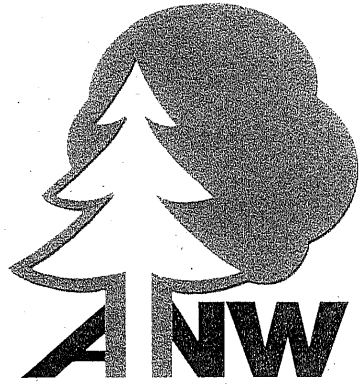
DER DAUERWALD

Zeitschrift für naturgemäße Waldwirtschaft

29



Februar 2004

5. Thesenhafte Schlußfolgerungen

1) Buchenwälder sind entwicklungsgeschichtlich ein nacheiszeitliches und geographisch ein europäisches Phänomen.

2) Die Ausbreitung der Buche ist noch nicht abgeschlossen, die Arealexpansion ist noch im Gange, das klimatisch bedingte potentielle Areal ist noch nicht ausgefüllt.

3) Die Buche kennt unter buchengünstigem Klima fast keine edaphischen Grenzen, sie weist eine außerordentliche Spanne in Bezug auf Nährkraft und Feuchte des Standorts und breites Spektrum standortangepaßter Wuchsformen auf.

4) Es gibt in Europa keine echten Buchen-Urwälder mehr. Alte Buchenwälder sind außerordentlich selten, sie stellen ein spezifisches Naturerbe Europas dar, für das Deutschland aufgrund seiner geographischen Lage besondere Verantwortung trägt.

5) Historische Waldrodungen, Waldnutzungen und forstliche Umwandlungen haben Buchenwälder seit dem Mittelalter auf weniger als ein Zehntel ihres potentiellen Areals eingeschränkt. Bis in jüngste Vergangenheit praktizierte Anwendung überkommener Bewirtschaftungsverfahren (Kahlschlag, Großschirmschlag) haben die Raum-, Mischungs- und Alterstrukturen von Buchenwäldern grundlegend verändert.

6) Das Buchenwald-Paradoxon: Buchenwald ist einerseits sehr regenerationsfreudig und expansiv, die Buche als Baumart wüchsig, stabil, risikoarm, dominant und nahezu ohne edaphische Begrenzung, inzwischen wieder forstlich rentabel. Buchenwald ist andererseits dennoch als ein gefährdeter Vegetationstyp anzusehen, da es kaum mehr Altwälder mit „vollständigem" Arteninventar und nur wenige Buchenwälder auf größerer zusammenhängender Fläche gibt.

7) Die Schutzgebietssituation in Europa und Deutschland ist insgesamt unbefriedigend. Buchenwälder sind in Schutzgebieten unterrepräsentiert. Insbesondere ist ihr Anteil in Schutzgebieten der IUCN-Kategorien I und II zu gering.

8) Der Verlust europäischer Buchenwälder spielt im öffentlichen Bewußtsein praktisch keine Rolle.

9) Für die Zukunft des Buchenwaldes ist eine klar differenzierte Behandlung erforderlich:

a) *Dauerwald* – Wirtschaftswälder außerhalb von Nationalparken und Naturschutzgebieten gemäß der ANW-Handlungsgrundsätze bewirtschaften und Buchenanteil erhöhen (Prinzip „nachhaltige Nutzung"),

b) *Naturwald* – Wälder in Nationalparken und Naturschutzgebieten grundsätzlich aus der Nutzung nehmen und der natürlichen Entwicklung zu „Urwäldern von morgen" überlassen (Prinzip „Natur Natur sein lassen"),

c) *Schutzwald* – Wälder in Schutzgebieten, soweit sie nicht unter b) Naturwald fallen, schonende Bewirtschaftung als Dauerwald mit weitergehenden Naturschutzmaßnahmen.

Naturschutzstandards für die Bewirtschaftung von Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland

von Dr. Martin Flade, G. Möller, H. Schumacher und S. Winter

Von der Landesanstalt für Großschutzgebiete Brandenburg in Eberswalde wurde mit Fördermitteln des Bundesamtes für Naturschutz ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zum oben genannten Thema durchgeführt. Für diese umfangreiche Untersuchung liegt ein Sachbericht vom Oktober 2003 vor. Im Folgenden werden zwei Kapitel des Berichts abgedruckt, zum einen die Zusammenfassung des gesamten Untersuchungsberichtes und zum andern das Kapitel über die waldbaulichen Forderungen, die sich aus der Untersuchung und aus der Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung Brandenburg ergeben haben. Die Einzelergebnisse wurden, ebenso wie die daraus gezogenen Folgerungen für die Waldbaurichtlinien Brandenburgs und Mecklenburg-Vorpommerns, auf einer Tagung vom 24.-25. November 2003 in Chorin ausführlich vorgestellt und diskutiert. Der Sachbericht soll in überarbeiteter und erweiterter Fassung im Jahr 2004 als Buch veröffentlicht werden (Titel voraussichtlich: „Naturschutz im Buchenwald"). Interessenten können sich wenden an: Dr. Martin Flade, Landesanstalt für Großschutzgebiete Brandenburg, Tramper Chaussee 2, D-16225 Eberswalde, Tel. 03334 - 66 2713, e-mail martin.flade@lags.brandenburg.de.

Zusammenfassung der Untersuchungen

Hintergründe und Ziele des Projektes

Die Bedeutung von Buchenwäldern für den Naturschutz in Deutschland vor dem Hintergrund des Erhalts der globalen biologischen Vielfalt im Sinne der Rio-Konvention (1992) ist in den 1990er Jahren zunehmend ins Bewusstsein gelangt. Rotbuchenwälder sind in ihrer Weltverbreitung auf das mittlere, westliche und südöstliche Europa beschränkt. Deutschland ist mit etwa 25% Anteil an der natürlichen Verbreitung das Kernland des Buchenwaldareals.

Buchenwälder sind heute in Deutschland auf 8% ihres ursprünglichen Areals zurückgedrängt worden, wobei nur weniger als ein Viertel davon älter als 120 Jahre ist. Der Anteil naturnaher, unbewirtschafteter Buchenwälder liegt bei unter einem Tausendstel.

Während die kollinen und montanen Buchenwälder noch teilweise größere Vorkommen in Südosteuropa (Karpatenbogen) und auf dem Balkan sowie in den deutschen Mittelgebirgen haben, darunter auch ausgedehnte sehr naturnahe Bestände (besonders in den slowakischen, rumänischen und ukrainischen Karpaten), sind die Tieflandbuchenwälder besonders gefährdet und fragmentiert.

Da der totale Nutzungsverzicht in Tief-

landbuchenwäldern weder durchsetzbar, noch aus globaler Naturschutzsicht erwünscht sein kann (denn dann würde bei der Wertholznutzung verstärkt auf andere, oft sehr naturnahe Wälder außerhalb Deutschlands zurückgegriffen werden), sind Konzepte erforderlich, wie Naturschutzziele in die Buchenwaldbewirtschaftung integriert werden können. Ferner ist die Bestimmung von Parametern und Indikatoren gefragt, die die Naturnähe und den Erhaltungszustand von Buchen-Wirtschaftswäldern beschreiben und sich für ein langfristiges Monitoring eignen.

Untersuchungsgebiete, Methodik, Ableitung waldbaulicher Forderungen

Auf der Basis eines fundierten Vergleichs von bewirtschafteten sowie kurz- bis langfristig unbewirtschafteten Tieflandbuchenwäldern Nordostdeutschlands wurde anhand ausgewählter, repräsentativer Artengruppen und Parameter die typische Arten- und Strukturausstattung dieses Waldtyps beschrieben. Als Untersuchungsgebiete dienten zwölf Wirtschaftswälder, drei kurzfristig (seit 10-20 Jahren) unbewirtschaftete Bestände, ein seit etwa 50 Jahren unbewirtschafteter Wald (Serrahn) sowie die einzigen beiden seit weit über 100 Jahren unbewirtschafteten Tieflandbuchenwälder (Heilige Hallen und Fauler Ort). Die 18 Untersuchungsgebiete reihen sich entlang einer Katena vom Zentrum des baltischen Buchenwaldareals (Müritz-Nationalpark) bis zum südöstlichen Rand bei Eberswalde auf. Alle Bestände, auch die Wirtschaftswälder, sind im Hauptbestand mind. 120 Jahre alt und in der Regel etwa 40 ha groß (die alten Referenzwälder nur 25 bzw. 14 ha).

Vertieft untersucht wurden die Bestandesstruktur, die Baumqualitäten aus forstlicher Sicht, naturschutzfachlich abgeleitete „Sonderstrukturen", die Vegetation (Gefäßpflanzen und Moose), die holzbesiedelnden Großpilze, xylobionte Käfer, Brutvögel und Laufkäfer. Im Brennpunkt der Untersuchungen standen besonders die holzbewohnenden Organismen, die in einer fast unüberschaubaren Artenfülle den Großteil der biologischen Vielfalt im Buchenwald repräsentieren und in einem eng verwobenen System von Abhängigkeiten zwischen Pilzen, Insekten, Vögeln und Säugetieren komplexe Biozönosen bilden.

In einem detaillierten Vergleich bewirtschafteter und unbewirtschafteter Bestände (Referenzflächen) wurde herausgearbeitet, worin sich Wirtschaftswälder von natürlichen Buchenwäldern unterscheiden. Auf Grundlage dieser Differenzen, insbesondere der erkannten „Mangelfaktoren" in Wirtschaftswäldern, wurden Anforderungen an eine naturschutzgerechte Buchenwaldbewirtschaftung formuliert und begründet sowie für eine Auswahl wichtiger Kriterien Indikatoren und quantifizierte Prüfgrößen vorgeschlagen. Einige der wichtigsten und am besten quantifizierbaren waldbaulichen Forderungen wurden anhand von Szenarien betriebswirtschaftlich untersucht und auf dieser Basis wirtschaftlich zumutbare Schwellenwerte u.a. für die Markierung von Altbäumen, die dem natürlichen Altern überlassen werden sollen, und die anzustrebenden Zielstärken festgelegt.

Ergebnisse

Insgesamt liegt hiermit die bisher umfassendste vergleichende Untersuchung der Biozönosen bewirtschafteter und unbewirtschafteter Tieflandbuchenwälder vor. Insbesondere bei den Brutvögeln, holzbesiedelnden Pilzen und xylobionten Käfern handelt es sich um die wohl umfangreichsten Erhebungen, die bisher in Tieflandbuchenwäldern stattgefunden haben.

Aus methodischer Sicht sind die eingehende Betrachtung des Totholzes sowie die Bestimmung, Beschreibung und systematische Kartierung von 20 naturschutzfachlich (insbesondere mykologisch, dendroentomologisch und ornithologisch) abgeleiteten Sonderstrukturen einzelner Bäume als Besonderheiten hervorzuheben.

Hinsichtlich der *Bestandesstrukturen* wurde festgestellt, dass natürliche bzw. langfristig unbewirtschaftete Tieflandbuchenwälder (= Referenzflächen) sich durch ein sehr kleinteiliges Bestandesmosaik mit hoher Kronendachrauigkeit auszeichnen. Großflächig homogene, ein- bis zweischichte Bestandsbilder sind in der Regel ein durch bestimmte forstliche Nutzungsarten (Kahl- und Schirmschlag) erzeugtes Artefakt; diese Ergebnisse werden durch Untersuchungen aus südosteuropäischen Urwäldern sowie eine Computersimulation (Buchenwald-Modell BEFORE des UFZ Leipzig-Halle) gestützt. In Referenzwäldern kommen pro ha etwa doppelt so viele verschiedene *Waldentwicklungsphasen* sowie ebenfalls etwa doppelt so viele Waldentwicklungsphasen-Einheiten pro ha wie im Wirtschaftswäldern vor. In den Wirtschaftswäldern fehlen insbesondere die späte Optimal-, Terminal- und Zerfallsphase weitgehend, statt dessen dominiert hier die mittlere Optimalphase stark.

Die *Lichtverhältnisse* sind in Referenzwäldern deutlich vielfältiger als in Wirtschaftswäldern. Durch die Ungleichaltrigkeit der Bestände und die hohe Kronendachrauigkeit gibt es neben sehr dunkel-schattigen Jungbeständen (Verjüngungskegel) insbesondere mehr große, teilweise freistehende Altbäume mit besonnten Kronen.

Die *Baumqualitäten* sind in bewirtschafteten und unbewirtschafteten Beständen deutlich verschieden. In Wirtschaftswäldern gibt es z.B. signifikant mehr Zwiesel, weniger krumme Stämme und mehr spannrückige Bäume als in den alten Referenzflächen.

In den alten Referenzflächen gibt es 5-10mal soviel *Totholz* (219-244 m^3/ha) wie in Wirtschaftswäldern (3-34 m^3/ha), und das Totholz kommt in wesentlich vielfältigeren Erscheinungsformen und Ausprägungen (Dimensionen, Feuchtigkeit, Besonnung, Bodenkontakt usw.) über die gesamte Fläche verteilt vor. Das Verhältnis von stehendem zu liegendem Totholz beträgt in Referenzwäldern etwa 1:1,5 bis 1:2. In naturnah bewirtschafteten Wirtschaftswäldern kann der Totholzvorrat allerdings höher liegen (auf größeren Teilflächen bis 78 m^3/ha) als in den jungen Referenzflächen (11-34 m^3/ha), die im nutzungsfreien Zeitraum von 10-15 Jahren noch nicht so umfangreiche Naturwaldstrukturen ausbilden konnten.

Von 20 untersuchten *Sonderstrukturen* des (lebenden und toten) Baumbestandes sind insbesondere 11 in Wirtschaftswäldern sehr selten und/oder sporadisch verteilt und können auch als „Naturwaldstrukturen" bezeichnet werden. Dazu gehören Zunderschwamm-Bäume, Bäume mit Kronen- oder Stammbruch, Ersatzkronenbäume, Blitzrinnen, Höhlen- und Höhlenetagen-Bäume, Großhöhlen mit Mulmkörper, größere Mulm- und Rindentaschen.

Vegetation: 15 der 18 Untersuchungsflächen, darunter alle drei alten Referenzflächen, gehören vollständig oder überwiegend zu den Waldmeister-Buchenwäldern, nur 3 Flächen (darunter 2 Wirtschaftswälder) sind zu den nährstoffärmeren und bodensaureren Hainsimsen-Buchenwäldern zu rechnen. Die Artenzahl krautiger Pflanzen ist in Wirtschaftswäldern etwas höher als in den Referenzflächen und wird durch forstliche Nutzungseingriffe deutlich gesteigert. Jedoch sind es keine Waldarten, sondern Bodenverdichtungs- und Vernässungszeiger sowie Ruderal- und Offenlandarten, die verstärkt in die bewirtschafteten Bestände eindringen. Kleinblütiges Springkraut, Flatter-Binse, Land-Reitgras und Winkelsegge können als besonders gute Wirtschaftswaldzeiger gelten. Andererseits kommen die für Referenzwälder typischen Buchenwaldpflanzen auch in den Wirtschaftswäldern vor. In den Referenzwäldern sind Evenness und Diversität der Pflanzenarten der Krautschicht viel niedriger als in den Wirtschaftswäldern.

Bei den *Moosen* (83 Arten nachgewiesen, überwiegend epigäisch und epiphytisch wachsend) zeichnen sich die Referenzwälder durch eine stärkere Ausprägung der epiphytischen Moosdecken aus. Moose wachsen hier wesentlich großflächiger auf liegendem Totholz und höher die Stammanläufe hinauf. Stammanläufe werden vor allem dann von Moosen besiedelt, wenn sie durch Alterungsprozesse eine hohe Oberflächenrauigkeit besitzen und/oder wenn sie schräg stehen; beide Voraussetzungen sind in Referenzwäldern viel häufiger gegeben. Dagegen besiedeln in Wirtschaftswäldern, die meist viel ärmer an liegendem Totholz und anderen bodennahen Strukturen sind, die epigäisch wachsenden Moose einen viel größeren Flächenanteil.

Die festgestellten Artenzahlen der holzbesiedelnden (lignikolen) *Großpilze* liegt sowohl in den Wirtschaftswäldern wie in den Referenzflächen einheitlich zwischen 66 und 85 pro Untersuchungsgebiet. Auch die Gesamtfundzahlen pro ha unterscheiden sich nicht wesentlich (Spanne 600-1300 pro Fläche, Summe der ausgewerteten Funde 14.534). Es gibt allerdings eine signifikante Korrelation zwischen Fundzahlen und Totholzvolumen. In der Artenzusammensetzung zeigen sich starke Unterschiede zwischen Wirtschafts- und Referenzwäldern. So sind z.B. parasitische Pilze und Pilzarten an unterirdischem Holz in den Referenzwäldern deutlich häufiger, während in den Wirtschaftswäldern mehr heliophile Arten registriert wurden. Für Wirtschaftswälder ist vor allem das häufige Auftreten mehrerer Trameten-Arten *Trametes spec.* typisch,

während Stachelbärte der Gattung *Hericium*, einige Dachpilz-Arten der Gattung *Pluteus* sowie das massive Auftreten des Zunderschwamms *Fomes fomentarius* als Charakteristika der langfristig unbewirtschafteten Referenzwälder gelten können.

Die *xylobionten Insekten* wurden in 9 der 18 Untersuchungsgebiete (darunter in allen drei alten Referenzwäldern) an jeweils fünf repräsentativen Probepunkten des Probekreisrasters (Pk) sowie durch ergänzende Gesiebeproben, Handaufsammlungen, Ableuchten und Zusatzfallen untersucht. Insgesamt wurden 155.015 Individuen von 739 Arten erfasst, davon 711 Käferarten und 28 ausgewählte, indikatorisch wertvolle xylobionte Arten der Faulholzmotten, echten Motten, Holzwespen, Raub- und Schwebfliegen sowie der Netz-, Raub- und Rindenwanzen. Von den Holzkäfern sind 224 Arten bundesweit als gefährdet, darunter sind 25 als „vom Aussterben bedroht" und eine Art als „ausgestorben" klassifiziert. Es gelangen 61 Neu- und Wiederfunde letztmalig vor 1950 festgestellter Arten für Brandenburg (21 Arten) und Mecklenburg-Vorpommern (40 Arten). Sowohl die Rote-Liste-Arten, als auch die Neu- und Wiederfunde konzentrieren sich in den alten Totalreservaten *Heilige Hallen* und insbesondere *Fauler Ort*, obwohl die festgestellten Artenzahlen und Individuensummen in den Referenzflächen insgesamt nur wenig höher als in den Wirtschaftswäldern liegen.

131 Holzinsekten-Arten präferieren eindeutig Referenzwälder oder kommen exklusiv nur hier vor (42 Arten, Einzelfunde nicht berücksichtigt); sie werden als „Referenzwald-Indikatoren" bezeichnet. Demgegenüber präferieren nur 38 Arten die Wirtschaftswälder (Wirtschaftswald-Indikatoren). Insgesamt sind unter den Referenzwald-Indikatoren wesentlich mehr Arten an Zwiesel-, Stamm- und Teilkronenbrüche lebender Bäume, Ersatzkronenbäume, Blitzrinnen, Zunderschwamm- und sonstige Pilzbuchen, Großhöhlen, ausgehöhlte Stämme, Mulmkörper und Mulmtaschen gebunden als unter den Wirtschaftswald-Indikatoren. Die genannten Strukturen wurden bei der Sonderstrukturkartierung übereinstimmend als Mangelstrukturen in Wirtschaftswäldern identifiziert (s. oben). Das Vorkommen der Referenzwald-Indikatoren nach Arten- und Individuenzahlen korreliert auf Probekreisebene hochsignifikant mit den Waldentwicklungsphasen (Schwerpunkt in der späten Optimal- bis Zerfallsphase), dem Totholzvorkommen (Anzahl Objekte, Volumen liegend, stehend, gesamt, Grundfläche) sowie mit den Sonderstrukturen an Bäumen. Negative Korrelationen treten u.a. mit der Anzahl Sägestubben und der Bewirtschaftungsintensität auf. Bei den Rote-Liste-Arten sind die Korrelationen ähnlich, aber nicht so eng wie bei den Indikatoren (was die Aussagekraft der Indikatoren bestätigt).

In den 100 Jahren unbewirtschafteten Referenzflächen wurden 112-122 Referenzwald-Indikatoren gefunden (in Probekreisen 84-88), in den Wirtschaftswäldern weniger als halb so viele (59-67, in Probekreisen 20-45). Jedoch zeigt die naturschutzorientiert bewirtschaftete Fläche *Schwarzes Loch*, dass auch im

Wirtschaftswald mehr als halb so viele Referenzwald-Indikatoren vorkommen können wie in den Totalreservaten.
Bei den *Brutvögeln* sind die Artenzahlen in den Referenzwäldern nur wenig höher als in den Wirtschaftswäldern, jedoch sind die Gesamt-Siedlungsdichten zwei- bis dreimal so hoch. Sehr viel höhere Siedlungsdichten erreichen vor allem die holzbewohnenden Arten (Spechte, Baumläufer, Kleiber, alle übrigen Höhlenbrüter), aber auch Arten wie Zaunkönig, Amsel und Singdrossel, die in den Referenzwäldern an typischen Sonderstrukturen wie Baumruinen und aufrecht stehenden Wurzeltellern nisten. Von den 12 Leitarten der Tieflandbuchenwälder (regional modifizierte Liste) kommen je 10-12 in den alten Referenzflächen, jedoch nur 2-11 in den Wirtschaftswäldern vor (Minima in Großschirmschlägen und einschichtigen, dunklen Hallenbeständen). Die Gesamtdichten der Leitarten sind in den Referenzflächen drei- bis viermal so hoch wie im Wirtschaftswald. Eine besonders gute Indikatorart für naturnahe, „reife" Tieflandbuchenwälder ist der Mittelspecht. Der noch anspruchsvollere Weißrückenspecht, der Totholzmengen von durchschnittlich 58 m³/ha auf großen zusammenhängenden Waldflächen benötigt, ist im späten 19. Jahrhundert als Brutvogel aus Norddeutschland verschwunden; er wäre eine geeignete Zielart für den Naturschutz in Tieflandbuchenwäldern.
Unter den 59 nachgewiesenen *Laufkäferarten* sind es besonders die 18 „mesophilen Waldarten", die deutlich die Referenzwälder bevorzugen. Ebenso sind in den Referenzflächen die brachypteren (flugunfähigen) Laufkäferarten signifikant häufiger. Die Aktivitätsdichten der mesophilen Waldarten korrelieren u.a. signifikant positiv mit dem liegenden und stehenden Totholz, mit den Waldentwicklungsphasen (Schwerpunkt in den späten Phasen von Terminal- bis Zerfallsphase), mit dem Moosvorkommen auf liegendem Totholz und an Stammanläufen sowie negativ mit der Anzahl an Sägestubben (als indirektem Maß für die Bewirtschaftungsintensität). Insgesamt 13 Arten wurden als charakteristische Arten der Tieflandbuchenwälder identifiziert.

Synopse und Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der vertieften Untersuchungen der oben aufgeführten Parameter und Artengruppen wurden in einer Synopse der Schlüsselfaktoren (Naturwaldstrukturen) zusammengefasst. Zu den 6 großflächig wichtigsten Naturwaldstrukturen gehören die Großflächigkeit der Waldkomplexe, die Kleinräumigkeit der Bestandesstruktur und der Waldentwicklungsphasen, große Menge und Diversität des Totholzvorkommens, eine hohe Kronendachrauigkeit einschließlich großkroniger und exponierter Bäume, ein ausreichender Anteil von Bäumen, die ihre natürliche Altersgrenze erreichen, sowie eine naturnahe Ausstattung der Wälder mit Feuchtgebieten (Moore, Brüche, Kleingewässer). Hinzu kommen 13 besonders wichtige Einzelbaumstrukturen von Zunderschwamm-Bäumen bis hin zu Ersatzkronen-Bäumen, Höhlenbäumen, großvolumige Höhlen mit Mulmkörpern usw.

Die Ergebnisse münden schließlich in die Formulierung von 14 waldbaulichen Forderungen für eine naturschutzgerechte Buchenwaldbewirtschaftung. Viele dieser Forderungen sind so weit wie möglich präzisiert und quantifiziert worden, so z.B. die Menge an Totholz (mind. 30 m³/ha als „gute fachliche Praxis", in Schutzgebieten 50 m³/ha), an Sonderstrukturen (10 Sonderstrukturen bzw. 4 Naturwaldstrukturen pro ha) sowie an auszuweisenden „Totholzanwärtern" im Bestand (mind. 5 als „gute fachliche Praxis", in Schutzgebieten mind. 7).
Für einige der zentralen Forderungen wurden schließlich Kriterien, Indikatoren und Prüfgrößen vorgeschlagen, die z.B. für eine nachvollziehbare und fundierte Bewertung des „Erhaltungszustandes" von Tieflandbuchenwäldern aus Naturschutzsicht im Sinne der FFH-Richtlinie der EU herangezogen werden können. Die entsprechenden Parameter können z.B. im Rahmen der Forsteinrichtung und/oder einer erweiterten Waldbiotopkartierung erhoben werden. Ein entsprechendes, durch dieses F+E-Projekt angestoßenes Pilotvorhaben für Integration einiger dieser Parameter in die Forsteinrichtung Brandenburgs läuft derzeit bereits an der Fachhochschule Eberswalde in Kooperation mit der Brandenburger Landesforstanstalt.

Waldbauliche Forderungen

Ziel des Projektes war es, auf der Grundlage eines fundierten Vergleichs zwischen Wirtschaftswäldern und naturnahen, unbewirtschafteten Wäldern möglichst konkrete Standards für die Bewirtschaftung von Tieflandbuchenwäldern zu formulieren. Diese Standards sollen möglichst mit messbaren Indikatoren und Schwellenwerten (Prüfgrößen) untersetzt werden.
Im Ergebnis sind 14 waldbauliche Regeln für eine naturschutzverträgliche Buchenwaldbewirtschaftung erarbeitet worden, die im Folgenden vorgestellt und begründet werden. Die meisten Regeln und vor allem die in Frage kommenden Prüfgrößen basieren unmittelbar auf der Ergebnissen der eigenen systematischen Untersuchungen.

1. Die Nutzung von Buchenwäldern sollte einer zügig zu erstellenden Gesamtkonzeption zum Erhalt und zur Vernetzung der Buchen-Altholzbestände im nordostdeutschen Tiefland folgen. Dadurch ist einer weiteren Verinselung und Verknappung von Buchenaltholzbeständen entgegenzuwirken.
Die relativ dramatische Gefährdungssituation der Tieflandbuchenwälder durch Flächenschwund und Fragmentierung wurde zusammenfassend dargestellt.
Für viele typische Buchenwaldarten mit begrenzter Ausbreitungsfähigkeit stellt die starke Verinselung und Fragmentierung der Buchenaltbestände ein großes, mitunter für die Arten existenzielles Problem dar. Besonders eindrucksvolle Beispiele sind be-

grenzt flugfähige xylobionte Großkäfer (z.B. Eremit *Osmoderma eremita* mit einer Dispersionsfähigkeit von weniger als 2 km, oder Körnerbock *Megopis scabricornis* mit nur noch einem reliktären, isolierten Vorkommen in der Schorfheide, von dem aus keine Besiedlung benachbarter Totalreservate mehr ausgeht) oder der in Norddeutschland im späten 19. Jahrhundert als Brutvogel verschwundene Weißrückenspecht.
Durch die Nutzung der wenigen verbliebenen Buchenaltbestände im Schirmschlagverfahren unmittelbar bedroht ist auch der stark gefährdete Schreiadler, der in Nordostdeutschland die westliche Grenze seines ohnehin sehr kleinen Weltverbreitungsgebietes erreicht.
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass einige spezielle Totholz- und Sonderstrukturen in so geringer Dichte auftreten, dass nur größere zusammenhängende oder eng benachbarte Altholzbestände ein kontinuierlich besiedelbares Habitatpotenzial für die darauf spezialisierten Arten gewährleisten können. In einem größeren Waldareal steht allein von der Holzmenge her gesehen ein höheres Grundpotential bereit, von dem ausgehend eine Auffächerung in die vielfältigen, aus Urwäldern bekannten Biotoplinien möglich ist. Eine kontinuierliche Bereitstellung von Holzsubstraten der verschiedensten Dimensionen vom Stammholz bis zum Zweig in allen nur denkbaren mikroklimatischen Expositionen vom Kronenraum bis zum Erdboden ist in großen Waldgebieten in einem räumlichen und zeitlichen Kontinuum viel eher gewährleistet, als in einem kleinen Gehölz mit zwangsläufig begrenztem Baumrepertoire.

In Hinblick auf das dauerhafte Vorkommen der gefährdeten Holzfauna ist besonders hervorzuheben, dass die diversen, durch Pilzenzyme und Expositionsvarianten verursachten Abbaustufen des Totholzes auf der Fläche kontinuierlich nebeneinander vorhanden sein müssen.

2. Die Bewirtschaftung soll unter Belassen von alten Bestandesteilen (kein Kahlschlag, kein Schirmschlag) und Zulassen von Lücken erfolgen; nutzungsbedingte Bestandsmosaik-Strukturen (homogene Teilflächen) sollen nicht größer als 1 ha sein. Der Kronenschlussgrad des Oberstandes sollte in der Umwandlungsphase von ein- oder zweischichtigen auf vielschichtige Bestände nicht unter 0,7 absinken, die Absenkung durch forstliche Nutzung soll nicht um mehr als 0,1 pro Jahrzehnt erfolgen. Ein- bis zweischichtige Bestände sollen durch geeignete forstliche Maßnahmen in vielschichtige bzw. stufige, vielfältig strukturierte Bestände überführt werden.
Zur Heterogenität des Bestandsmosaiks: Die Untersuchungen zu den Bestandesstrukturen haben gezeigt, dass großflächig homogene Bestände bzw. größere Flächen mit ein- oder zweischichtiger Ausbildung in Tieflandbuchenwäldern ein forstwirtschaftlich erzeugter Artefakt sind. Sowohl in den alten, seit über 100 Jahren unbewirtschafteten Referenzflächen Nordostdeutschlands, als auch in den untersuchten Buchenurwäldern des südöstlichen Mitteleuropas und des Balkans, ist die Dichte und Diversität von unterschiedlichen Waldentwicklungsphasen und die

Kleinflächigkeit des Waldstruktur-Mosaiks ein Charakteristikum, was auch durch die Ergebnisse der Computersimulation (Buchenwaldmodell BEFORE) bestätigt wird. Vor dem Hintergrund, dass die biologische Vielfalt im Tieflandbuchenwald auch durch die unterschiedlichen Licht- und Belichtungsverhältnisse am Waldboden, innere Bestandsränder, verschiedenste Ausprägungen von Totholz und Sonderstrukturen (besonnt, unbesonnt, dunkel-schattig, feucht, trocken usw.), Kronendachrauigkeit usw. geprägt wird, ist es aus Naturschutzsicht anzustreben, sich im Wirtschaftswald der Vielfalt der Bestandesstrukturen im natürlichen oder naturnahen Buchenwald so weit wie möglich anzunähern. Als Maß können die Anzahl unterschiedlicher Waldentwicklungsphasen pro ha und die Zahl von Waldentwicklungseinheiten pro ha gelten. Als Faustregel kann gelten, dass es in Tieflandbuchenwäldern, die über 100 Jahre der eigendynamischen Entwicklung überlassen sind, keine homogenen Bestandesstrukturen von 1 ha Größe oder mehr gibt.
Zum Kronenschlussgrad des Oberstandes: Die experimentellen Untersuchungen in der Fläche *Chorin w12* haben gezeigt, dass forstliche Nutzungseingriffe, die die Bestandesstruktur nicht grundlegend verändern und den Kronenschlussgrad des Oberstandes nicht unter 0,7 absenken, relativ geringe und zudem nicht lang anhaltende Auswirkungen auf die Biozönose (zumindest Brutvögel und Vegetation) haben.
Vermeidung ein- bis zweischichtiger Bestände: Die Untersuchungsergebnisse zu den verschiedenen Artengruppen zeigen, dass eine Bewirtschaftung im Schirmschlagverfahren, die ein- bis zweischichtige Bestände erzeugt, sich stark negativ auf die typische Buchenwaldbiozönose auswirkt (besonders eindrucksvoll belegt bei den Brutvögeln). Insbesondere wird durch lange Phasen, in denen Altbäume weitgehend oder völlig fehlen, die Besiedlungskontinuität für viele Arten unterbrochen. Dies ist besonders für flugunfähige Arten bzw. Arten mit begrenzter Dispersionsfähigkeit (einige xylobionte Großkäfer, flugunfähige Laufkäfer), aber auch für standorttreue Vogelarten wie den Mittelspecht problematisch.

3. Altbäume (Totholzanwärter, Biotopbäume, Ewigkeitsbäume, ...): Auswahl und dauerhafte Markierung von mind. 5 Bäumen (>=40 cm BHD) pro ha, die dem natürlichen Altern überlassen werden, als „gute fachliche Praxis", mind. 7 Bäume/ha in Naturschutzgebieten.
Der vielfach diagnostizierte Mangel an Alterungsmerkmalen und Naturwaldstrukturen im Buchenwirtschaftswald kann, außer durch die Ausweisung von Totalreservaten, nur dadurch beseitigt werden, dass einzelne Bäume oder Baumgruppen auf der gesamten Wirtschaftsfläche verteilt als „Totholzanwärter" dem natürlichen Altern überlassen werden. Für viele zur Zeit seltene, lückig verbreitete oder vollkommen verschwundene Buchenwaldarten könnte dies eine Voraussetzung sein, die die Buchen-Wirtschaftswälder wieder flächendeckend besiedelbar macht (Vögel: z.B. Weißrücken- und Mittelspecht; xylobionte Insekten: z.B. Eremit).

Zur Bemessungsgrenze von 5 bzw. 7 Altbäumen/ha: Aus reiner Naturschutzsicht lässt sich nach unserer Kenntnis ein bestimmtes Maß für die Anzahl an Totholzanwärtern pro Flächeneinheit nicht objektiv festlegen. Deshalb war es legitim, sich der Frage nach dem „wie viel" von der betriebswirtschaftlichen Seite zu nähern. Nach den Ergebnissen der betriebswirtschaftlichen Untersuchung ist in Buchenaltholzbeständen des Untersuchungsraumes die Auswahl von bis zu 5 Bäumen über 40 cm BHD pro ha ohne Deckungsbeitragsverluste und von 7 Bäumen pro ha mit nur geringen und zumutbar erscheinenden Verlusten möglich, da sich in dieser Größenordnung überall Bäume schlechter Holzqualität finden, die forstwirtschaftlich nicht gewinnbringend nutzen lassen.

4. Entwicklung und Sicherung eines angemessenen Totholzanteiles:
a. mind. 30 m³ pro ha stehendes und liegendes Totholz als „gute fachliche Praxis", 50 m³ sind anzustreben;
b. Erhalt des stehenden Totholzes (stark und schwach dimensioniert, ab 10 cm BHD); es soll eine Totholz-Grundfläche im stehenden Bestand von mindestens 1 m²/ha (modifizierte Winkelzählprobe) erreicht werden.
c. Ein liegender Totholzanteil aus weitestgehend unzerschnittenen Stämmen, Starkästen und Kronen (ab 15 cm Durchmesser am stärkeren Ende) ist in Höhe von mindestens 25 m³/ha zu entwickeln.

Die Bedeutung von Totholz als Lebensraum und Zentrum der biologischen Vielfalt in Tieflandbuchenwäldern ist in der Untersuchung ausführlich behandelt worden. Deshalb beschränken wir uns hier auf einige Erläuterungen zur Herleitung der oben angegebenen Werte:

Natürliche bzw. naturnahe Tieflandbuchenwälder weisen mit etwa 220-245m³ Totholz pro ha 5-10mal so viel Totholz auf wie Wirtschaftswälder (Werte der >100 Jahre unbewirtschafteten Referenzflächen, die mit vielen Daten aus südosteuropäischen Urwäldern sowie den Ergebnissen des Buchenwald-Modells BEFORE CWD übereinstimmen). Naturschutzorientiert und dennoch rentabel bewirtschaftete Buchenwälder besitzen jetzt schon Totholzmengen von über 30, auf Teilflächen fast 80m³ Totholz pro ha *(Schwarzes Loch w10).*

Sehr anspruchsvolle Buchenwald-Arten benötigen hohe Totholzmengen, so ist vom zur Zeit in Norddeutschland verschwundenen Weißrückenspecht bekannt, dass in seinen Revieren (in den österreichischen Alpen) im Durchschnitt 58 m³ Totholz/ha vorhanden sind (FRANK 2002). Da der Weißrückenspecht sehr große Territorien und eine sehr geringe Siedlungsdichte hat, ist sein Schutz in wenigen, inselartigen Totalreservaten nicht möglich. Deshalb müssen die Wirtschaftswälder so entwickelt werden, dass sie dieser Art ausreichend Lebensraum bieten.

Xylobionte Insekten: Nur im Schwarzen Loch w10 (Totholzmengen siehe unten) kommen mehr als die Hälfte der xylobionten Referenzwald-Indikatoren vor.

Zu Punkt a. Gesamttotholz:
Im *Schwarzen Loch w10* als „Referenz-Wirtschaftswald", in dem seit 10 Jahren das entstehende Totholz erhalten wird, wurden großflächig 34 m³ Gesamttotholz/ha ermittelt. Ca. ein Drittel bis die Hälfte des Bestandes weist fast kein Totholz auf, da es sich dort in den letzten 10 Jahren nicht entwickelt hat. Wenn die Probekreise im Totholzbereich betrachtet werden, liegt das Gesamttotholz zwischen 55 und 78m³/ha. Somit erscheint die angegebene Spanne von 30-50m³ für den Wirtschaftswald machbar.

Zu Punkt b. stehendes Totholz:
Die Angabe zur Winkelzählprobe wurde folgendermaßen ermittelt: An den Probekreismittelpunkten der Fläche *Schwarzes Loch w10* wurden 0,5m² stehendes Totholz pro ha ermittelt. Das entspricht 3,78m³. Wenn man die Werte wieder nur auf den mit Totholz angereicherten Bestandesteil bezieht, ergibt sich ein Wert zwischen 0,6 und 0,9m³ stehendes Totholz pro ha. Da das Verhältnis stehendes : liegendes Totholz : Stubben im Schwarzen Loch mit 11:76:12 Prozent recht ungünstig ist, ist ein etwas höherer Anteil von stehendem Totholz wünschenswert und somit der Wert auf 1m²/ha gerundet. Das entspricht bei der Bestandesstruktur des *Schwarzen Loches w10* in etwa 7m² stehendem Totholz pro ha.

Zu Punkt c. liegendes Totholz:
Der liegende Totholzanteil wurde als einfache Differenz aus 30m³ Gesamttotholz minus 7m³ stehendes Totholz ermittelt. Die daraus resultierenden 23m³ wurden auf ein 25m³ gerundet.

5. Naturwaldstrukturen mit Habitat-Schlüsselfunktion wie Baumruinen, Kronenbruch- und Ersatzkronenbäume, Blitzrinnen-Bäume, Höhlenbäume, Großhöhlen mit Mulmkörpern, Bäume mit Mulm- und Rindentaschen sind generell im Bestand zu belassen. Es ist eine Dichte von mindestens vier von elf „Naturwaldstrukturen" pro ha anzustreben. Von den insgesamt 20 Sonderstrukturen sollten mind. 10 pro ha vorhanden sein.

Die Abhängigkeit vieler buchenwaldtypischer xylobionter Pilze, Insekten und Vögel von den „Naturwald-Schlüsselstrukturen" wurde in dieser Untersuchung vielfach belegt. Insbesondere aufgrund der forstlichen Selektion solcher „wertlosen" Bäume sowie der Unterdrückung von Alterungsprozessen im Wirtschaftswald sind diese Strukturen im Wirtschaftswald sehr selten oder fehlen sogar völlig. Deshalb sind auch Arten, die an diese Strukturen besonders gebunden sind, in Wirtschaftswäldern selten oder fehlen (z.B. xylobionte Naturwald-Indikatoren).

In naturnah bewirtschafteten Wäldern können großflächig mehr als 4 verschiedene Naturwaldstrukturen pro ha vorkommen. Deshalb wird dieser anzustrebende Wert als Standardgröße angesetzt.

Die für den Naturschutz besonders wichtigen Sonderstrukturen wurden im Rahmen des F+E-Vorhabens detailliert beschrieben, so dass sie von den Förstern gezielt geschont werden können (siehe dazu auch Forderung 12).

6. Zielstärkennutzung: Zielstärke mindestens 65 cm BHD.

Da Buchen in Nordostdeutschland etwa im Alter von 120-160 Jahren genutzt werden (bei einem potenziellen Alter von 300-400 Jahren), sind Alterungsmerkmale wie raue Rindenoberfläche und Naturwaldstrukturen

sowie die daran gebundenen Arten (z.B. viele xylobionte Pilze und Insekten, Mittelspecht) ein Mangelfaktor im Wirtschaftswald. Durch die Erhöhung der Zielstärke und damit des Baumalters und der Holzvorratsmengen wird der Ausbildung der genannten Alterungsstrukturen mehr Zeit gelassen. Dadurch werden viele Wirtschaftswälder für ursprünglich typische Buchenwald-Arten möglicherweise erst besiedelbar. So scheint der Mittelspecht erst in etwa 180-200jährige Buchenbestände einzuwandern und fehlt deshalb in den meisten Wirtschaftswäldern.
Den Anforderungen des Naturschutzes steht hier die schlechte Vermarktungssituation für rotkerniges Buchenholz entgegen. Da die Rotkernbildung zwar standortbedingt unterschiedlich, in vielen Beständen aber doch bei Bäumen über 65 cm BHD stark zunimmt, wurde die Forderung auf diesem Niveau festgelegt; dies scheint naturschutzfachlich insbesondere dann vertretbar zu sein, wenn auf der gesamten Fläche Totholzanwärter markiert und dem natürlichen Altern überlassen werden (Forderung 3).

7. Keine Bodenbearbeitung
Bodenbearbeitung verändert die Stoffflüsse im Boden und im gesamten Buchenwaldökosystem, führt zu einer „Ruderalisierung" der Vegetation und bewirkt Störungen der epigäischen Fauna (z.B. Laufkäfer). Sie ist im naturnah bewirtschafteten Buchenwald aufgrund des hohen Naturverjüngungspotenzials der Buche auch waldbaulich überflüssig und zudem kostenintensiv. Sie ist deshalb zu unterlassen.

8. Kein Einsatz von Bioziden
Der Einsatz von Bioziden bedeutet immer einen schwerwiegenden Eingriff in die Lebensgemeinschaften. Insbesondere die Wirbellosen und damit das Gros der biologischen Inventars des Buchenwaldes ist davon potenziell betroffen. Es gibt in Buchenwäldern zudem kaum Situationen bzw. keine „Forstschädlinge", die einen Einsatz von Bioziden sinnvoll erscheinen lassen oder erforderlich machen könnten. Der Biozideinsatz ist deshalb zu unterlassen.

9. Bestandesbegründung über Naturverjüngung, Erhalt bzw. Zulassen eines naturnahen (jedoch nicht künstlich erhöhten) Anteils von Mischbaumarten (grober Orientierungswert max. ~ 15%) durch angemessene Bejagung.
Bei angemessenen Schalenwilddichten ist die Naturverjüngung der standortheimischen Baumarten in Tieflandbuchenwäldern problemlos gewährleistet. Die Baumartenzusammensetzung der von uns untersuchten Wirtschaftswälder weist ohnehin eine sehr hohe Naturnähe auf. Um die Artenzusammensetzung der Baumschicht, die Belichtungssituation am Waldboden sowie die Nahrungsnetze (über phytophage Insekten etc.) nicht mit schwer voraussehbaren Folgen auf die Buchenwaldbiozönosen zu verändern, sollten Mischbaumarten nicht künstlich gefördert werden. Bei unzureichender Naturverjüngung der gesellschaftszugehörigen Waldbaumarten ist die Bejagungsintensität entsprechend anzupassen.

10. Keine Förderung von vorhandenen und Pflanzung von gesellschaftsfremden Baumarten.
Dieser Aspekt wurde im Rahmen unserer Studie nicht untersucht. Wegen des hohen Spezialisierungsgrades vieler phytophager und xylobionter Wirbellosen und Pilze auf bestimmte Gehölze ist jedoch naheliegend, dass durch das Einbringen gesellschaftsfremder Baumarten die Biozönose nachhaltig verändert wird. In abgeschwächter Form betrifft diese Veränderung auch die je nach Gehölzart unterschiedliche Beschattung der unteren Strata des Waldes sowie die Zersetzungsprozesse des Laubes bzw. der Nadeln und die sich damit verändernde Bodenbildung und Bodeneigenschaften. Vor dem Hintergrund der relativen Seltenheit und Gefährdung gerade der Tieflandbuchenwälder ist von einer Einbringung waldgesellschaftsfremder Baumarten schon aus Gründen der Vorsorge und Risikovermeidung abzusehen.

11. Dauerhafte Festlegung, Markierung und Einhaltung eines Rückegassensystems.
Dies ist erforderlich, um Bodenverdichtung sowie eine Störung der Waldbodenvegetation und der epigäischen Fauna so gering wie möglich zu halten. Zudem bieten umsichtig ausgesuchte Rückegassen die Gewähr, dass Naturwaldstrukturen (s. oben) und Totholz in der Fläche besser geschützt werden, weil sich die mit der forstlichen Nutzung verbundenen Aktivitäten auf die Rückegassen konzentrieren.

12. Melde- und Einweisungspflicht für Selbstwerber; Waldarbeiter und Selbstwerber sind gezielt auf wertvolle Waldstrukturen (siehe 5) zu schulen.
Diese Festlegung ist vor allem wichtig, um wertvolle Totholz- und Naturwaldstrukturen weitmöglichst zu schützen. Oft werden wichtige Habitatstrukturen aus Unkenntnis über ihre Funktion und Bedeutung und/oder aus „Ordnungsliebe" beseitigt. Dies betrifft gerade auch Brennholz-Selbstwerber. Der Revierleiter trägt die Verantwortung, die in seinem Revier beschäftigten Waldarbeiter und Nutzer über die im Buchenwald zu beachtenden naturschutzfachlichen Aspekte zu informieren. Zudem kann die Einhaltung des Rückegassensystems nur durch Einweisung gewährleistet werden.

13. Wirtschaftsruhe während der Brutzeit der Vögel (März - Juli).
Die Einhaltung dieser sich selbst erklärenden Regel ist in den Buchenwäldern Nordostdeutschlands besonders wichtig, da hier noch eine relativ große Zahl seltener, gefährdeter und besonders störungsempfindlicher Arten wie z.B. Schwarzstorch, Waldwasserläufer, See- und Schreiadler brütet. Gerade einige der empfindlichsten Arten, z.B. Seeadler, Schwarzstorch und Kranich, beginnen sehr frühzeitig im Jahr mit Balz und Brutgeschäft. Deshalb sind die forstlichen Arbeiten so zu planen, dass die Fäll- und Rückearbeiten insbesondere in den für Großvögel attraktiven Buchen-Altbeständen sowie in der Nähe von Waldmooren und Brüchen im Winterhalbjahr rechtzeitig (d.h. im Herbst prioritär) begonnen und so früh wie möglich abgeschlossen werden.

14. Wasser ist generell im Wald zu halten, Feuchtgebiete zu schützen, Entwässerungssysteme nicht weiter zu unterhalten bzw. zurückzubauen.

Die Jungmoränen-Landschaften Nordostdeutschlands sind sehr reich an Gewässern, Mooren und Brüchen. Gerade die meisten verbliebenen größeren Buchenwaldkomplexe auf Endmoränenstaffeln (südliche Uckermark: Melzower Forst, Poratzer Endmoräne und Grumsin, Choriner Endmoräne; Müritz-Stechlinsee-Gebiet; Uckermärkische Seen usw.) zeichnen sich durch eine enge Verflechtung mit Waldsöllen und Kesselmooren, Erlenbrüchen und Seen aus. Obwohl diese Feuchtgebiete wichtiger Lebensraum für eine große Zahl daran angepasster Pflanzen und Tiere sind, sind sie in den letzten zwei bis drei Jahrhunderten vielfach trockengelegt oder künstlich miteinander oder nahegelegenen Vorflutern verbunden worden (Durchbrechung natürlicher Wasserscheiden, Verbindung von geschlossenen Binneneinzugsgebieten). Auf die Buchenwald-Biozönosen hat dies in mehrfacher Hinsicht direkten und indirekten Einfluss:

• Einige in Buchenaltbeständen brütende Vogelarten suchen die Waldmoore und Brüche sowie die Seen zur Nahrungssuche auf (z.B. Schwarzstorch, Schreiadler, Greife insgesamt, Schellente).

• Sowohl bei einigen Vogelarten als auch bei vielen Xylobionten ist bekannt, dass sie Bereiche mit hoher Luftfeuchtigkeit bzw. kühl-feuchtem Bestandsinnenklima benötigen, die sich vor allem in direkter Nähe zu im Wald gelegenen Feuchtgebieten befinden (z.B. Trauer- und Zwergschnäpper; viele Käferarten).

• An den an Moore und Brüche angrenzenden Rändern von Buchenaltbeständen bilden sich oft gehäuft Naturwaldstrukturen aus, weil diese Bereiche forstlich nicht so intensiv genutzt werden und sich gerade in der „Buchenwald-Kampfzone" am Rand der Feuchtgebiete besonders eigenartig geformte Baumindividuen entwickeln (dies belegen mehrere unserer Untersuchungsgebiete, z.B. *Thomsdorf w3, Temmen w7).*

Vor dem Hintergrund der seit Jahrzehnten negativen Klimabilanz in Nordostdeutschland und langfristig sinkenden Grundwasserständen ist es besonders wichtig, Wasser in der Landschaft zu halten und alle Maßnahmen zu treffen, die geeignet sind, höhere Grundwasserstände zu fördern.