

Lebensraum Totholz

Karin Schiegg Pasinelli und Werner Suter



Abb. 1. Liegendes Totholz in verschiedener Grösse und unterschiedlichen Zersetzungsstadien (beide Bilder Sihlwald ZH).

Einleitung

Totholz ist ein wichtiger Bestandteil des Ökosystems Wald. Totholz ist die Lebensgrundlage tausender Arten von Tieren, höheren Pflanzen, Pilzen, Flechten und Algen und spielt eine grosse Rolle in der Naturverjüngung der Wälder. Die geregelte Bewirtschaftung duldet in unseren Wäldern aber wenig Totholz. Dieses Merkblatt will das Verständnis für Totholz fördern. Es illustriert die Bedeutung von Totholz für die Artenvielfalt und die Regeneration von Wäldern und zeigt, wie auch im Wirtschaftswald der Totholzanteil erhöht werden kann.

Was ist Totholz?

Totholz besteht aus abgestorbenen Bäumen oder Teilen davon, die sich mehr oder weniger schnell zersetzen. Je nachdem, ob die abgestorbenen Bäume noch stehen oder bereits umgestürzt sind, spricht man von stehendem oder liegendem Totholz. Zum stehenden Totholz gehören auch Baumstrünke und abgestorbene Teile an noch lebenden, «anbrüchigen» Bäumen, zum Beispiel dürre Wipfel und Seitenäste oder tote Stellen bei Verletzungen an Borke und Bast. Nachdem tote Äste abgebrochen und zu Boden gestürzt sind, zählen sie zum liegenden Totholz (Abb. 1).

Totholz ist ein charakteristisches Merkmal natürlicher Wälder. Bäume keimen, wachsen, altern und sterben und werden dann von einem Heer von Organismen

zersetzt. Die Abbauprodukte gelangen grösstenteils wieder in die lebenden Pflanzen zurück. Die Mengen an Totholz, die innerhalb dieses Kreislaufes durchschnittlich vorhanden sind, hängen von der Wüchsigkeit des Standortes und von der Zersetzungsgeschwindigkeit der verschiedenen Hölzer ab. In osteuropäischen Urwäldern hat man Totholz mengen von 50 bis 200 m³/ha gefunden. Kleinräumig können sich in sehr alten Beständen sogar bis zu 400 m³/ha ansammeln. In den Nadelwäldern der nördlichen Pazifikküsten der USA, deren Koniferenholz sich nur langsam zersetzt, sind sogar bis zu 1000 m³ Totholz pro ha gemessen worden.

Unsere europäischen Wirtschaftswälder sind dagegen arm an Totholz. Im schweizerischen Mittelland beträgt der durchschnittliche Totholzvorrat knapp 5 m³/ha; lokal können um 10 m³/ha vorhanden sein (SUTER und SCHIELLY 1998). Bevor Holz als Brennstoff der Kohle, dem Erdöl und anderen Energieträgern weichen musste, wurde Totholz als Heizmaterial gesammelt. Heute bringt es die intensive Waldbewirtschaftung mit sich, dass im allgemeinen nur wenig Totholz entsteht. Mit der Durchforstung werden zunächst jene Bäume entfernt, die bereits im Dickungsstadium absterben könnten. An den gesund und unbehindert in die Oberschicht einwachsenden Bäumen verhindert gezielte Astreinigung oder Aufastung das Entstehen von Totästen. In grösserer Menge entsteht Totholz an den Bäumen jedoch ohnehin erst in höherem Alter, bei Buchen etwa ab 200 Lebensjahren. Buchen werden aber bereits geschlagen, wenn sie mit 120 bis 160 Jahren noch im jüngeren Erwachsenenalter stehen, Eichen im Verhältnis zu ihrer maximalen Lebensdauer noch früher. Die Totholzarmut ist also auch in den Umtriebszeiten begründet. Obwohl diese seit einigen Jahren zunehmen, sind im schweizerischen Mittelland jedoch erst 2,3 % der Bestände über 160 Jahre alt. Weil sich die Erkenntnisse über den ökologischen Wert von Totholz in der Praxis zunehmend durchsetzen, werden heute vermehrt Bäume mit Spechthöhlen oder Altholzinseln stehen gelassen. Auf der anderen Seite wird Totholz, das trotz aller Bestandespflege anfällt, oft allein deshalb weggeräumt, damit «der Wald sauber aussieht».

- Im Schweizer Wirtschaftswald sind die durchschnittlichen Totholzvorräte über zehnmal kleiner als im Naturwald.

Totholz, Stoffflüsse und Verjüngung

Wo ein Baum abstirbt, entsteht eine Lücke im Kronendach. Dadurch gelangen mehr Licht und Feuchtigkeit auf den Boden. Sobald das Totholz auf dem Boden liegt, verstärkt sich dessen Zersetzung. Der Boden wird mit Kohlenstoff und Nährstoffen, vor allem mit Kalzium und Magnesium angereichert. Diese Elemente spielen eine wichtige Rolle in der Humusbildung. Liegendes Totholz hilft mit, das Bodenmikroklima auszugleichen, und kann örtlich einen gewissen Schutz gegen das Auswaschen von Nährstoffen und die Erosion des Bodens insgesamt bieten. Auf vermodernden Stämmen ist die Naturverjüngung von Fichte, Tanne, Arve und Vogelbeere besonders erfolgreich (Abb. 2); im Laubwald gedeihen darauf auch Farne und manche Blütenpflanzen sehr gut (STÖCKLI 1995). Viele Räuber von Insektenarten, die zur Massenvermehrung neigen, sind auch auf den Nektar blühender Kräuter angewiesen. Eine üppige Krautschicht hilft daher den räuberischen Arten und trägt somit zur Regulation der Beutearten bei.

- Totholz fördert den Lichteinfall und damit die Krautschicht.
- Totholz fördert die Bodenbildung.
- Totholz fördert die Naturverjüngung.
- Bestände mit viel stehendem und liegendem Totholz sind wüchsig.



Leben im Totholz

Rund ein Fünftel der gesamten Waldfauna sowie über 2500 höhere Pilzarten hängen in irgendeiner Weise von Totholz ab; hinzu kommt eine bisher noch unbestimmte Anzahl von Pflanzen, Flechten, Bakterien, Schleimpilzen und Algen (Abb. 3 bis 8). Nur schon geringe Unterschiede in Holzbeschaffenheit, Zersetzungsgrad, Bewuchs, Berindung, Besonnung oder Dicke des Holzes schaffen zahlreiche Klein- und Kleinstlebensräume. In diesen Lebensräumen, von der wassergefüllten Höhlung in einem vermodernden Stamm bis zum ausgetrockneten Ast in der Krone, finden sich die verschiedensten Tier- und Pflanzengemeinschaften. Diese enthalten auch ein Heer von Räubern und Parasiten wie Schlupfwespen, räuberische Käfer, Raubfliegen, Fadenwürmer und Pilze, und natürlich die rindenabsuchenden Vögel. Das Totholz ist damit der Ausgangspunkt eines reich verzweigten Netzes von Organismen, die letztlich alle von ihm abhängen.

- Ein totholzreicher Wald ist ein artenreicher Wald.
- Je mehr verschiedene Totholzformen vorhanden sind, umso grösser ist die Vielfalt der Arten.



Abb. 2. Verjüngung auf Moderholz in einem Schweizer Bergwald (linkes Bild) und in einem Naturwaldreservat in Transkarpatien (Ukraine). (Fotos: PBMD, WSL; N. Kuhn, WSL)

Zerfallsstadien von Totholz

Die **Borke** beginnt sich bei fortschreitendem Zerfall zu lösen und wird rasch von zahlreichen Insekten, vor allem von Käfern, Fliegen und Mücken, aber auch von Spinnen, Schnecken, Asseln und Springschwänzen besiedelt.

Gleichzeitig erfolgt der Ansturm verschiedener weiterer Insektenarten, hauptsächlich Bockkäfer, Prachtkäfer und Holzwespen, auf den darunter liegenden **Holzkörper**. Der äussere Teil aus **Bast** und **Splint** enthält leicht aufschliessbare Eiweisse beziehungsweise Stärke und wird vor allem von Pilzen und Bakterien schnell abgebaut. Entsprechend ist dieser Bereich des Totholzes sehr kurzlebig. Insekten, die sich auf frisches Totholz spezialisiert haben, wie zum Beispiel verschiedene Borkenkäferarten, müssen daher in der Lage sein, schon nach kurzer Zeit einen neuen Unterschlupf zu finden. Solche Arten besitzen daher ein gutes Ausbreitungsvermögen und können für sie geeignete Lebensräume über mehrere Kilometer hinweg anfliegen.

Der **innere Holzkörper** wird anschliessend von Pilzen durchdrungen, die das Holz für viele weitere Insektenarten interessant machen. In den Larvengängen dieser Insekten finden sich wiederum zahlreiche räuberische Arten ein, zum Beispiel Spinnen oder die Maden der Langbeinfliegen (Dolichopodidae). Viele Käferarten leben ihrerseits von den Holzpilzen. Mit zunehmender Zersetzung wird das Holz weicher oder spröder und schliesslich zu Mulm. So kann es auch von Bodentieren wie Asseln oder Würmern und selbst von Molchen und Salamandern besiedelt werden. Die meisten Arten, die sich auf diese späten und länger andauernden Abbaustadien spezialisiert haben, sind wenig mobil. Schliesslich war unter natürlichen Bedingungen in Urwäldern stets ein reiches Angebot an Totholz vorhanden. Daher können grosse Abstände zwischen einzelnen Totholzstämmen, wie sie in Wirtschaftswäldern die Regel sind, die Ausbreitung (das Dispersal) von Individuen dieser Arten einschränken. Damit besteht die Gefahr, dass diese Arten lokal aussterben.

Eichen beherbergen die grösste Vielfalt von auf Totholz spezialisierten Insektenarten, gefolgt von Birken und



Abb. 3. Diese Holzfliegenlarve *Xylophagus* sp. (Xylophagidae) lebt räuberisch unter der Rinde, wo sie sich vor allem von Borkenkäferlarven ernährt. Die adulten Fliegen lecken hingegen Baumsäfte. (Foto: B. Wermelinger, WSL)



Abb. 5. Der Alpenbock *Rosalia alpina* (im Bild ein Männchen) ist einer unserer schönsten und seltensten Bockkäfer. Seine Larve entwickelt sich während rund drei Jahren in älterem Buchen-totholz. In der Schweiz sind nur wenige neue Fundorte bekannt, zum Beispiel im Jura und im Prättigau. (Foto: B. Wermelinger, WSL)

Aspen. Den vierten Platz in dieser Liste nimmt die Buche ein. In einer Untersuchung im Sihlwald (Kanton Zürich) wurden in Buchentotholz eines mittleren Zerfallsgrades 274 Käferarten und 483 Mücken- und Fliegenarten gefunden (SCHIEGG 1998). In dicken Ästen entwickelten sich sogar etwa doppelt so viele Insektenarten wie in den Stämmen. Insgesamt fanden sich zwölf Arten, die grundsätzlich Massenvermehrungen produzieren können. Keine von ihnen trat hier aber in Massen auf. Die häufigste Art war trotz des relativ grossen Anteils an Fichten der Ungleich Holzbohrer *Xyleborus dispar*, ein Laubholzspezialist. Zudem standen diesen



Abb. 4. Die Riesenholzwespe *Urocerus gigas* (Sicricidae) ist im Mittelland selten geworden, in den Bergwäldern aber noch häufiger. Hier treibt ein Weibchen seinen Legebohrer (sichtbar als dünner Stachel zwischen den Beinen) ins Holz und legt etwa fünf Eier ab. (Foto: B. Wermelinger, WSL)



Abb. 6. Der Balkenschrüter *Dorcus parallelipipedus* (Lucanidae) ist ein Bewohner warmer Laubwälder. Seine Larven entwickeln sich während mehreren Jahren in vermoderndem Holz. (Foto: B. Wermelinger, WSL)

zwölf Arten, die Probleme verursachen können, 155 räuberische Arten als mögliche Feinde gegenüber. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Wälder mit einem hohen Totholzanteil weniger häufig von Massenvermehrungen einzelner Arten betroffen sind. Wenn es trotzdem zu Gradationen kommt, dann fallen diese weniger heftig aus als in totholzarmen Wäldern. Die meisten Feinde solcher Arten leben ebenfalls im Totholz. Daher sind sie in totholzreichen Wäldern meist in genügender Anzahl vorhanden, um drohende Massenvermehrungen zu verhindern.

- Totholz ist Lebensraum tausender Arten von Insekten und anderen Wirbellosen, höheren Pflanzen, Pilzen, Flechten und Algen, die Totholz abbauen.
- Totholz mangel kann mehr als ein Fünftel der gesamten Biodiversität im Wald bedrohen.
- Totholzarme Wälder sind häufiger und heftiger von Massenvermehrungen einzelner Arten betroffen als totholzreiche Wälder.

Totholz als Strukturelement

Totholz bietet auch Unterschlupf, Deckung, Schlafplatz, Überwinterungsort und Brutgelegenheit für zahlreiche Tierarten, die nicht direkt am Abbau beteiligt sind:

- Die Kleine Braune Waldameise *Lasius brunneus* siedelt ausschliesslich in Totholz; in ihren Kolonien leben wiederum rund 20 spezialisierte Käferarten.
- Grabwespen und Wildbienen bringen ihre Brut in vermoderten Stämmen unter.
- In gut durchfeuchteten Stammteilen finden Molche, Salamander, Frösche, Kröten und Schnecken Unterschlupf.
- Greifvögel, wie etwa der Habicht *Accipiter gentilis*, nutzen Dürrständer als Ansitz für die Jagd.



Abb. 7. Dieser Schleimpilz ist in dieser Phase eine amorphe Masse von einzelnen Zellen. Später bildet er Sporen, die vom Wind verbreitet werden. Schleimpilze leben vor allem auf liegendem Totholz. (Foto: B. Wermelinger, WSL)

Von besonderer Bedeutung für viele Arten und ganze Gemeinschaften sind die Bruthöhlen, die als Astlöcher selber entstehen oder von Spechten und einigen anderen Vogelarten mit Vorliebe in totem Holz angelegt werden (Abb. 9 und 10):

- In den Wänden alter Höhlen von Schwarzspechten *Dryocopus martius* leben die am meisten gefährdeten Grossinsekten in Mitteleuropa, zum Beispiel der Rosenkäfer *Potosia ruginosa* oder der Juchtenkäfer *Osmoderma eremita*.
- Auch Hornissen besiedeln Baumhöhlen und bieten so wiederum dem Hornissenkäfer *Vellius dilectus* Unterschlupf.
- Die meisten höhlenbrütenden Vogelarten können die Nisthöhlen nicht selber ausmeisseln. In totholzreichen Beständen ist die Artenzahl und Dichte von insektenfressenden Singvögeln, die in Höhlen nisten, wie Meisen und Fliegenschnäpper, höher als in totholzarmen Beständen (Abb. 11).
- Auch Säugetiere, besonders Schläfer- und mehrere Fledermausarten, sind auf Baumhöhlen angewiesen, in welchen sie den Tag verbringen, die Kinderstube einrichten oder sogar überwintern (Abb. 12).

Der Wert von Höhlenbäumen wurde inzwischen erkannt: Höhlen werden heu-

te oft markiert und die Bäume stehen gelassen. Ein bekanntes Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz ist die Jugendaktion «Spechtbaum» von Pro Natura Schweiz, dem Schweizer Vogelschutz SVS und dem Verband Schweizer Förster VSF (Pro Natura et al. 1999).

Auch liegendes Totholz verbessert die Biotopstruktur für viele Tiere. Den bodenlebenden Kleinsäugetern, vor allem Mäusen und Spitzmäusen, bietet es ein günstiges feuchtes Mikroklima, Wechsel, Deckung, Höhlungen und Nahrung in Form von Pilzen, Pflanzen und Wirbellosen. Wie Vogelgemeinschaften enthalten auch Gemeinschaften von Kleinsäugetern in totholzreichen Althölzern mehr Arten als in totholzarmen, jüngeren Beständen. Sogar wenig spezialisierte Arten wie Rötelmäuse *Clethrionomys glareolus* und Gelbhalsmäuse *Apodemus flavicollis* ziehen Flächen mit Reisig, Fallholz und Baumstümpfen den kahlen Waldböden vor (SUTER und SCHIELLY 1998). In solchen Beständen werden auch kaum die Wurzeln von Jungbäumen angefressen, da genügend andere Nahrungsquellen vorhanden sind. Mäuse treten daher eher als Verbreiterinnen von Samen und Mykorrhizapilzen in Erscheinung. Dies ist besonders bedeutsam, da die unterirdischen Mykorrhizen für alle Bäume lebenswichtig sind. Ein reiches Totholzangebot ist zudem auch kleinen Raubtieren förder-



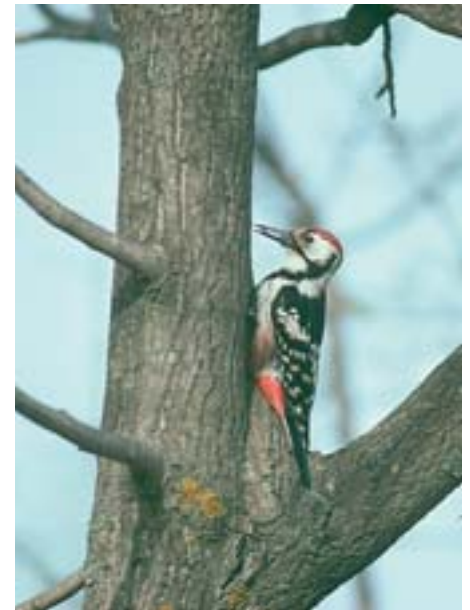
Abb. 8. Rotrandiger Baumschwamm *Fomitopsis pinicola* ist ein mehrjähriger Pilz, der vor allem an stehendem Totholz recht häufig vorkommt. Er besitzt eine charakteristische, harzige und damit brennbare Oberfläche. (Foto: B. Wermelinger, WSL)



Abb. 9. Stehendes Totholz mit Spechthöhle und Hackspuren des Schwarzspechts (Sihlwald ZH).



Abb. 10. Der Buntspecht *Dendrocopos major* (linkes Bild) ist dank seiner geringen Ansprüche an den Lebensraum unser häufigster Specht. Bevorzugt legt er seine Bruthöhlen in abgestorbenem Holz an. Der Weissrückenspecht *Dendrocopos leucotos* (rechtes Bild) ist hingegen ein seltener Altholzspezialist mit enger Bindung an reiche Totholzvorkommen. Erst vor kurzem wurde er auch in der Ostschweiz als Brutvogel in steilen, unbewirtschafteten Bergwäldern entdeckt. (Fotos: Schweizer Vogelschutz SVS)



lich, die ihrerseits als Prädatoren von Mäusen auftreten. Dazu gehört beispielsweise der Edelmarder *Martes martes*, der ein typischer Bewohner von grösseren Wäldern mit genügendem Angebot an Altholzflächen ist. Er jagt bevorzugt zwischen liegenden Stämmen, die auch ihm Schutz gegen Feinde und im Winter bei hoher Schneedecke Jagdräume unter der Schneeoberfläche bieten.

- Totholz ist auch die Lebensgrundlage von zahlreichen Arten, die nicht direkt vom Totholzabbau leben.
- Totholz fördert Artengemeinschaften mit komplexen Nahrungsketten, welche wichtige Rollen für das Funktionieren natürlicher Prozesse im Wald spielen.

Waldbauliche Massnahmen zugunsten von Totholz

Totholz zu fördern ist ein wichtiger Bestandteil der naturnahen Waldbewirtschaftung, welche die natürlichen Abläufe berücksichtigt. Dazu sind auch im Wirtschaftswald keine aufwendigen Massnahmen nötig! Im Gegenteil, Belassen von Totholz statt Räumen kann sogar Kosten im Betrieb sparen. Was es braucht, ist lediglich ein bisschen Mut

zum bisher Ungewohnten. Auch ein immer grösserer Anteil der Erholungssuchenden im Wald ist über die ökologischen Zusammenhänge informiert und empfindet ein Waldbild mit Totholz als schön. Dennoch dürften da und dort einige aufklärende Worte nötig sein, um die Gründe für die neue «Unordnung» im Wald anschaulich zu machen.

Natürlich anfallendes Totholz:

- kein Säubern von anbrüchigem Holz,
- nur «damit es sauber aussieht»;
- beschädigte und abgestorbene Bäume stehen lassen;
- gefallene Bäume liegen lassen, wenn der Stamm noch Krone zersägt und nicht entrindet;
- gefallene Äste liegen lassen, nicht zu Haufen zusammentragen und nicht zersägen.

Bei der Bewirtschaftung anfallendes Holz:

- zurückhaltende Schlagräumung (siehe FORSTER *et al.* 1998); dicke Äste und wenn möglich Stammteile

liegen

lassen, Schlagabraum nicht verbrennen;

- bei Durchforstungen einen Teil der zu entnehmenden Bäume durch Ringeln (Unterbrechen des Saftflusses) zum Absterben bringen,

aber

- nicht entfernen;
- beim Fällen von Bäumen hohe Stümpfe stehen lassen.

Generell:

- die gesamte Waldfläche mit einbeziehen;
- falls dies nicht möglich ist, Alt- und Totholzinseln ausscheiden (z.B. an unzugänglichen Lagen)
- einige alte, anbrüchige Bäume im Bestand belassen;
- wertverminderte Bäume altern und absterben lassen;
- viele verschiedene Totholzformen fördern: verschiedene Baumarten, stehendes und liegendes, dickes und



Abb. 11. Der Trauerschnäpper *Ficedula hypoleuca* ist wie die meisten höhlenbrütenden Singvögel auf bestehende Bruthöhlen angewiesen und ist deshalb nur in dürrholzreichen Beständen, zum Beispiel Eichenmittelwäldern, einigermaßen häufig. Er nimmt aber zur Brut gerne auch Nistkästen an. (Foto: B. Walsler)



Abb. 12. Wasserfledermaus *Myotis daubentonii*. Flatterhaftes Treiben im Altholz und im Totholz: Viele Fledermausarten verschlafen den Tag in Baumhöhlen, in Rissen und Spalten der Borke und in aufgeschichtetem Holz. Wasserfledermäuse und Langohrfledermäuse ziehen hier im Sommer auch Junge auf. Abendsegler und Flughautfledermäuse trifft man hingegen hauptsächlich als Winterschläfer an. (Foto: H.-P. B. Stutz, Stiftung Fledermausschutz, Zoo Zürich)

dünnes, feuchtes und trockenes Totholz usw.;
– zurückhaltende Räumung von Sturmholz bietet die einfache und kostengünstige Chance, den Totholzanteil zu vergrössern.

Zu beachten ist Folgendes:
In Beständen, die zu über zwei Dritteln aus Fichten bestehen, sollte nur wenig frischtoten Fichten-Starkholz stehen

bzw. liegen gelassen werden, da sonst die Gefahr von Massenvermehrungen des Buchdruckers *Ips typographus* droht. In Ästen hingegen können kaum Massenvermehrungen von Insekten

aufzutreten, daher kann Schwachholz in den Beständen verbleiben. Eine Ausnahme bildet jedoch der Kupferstecher *Pityogenes chalcographus*. Bei Anzeichen von Massenvermehrungen dieser Art sollten keine frischen Fichtenäste im Wald belassen werden. Analoge Einschränkungen gelten für andere Nadelbaumarten wie Föhre oder Tanne mit ihren jeweiligen Borkenkäfern. Wenn stehendes Totholz gefördert wird, ist generell auf die Sicherheit von Personen zu achten, die sich im Wald aufhalten.

Zitierte und weiterführende Literatur

- DETSCH, R.; KÖLBEL, M.; SCHULZ, U., 1994: Totholz – vielseitiger Lebensraum in naturnahen Wäldern. Allg. Forstztg. 49, 11: 586–591.
- FORSTER, B.; BUOB, S.; COVI, S.; OEHR, E.; URECH, H.; WINKLER, M.; ZAHN, C.; ZUBER, R., 1998: Schlagräumung. Merkbl. Prax. 30: 4 S.
- MÖLLER, G., 1994: Alt- und Totholzlebensräume: Ökologie, Gefährdungssituation, Schutzmassnahmen. Beitr. Forstwirtschaft. Landsch.ökol. 28, 1: 7–15.
- Pro Natura; Schweizer Vogelschutz (SVS); Verband Schweizer Förster (VSF), 1999: Aktion Spechtbaum II. 4 S. Informationsbroschüren erhältlich bei Pro Natura Basel.
- RÖHRIG, E., 1991: Totholz im Wald. Forstl. Umsch. 34, 4: 259–270.
- SCHERZINGER, W., 1996: Naturschutz im Wald. Stuttgart, Ulmer. 447 S.
- SCHIEGG, K., 1998: Totholz bringt Leben in den

Verzeichnis der neuesten Nummern der Reihe «Merkblatt für die Praxis»

- Nr. 25*/** EGLI, S.; AYER, F.; LUSSY, S.; SENN-IRLET, B.; BAUMANN, P., 1995: Pilzschutz in der Schweiz. Ein Leitfaden für Behörden und interessierte Kreise. 8 S.
- Nr. 26* STÖCKLI, B., 1995: Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald. Anleitung zum Moderanbau. 8 S.
- Nr. 27* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1996: Pilzkrankheiten in Hochlagen. Biologie und Befallsmerkmale. 8 S.
- Nr. 28* NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; LAWRENZ, P., 1997: Zur Biologie der Mistel. 8 S.
- Nr. 29*/** NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1998: Biologie und natürliche Regulation von Gespinstmotten. 8 S.
- Nr. 30*/** FORSTER, B.; BUOB, S.; COVI, S.; OEHR, E.; URECH, H.; WINKLER, M.; ZAHN, C.; ZUBER, R., 1998: Schlagräumung. 4 S.
- Nr. 31*/** NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; FORSTER, B., 2000: Rindenbrütende Käfer an Föhren. 12 S.
- Nr. 32* NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; 2000: Rostpilze an Fichten. 8 S.

* Auch in Französisch/** Italienisch erhältlich.

Wirtschaftswald. Schweiz. Z. Forstwes. 149,
10: 784–794.

STÖCKLI, B., 1995: Moderholz für die Naturver-
jüngung im Bergwald. Anleitung zum
Moderanbau. Merkbl. Prax. 26: 8 S.

SUTER, W.; SCHIELLY, B., 1998: Liegendes Totholz:
Ein wichtiges Strukturmerkmal für die Ha-
bitatqualität von Kleinsäugetern und kleinen
Carnivoren im Wald. Schweiz. Z. Forstwes.
149, 10: 795–807.

Verschiedene Beiträge sind zudem erschienen
im Schwerpunktheft «Lebensraum Totholz»
1991: Forstwiss. Cent.bl. 110, 2: 105–164.

Dank

Für kritische Durchsicht und Ergänzungen zum
Manuskript sowie Bildmaterial danken wir
Peter Duelli, Simon Egli, Beat Forster, Ursula
Heiniger, Walter Keller, Nino Kuhn, Dagmar
Nierhaus, Patrick Schleppi, Josef Senn, H.-P. B.
Stutz, B. Walser und Beat Wermelinger.

Adresse der Autoren

Dr. Karin Schiegg Pasinelli
Dr. Werner Suter
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf