltige 3 fm stärkeren Totholzes pro ha bei einer Verrottungsdauer von 30 Jahren (11–20 cm starke Fichte als hier vorherrschende Baumart) einer Totholznachlieferung von 1–2 % des jährlichen Zuwachses. Bei Baumdimensionen von über 30 cm oder Baumarten wie der Eiche mit einer wesentlich höheren Verrottungsdauer wäre die erforderliche Totholznachlieferung deutlich geringer.

Während in Europa Totholz in Wirtschaftswäldern in der Regel auf Pfliegerückstände bei der Waldbewirtschaftung zurückzuführen ist, wird es in anderen Kontinenten teilweise

in waldbauliche Planungen integriert. Auf Kahlschlägen wurde Totholz dabei vor allem durch Belassen von *toten* „snags“ (sterbenden oder abgestorbenen Bäumen und Hochstümpfen; USA) oder von *lebenden* „Samenbäumen“ (die später zum Teil absterben; Australien) „erzeugt“ (SCOTT 1979; THOMAS 1979; DICKSON et al. 1983; SMITH 1985).

In australischen Eukalyptuswäldern traten nach dem „Einwachsen“ der Überhälter in den Nachfolgebestand 35 % mehr Vögel auf als in den überhälterfreien Flächen (SMITH 1985). In den amerikanischen Studien sank der Höhlenbrüterbestand auf den „snag“reichen Kahlschlägen nur um 20 %, gegenüber 80 % auf „snag“freien, und die übrigen Vogelarten nahmen in ersteren um 20 % zu (Zunahme klimabedingt!), in letzteren aber um 25 % ab (SCOTT 1979). Dies ist in den USA, wo Höhlenbrüter in der Regel 30–45 % einer Waldavizönose ausmachen, von essentieller Bedeutung für den Arten- und Individuenreichtum von Waldökosystemen. Aber auch in Europa hängt der Vogelreichtum in Wäldern stark vom Anteil der Höhlen- und Nischenbrüter ab (LUDER et al. 1983). Nach LUDERS Ergebnissen verdoppelt sich die Höhlenbrüterdichte, wenn der Anteil toter oder sterbender Bäume von 1 % auf 3 % der Stämme eines Waldbestandes ansteigt.

Kurzfristig sind das amerikanische und das australische Verfahren somit durchaus ähnlich erfolgreich. Tote Bäume als Überhälter gehen allerdings, wenn sie im Zuge der Bestands-Endnutzung freigestellt werden, meist schnell durch Bruch, Wurf, Pilze, Insekten etc. verloren (im Extremfall in den USA nach chemischer „Totholzerzeugung“ in nur 4 Jahren alle < 30 cm starken und immerhin noch 15 % der > 50 cm starken Überhälter; vgl. DICKSON et al. 1983). In collinen Nadelwäldern sind nach 10 Jahren wohl meist nur noch 30–50 % solcher bei der Endnutzung übergehaltenen toten Stämme vorhanden. Nach den Berechnungen der Turnover-Raten europäischer Waldvogelgemeinschaften im Verlauf eines Waldbestandslebens müßten aber Überhälter mindestens 30 Jahre überdauern, wenn sie die Strukturverarmung des Waldes vor allem in der Dickungsphase kompensieren sollen (GLOWACINSKI u. JÄRVINEN 1975). Dies bedeutet, daß ein ökologisch sinnvoller Überhalt im wesentlichen aus relativ gesunden Stämmen bestehen muß, die dann zusammen mit der nächsten Bestandsgeneration genutzt werden oder in Ruhe sterben dürfen.

Im Gegensatz zu den meisten amerikanischen Autoren spricht SCHERZINGER (1982) Überhältern in Jungbeständen jeden ornithologischen Wert ab. Dies gilt aber vermutlich nur bezüglich der Nahrungssuche und bei Solitären, wobei selbst Solitäre als Singwarte oder zur Revierabgrenzung eine Funktion erfüllen. Bei einem dichteren Schirm aus Überhältern wird aber in jedem Fall die Waldstruktur deutlich – auch in ornithologischer Hinsicht – verbessert. Und der ökologische Wert solcher Überhälter steigt nach Einwachsen in den Nachfolgebestand noch einmal stark an (KASTL 1982). KASTL fordert daher bei der Verjüngung von Buchenaltbeständen einen Überhalt von 1–2 Buchen pro ha bzw. Buchengruppen von 12–15 Stämmen auf 30–50 ha unter Bevorzugung geringwertiger Stämme. Abgesehen davon, daß dies wohl unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit infolge ungünstiger Witterungsbedingungen für diese Überhälter und damit verbundener hoher Ausfallraten durch Pilze oder Schadinsekten (WINTER 1988) zu wenig erscheint, ist das Belassen minderwertiger Bäume aus genetischen Gründen wohl nur dann unproblematisch, wenn es sich um durch Wipfel- oder Kronenbruch so stark geschädigte Bäume handelt, daß eine Reproduktion auszuschließen ist.

Nach THOMAS (1979) sollten dabei soviel „snags“ und sterbende Bäume in Wäldern vorgesehen werden, daß – zunächst nur unter dem Aspekt „Höhlenangebot“ gesehen – in Bergwäldern Dichten von 5 über 25 cm starken geeigneten Stämmen pro ha, in collinen Nadelwäldern von 6 Stämmen pro ha (+ mindestens einem Stamm pro ha in der Dimension 15–25 cm) und in von Weichlaubholz geprägten Wäldern von 4 Stämmen pro ha (+ 3 schwächerer Dimensionen) immer zur Verfügung stehen. Dabei sollten zur Förderung der Großspechte mindestens 0,35 Bäume pro ha über 45 cm stark sein (SCOTT et al. 1978). Daß eine derartige Förderung der Vogelwelt auch dem Forstschutz zugute kommt, weisen u. a. CRAWFORD et al. (1983) oder JENSEN (1986) nach. In reifen, gut strukturierten Wirtschafts-

wäldern können Vögel 87% der „Grundbelastung“ an Forstschädlingen vertilgen. Aus Natur- und Forstschutzgründen erklärte das Bay. StMELF (1990) auf Seite 17 ihrer Broschüre zur Naturgemäßen Waldwirtschaft: „Abgestorbene und absterbende Bäume mit Spechthöhlen bleiben daher stehen, ...“.

## 6 Empfehlungen

Allgemeine Empfehlungen für die Anreicherung von Totholz im Wirtschaftswald zur Förderung unserer Vogelwelt wären nach den vorliegenden Ergebnissen:

- *Erhöhung des Vorrats an stärkerem Totholz* (tote Stämme mit BHD > 10 cm):
  - derzeit: in der Regel unter 3 fm pro ha
  - optimal: je nach Baumartenzusammensetzung nachhaltig 20–60 fm pro ha
  - anzustreben: *nachhaltig 5–10 fm pro ha (etwa 3% des Zuwachses); in Altbeständen 1–2% der Stammzahl; möglichst tote Stämme mit BHD > 20 cm*
- *Wahl optimaler Baumarten:*

*Mischung von Hartlaubholz* (wegen der geringen Verrottungsgeschwindigkeit v. a. Eiche) *und Weichlaubholz* (wegen rascher Holzzersetzung größere Kontingente erforderlich) *bevorzugen*; bei Nadelholz Forstschutz berücksichtigen
- *Verteilung:* lockere *Kleingruppen von 5–10 Stämmen* anstreben
- *Eingriffsart:* *Bäume alt werden und ohne Nachhilfe sterben lassen*; die höchsten Totholzqualitäten weisen mindestens 25 cm (BHD) starke, sterbende oder frisch tote, noch stehende Stämme auf; Übernahme wertvoller Samenbäume im Überhalt in der nächsten Bestandsgeneration

Falsch wäre es dabei, Totholz „schnell“ produzieren zu wollen, auch wenn infolge der bisherigen Bewirtschaftsweisen häufig Mangel an diesem für Waldökosysteme so wertvollen Element herrscht. Nur ein sozio-ökonomisch verträglicher, zeitlich und räumlich differenzierter Pflege- oder Nutzungsverzicht, der auch starken Bäumen das natürliche Sterben gestattet, wird zu den hochwertigen Totholzqualitäten führen, die unsere Vogelwelt benötigt. Dies erfordert sorgfältige, in sich schlüssige, die Walddynamik berücksichtigende forstpolitisch tragbare Konzepte.

## Zusammenfassung

Im Lauterbacher Wald, einem Staatswalddistrikt im Süden des Starnberger Sees, Südbayern, wurden die Reaktion der Vogelwelt auf verschiedene Totholzqualitäten unter Berücksichtigung des Einflusses der Waldumgebung untersucht. Bei einer Totholzdichte von ca. 3 fm bzw. 13 meist nur 10–20 cm starken toten Stämmen (größtenteils Fichte), 90 schwachen Totholzstangen (nur 20 davon stehend), 14 oft rotfaulen Stammrollen und 110 Holzerntestubben pro ha reagierten 65% der häufigeren Vogelarten auf unterschiedlich zusammengesetzte Totholzqualitäten in Waldbeständen wie Totholzdimension, Zersetzungsgrad, Zersetzungsmilieu (stehendes bzw. liegendes Totholz, Stamm- bzw. Kronenbereich etc.) oder Baumart, weitere 30% zumindest andeutungsweise im direkten Umfeld von einzelnen Totholzstämmen. Für Vögel ist vor allem entscheidend, daß Totholz in Dimensionen von über 25 cm Brusthöhendurchmesser anfällt, möglichst lange Sterbephasen durchmacht, dabei möglichst lange stehen bleibt und nur im Kronenbereich bricht. Die stärksten Totholzbeziehungen wiesen Schwarz- und Grauspecht, Weidenmeise, Wintergoldhähnchen, Waldbaumläufer, Baumpieper und Kuckuck auf.

Die Bedeutung von starkem Totholz für Vögel ist weniger in seiner Rolle als bevorzugtes Substrat für die Nestanlage (Höhlenbrüter) zu sehen, sondern eher in seiner die Waldstruktur verändernden

Funktion (Lichtschachteffekt), die bei in lockeren Kleingruppen anfallendem Totholz am größten zu sein scheint. Dieser Struktureffekt kommt erst in Altbeständen voll zur Wirkung.

Im Wirtschaftswald wird empfohlen, langfristig einen Starktotholzvorrat von 5–10 fm pro ha bzw. in Altbeständen 1–2 % der Stammzahlen, möglichst als Laubholz, anzustreben. Dies entspräche etwa 3 % des Zuwachses.

## Summary

### *Interrelationships between abundance of dead woody material and bird populations in commercial forests*

In the state forest district „Lauterbacher Wald“, located south of the Starnberger See in southern Bavaria, the reaction of bird populations to dead woody material of different quality, especially also in regard to the influence of the woodlands' surroundings, was investigated. There were approximately 3 cubic meters of dead woody material per hectare. This material consisted of 13 dead trees most of them spruce with a diameter of only 10–20 cm, 90 dead post-sized saplings (only 20 still standing), 14 short roundwood pieces generally showing red rot, and 110 stumps of cut trees. Out of the more abundant bird species, 65 % reacted to different qualities of dead woody material in forest stands such as size, degree of decomposition, milieu (standing or downed dead trees, stem or crown wood, etc.), or tree species. For another 30 %, there was at least some indication of such right next to individual dead trees. Of foremost importance for birds are trees of more than 25 cm d.b.h., preferably dying off and remaining standing for a long time, and breaking only in the crown. Black and grey woodpecker, willow chickadee, winter kinglet, wood creeper, tree pipit, and cuckoo showed the strongest interrelationships with dead woody material.

The importance of large-sized dead woody material is not as much to be seen in its role as a preferable location for nesting (cavity nesters), but rather in its function of changing the structure of a forest (skylight effect) which seems to be most effective if just less dense small groups of dead trees are involved. This structural effect will not be fully reached, however, until stands are mature.

For commercial forests, 5–10 cubic meters/ha, or in mature stands 1–2 % of the total number of trees, preferably hardwoods, are recommended in the long run. This would amount to approximately 3 % of the increment.

## Literatur

- ALBRECHT, L., 1976: Grundlagen des forstlichen Vogelschutzes. Dipl.arb. Forstl. Fak. LM-Univ. München. 193 S.
- 1990: Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Diss. LM-Univ. München.
- 1991: Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstw. Cbl. 110, 2, 106–113.
- AMMER, U. 1991: Konsequenzen aus den Ergebnissen der Totholzforschung für die forstliche Praxis. Forstw. Cbl. 110, 2, 149–157.
- AMMER, U.; UTSCHICK, H. 1983: Pilotstudie zur Durchführung einer Waldbiotopkartierung in Bayern. Fachgutachten. Bay. StMLU.
- 1985: Ökologische Wertanalyse der Gräflich Bernadotte'schen Waldungen (Mainauwald) mit Entwicklung ökologischer Pflegekonzepte. Informationsbroschüre der Lennart Bernadotte Stiftung. Mainau.
- 1988: Zur ökologischen Wertanalyse im Wald. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz, H. 84, 37–50.
- BAYER. STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1990: Naturgemäße Forstwirtschaft. München.
- CRAWFORD, H. S.; TITTERINGTON, R. W.; JENNINGS, D. T., 1983: Bird predation and Spruce Budworm populations. J. Forestry 81, 433–435.
- DICKSON, J. G.; CONNER, R. N.; WILLIAMSON, J. H., 1983: Snag retention increases bird use of a clear cut. J. Wildl. Manage. 47, 799–804.
- GŁOWACINSKI, Z.; JÄRVINEN, O., 1975: Rate of secondary succession in forest bird communities. Ornis Scand. 6, 33–40.
- KASTL, S., 1982: Baumhöhlen und Faulholz. Die Bedeutung von Überhältern für die Fauna im Wald. Forst- und Holzwirt 37, 169–171.
- KNEITZ, G., 1961: Zur Frage der Verteilung von Spechthöhlen und der Ausrichtung des Fluglochs. Waldhygiene 4, 80–120.
- KÜHLKE, D., 1985: Höhlenangebot und Siedlungsdichte von Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Rauhußkauz (*Aegolius funereus*) und Hohltaube (*Columba aenea*). Vogelwelt 106, 81–93.
- LEVY, D. J., 1988: Tropical wet forest treefall gaps and distributions of understory birds and plants. Ecol. 69, 1076–1089.
- LUDER, R.; SCHWAGER, G.; PFISTER, P., 1983: Häufigkeit höhlen- und nischenbrütender Vogelarten

- auf Wald-/Testflächen im Kanton Thurgau und ihre Abhängigkeit von Dürholzvorkommen. *Orn. Beob.* 80, 273–280.
- PFARR, U., 1990: Fichtentotholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. Diss. Forstl. Fak. LM. Univ. München.
- PFARR, U.; SCHRAMMEL, J., 1991: Fichten-Totholz im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft. *Forstw. Cbl.* 110, 2, 128–134.
- RAUH, J.; SCHMITT, M., 1991: Methodik und Ergebnisse der Totholzforschung in Naturwaldreservaten. *Forstw. Cbl.* 110, 2, 114–127.
- RUDAT, V.; KÜHLKE, W.; MEYER, W.; WIESNER, J., 1979: Zur Nistökologie von Schwarzspecht, Rauhfußkauz und Hohltaube. *Zool. Jb. (Syst.)* 106, 295–310.
- RUNKLE, J. R.; YELTER, T. C., 1987: Treefalls revisited. Gap dynamics in the southern Appalachians. *Ecol.* 68, 417–424.
- SCHERZINGER, W., 1982: Die Spechte im Nationalpark Bayerischer Wald. *Schr.reihe Bay. StMELF*, H. 9, München.
- SCHMID, L., 1988: Der Einfluß charakteristischer Eigenschaften von Naturwaldreservaten auf die Vogelwelt unter besonderer Berücksichtigung der höhlenbrütenden Vogelarten. *Dipl.arb. Forstl. Fak. LM-Univ. München.*
- SMITH, P., 1985: Effects of intensive logging on birds in eucalypt forest near Bega, New South Wales. *Emu* 85, 15–21.
- SCHUSTER, A., 1985: Die Nutzung von Bäumen durch Vögel in den Altholzbeständen des Nationalparks Bayerischer Wald unter besonderer Berücksichtigung des Totholzes. *Jber. OAG Ostbayern* 12, 1–131.
- SCOTT, V. E., 1978: Characteristics of Ponderosa Pine snags used by cavity-nesting birds in Arizona. *J. Forestry* 76, 26–28.
- 1979: Bird response to snag removal in Ponderosa Pine. *J. Forestry* 77, 26–28.
- SCOTT, V. E.; EVANS, K. E.; PATTON, D. R.; STONE, C. P., 1977: Cavity-nesting birds of North American forests. *U.S. Dep. Agric Handb.* 511, Washington.
- SCOTT, V. E.; WHELAN, J. A.; ALEXANDER, R. R., 1978: Dead trees used by cavity-nesting birds on the Fraser Experimental Forest: A case history. *Research note RM - 360*, USDA, Forest Service, Washington.
- SCOTT, V. E.; WHELAN, J. A.; SVOVODA, P. L., 1980: Work shop proceedings – management of western forests and grasslands for nongame birds. *USDA Forest Service, General technical Report*, Sept. 1980.
- TERBORGH, J., 1985: The vertical component of plant species diversity in temperate and tropical forests. *Am. Nat.* 126, 760–776.
- THOMAS, J. W., 1979: Wildlife habitats in managed forests. *Agric. Handb.* 553. *USDA, Forest Service*, Washington.
- WINTER, K., 1988: Naturschutz im Wald: Altholz und Totholz. *AFZ* 24, 686–688.
- Anschrift des Verfassers:* Dr. HANS UTSCHICK, Lehrstuhl für Landschaftstechnik, Winzererstr. 45, W-8000 München 40, Bundesrepublik Deutschland