

33 Jahre nach dem letzten Hieb – Zur Entwicklung der Bestandesstruktur im Naturwald „Großer Freeden“ (Teutoburger Wald)

(Mit 4 Abbildungen und 6 Tabellen)

A. MÖLDER^{1),✉}, P. MEYER²⁾, R. STEFFENS²⁾, A. PARTH³⁾ und W. SCHMIDT³⁾

(Angenommen April 2009)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Acer pseudoplatanus; *Fagus sylvatica*; *Fraxinus excelsior*; Naturwaldreservat; Totholz; *Ulmus glabra*; Walddynamik; Waldentwicklung; Waldgeschichte; Wildverbiss.

Acer pseudoplatanus; *decaying wood*; *deer browsing*; *Fagus sylvatica*; *Fraxinus excelsior*; *forest dynamics*; *forest history*; *forest development*; *strict forest reserve*; *Ulmus glabra*.

1. EINLEITUNG

Der Große Freeden gehört zu den Waldgebieten, die 1972–1974 als erste niedersächsische Naturwaldreservate (später „Naturwälder“ genannt) ausgewiesen wurden (LAMPRECHT et al., 1974). Hier unterblieb fortan jegliche forstliche Nutzung. Naturwälder sind Referenzflächen sowie *loci typici* (typische Fundorte) der natürlichen Waldentwicklung und spielen als „Urwälder von morgen“ eine herausragende Rolle für die Forstwissenschaft und den Naturschutz, da sie der Grundlagen- und angewandten Waldforschung sowie dem Umweltmonitoring dienen (THOMAS et al., 1995; MEYER, 2005; SCHMIDT, 2005; MEYER et al., 2006). Anders als bei einem genau geplanten Experiment, plant in Naturwäldern die Natur. Aus diesem Grunde können die Ziele der Naturwaldforschung nicht so genau definiert werden, wie es in der Wissenschaft sonst üblich ist. Dennoch zeigen die bisherigen Forschungsergebnisse, dass die Untersuchung von sich selbst überlassenen Wäldern relevante Ergebnisse erbringt, die sich auf keinem anderen Wege erzielen lassen. Der Forstwissenschaft dienen Naturwälder insbesondere zur Erstellung von Hypothesen und Modellen zur Waldstruktur und Waldentwicklung sowie zur Methodenentwicklung (MEYER, 2005, 2006). Gerade angesichts des Klimawandels ist es wichtig zu erforschen, wie sich naturnahe Waldökosysteme und vor allem einzelne Baumarten unter den geänderten Umweltbedingungen verhalten (BROSINGER, 2008). Die Hauptbedeutung für den Naturschutz liegt in der weitgehend naturnahen Entwicklung der Ökosysteme, die sich gegenüber den bewirtschafteten Wäldern vor allem durch eine für viele Wälder existenzielle Terminal- und Zerfallsphase mit hohem Totholzanteil auszeichnen (CHRISTENSEN et al., 2005; VANDEKERKHOVE et al., 2009). Daneben sind die Bewahrung und die Förderung der Biodiversität Hauptargumente für die Schaffung von Naturwaldreservaten (FISCHER und WALENTOWSKI, 2008). Aber auch für den Prozessschutz, der dem pflegenden und entwickelnden Naturschutz vor einiger Zeit zur Seite trat, sind Naturwälder von großer Bedeutung. Hier können eigendynamische Prozesse der Natur ablaufen, die eine Grundeigenschaft aller lebendigen Systeme sind und damit selbst ein Schutzziel darstellen (ZUCCHI und STEGMANN, 2006). Im Jahre 2009 sind in Deutschland 719 Naturwaldreservate mit einer Gesamtfläche von 31.417 ha ausgewiesen, in Niedersachsen finden sich 106 Naturwälder mit einer Gesamtfläche von 4.469 ha (BLE, 2009).

¹⁾ Universität Karlsruhe (TH), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich WWF-Auen-Institut, Josefstraße 1, D-76437 Rastatt.

²⁾ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstraße 2, D-37079 Göttingen.

³⁾ Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Waldbau und Waldökologie der gemäßigten Zonen, Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen.

✉ Korrespondierender Autor: ANDREAS MÖLDER. Telefon: +49 7222 3807-22, Fax: +49 7222 3807-99. E-Mail: a.moelder@web.de

In dieser Studie wird der Frage nachgegangen, wie sich die Laubholzbestände des Naturwaldes „Großer Freeden“ seit dem letzten Hieb vor über 30 Jahren entwickelt haben. Dabei soll insbesondere herausgestellt werden, welche biotischen und abiotischen Prozesse zum heutigen Bestandesbild geführt haben und wie sich der Naturwald aller Wahrscheinlichkeit nach weiterentwickeln wird. Ein bedeutender Gegenstand der Naturwaldforschung ist zudem die Wald- und Forstgeschichte (MEYER, 2005; MEYER et al., 2006), sodass auch diese für den Großen Freeden einleitend dargestellt wird.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

2.1 Aktuelle Situation

Der Naturwald „Großer Freeden“ (52°9'34"N, 8°5'30"O) befindet sich im nordwestlichen Teutoburger Wald (Osnabrücker Osning), ca. 3 km östlich der Stadt Bad Iburg. Er liegt in der Revierförsterei Iburg des Niedersächsischen Forstamtes Ankum (bis Ende 2004 Forstamt Palsterkamp, Revierförsterei Helfern) und umfasst typische Bestände von Buchenwäldern basen- bis kalkreicher Standorte am Nordwestrand ihres Verbreitungsgebietes (KLOWEIT-HERRMANN und ZIETZ, 2005). Die Ausweisung des Naturwaldes erfolgte im Jahre 1972, jedoch noch nicht in der heutigen Größe von 41,3 ha; diese Ausdehnung hat er erst seit einer Flächenarrondierung Anfang der 1990er Jahre. Der Große Freeden erreicht eine Höhe von 269 m ü. NN und ist charakterisiert durch seinen in Ost-West-Richtung verlaufenden Kamm, den steil abfallenden Nordhang sowie einen mäßig steilen, von mächtigen eiszeitlichen Lösslehmen überdeckten Südhang. Der geologische Untergrund besteht aus Wechselfolgen oberkreidezeitlicher Kalksteinbänke und Mergellagen, „Pläner“ genannt (GREBING, 2002; WIESE et al., 2004). Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Wuchsbezirk „Osnabrück-Ravensberger Berg- und Hügelland“ des Wuchsgebietes „Weserbergland“ (GAUER und ALDINGER, 2005). Der nordwestliche Teutoburger Wald gehört der ozeanisch-subozeanischen Klimaregion der kühl-gemäßigten Klimazone an, für die besonders die relative Wintermilde und die durchschnittliche ganzjährige Humidität kennzeichnend sind (HÜTTER, 1996). Im Jahresmittel fallen 827 mm Niederschlag, davon 360 mm in der Vegetationsperiode. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 9°C, die mittlere Temperatur in der Vegetationszeit beträgt 15,1°C (BLE, 2009). Der Große Freeden befindet sich in den für Schadstoffeinträge besonders exponierten Staulagen des Teutoburger Waldes (NEITE, 1987). Der überdurchschnittliche Viehbesatz in der Hauptwindrichtung und die damit zusammenhängende Gülledüngung sorgen für ein ammoniumbetontes chemisches Klima mit hohen NH₄-Konzentrationen im Niederschlagswasser (LETHMATE und WENDELER, 2000). Die anthropogenen Immissionen haben vielfältige Auswirkungen auf die Waldböden und die Zusammensetzung der Vegetation (NEITE, 1987; HÜTTER, 1996; MÖLDER und SCHMIDT, 2006).

Mit dem *Hordelymo-Fagetum* (Waldgersten-Buchenwald) und dem *Galio-(odorati)-Fagetum* (Waldmeister-Buchenwald) können im Naturwald Großer Freeden zwei vegetationskundliche Assoziationen angesprochen werden. Das *Hordelymo-Fagetum* kommt in

zwei Subassoziationen vor, dem *Hordelymo-Fagetum allietosum* (Bärlauch-Waldgersten-Buchenwald) und dem *Hordelymo-Fagetum typicum* (typischer Waldgersten-Buchenwald). Das *Galio-Fagetum* lässt sich in drei Subassoziationen unterteilen, das *Galio-Fagetum typicum* (typischer Waldmeister-Buchenwald), das *Galio-Fagetum circaetosum* (Hexenkraut-Waldmeister-Buchenwald) und das *Galio-Fagetum dryopteridetosum* (Eichenfarn-Waldmeister-Buchenwald), zudem findet sich eine artenverarmte Ausbildung. Von den beiden Subassoziationen des Waldgersten-Buchenwaldes kommt der Bärlauch-Waldgersten-Buchenwald vornehmlich in basen- und nährstoffreichen Schatthangbereichen vor, hier bildet der Hohle Lerchensporn (*Corydalis cava*) im Frühjahr beeindruckende Dominanzaspekte („Freedensblüte“). Die drei Subassoziationen des Waldmeister-Buchenwaldes finden sich auf basenärmeren, oft oberflächlich versauerten Hangstandorten mit teils mächtigen Lösslehmauflagen. Bereiche am Südhang mit Buchen-Hallenbeständen lassen sich als artenverarmtes *Galio-Fagetum* mit nur wenigen Trenn- oder Charakterarten der artenreichen Buchenwälder ansprechen (POLLMANN, 2000; MÖLDER und SCHMIDT, 2006).

2.2 Wald- und Forstgeschichte

Die Waldgebiete im Bereich des Freedens gehörten einst zum Besitz der Osnabrücker Fürstbischöfe, die gesichert seit 965, vielleicht auch schon seit 804 Jagd- und Forstrechte innehatten (MÖSER, 1780; MEYER, 1850; VOGELPOHL, 2003; MÖLDER, 2009). Aus jener Zeit stammt auch der Name des Gebietes, das von der gemeinen Mark abgesondert und eventuell eingefriedet war: niederdeutsch *freden* = *einfrieden*, *einhegen*, *umzäunen* und mitteldeutsch *vrede* = *Einfriedung*, *eingehogter Raum*, *Bezirk* (RHEINHEIMER, 1999; HOOPS et al., 2000; KLOWEIT-HERRMANN und ZIETZ, 2005). Nach der Säkularisierung folgten als Eigentümer das Königreich Hannover, Preußen und seit 1946 das Land Niedersachsen. Es ist anzunehmen, dass es aufgrund eines landesherrlichen Forst-

banns im Iburger Raum bis ins 11. Jahrhundert dichte Wälder gab (MÖLDER, 2009). Über die großen Rodungsperioden und die Waldwirtschaft des Mittelalters fehlen genaue archivalische Quellen. Wie andernorts auch, wird jedoch jahrhundertlang Raubbau betrieben worden sein, mehrere seit der Mitte des 17. Jahrhunderts von den Osnabrücker Fürstbischöfen erlassene Holzordnungen wurden kaum beachtet (SCHROEDER, 1963; BEHR, 1970). Zur Mitte des 18. Jahrhunderts war der Waldzustand im Osnabrücker Osning schließlich größtenteils verheerend. Die Waldungen bestanden fast ausschließlich aus Niederwäldern mit Buche (*Fagus sylvatica*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Feldahorn (*Acer campestre*) und Eiche (*Quercus* spp.) in der Hauschicht, denen nur in geringem Maße Überhälter (besonders Eichen) zur Bauholzgewinnung beigemischt waren (MIDDENDORFF, 1927; HESMER und SCHROEDER, 1963; POTT, 1981). Zahlreichen Markgenossenschaften diente der Wald zur Holzentnahme, als Viehweide und zur Streunutzung (MIDDENDORFF, 1927; BURRICHTER, 1952, 1953). Bezüglich des Freedens kann es allerdings als sicher gelten, dass der Zustand der dortigen Wälder besser war. So stellte die bereits vor 1500 in der Umgebung abgebaute unterkreidezeitliche Wealden-Kohle eine energiereichere Alternative zum Brennholz dar (GREBING, 2003; KLOWEIT-HERRMANN und ZIETZ, 2005). Deshalb ist es denkbar, dass vor allem die Bestände an den für nordwestdeutsche Verhältnisse steilen Flanken des Großen Freedens nur extensiv von Mensch und Weidetier genutzt wurden (KLOWEIT-HERRMANN und ZIETZ, 2005). Dafür sprechen auch Angaben von HOLLENBERG, der dort im Jahre 1791 einen Bestand „mit haubarem Baum- und Stangenholze“ kartierte (J. VOGELPOHL, pers. Mitteilung) und eine Revierbeschreibung aus dem Jahr 1777, nach der im Freedens neben jüngeren Buchen auch Buchen mit einem Alter von mehr als 80 Jahren sowie untermischte Eichen stockten (StA Os, Rep. 110 II, Nr. 219). Eine Holznutzung zur Brennstoffgewinnung fand im Bereich des Naturwaldes aber sicher statt, hiervon zeugen noch heute im Gelände erkennbare Meilerplatten.



Abb. 1

Postkarte aus den 1910er Jahren mit Blick vom Kleinen Freedens auf den Großen Freedens. Beschriftung der Rückseite: Naturdenkmäler Nordwestdeutschlands. Herausgegeben vom Westfälischen Provinzialmuseum für Naturkunde, Münster. Kupfertiefdruck Max Breslauer, Leipzig.

Postcard (ca 1910) showing the Großer Freedens.

A clear-cut is visible in the contemporary forest compartment 2103. Legend on the back side: Natural monuments in northwest Germany. Edited by the Westphalian Province Museum for Natural History, Münster. Copper plate printing Max Breslauer, Leipzig.

Eine Änderung in der Bewirtschaftung der landesherrlichen Wälder trat erst im späten 18. Jahrhundert ein. Auf Initiative des Osnabrücker Nationalökonom und Juristen Justus MÖSER (1720–1794), der 1765 eine Denkschrift für eine bessere Forstwirtschaft verfasst hatte, wurde ganz allmählich zu einer geregelten Forstwirtschaft übergegangen. Allerdings scheute man anfangs die Kosten einer Forstkultur und vor allem die Aufgabe der Streu- und Plaggenutzung. Der Weidegang wurde nach Möglichkeit eingedämmt, in den Staatswäldern wurden Niederwälder nach und nach in Hochwälder überführt. (MIDDENDORFF, 1927; BEHR; 1970, BURRICHTER, 1952; VOGELPOHL, 2003). Heutzutage weisen die Waldbestände im Naturwald „Großer Freeden“ in der Oberschicht ein homogenes Alter auf, das von Abteilung zu Abteilung variiert. Zumindest die jüngeren Bestände wurden seit dem Beginn der geregelten Forstwirtschaft einmal endgenutzt und anschließend neu begründet. Eine historische Fotografie (Abb. 1) zeigt den Nordwesthang des Großen Freedens ungefähr in den 1910er Jahren. Bemerkenswert ist die erkennbare Kahlschlagsfläche im Bereich der heutigen Abteilung 2103. Nach der Forsteinrichtung stockt dort 2009 ein in der Oberschicht im Mittel 85-jähriger Buchenmischwald, der durch Naturverjüngung und Pflanzung begründet worden ist (NFP, 1993).

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts traten wiederholt schwere Schädigungen der Forstbestände im Iburger Umkreis durch Naturkatastrophen und Kriegsnachwirkungen ein. Von einem Sturm am 14.11.1940 wurden auch Buchenwälder auf flachgründigen Kalksteinböden geworfen. Nach dem Zweiten Weltkrieg setzte ein unregelmäßiger, planloser Einschlag von Mastenholz auf Veranlassung der kanadischen Besatzung ein. Dann folgten unter der Regie der deutschen Forstbehörden so genannte Exporteinschläge größten Ausmaßes. Im Durchschnitt wurden jährlich 300% des Normalerschlages gehauen. Dazu kamen infolge der Kohlenknappheit Zwangsbrennholzeinschläge, wie es sie nach dem Ersten Weltkrieg höchstwahrscheinlich auch schon gegeben hat (BURRICHTER, 1952). Inwieweit der Große Freeden von unregelmäßigen Einschlägen in den Jahren nach den Kriegen betroffen war, kann KLOWEIT-HERRMANN und ZIETZ (2005) zufolge nicht festgestellt werden.

Heute ist der Freeden ein sehr beliebtes Naherholungsgebiet, das zahlreiche Wanderwege durchziehen. Besonders zur „Freedensblüte“ ziehen der Große und Kleine Freeden Scharen von Besuchern an. Hauptwildarten im Freedengebiet sind Damwild (*Dama dama*), Rehwild (*Capreolus capreolus*) sowie Schwarzwild (*Sus scrofa*). Das Damwild wies bis zum Jahre 2004 eine sehr hohe Stückzahl von weit über zehn Tieren pro 100 ha auf, dieser Wert liegt jenseits der waldbaulich vertretbaren Damwilddichte (HAUG, 2004). Seit 2005 ist der Jagddruck jedoch erhöht (Abschüsse pro 100 ha: 2,7 Stück im Jahre 2005, 2,6 im Jahre 2006, 1,0 im Jahre 2007, 1,3 im Jahre 2008), der Zielbestand liegt bei drei Stück Damwild pro 100 ha (R. WIEMER, pers. Mitteilung).

3. METHODEN

Im Zuge der Ausweisung des Naturwaldes „Großer Freeden“ wurden im Jahre 1971 drei Kernflächen eingerichtet. Kernflächen sind möglichst homogene und die Standorts- und Bestandesverhältnisse eines Naturwaldes gut repräsentierende Untersuchungsflächen. Die Kernflächenenerhebungen sind ein wichtiger Bestandteil des Naturwald-Aufnahmeprogramms, weil sie zur Untersuchung von Horizontalstrukturen und Konkurrenzprozessen sowie für Bilanzierungen gut geeignet sind (MEYER, 2005, 2006). Die heutigen Größen der Kernflächen im Großen Freeden betragen 1,2 ha (Kernfläche I), 0,56 ha (Kernfläche II) und 0,4 ha (Kernfläche III). Im Jahre 1971 fand auch die erste waldkundliche Vollaufnahme aller Kernflächen statt. Eine Dekade später, im Jahre 1982, wurden Wiederholungsaufnahmen durchgeführt. Die nächste Vollaufnahme erfolgte im Winter 2004 gemäß dem Untersuchungsprogramm

„Walchkundliche Dauerbeobachtung von Naturwaldkernflächen in den Niedersächsischen Landesforsten“ (MEYER, 2000). Hierbei wurden stehende Bäume mit einem BHD > 7 cm sowie liegendes Holz (einschließlich liegender lebender Bäume) > 7 cm Durchmesser am stärkeren Ende erfasst.

Die Naturverjüngung wurde im Sommer 2004 auf Probequadraten von 50 m² Größe aufgenommen, deren Zentren die Eckpunkte eines 20x20-m-Rasters innerhalb der Kernflächen darstellten. Hieraus ergab sich eine systematische Stichprobeninventur. Berücksichtigt wurden stehende Gehölze < 7 cm BHD außer Zwergsträuchern (Nanophanerophyten) und Keimlingen (MEYER, 2000).

Zur waldkundlichen Dauerbeobachtung des Gehölzbestandes auf Kernflächen wurde ein Verbundsystem eingerichtet, das von der Datenerfassung bis zur Standardauswertung und Datensicherung reicht (MEYER, 2000). In der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt (jetzt Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt) erfolgte nach der Datenvorprüfung sowie erforderlich gewordener Baumnummernrekonstruktionen die Auswertung mit dem Programm SAS (© SAS Institute, Inc.). Um die Baumschichtdiversität in Kernflächen mit mehr als einer vorkommenden Baumart zu beschreiben, wurden für jedes Aufnahmejahr Shannon-Diversitätsindizes H' berechnet [$H' = -\sum (p_i) \ln p_i$], wobei p_i = Derbholtz volumen/ha]. Alle Altersangaben in dieser Studie beziehen sich auf das Jahr 2004 und wurden den Forsteinrichtungsunterlagen (NFP, 1993) entnommen.

4. ERGEBNISSE

4.1 Die Veränderung der Waldstruktur in den Kernflächen

Für jede der drei Kernflächen wird die Veränderung der Bestandesstruktur dargestellt, wobei die Reihenfolge der Unterkapitel dem zunehmenden mittleren Bestandesalter folgt.

4.1.1. Kernfläche III

Die Kernfläche III befindet sich in der Abteilung 2103a, die sich im Nordwesten des Naturwaldes über den Schatthang erstreckt (Tab. 1). Hier finden sich gut versorgte, mäßig frische bis mäßig sommertrockene Kalksteinverwitterungslehmböden. Der Bestand, der 2004 mit einem mittleren Alter von 80 Jahren der jüngste im Untersuchungsgebiet ist, weist zwei Baumschichten auf. In der Oberschicht dominieren Buche (*Fagus sylvatica*) und Esche (*Fraxinus excelsior*), stamm- bis gruppenweise sind Vogelkirsche (*Prunus avium*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) sowie Bergulme (*Ulmus glabra*) eingemischt. Der Unterstand wird von Buche, Esche und Vogelkirsche gebildet; es kommen hier zahlreiche kümmernde und absterbende Bäume vor. Bei der Erstellung der Zeitreihe für die Kernfläche III waren viele Angaben der Erstaufnahme von 1971 unplausibel, sodass sich der Vergleich hier allein auf die Jahre 1982 und 2004 bezieht.

Insgesamt ist der aufstockende Derbholtzvorrat von 278 m³/ha im Jahr 1982 auf 431 m³/ha im Jahr 2004 angestiegen und hat somit um 64% zugenommen (Abb. 2). Der Shannon-Index H' ist in diesem Zeitraum von 0,97 auf 0,91 abgesunken (Abb. 3). Aufgrund dichtebedingter Mortalität sind im Untersuchungszeitraum sehr viele unterständige Bäume ausgeschieden: die Stammzahl der Buche hat um 40% abgenommen, die der Esche um 22% (Tab. 2). Die geringsten Ausfälle gab es beim Bergahorn, der nur im Oberstand vorkommt: Von 50 Exemplaren pro Hektar im Jahre 1982 sind 2004 noch 47 vorhanden (Tab. 2). Ein Vergleich der Höhenkurven zeigt, dass die Kurve des Bergahorns im Jahre 1982 über derjenigen der Buche lag, im Jahre 2004 verhält es sich umgekehrt (Abb. 4).

Insbesondere die Stammzahl der Bergulme hat im Beobachtungszeitraum stark abgenommen (Tab. 2). Zahlreiche Bäume sind

durch den Ascomyceten *Ceratocystis ulmi* befallen, der vom Ulmensplintkäfer (*Scolytus scolytus*) übertragen wird und das sog. Ulmensterben verursacht. Der Pilz bewirkt das Welken und Absterben von Ästen, meist des ganzen Baumes (GIBBS und GREIG, 1977). Trotz eines Zuwachses der im Jahre 2004 noch lebenden Ulmen von 4,79 m³ pro Hektar und Dekade (Grundfläche: 0,41 m²/ha/Dekade) hat der lebende Ulmenvorrat zwischen 1982 und 2004 um 6,97 m³/ha (Grundfläche: 1,12 m²/ha) abgenommen.

4.1.2. Kernfläche II

Die Kernfläche II liegt in der Abteilung 2102a im Nordosten des Naturwaldes, der Bestand ist deutlich zweischichtig (Tab. 1). In der

Oberschicht dominieren Buche und Esche, dazu kommen in geringem Maße Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Fichte (*Picea abies*). Die Unterschicht wird ausschließlich von der Buche gebildet. Diese erreicht Höhen zwischen 10 m und 35 m und die Esche zwischen 26 m und 37 m. Der hangobere Bereich der Kernfläche wird von gut versorgten, mäßig frischen bis mäßig sommertrockenen Kalksteinverwitterungslehmböden eingenommen, der hanguntere Teil von frischen, lösslehm- und kalkbeeinflussten Mischlehm-böden.

Über die drei Dekaden des Beobachtungszeitraumes ist der Shannon-Index H' von 0,96 im Jahre 1971 über 0,93 im Jahre 1982 auf 0,84 im Jahre 2004 abgesunken (Abb. 3). Gleichzeitig ist der

Tab. 1

Charakterisierung der Abteilungen mit den drei Kernflächen.

Characterisation of those forest compartments that contain the three research sites (Kernflächen I-III).

Abteilung 2103a (beinhaltet die Kernfläche III)	
Größe	8,0 ha
Baumarten und Alter	Oberstand: Buche (Naturverjüngung, Pflanzung und Stockausschlag), Esche (Naturverjüngung, Pflanzung), stamm- bis gruppenweise Vogelkirsche (aus Naturverjüngung und Pflanzung), Bergahorn (aus Pflanzung), Bergulme (aus Pflanzung), alle im Mittel 80. Unterstand: Buche, Esche, Vogelkirsche (Naturverjüngung und Pflanzung), alle im Mittel 68.
Höhenlage	195–269 m über NN
Grundgestein	<i>varians</i> -Schichten des Cenoman und Cenoman-Mergel, teilweise mit dünner Lösslehmauflage
Hangneigung & Exposition	Steiler Nordhang, im Westen stark geneigter Nordwest-Hang. Neigung im Mittel 50 %.
Standort	Frische bis mäßig trockene Steil-Schatthänge mit gut versorgten, steinigen Kalksteinverwitterungslehmböden.
Waldgesellschaften	Hauptsächlich <i>Hordelymo-Fagetum allietosum</i> , <i>Corydalis</i> -Variante, im Westen <i>Galio-Fagetum typicum</i> und <i>Galio-Fagetum circaetosum</i> (MÖLDER, 2005).
Abteilung 2102a (beinhaltet die Kernfläche II)	
Größe	10,7 ha
Baumarten und Alter	Oberstand: Buche und Esche 96-116 (im Mittel 114). Unterstand: Buche bis 60. Ganzflächig Edellaubhölzer und Fichte einzelstammweise eingemischt. Aus Pflanzung und Naturverjüngung.
Höhenlage	185–265 m über NN
Grundgestein	<i>varians</i> -Schichten des Cenoman und Cenoman-Mergel, teilweise mit Lösslehmauflage
Hangneigung & Exposition	Stark geneigter bis steiler Nord- bis Nordosthang, Neigung im Mittel 35 %.
Standort	Frische bis mäßig trockene Steil-Schatthänge mit gut versorgten, steinigen Kalksteinverwitterungslehmböden, am Unterhang stärkere Lösslehmauflage, dort frischer.
Waldgesellschaften	In den oberen Hangbereichen <i>Hordelymo-Fagetum allietosum</i> , <i>Corydalis</i> -Variante, am Unterhang <i>Galio-Fagetum dryopteridetosum</i> und <i>Galio-Fagetum circaetosum</i> (MÖLDER, 2005).
Abteilung 2098 (beinhaltet die Kernfläche I)	
Größe	10,7 ha
Baumarten und Alter	Buche 122-142 (im Mittel 129), aus Pflanzung.
Höhenlage	190–265 m über NN
Grundgestein	<i>rotomagense</i> -Schichten des Cenoman mit größtenteils mächtiger Lösslehmauflage
Hangneigung & Exposition	Mäßig-stark geneigter, im Westen auch steiler Süd- und Südosthang, Neigung im Mittel 30 %.
Standort	Frische bis vorratsfrische, gut versorgte Sonnhangstandorte, größtenteils tiefgründige Lösslehm-böden.
Waldgesellschaften	Großflächig: Artenverarmtes <i>Galio-Fagetum</i> ; kleinflächig: <i>Galio-Fagetum typicum</i> und <i>Hordelymo-Fagetum allietosum</i> , <i>Corydalis</i> -Variante (MÖLDER, 2005).

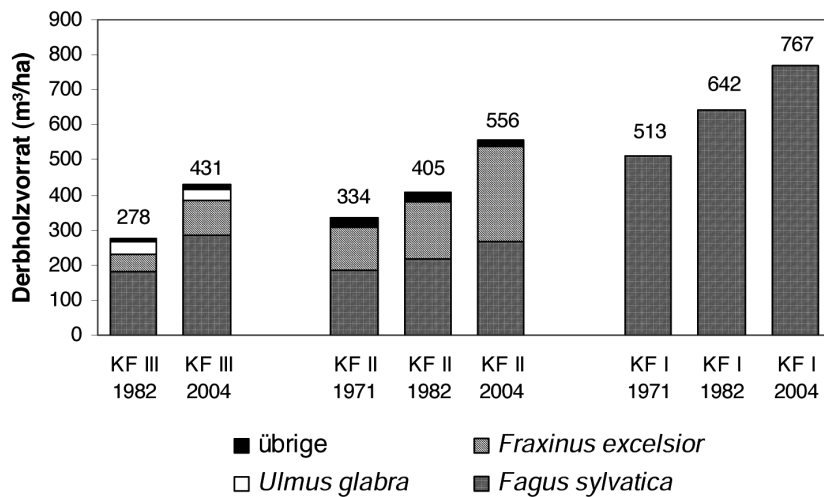


Abb. 2

Entwicklung des Derbholzvorrates der Kernflächen (KF).
Development of tree-layer volume (m³/ha) at the three research sites (KF).
Übrige = other tree species.

Tab. 2

Ertragskundliche Kenndaten der Kernfläche III.

Yield data of research site III.

Stammzahl (Grundfläche, Vorrat) pro Hektar = stem number (basal area, tree-layer volume) per hectare, Lebende = alive, Tote = dead, Diff. zu = difference from, Ausfall-%/ha/10a = relative decline of stem number per hectare and decade, Zuwachs/ha/10a = tree-layer increment per hectare and decade.

	1982	2004	Diff. zu 1982	1982-2004
Stammzahl pro Hektar				
Ausfall-%/ha/10a				
Lebende				
<i>Fagus sylvatica</i>	793	475	-318	18,2
<i>Fraxinus excelsior</i>	90	70	-20	10,1
<i>Ulmus glabra</i>	170	80	-90	24,1
<i>Acer pseudoplatanus</i>	50	47	-3	2,7
<i>Picea abies</i>	3	-	-3	45,5
Zwischensumme	1105	672	-433	
Tote				
<i>Fagus sylvatica</i>	103	58	-45	
<i>Fraxinus excelsior</i>	3	8	5	
<i>Ulmus glabra</i>	5	60	55	
<i>Picea abies</i>	-	3	3	
Zwischensumme	110	128	18	
Summe	1215	800	-415	17,8
Grundfläche pro Hektar [m²]				
Zuwachs/ha/10a				
Lebende				
<i>Fagus sylvatica</i>	21,44	25,52	4,08	4,23
<i>Fraxinus excelsior</i>	4,69	7,85	3,16	1,65
<i>Ulmus glabra</i>	4,14	3,01	-1,12	0,41
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1,08	1,63	0,56	0,30
<i>Picea abies</i>	0,05	-	-0,05	0,00
Zwischensumme	31,40	38,02	6,62	
Tote				
<i>Fagus sylvatica</i>	1,16	1,18	0,02	
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,11	0,14	0,03	
<i>Ulmus glabra</i>	0,14	2,02	1,88	
<i>Picea abies</i>	-	0,07	0,07	
Zwischensumme	1,40	3,40	2,00	
Summe	32,80	41,42	8,62	6,59
Vorrat pro Hektar [m³]				
Zuwachs/ha/10a				
Lebende				
<i>Fagus sylvatica</i>	182,66	287,03	104,37	64,08
<i>Fraxinus excelsior</i>	49,51	98,54	49,03	24,21
<i>Ulmus glabra</i>	36,19	29,22	-6,97	4,79
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9,08	16,27	7,19	3,68
<i>Picea abies</i>	0,38	-	-0,38	0,00
Zwischensumme	277,81	431,06	153,25	
Tote				
<i>Fagus sylvatica</i>	-	6,97	6,97	
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	0,53	0,53	
<i>Ulmus glabra</i>	-	19,37	19,37	
<i>Picea abies</i>	-	0,58	0,58	
Zwischensumme	-	27,45	27,45	
Summe	277,81	458,51	180,70	96,76

aufstockende Derbholzvorrat von 334 m³/ha im Jahr 1971 auf 556 m³/ha im Jahr 2004 angestiegen und hat somit um 60% zugenommen (Abb. 2). Dabei zeichnet sich bezüglich Stammzahl, Grundfläche und Vorrat jeweils dieselbe Tendenz ab: Der Buchenanteil nahm ab, während der Eschenanteil anstieg (Tab. 3, 4). Zwischen 1971 und 2004 sind 105 Buchen pro Hektar aus dem lebenden Bestand ausgeschieden, das entspricht 32% des Ausgangsbestandes (Tab. 3). Umgerechnet auf Dekaden bedeutet dies, dass zwischen 1971 und 1982 4,8% der Buchen pro Jahrzehnt ausgefallen sind und zwischen 1982 und 2004 13,2%. Dabei handelt es sich um eine dichteabhängige Mortalität. Ganz anders verhält es sich bei der Esche: Von dieser sind zwischen 1971 und 2004 lediglich 5 Exemplare pro Hektar ausgefallen, das entspricht 4,6% des Ausgangsbestandes. Im Jahre 2004 weisen die Eschen ferner einen höheren Vorrat pro Hektar auf als die Buchen, wovon sie 1971 und 1982 noch weit entfernt waren. Der auf Dekaden bezogene durchschnittliche Volumenzuwachs der Buche ist in den beiden letzten Dekaden um rund vier Prozent größer ist als in der ersten Dekade, demgegenüber hat der durchschnittliche Grundflächenzuwachs um ca. neun Prozent abgenommen. Die Buchen sind also eher in die Höhe als in die Dicke gewachsen. Ganz anders sieht es bei der Esche aus: deren durchschnittlicher Volumenzuwachs ist in den

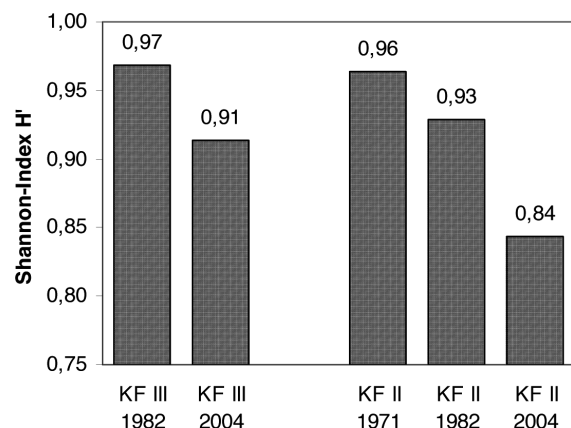


Abb. 3

Shannon-Index H' der Kernflächen (KF) III und II.
Shannon Index H' of the research sites (KF) III and II.

beiden letzten Dekaden um 42,2% größer als in der ersten Dekade, der durchschnittliche Grundflächenzuwachs hat um ca. 28% zugenommen. Das Gros des Volumenzuwachses erfolgte bei der Esche also durch Dickenwachstum. Dies äußert sich auch im Höhen-Durchmesser-Verhältnis, das im Jahre 2004 bei der Esche 0,7 beträgt, der Wert für die Buche beläuft sich auf 0,9.

4.1.3 Kernfläche I

Die Kernfläche I befindet sich in der Abteilung 2098 im Südosten des Naturwaldes im Bereich tiefgründiger, frischer bis vorratsfrischer, gut versorgter Sonnhangstandorte (Tab. 1). Die gesamte Kernfläche ist mit einem einschichtigen Buchenhallenbestand bestockt, wodurch sich ein sehr homogenes Bestandesbild bietet.

Die Bestandesoberhöhe betrug 27,4 m (Standardabweichung (σ) = 1,9 m) im Jahre 1971, 28,5 m (σ = 1,8 m) im Jahre 1982 und 29,8 m (σ = 0,9 m) im Jahre 2004. Insgesamt ist der aufstockende Derbholzvorrat von 513 m³/ha im Jahr 1971 auf 767 m³/ha im Jahr 2004 angestiegen und hat somit um 67% zugenommen (Abb. 2). Zwischen 1971 und 2004 sind 22 Bäume aus dem lebenden Bestand ausgeschieden, das entspricht 8% des Ausgangsbestandes (Tab. 5). Von diesen Bäumen befanden sich im Jahre 2004 noch fünf als stehendes Totholz im Bestand, 17 Bäume sind in den liegenden Bestand übergegangen. Da die Höhe der Buchen zwischen 1971 und 2004 nur um durchschnittlich 2,4 m zugenommen hat, fand der Vorratsaufbau durch Dickenwachstum statt; die Grundfläche pro Hektar nahm fast proportional zum Vorrat pro Hektar

Tab. 3

Ertragskundliche Kenndaten der Kernfläche II.

Yield data of research site II. Stammzahl (Grundfläche, Vorrat) pro Hektar = stem number (basal area, tree-layer volume) per hectare, Lebende = alive, Tote = dead, Diff. zu = difference from, Ausfall-%/ha/10a = relative decline of stem number per hectare and decade, Zuwachs/ha/10a = tree-layer increment per hectare and decade.

		1971	1982	Diff. zu 1971	2004	Diff. zu 1982	Diff. zu 1971	1971-1982	1982-2004	
Stammzahl pro Hektar									Ausfall-%/ha/10a	
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	330	312	-18	225	-87	-105	4,8	13,2	
	<i>Fraxinus excelsior</i>	109	109	0	104	-5	-5	0	2,3	
	<i>Acer platanoides</i>	16	16	0	13	-4	-4	0	10,5	
	<i>Picea abies</i>	25	18	-7	7	-11	-18	25,4	28,2	
	Zwischensumme	480	455	-25	348	-107	-132			
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	2	14	13	36	21	34			
	<i>Acer platanoides</i>	-	-	0	4	4	4			
	<i>Picea abies</i>	2	9	7	11	2	9			
	Zwischensumme	4	23	20	50	27	46			
	Summe	484	478	-5	398	-80	-86	4,6	11,1	
Grundfläche pro Hektar [m²]									Zuwachs/ha/10a	
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	15,07	16,73	1,65	18,34	1,61	3,26	1,84	1,67	
	<i>Fraxinus excelsior</i>	8,98	11,37	2,39	16,82	5,44	7,83	2,12	2,72	
	<i>Acer platanoides</i>	1,02	1,17	0,15	1,03	-0,14	0,01	0,13	0,05	
	<i>Picea abies</i>	1,56	1,21	-0,34	0,59	-0,63	-0,97	0,05	0,04	
	Zwischensumme	26,63	30,49	3,85	36,77	6,28	10,14			
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	0,01	0,34	0,33	1,26	0,92	1,25			
	<i>Acer platanoides</i>	-	-	0,00	0,26	0,26	0,26			
	<i>Picea abies</i>	0,08	0,43	0,35	0,70	0,27	0,62			
	Zwischensumme	0,09	0,78	0,68	2,22	1,44	2,13			
	Summe	26,73	31,26	4,53	38,99	7,72	12,26	4,14	4,48	
Vorrat pro Hektar [m³]									Zuwachs/ha/10a	
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	184,05	215,19	31,15	265,37	50,18	81,32	31,36	32,46	
	<i>Fraxinus excelsior</i>	121,40	163,06	41,66	270,78	107,73	149,38	37,03	52,66	
	<i>Acer platanoides</i>	10,68	12,80	2,12	12,09	-0,71	1,41	1,89	0,88	
	<i>Picea abies</i>	18,02	14,25	-3,77	7,28	-6,98	-10,74	0,71	0,61	
	Zwischensumme	334,15	405,30	71,16	555,52	150,22	221,37			
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	0,00	8,45	8,45	8,45			
	<i>Acer platanoides</i>	-	-	0,00	0,40	0,40	0,40			
	<i>Picea abies</i>	-	-	0,00	6,11	6,11	6,11			
	Zwischensumme	-	-	0,00	14,96	14,96	14,96			
	Summe	334,15	405,30	71,16	570,48	165,18	236,33	70,99	86,61	

Tab. 4

Baumartenanteile an Stammzahl, Grundfläche und Vorrat in der Kernfläche II.

Proportions of the tree species (regarding stem number, basal area and tree-layer volume per hectare) at research site II.

	Stammzahl/ha			Grundfläche/ha			Vorrat/ha		
	1971	1982	2004	1971	1982	2004	1971	1982	2004
<i>Fagus sylvatica</i> [%]	68,8	68,6	64,7	56,6	54,9	49,9	55,1	53,1	47,8
<i>Fraxinus excelsior</i> [%]	22,7	24,0	29,9	33,7	37,3	45,7	36,3	40,2	48,7
<i>Acer platanoides</i> [%]	3,3	3,5	3,7	3,8	3,8	2,8	3,2	3,2	2,2
<i>Picea abies</i> [%]	5,2	4,0	2,0	5,9	4,0	1,6	5,4	3,5	1,3
Summe [%]	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tab. 5

Ertragskundliche Kenndaten der Kernfläche I.

Yield data of research site I. Stammzahl (Grundfläche, Vorrat) pro Hektar = stem number (basal area, tree-layer volume) per hectare, Lebende = alive, Tote = dead, Diff. zu = difference from, Zuwachs/ha/10a = tree-layer increment per hectare and decade.

		1971	1982	Diff. zu 1971	2004	Diff. zu 1982	Diff. zu 1971	Zuwachs/ha/10a	
								1971-1982	1982-2004
Stammzahl pro Hektar									
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	274	268	-7	252	-16	-22		
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	-	5	5	5	0	5		
	Summe	274	273	-2	257	-16	-17		
Grundfläche pro Hektar [m²]									
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	36,75	42,98	6,23	49,63	6,65	12,88	5,69	3,66
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	-	0,13	0,13	0,40	0,27	0,40		
	Summe	36,75	43,11	6,36	50,03	6,92	13,28	5,69	3,66
Vorrat pro Hektar [m³]									
Lebende	<i>Fagus sylvatica</i>	513,05	642,38	129,33	766,93	124,55	253,88	116,51	65,73
Tote	<i>Fagus sylvatica</i>	-	-	0	4,78	4,78	4,78		
	Summe	513,05	642,38	129,33	771,71	129,33	258,66	116,51	65,73

Tab. 6

Totholzvorräte in den Kernflächen im Jahr 2004.

Volumes of decaying wood in 2004. Kernfläche = research site, stehend = standing, liegend = fallen, Stammzahl = stem number, Grundfläche = basal area, Vorrat = volume, Gesamtvorrat = total volume, gemittelt = mean values.

		Kernfläche I	II	III	gemittelt
stehend	Stammzahl/ha	5	50	128	61
	Grundfläche/ha [m ²]	0,40	2,22	3,40	2,01
	Vorrat/ha [m ³]	4,78	14,96	27,45	15,73
liegend	Vorrat/ha [m ³]	7,48	19,73	26,58	17,93
	Gesamtvorrat/ha [m ³]	12,26	34,69	54,03	33,66

zu. Sowohl der durchschnittliche Volumen- als auch der durchschnittliche Grundflächenzuwachs pro Dekade sind in den beiden letzten Jahrzehnten des Beobachtungszeitraumes gegenüber der ersten Dekade fast um die Hälfte geringer.

4.2 Totholz

Die Kernfläche III weist im Jahre 2004 mit 54 m³/ha den größten Totholzvorrat auf (Tab. 6), bei den abgestorbenen Bäumen handelt es sich vornehmlich um Bergulmen, daneben auch um schwache Buchen. Die Anteile von stehendem und liegendem Totholz sind annähernd gleich. In der Kernfläche II beläuft sich der Totholzvorrat auf 35 m³/ha, in der Kernfläche I sind es 12 m³/ha. Der Anteil des liegenden Totholzes ist hier jeweils größer als der des stehenden Totholzes.

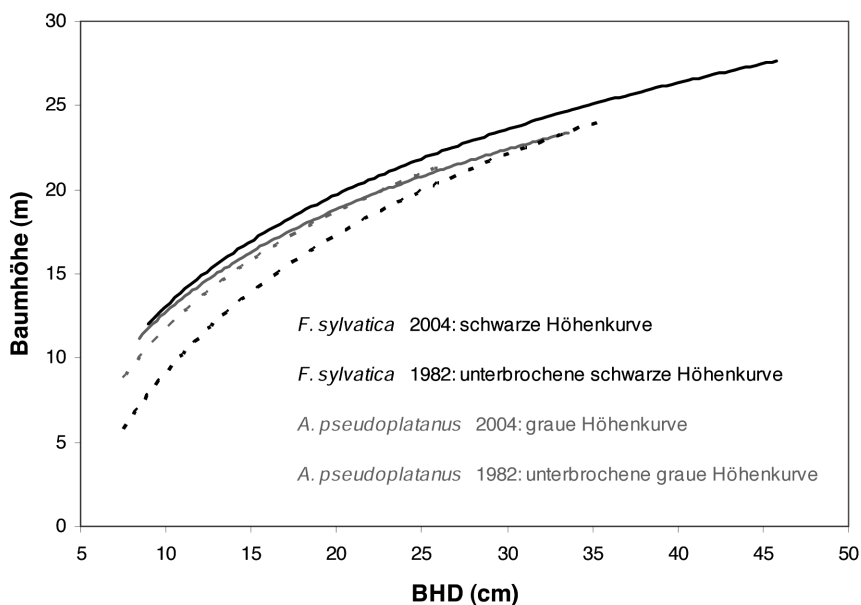


Abb. 4

Mit SAS berechnete Ausgleichshöhenkurven für die Baumarten Buche und Bergahorn in der Kernfläche III.

Height curves of *Fagus sylvatica* and *Acer pseudoplatanus* at research site III (calculated with SAS). *F. sylvatica* 2004: black curve, *F. sylvatica* 1982: black dashed curve, *A. pseudoplatanus* 2004: grey curve, *A. pseudoplatanus* 1982: grey dashed curve.

4.3. Verjüngung

Es wurden ausschließlich Jungbäume gefunden, die kleiner als 50 cm waren. Während in der Kernfläche I 231 Sämlinge/ha (davon 185 Eschen/ha, 23 Buchen/ha und 23 Bergahorne/ha) und in der Kernfläche II 196 Sämlinge/ha (davon 149 Vogelkirschen/ha und 47 Spitzahorne/ha) vorkamen, blieb die Verjüngung in der Kernfläche III vollständig aus.

5. DISKUSSION

5.1 Bestandesentwicklung

Der Naturwald Großer Freeden mit seinen Buchen-Hallenbeständen und hohen Edellaubholzanteilen zeigt auch 33 Jahre nach dem letzten Hieb noch deutlich, wie hier einst gewirtschaftet wurde. Konkurrenzschwache oder nicht standortgemäße Baumarten wie Bergulme und Fichte, die im Wirtschaftswald gefördert wurden, weichen aber bereits verstärkt der konkurrenzstarken Buche (ELLENBERG und LEUSCHNER, 2009). In der Folge nimmt die Baumartendiversität ab, ein Vorgang, der sich in vielen Naturwäldern beobachten lässt (MEYER et al., 2006).

Die Entwicklung des Bestandesbildes in den Kernflächen II und III zeugt deutlich von der Dynamik in diesen jungen bis mittelalten, stark strukturierten Beständen. Neben der hohen Dichtemortalität ist das Ulmensterben bemerkenswert, dessen Ausmaß durch die Standortverhältnisse erklärt werden kann. Der Bodentyp im Bereich der Kernfläche III ist eine Mullrendzina, die zu Sommer-trockenheit neigt (POLLMANN, 2000; MÖLDER, 2005). POTT (1981) führt an, dass frühere Niederwald- und Kahlschlagwirtschaft an den steilen Flanken der Kalkrücken im Osnabrücker Osning zu einer Abschwemmung der Bodenkrume führte, so dass der Skelettanteil und die Neigung zur Sommertrockenheit zunahm. Auf solchen geringmächtigen Böden über Kalkstein können Ulmen durch Trockenstress geschwächt werden, was den Befall durch Ulmensplintkäfer begünstigt (GIBBS und GREIG, 1977). Zu einem fast vollständigen Ausfall der Bergulmen, wie ihn MAYER und REIMOSER (1978) aus dem Naturwaldreservat Dobra im niederösterreichischen Waldviertel beschreiben, ist es jedoch nicht gekommen.

Für die Kernfläche III konnte zudem nachgewiesen werden, dass im Jahre 1982 der Bergahorn gegenüber der Buche vorwüchsig war, während es sich im Jahre 2004 genau umgekehrt verhielt. Dieses Ergebnis entspricht Erkenntnissen, nach denen der Bergahorn in der Jugend zunächst schneller wächst als die Rotbuche, wobei sich der Unterschied zwischen beiden Baumarten mit zunehmendem Alter verringert, bis die Buche den Bergahorn schließlich überwächst (HEIN et al., 2009). Im Gegensatz zum Bergahorn ist die Buche in höherem Maße zu flexiblem und raschem Kronenausbau fähig (FAUST, 1963; GRUBER, 2006). So war die Buche nach dem Ausfall der Ulmen in der Kernfläche III in der Lage, den frei gewordenen Kronenraum zügig zu erobern. Dies äußert sich auch im Grundflächen- und Volumenzuwachs der Buche in der Kernfläche III, der doppelt so hoch ist wie in der Kernfläche II. Dieses Wuchsverhalten der Buche entspricht dem nach Durchforstungen (PLAUBORG, 2004). Zudem reagiert die Buche auf gut nährstoffversorgten Standorten weniger empfindlich auf begrenzte Wasserversorgung als der Bergahorn, wobei Eschen allerdings die größte Trockenheitstoleranz zeigen (HÖLSCHER et al., 2002).

In der Kernfläche II konnte eine Vorwüchsigkeit der Esche gegenüber der Buche festgestellt werden, die in den beiden letzten Dekaden des Untersuchungszeitraums zugenommen hat. Die Aussage von RÖHRIG und BARTSCH (1992), dass der Zuwachs von Eschen nach raschem Wachstum in den ersten Lebensjahrzehnten erheblich nachlässt, bestätigt sich hier nicht. Diese Vorwüchsigkeit der Esche kann durch das Zusammenwirken von bestandesgeschichtlichen und standörtlichen Faktoren erklärt werden. So wer-

den Durchforstungen in den Jahren vor 1971 die Eschen begünstigt haben, diese erlangten dadurch eine größere Kronenfreiheit, was sich positiv auf den Zuwachs auswirkt (RÖHRIG und BARTSCH, 1992). Damit die Esche diesen forstlich bedingten Konkurrenzvorteil über eine Dauer von über 30 Jahren verteidigen kann, benötigt sie jedoch Standorte, auf denen sie gegenüber der Buche nicht dauerhaft zurücksteht (ELLENBERG und LEUSCHNER, 2009). Insbesondere der zum Unterhang hin gelegene Teil der Kernfläche II weist eine stärkere Lösslehmauflage auf, zudem ist hier von Nährstoffeinträgen durch Hangwasserzug zuzugehen. Auch frühere, die Bodenerosion fördernde Niederwald- und Kahlschlagwirtschaft kann zu einer Nährstoffverlagerung vom Ober- zum Unterhang beigetragen haben (POTT, 1981). Diese Standortverhältnisse fördern sowohl Konkurrenzkraft als auch Produktivität der Esche (WARDLE, 1961; LE GOFF und LEVY, 1984; WEBER und BAHR, 2000) und ermöglichen im Großen Freeden Wuchsleistungen, die beispielsweise mit denen auf besten Standorten Bayerns vergleichbar sind (KNORR, 1987).

Der Buchen-Hallenbestand im Bereich der Kernfläche I befindet sich in der Optimal- bis Terminalphase (TABAKU, 1999). Solche großflächig homogenen Bestandesbilder sind in Naturwaldreservaten in der Regel ein durch forstliche Nutzungen erzeugtes Artefakt (FLADE et al., 2004). Demgegenüber findet sich in Buchenurwäldern ein sehr kleinflächiger und eng verzahnter Wechsel der Waldentwicklungsphasen. Die Bestände sind ungleichaltrig mit einem zwei- bis dreischichtigen Bestandaufbau, einschichtige Bestandesstrukturen kommen nur selten und auf kleinen Flächen vor (KORPEL, 1995; TABAKU, 1999; DRÖSSLER und MEYER, 2006; ŠAMONIL und VRŠKA, 2007). Die hohen Vorräte im Bereich der Kernfläche I allerdings sind mit denen in Buchenurwäldern vergleichbar. Die Auswertung von zehn systematisch verteilten Probestreifen ergab für die Abteilung 2098 einen mittleren Vorrat von 799 m³/ha ($\sigma = 143,90$ m³/ha) (MÖLDER, 2005). In Buchenurwäldern Albanien fand TABAKU (1999) Vorräte von ca. 800 m³/ha, für die Slowakei geben DRÖSSLER und MEYER (2006) Vorräte von bis zu 1.000 m³/ha in der Optimalphase der dortigen Buchenurwälder an. Von der Forsteinrichtung wurde für Abteilung 2098 im Jahre 1961 ein für Wirtschaftswälder typischer Vorrat von 352 m³/ha angegeben, binnen 40 Jahren hat sich der Vorrat also mehr als verdoppelt.

5.2 Totholz

Für jüngere Buchennaturwälder nennen FLADE et al. (2004) Totholz mengen von 11–34 m³/ha. Diese Volumina entsprechen denen im Großen Freeden, auch wenn durch das Ulmensterben kleinflächig größere Totholz mengen zu finden sind. Die Totholz mengen in Naturwaldreservaten hängen insbesondere vom Waldtyp, vom Zeitraum seit der Ausweisung und vom Volumen des lebenden Bestandes ab (CHRISTENSEN et al., 2005; VANDEKERKHOVE et al., 2009). In einer europaweiten Studie, die 86 Buchennaturwaldreservate einschloss, konnten CHRISTENSEN et al. (2005) eine mittlere Totholzmenge von 130 m³/ha bestimmen, wobei die Spanne von nahezu totholzfremden Reservaten bis zu Reservaten mit 550 m³/ha reichte. Im Mittel findet sich im Großen Freeden mehr liegendes als stehendes Totholz, dies entspricht dem europaweiten Trend (CHRISTENSEN et al., 2005). Durch den Prozessschutz im Naturwald „Großer Freeden“ wird der dortige Totholzanteil jedoch zukünftig weiter steigen. Besonders in der Abteilung 2098 ist in den kommenden Jahrzehnten mit dem Ausfall starker Buchen zu rechnen, was die Totholzmenge in der bisher sehr totholzarmen Kernfläche I beträchtlich erhöhen wird.

5.3 Verjüngung

Das Ausbleiben des Jungwuchses in der Kernfläche I kann zumindest teilweise durch verjüngungshemmende Einflüsse der

Buche (mächtige Streuauflagen, dichtes Feinwurzelwerk, starke Beschattung) erklärt werden (MÖLDER et al., 2009). Dagegen kommt als Ursache für die fehlende Verjüngung in den Kernflächen II und III nur der im Jahre 2004 noch stark überhöhte Damwildbestand in Frage. Auf standörtlich und pflanzensoziologisch fast identischen Standorten am Wehdeberg ca. 8 km östlich des Großen Freedens, wo kein Damwild vorkommt, läuft die Verjüngung reichlich auf (POLLMANN, 2000). Von der enormen Höhe des Damwildbestandes zeugten 2004 auch zahlreiche Wildwechsel, die als dichtes Netz den Nordhang des Großen Freedens durchzogen. Auch wenn Naturwälder ihrer Eigenentwicklung überlassen werden, so werden sie sich weiterhin unter dem Einfluss ihrer Geschichte und indirekter anthropogener Belastungen entwickeln (SCHMIDT, 1998a). Ziel muss es aber sein, diese indirekten anthropogenen Belastungen zu minimieren. Dazu gehören auch angepasste Schalenwildbestände. Erfreulicherweise werden im Bereich des Großen Freedens seit 2005 große Anstrengungen unternommen, um diese zu erreichen. Der Zielbestand von drei Stück Damwild pro 100 ha ist aus waldbaulicher Sicht optimal (HAUG, 2004).

5.4 Ausblick

Aufgrund der verringerten Stückzahl des Damwildes dürfte sich die Verjüngungssituation im Naturwald „Großer Freeden“ künftig deutlich verbessern. Dadurch wird eine naturnahe Waldentwicklung ermöglicht, wie sie für Buchenwälder basen- bis kalkreicher Standorte am Nordwestrand ihres Verbreitungsgebietes typisch ist. Für die zukünftige Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung im Großen Freeden werden insbesondere Störungen wie Sturmereignisse entscheidend sein (SCHMIDT, 1998b; MEYER, 2005). Lochhiebexperimente im standörtlich vergleichbaren Göttinger Wald (z. B. LAMBERTZ und SCHMIDT, 1999) und Windwurfuntersuchungen im Harzvorland (KOMPA, 2004) belegen, dass sich Bestände auf gut versorgten Standorten nicht zu reinen Buchenbeständen entwickeln, wenn immer wieder großflächige Störungen auftreten und Baumarten wie Eschen und Ahorne vor der Buche emporwachsen. Dass die Esche im Großen Freeden erfolgreich mit der Buche konkurrieren kann, wenn sie in der Jugend einen Wuchsvorteil erlangt, zeigen die Ergebnisse aus der Kernfläche II.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Der 41 Hektar große Naturwald „Großer Freeden“ befindet sich im nordwestlichen Teutoburger Wald (Osnabrücker Osning), die Ausweisung erfolgte im Jahre 1972. Es wurde der Frage nachgegangen, wie sich die dortigen Laubholzbestände nach der Einstellung des Holzeinschlages entwickelt haben und welche biotischen und abiotischen Prozesse zum heutigen Bestandesbild führten. Dabei fand auch die Wald- und Forstgeschichte Berücksichtigung.

Der Große Freeden gehörte einst zum Besitz der Osnabrücker Fürstbischöfe, weitere Eigentümer waren das Königreich Hannover, Preußen und seit 1945 das Land Niedersachsen. Im Jahre 2004 stockten auf dem lösslehmüberdeckten Sonnhang zumeist einschichtige Buchen-Hallenbestände in der Optimal- bis Terminalphase. Der steile und flachgründige Schatthang wurde von vornehmlich zweischichtigen Buchenbeständen mit Edellaubholzbeimischung eingenommen (Tab. 1). Die Bestände zeigten auch 33 Jahre nach dem letzten Hieb noch deutlich, wie einst gewirtschaftet wurde. Jedoch waren konkurrenzschwache oder nicht standortsgemäße Baumarten wie Bergulme und Fichte bereits verstärkt der konkurrenzstarken Buche gewichen. Im Beobachtungszeitraum (1971–2004) nahm folglich die Baumartendiversität ab, während der Derbhilzvatrat anstieg (Tab. 2, 4, 5, Abb. 2, 3). Neben hoher Dichtemortalität war ein Ulmensterben bemerkenswert, dessen Ausmaß durch zeitweiligen Trockenstress erklärt werden konnte. Bezüglich des Bergahorns wurde durch die Auswertung einer echten Zeitreihe nachgewiesen, dass dieser in der Jugend gegenüber

der Buche vorwüchsig war (Abb. 4). Der Unterschied zwischen beiden Baumarten verringerte sich jedoch mit zunehmendem Alter, bis die Buche den Bergahorn schließlich überwuchs. Demgegenüber konnte eine Vorwüchsigkeit der Esche gegenüber der Buche festgestellt werden, die in den beiden letzten Dekaden des Untersuchungszeitraums zunahm (Tab. 3). Diese Vorwüchsigkeit der Esche wurde durch das Zusammenwirken von bestandesgeschichtlichen und standörtlichen Faktoren erklärt. Das Totholzvolumen belief sich im Mittel auf 34 m³ pro Hektar (Tab. 6). Durch den Prozessschutz wird der Totholzanteil zukünftig weiter steigen. Besonders im Bereich homogener, durch forstliche Nutzung geprägter Buchen-Hallenbestände ist in den kommenden Jahrzehnten mit dem Ausfall starker Bäume zu rechnen. Im Jahre 2004 blieb Verjüngung aufgrund von Buchenkonkurrenz sowie starken Verbissdrucks durch Damwild fast völlig aus. Seit 2005 wird der Damwildbestand jedoch verringert. Das ermöglicht eine naturnahe Waldentwicklung, wie sie für Buchenwälder basen- bis kalkreicher Standorte am Nordwestrand ihres Verbreitungsgebietes typisch ist. Für die zukünftige Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung werden insbesondere Störungen wie Sturmereignisse entscheidend sein.

7. Abstract

Title of the paper: 33 years after the last felling: On the development of stand structure in the strict forest reserve "Großer Freeden" (Teutoburg Forest, Germany).

The forest district "Großer Freeden" is situated in the northwestern Teutoburg Forest (Lower Saxony, northwest Germany) and became a strict forest reserve in 1972. We investigate how the deciduous forest stands in this reserve evolved after the cessation of timber harvesting and which biotic and abiotic factors led to the current status. In this context, forest history is considered as well.

In former times, the investigation area was owned by the prince-bishopric of Osnabrück. Following owners were the Kingdom of Hanover, Prussia and since 1945 the federal state of Lower Saxony. Nowadays, one-storied *Fagus sylvatica* L. stands are growing on the southern slope that is covered with thick, loess-derived soils. The steep northern slope is dominated by two-storied *Fagus sylvatica* stands with several secondary tree species, the Rendzina soil is quite shallow (Tab. 1). Even 33 years after the last harvesting operations, it is still apparent how the stands had once been managed. However, tree species that are not site-adapted or less competitive (e.g. *Picea abies* (L.) Karst. or *Ulmus glabra* Huds.) are increasingly being replaced by the competitive *Fagus sylvatica*. Hence, during the observation period (1971–2004), tree-layer diversity decreased, while tree-layer volume increased (Tab. 2, 4, 5, Fig. 2, 3). Besides high tree mortality due to competition, a considerable dieback of *Ulmus glabra* occurred, which can be explained by the Dutch elm disease temporary drought stress. Regarding *Acer pseudoplatanus* L., the analysis of a real time series reveals that this tree species grows faster than *Fagus sylvatica* in early stages (Fig. 4). The difference of rate of growth between these two tree species decreases with increasing age, until finally *Fagus sylvatica* overgrows *Acer pseudoplatanus*. In contrast, *Fraxinus excelsior* L. grows better than *Fagus sylvatica*. This trend increases during the last two decades of the observation period and can be explained by a combination of site factors and stand history (Tab. 3). The volume of decaying wood amounts in average to 34 m³ per hectare (Tab. 6). Due to the protection of natural processes the abundance of decaying wood will increase in the future. Especially in homogeneous and one-storied *Fagus sylvatica* stands a considerable number of trees will die back in the next decades. In 2004, we found almost no tree regeneration due to *Fagus sylvatica* competition and very high population density of fallow deer (*Dama dama* L.). Since

2005, fallow deer numbers have been reduced by intensified hunting. As a consequence, the forest can develop in a more natural way henceforth. For future stand structure and tree species composition, especially disturbances such as wind throw will be crucial.

8. Résumé

Titre de l'article: *33 ans après la dernière récolte. A propos de l'évolution de la structure du peuplement dans la forêt naturelle «Großer Freeden» (Forêt du Teutoburg).*

La forêt naturelle Grosser Freeden, d'une superficie de 42 ha, se trouve dans la partie Nord-Ouest de la forêt du Teutoburg; son classement date de l'année 1972. On a voulu répondre à la question de savoir comment les peuplements feuillus s'y sont développés après l'arrêt des exploitations de bois et quels processus biotiques et abiotiques ont conduit à l'image actuelle des peuplements. Pour cela on a aussi pris en compte l'histoire de la forêt. La forêt «Grosser Freeden» appartenait jadis aux princes évêques d'Osnabrück, puis les propriétaires ultérieurs furent le Hanovre, la Prusse et depuis 1945, le Land de Basse Saxe. En 2004 les versants limono-argileux exposés au Sud portaient des peuplements «halles» de hêtre pratiquement mono-étagés en phase optimale à terminale. Le versant exposé au Nord, qu'il soit pentu ou à faible inclinaison, fut colonisé surtout par des peuplements de hêtre à deux étages mélangé d'essences nobles (Tab. 1). Les peuplements portaient encore nettement 33 ans après la dernière exploitation la trace des traitements anciens. Cependant les essences faiblement concurrentielles comme l'orme de montagne et l'épicéa ont été affaiblies par la concurrence déjà forte du hêtre. Par suite pendant la période d'observation (1971–2004) la diversité en essences diminua, alors que la réserve en bois fort augmenta (Tab. 2, 4, 5, Fig. 2, 3). En plus d'une forte mortalité due à la densité du peuplement il faut noter un dépérissement spectaculaire de l'orme, dont l'importance a pu être expliquée par des sécheresses intermittentes. En ce qui concerne l'érable de montagne on a montré, en exploitant les données d'une chronologie sûre, qu'il surpassait en croissance le hêtre dans sa jeunesse (Fig. 4). La différence entre les deux essences a cependant diminué avec l'âge, jusqu'à ce que finalement le hêtre l'emporte sur l'érable. Au contraire on a pu mettre en évidence une croissance plus forte du frêne comparée à celle du hêtre, le phénomène devenant plus net dans les deux dernières décennies de la période d'observation (Tab. 3). Cette dominance du frêne a été expliquée par la conjonction de facteurs historiques et stationnels. Le volume de bois mort atteignait en moyenne 34 m³/ha (Tab. 6). Du fait de la protection du processus naturel la proportion de bois mort augmentera encore dans le futur. En particulier dans la partie homogène des peuplements «halles» marqués par l'exploitation forestière il faut s'attendre dans les décennies à venir à la chute de gros arbres. En 2004 la régénération naturelle manqua presque totalement à cause de la concurrence du hêtre et de la pression d'abrutissement exercée par le daim. Cependant depuis 2005 la population de daim a été réduite. Cela rend possible un développement de la forêt proche de la nature, comme cela est typique des forêts de hêtre situées sur des stations de nature «riche en bases» à «calcaire» de la bordure Nord de l'aire d'extension de cette essence. Pour la structure forestière future et la composition en essences les accidents, comme les tempêtes, seront particulièrement décisifs. R. K.

9. Danksagung

Wie danken STEFFI TUNGER für die Hilfe bei der Geländearbeit, HANS-JÜRGEN ZIETZ (NLWKN, Oldenburg (Oldb.)) und JOACHIM VOGELPOHL für sehr hilfreiche Informationen und interessante Diskussionen zur Wald- und Forstgeschichte sowie REINHARD WIEMER (Forstamt Anklam, Revierförsterei Iburg) für die Bereitstellung zahlreicher Daten zu Wildbestand und Jagd. Prof. Dr. HERBERT

ZUCCHI (Fachhochschule Osnabrück, AG Zoologie/Ökologie/Umweltbildung) und ein anonymer Gutachter gaben wertvolle Hinweise zur Verbesserung des Manuskriptes. GINAMARIE GEMMA LOPEZ korrigierte den englischen Text.

10. Literaturverzeichnis

- BEHR, H.-J. (1970): Forst und Jagd im Osnabrücker Raum vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Osnabrücker Mitteilungen 77: 125–161.
- BLE (2009): Datenbank Naturwaldreservate in Deutschland. www.naturwaelder.de, Zugriffsdatum: 25.08.2009.
- BROSINGER, F. (2008): Naturwaldreservate und naturnahe Forstwirtschaft. LWF-aktuell 63: 4–5.
- BURRICHTER, E. (1952): Wald- und Forstgeschichtliches aus dem Raum Iburg, dargestellt auf Grund pollenanalytischer und archivalischer Untersuchungen, mit einem Beitrag zur Dünen- und Heidefrage und zur Siedlungsgeschichte des Menschen. Natur und Heimat (Münster) 12: 33–45.
- BURRICHTER, E. (1953): Die Wälder des Meßischblattes Iburg, Teutoburger Wald. Eine pflanzensoziologische, ökologische und forstkundliche Studie. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen 15: 1–91.
- CHRISTENSEN, M., K. HAHN, E. MOUNTFORD, P. ÓDOR, T. STANDOVAR, D. ROZENBERGAR, J. DIACI, S. WIDEVEN, P. MEYER, S. WINTER und T. VRŠKA (2005): Dead wood in European beech forest reserves. Forest Ecology and Management 210: 267–282.
- DRÖSSLER, L. und P. MEYER (2006): Waldentwicklungsphasen in zwei Buchen-Urwaldreservaten in der Slowakei. Forstarchiv 77: 155–161.
- ELLENBERG, H. und C. LEUSCHNER (2009): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 6. Aufl. Ulmer, Stuttgart.
- FAUST, H. (1963): Waldbauliche Untersuchungen am Bergahorn. Dissertation, Forstliche Fakultät Göttingen.
- FISCHER, A. und H. WALENTOWSKI (2008): Biodiversität. LWF-aktuell 63: 6–7.
- FLADE, M., G. MÖLLER, H. SCHUMACHER und S. WINTER (2004): Naturschutzstandards für die Bewirtschaftung von Buchenwäldern im nordostdeutschen Tiefland. Der Dauerwald – Zeitschrift für naturgemäße Waldwirtschaft 29: 15–28.
- GAUER, J. und E. ALDINGER (Edit.) (2005): Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke. Mitteilungen des Vereins für forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung 43: 1–324.
- GIBBS, J. N. und B. J. W. GREIG (1977): Some consequences of the 1975–1976 drought for Dutch elm disease in Southern England. Forestry 50: 145–154.
- GREBING, H. (2002): Abbau und Nutzung von Bodenschätzen im Gebiet der heutigen Stadt Bad Iburg. Iburger Hefte 1: 1–28.
- GREBING, H. (2003): Kohlenbergbau im Feld „Hilterberg“ bei Bad Iburg im Teutoburger Wald. Iburger Hefte 3: 1–40.
- GRÜBER, F. (2006): Über die Vitalität der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.). Shaker-Verlag, Aachen.
- HAUG, A. (2004): Wildlife-Management und Forstwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Randbedingungen und Möglichkeiten einer Optimierung jagdwirtschaftlicher Aspekte für Waldeigentümer. Tenea, Berlin.
- HEIN, S., C. COLLET, C. AMMER, N. LE GOFF, J.-P. SKOVSGAARD und P. SAVILL (2009): A review on growth and stand dynamics of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) in Europe: implications for silviculture. Forestry 82 (4).
- HESMER, H. und F. G. SCHROEDER (1963): Waldzusammensetzung und Waldbehandlung im Niedersächsischen Tiefland westlich der Weser und in der Münsterschen Tieflandsbucht bis zum Ende des 18. Jahrhunderts. Forstgeschichtlicher Beitrag zur Klärung der natürlichen Holzartenzusammensetzung und ihrer künstlichen Veränderungen bis in die frühe Waldbauzeit. Decheniana, Beiheft 11: 1–304.
- HOLLENBERG, G. A. (1791): Carte von den Landesfürstlichen Forsten im Amte Iburg welche die Reviere in der Gegend des Fleckens Iburg enthält. Vermessen von G. H. Hollenberg Anno 1788–1791.
- HÖLSCHER, D., S. SCHMITT und K. KUPPER (2002): Growth and leaf traits of four broad-leaved tree species along a hillside gradient. Forstwissenschaftliches Centralblatt 121: 229–239.
- HOOPS, J., H. BECK, D. GEUENICH, H. STEUER und D. TIMPE (2000): Reallexikon der germanischen Altertumskunde: Band 17. de Gruyter, Berlin, New York.
- HÜTTER, M. (1996): Der ökosystemare Stoffhaushalt unter dem Einfluss des Menschen – geoökologische Kartierung des Blattes Bad Iburg 1:25.000. Forschungen zur deutschen Landeskunde 241: 1–197.
- KLOWEIT-HERRMANN, M. und H.-J. ZIETZ (2005): Der Freeden – Naturschutzgebiet in Bad Iburg. Streifzüge durch einen besonders schönen Teil des Teutoburger Waldes. Grote, Bad Iburg.
- KNORR, G. (1987): Ernährungszustand, Standortansprüche und Wuchsleistungen der Esche in Bayern. Forstliche Forschungsberichte München 82.
- KOMPA, T. (2004): Die Initialphase der Vegetationsentwicklung nach Windwurf in Buchen-Wäldern auf Zechstein- und Buntsandstein-Standorten des südwestlichen Harzvorlandes. URL der Online-Dissertation: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2005/kompa/kompa.pdf>

- KORPEL', Š. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York.
- LAMBERTZ, B. und W. SCHMIDT (1999): Auflichtungen in Buchen- und Buchenmischbeständen auf Muschelkalk und Buntsandstein – Untersuchungen zur Verjüngungs- und Vegetationsstruktur. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie **29**, 81–88.
- LAMPRECHT, H., D. GÖTTSCHE, G. JAHN und K. PEIK (1974): Naturwaldreservate in Niedersachsen. Aus dem Walde **23**: 1–233.
- LE GOFF, N. und G. LEVY (1984): Productivité du frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en région Nord-Picardie. B: Etude des relations entre la productivité et les conditions de milieu. Annales des sciences forestières **41**: 135–170.
- LETHMATE, J. und M. WENDELER (2000): Das chemische Klima des Riesenbecker Osning in den Messjahren 1988 und 1998. Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen **26**: 121–133.
- MAYER, H. und F. REIMOSER (1978): Die Auswirkungen des Ulmensterbens im Buchen-Naturwaldreservat Dobra (Niederösterreichisches Waldviertel). Forstwissenschaftliches Centralblatt **97**: 314–321.
- MEYER, D. (1850): Die Grenzen des Forst- und Wildbanns der Osnabrückischen Kirche. Mitteilungen des Historischen Vereins zu Osnabrück **2**: 88–111.
- MEYER, P. (2000): Waldkundliche Dauerbeobachtung von Naturwaldkernflächen in den Niedersächsischen Landesforsten. Göttingen, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt (Abteilung Waldwachstum).
- MEYER, P. (2005): Network of Strict Forest Reserves as reference system for close to nature forestry in Lower Saxony, Germany. Forest Snow and Landscape Research **79**: 33–44.
- MEYER, P. (2006): Zukunftsstrategien für die Naturwaldreservate-Forschung. AFZ – Der Wald **61**: 173.
- MEYER, P., A. WEVELL von KRÜGER, R. STEFFENS und W. UNKRIG (2006): Naturwälder in Niedersachsen – Schutz und Forschung, Band 1. Leinebergland-Druck, Alfeld (Leine).
- MIDDENDORFF, R. (1927): Der Verfall und die Aufteilung der gemeinen Marken im Fürstentum Osnabrück bis zur napoleonischen Zeit. Mitteilungen des Vereins für Geschichte und Landeskunde von Osnabrück **49**: 1–157.
- MÖLDER, A. (2005): Flora, Vegetation und Bestandesstruktur im Naturwald Großer Freeden, Teutoburger Wald. Masterarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen.
- MÖLDER, A. und W. SCHMIDT (2006): Flora und Vegetation im Naturwald „Großer Freeden“, Teutoburger Wald. Natur und Heimat (Münster) **66**: 33–48.
- MÖLDER, A., M. BERNHARDT-RÖMERMANN und W. SCHMIDT (2009): Vielfältige Baumschicht – reichhaltige Verjüngung? Zur Naturverjüngung von artenreichen Laubwäldern im Nationalpark Hainich. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung **180**: 76–87.
- MÖLDER, A. (2009): Eine hochmittelalterliche Bischofsvita als wertvolle Quelle zur Wald- und Vegetationsgeschichte: Die „Vita Bennonis“ des Norbert von Iburg. Forstarchiv **80** (5).
- MÖSER, J. (1780): Osnabrückische Geschichte. Neue vermehrte und verbesserte Ausgabe. Nicolaische Buchhandlung, Berlin, Stettin.
- NEITE, H. (1987): Untersuchungen über Veränderungen in den Buchenschürzen der Kalk-Buchenwälder des Teutoburger Waldes. Dissertationes Botanicae **108**.
- NFP (1993): Betriebswerk für das Staatliche Forstamt Palsterkamp, Bezirksregierung Weser-Ems, Stichtag: 1.10.1993. Niedersächsisches Forstplanungsamt, Wolfenbüttel.
- PLAUBORG, K. U. (2004): Analysis of radial growth responses to changes in stand density for four tree species. Forest Ecology and Management **188**: 65–75.
- POLLMANN, W. (2000): Die Buchenwaldgesellschaften im nordwestlichen Weserbergland. Siedlung und Landschaft in Westfalen **29**: 1–131.
- POTT, R. (1981): Der Einfluss der Niederholzwirtschaft auf die Physiognomie und die floristisch-soziologische Struktur von Kalkbuchenwäldern. Tuexenia **1**: 233–242.
- RHEINHEIMER, M. (1999): Die Dorfordnungen des Herzogtums Schleswig, Bd. 2: Edition. Lucius & Lucius, Stuttgart.
- RÖHRIG, E. und N. BARTSCH (1992): Der Wald als Vegetationsform und seine Bedeutung für den Menschen. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- ŠAMONIL, P. und T. VRŠKA (2007): Trends and cyclical changes in natural fir-beech forests at the north-western edge of the Carpathians. Folia Geobotanica **42**: 337–361.
- SCHMIDT, W. (1998a): Vegetationskundliche Langzeitforschung auf Dauerflächen – Erfahrungen und Perspektiven für den Naturschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz **58**: 353–375.
- SCHMIDT, W. (1998b): Dynamik mitteleuropäischer Buchenwälder – Kritische Anmerkungen zum Mosaik-Zyklus-Konzept. Naturschutz und Landschaftsplanung **30**: 242–249.
- SCHMIDT, W. (2005): Herb layer species as indicators of biodiversity of managed and unmanaged beech forests. Forest Snow and Landscape Research **79**: 111–125.
- SCHROEDER, F.-G. (1963): Der Waldzustand im Teutoburger Wald bei Halle (Westf.) im 16. Jahrhundert. Natur und Heimat (Münster) **23**: 9–14.
- TABAKU, V. (1999): Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und -Wirtschaftswäldern. Dissertation an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen.
- THOMAS, A., R. MROTZEK und W. SCHMIDT (1995): Biomonitoring in naturnahen Buchenwäldern. Angewandte Landschaftsökologie **6**: 1–151.
- VANDEKERKHOVE, K., L. DE KEERSMAEKER, N. MENKE, P. MEYER und P. VERSCHELDE (2009): When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. Forest Ecology and Management **258**: 425–435.
- VOGELPOHL, J. (2003): Wenn Steine reden könnten... Historische Grenzsteine im Iburger Nahraum. Iburger Hefte **2**: 1–28.
- WARDLE, P. (1961): Biological flora of the British Isles – *Fraxinus excelsior* L. The Journal of Ecology **49**: 739–751.
- WEBER, G. und B. BAHR (2000): Eignung bayerischer Standorte für den Anbau von Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Forstwissenschaftliches Centralblatt **119**: 263–275.
- WIESE, F., C. J. WOOD und U. KAPLAN (2004): 20 years of event stratigraphy in NW Germany; advances and open questions. Acta Geologica Polonica **54**: 639–656.
- ZUCCHLI, H. und P. STEGMANN (2006): Wagnis Wildnis: Wildnisentwicklung und Wildnisbildung in Mitteleuropa. Oekom-Verlag, München.