Waldoekologie online	Heft 3	67 - 81	11 Fig., 7 Tab.	Freising, Dezember 2006

Entwicklungsdynamik eines buchendominierten „Naturwald"-Dauerbeobachtungsbestands auf Kalk im Nationalpark Hainich/Thüringen

Developmental dynamics of a beech-dominated 'natural forest' – permanent observation site on limestone in the Hainich National Park, Thuringia

Jürgen HUSS & David BUTLER–MANNING

Abstract
A long term study of the natural dynamics of a semi-natural beech forest largely untouched for fifty years began in 1999. A part of the >150 year old beech/ash stand was completely inventoried (28 ha), and the gaps in the forest canopy measured repeatedly. The gaps ranged from 8 – 592 m², with a mean size of less than 150 m². There were, on average, 3 gaps/ha, occupying less than 4 % of the stand area. The establishment and survival rates of admixed species were low under the largely intact canopy. The total seedling number was only slightly higher in the gaps (approx. 7 plants/m²) than under the canopy (approx. 6 plants/m²). The problem of seedling establishment was exacerbated by the unregulated influence of deer. Ash seedlings rarely exceeded heights of 50 cm without the protection of fencing, and the development of the sycamores was halted at 90 cm. Even the unpalatable beech benefited slightly from fencing. The average volume of coarse woody debris (CWD) was 62 m³/ha, comprised chiefly of large lying timber, but also of large standing dead wood. The findings to date support the assumption that beech forests left to develop naturally regenerate gradually by means of numerous small scale disturbances, and tend towards an ever greater dominance of beech.

1. Forschung in Buchen-Naturwäldern

1.1 Entwicklung der Buchenwaldflächen in Mitteleuropa

Heute besteht bei Geoökologen und Forstleuten weitgehend Konsens darüber, dass die Wälder Mitteleuropas vor dem massiven menschlichen Einwirken, also vor etwa 2-3.000 Jahren weitgehend buchendominiert waren (BÜCKING et al. 1994, ELLENBERG 1996). Ihre Flächen wurden zunächst durch Rodung drastisch verringert. Später führte vor allem Brennholznutzung dazu, ihren Anteil in den übriggebliebenen Wäldern weiter zu reduzieren. Schließlich tat die Aufforstung und Umwandlung mit Nadelbäumen ein Übriges, um ihre Bedeutung einzuschränken. So kam es, dass ihr Anteil von ehemals ca. 70 auf heute noch 15 % in Deutschland sank (BMVEL 2004). Die verbliebenen Buchenwälder sind zudem stark durch forstliche Bewirtschaftung überprägt.

1.2 Gestiegenes Interesse an Kenntnissen über die Entwicklungsdynamik von buchendominierten Laubwäldern in Mitteleuropa

In den letzten zwei bis drei Jahrzehnten erfuhren die Buchenwälder und die in ihnen ablaufenden natürlichen Prozesse zunehmende Aufmerksamkeit. Das hat zwei Gründe:

- Die Naturwaldforschung entwickelte sich zu einem eigenständigen und zweckfreien (LEIBUNDGUT 1978) Forschungsgebiet (z. B. MEYER 1997). Einleuchtenderweise rückten damit auch die Buchenwälder als die einstmals wichtigste Waldformation in den Focus.
- Die Waldwirtschaft wurde zunehmend naturnah ausgerichtet. Dabei geht es darum, die Bewirtschaftung möglichst weitgehend an der natürlichen Dynamik auszurichten. Dafür braucht es aber Orientierungsbeispiele, die Hinweise darüber geben, was denn in ihnen abläuft (z.B. KORPEĽ 1992, THOMASIUS 1992, STURM 1993, RÖHRIG 1997, ZUKRIGL 1997).

Aus den eingangs gemachten Bemerkungen ergab sich allerdings ein besonderes Problem sowohl für die Naturwaldforschung wie für die naturnahe Waldbewirtschaftung von buchendominierten Wäldern: In Mitteleuropa existieren so gut wie keine anthropogen unbelasteten Buchen-Naturwälder mehr. Das ist anders in Osteuropa (CERMAK 1910, FRÖHLICH 1925, MARKGRAF 1931, DENGLER 1931, KORPEĽ 1995, TABAKU 2000, VRŠKA et al. 2002). Dort gibt es noch Naturwälder. Aber bei einigen von ihnen

scheinen gleichfalls Zweifel hinsichtlich ihrer Ungestörtheit angebracht zu sein. Zahlreiche Forscher haben sich nun in den letzten drei Jahrzehnten in Mitteleuropa auf die Suche nach Buchenwäldern begeben, die die folgenden Forderungen erfüllen:

- Sie wurden seit längerer Zeit nicht mehr bewirtschaftet und geben zumindest einen Eindruck von den sich einstellenden natürlichen Abläufen. Beispiele hierfür sind die „Heiligen Hallen" in Mecklenburg (KNAPP & JESCHKE 1991), und die vielen Naturwaldparzellen in verschiedenen Regionen Mitteleuropas (u.a. ZUKRIGL 1991, MEYER 1995, TABAKU 2000). Die meisten von ihnen decken aber nur kleine Flächen von <100 ha.
- Es handelt sich um großflächige naturnahe Wälder, die nach Einstellung der Bewirtschaftung versprechen, in den nächsten Jahrzehnten schrittweise eine Naturwalddynamik auszuprägen und damit neue Erkenntnisse über die Abläufe in ganzen Gebieten zu liefern. Hierzu gehören vor allem die neu eingerichteten Nationalparke Hainich/Thüringen und Kellerwald/Hessen mit Flächen von mehreren tausend Hektar.

Die meisten Buchen-Naturwälder stocken auf mäßig nährstoffversorgten Braunerden. Seltener sind die für buchendominierte Laubwälder besonders interessanten Kalkstandorte vertreten. Insgesamt gesehen sind unserer Kenntnisse über die natürliche Dynamik und Struktur von Buchenwäldern in Mitteleuropa noch rudimentär. Das gilt besonders für solche auf Kalkstandorten. Die Einrichtung des Nationalparks Hainich im nördlichen Thüringen bot 1999 die Gelegenheit, einen größeren Bestandesteil für langfristige Beobachtungen herzurichten. Die bisher erzielten Ergebnisse rechtfertigen nach Meinung der Autoren bereits jetzt einen Bericht über dieses Fallbeispiel eines buchendominierten naturnahen Altbestandes, der seit einigen Jahrzehnten nicht mehr bewirtschaftet wurde, auf einem Kalkstandort.

1.3 Hypothesen und Zielsetzung

Grundlage unserer Untersuchungen waren die folgenden Hypothesen:

- Stürme und andere katastrophische Ereignisse führen nur ausnahmsweise zu größeren Öffnungen im Kronendach natürlicher buchendominierter Laubwälder.
- Durch lange Überschirmung wird die Buche in Naturwäldern gegenüber anderen Baumarten begünstigt. Die auf Kalkstandorten beteiligten zahlreichen anderen Baumarten werden dagegen durch Ausdunklung benachteiligt.
- Bei langfristiger Überschirmung produzieren die Jungbuchen wenig Wertholz, weil die innerartliche Konkurrenz nicht gleichmäßig genug ist, um die Astreinigung im unteren Stammbereich zu gewährleisten.
- Durch moderne Konzepte der naturnahen Waldwirtschaft wird die Buchendominanz als Folge nur zaghafter Eingriffe im Kronendach der Bestände unterstützt. So behandelte Wälder werden also keine vielfältigen Mischungen ausbilden und zudem geringere Wertleistungen erwarten lassen.

Durch eigene Untersuchungen sollen deshalb Erkenntnisse zu den folgenden Teilfragen gewonnen werden:

- Bestandesausprägung nach Baumartenzusammensetzung, Textur und Struktur in natürlichen buchendominierten Laubwäldern.
- Klein- und großflächige Absterbeerscheinungen und deren Ursachen.
- Kronenexpansion der Altbäume an den Lückenrändern.
- Entwicklung der Jungwüchse nach Baumarten, Überschirmung, Wildeinfluss.
- Anfall und Vermoderungsraten von Totholz.

Nachfolgend werden einige der ersten Befunde vorgestellt und interpretiert.

2. Untersuchungsgebiet und Aufnahmemethodik

2.1 Das Untersuchungsgebiet

2.1.1 Geographische Lage des Hainich und des Nationalparks

Der Hainich ist ein kleineres Mittelgebirge von rd. 20.000 ha Ausdehnung nördlich des Thüringer Waldes. Im Westen begrenzt ihn die Werra, im Osten das Thüringer Becken. Zur geographischen Lokalisierung helfen die Städte Eisenach (im SW), Bad Langensalza (im SO) und Mühlhausen (im NO). Trotz seiner nur mittleren Größe handelt es sich um eines der größten zusammenhängenden Waldgebiete Deutschlands auf Kalkstandorten mit geschlossenen, buchendominierten Laubwäldern. Der Nationalpark selbst umfasst knapp 8.000 ha und befindet sich in der Südhälfte des Hainich. Er ist hervorgegangen aus einem bis Mitte der 90er Jahre von den russischen Streitkräften genutzten Truppenübungsplatz. Große Teile waren als Schießgelände kahl gelegt worden und bewalden sich

derzeit auf dem Wege der Sukzession. Allerdings gibt es auch einige Flächenreserven mit ehemaligen Wirtschaftswäldern. Diese haben sich – wie das rd. 300 ha große Weberstedter Holz – naturnah zu entwickeln begonnen, weil sie seit längerem nicht mehr genutzt wurden.

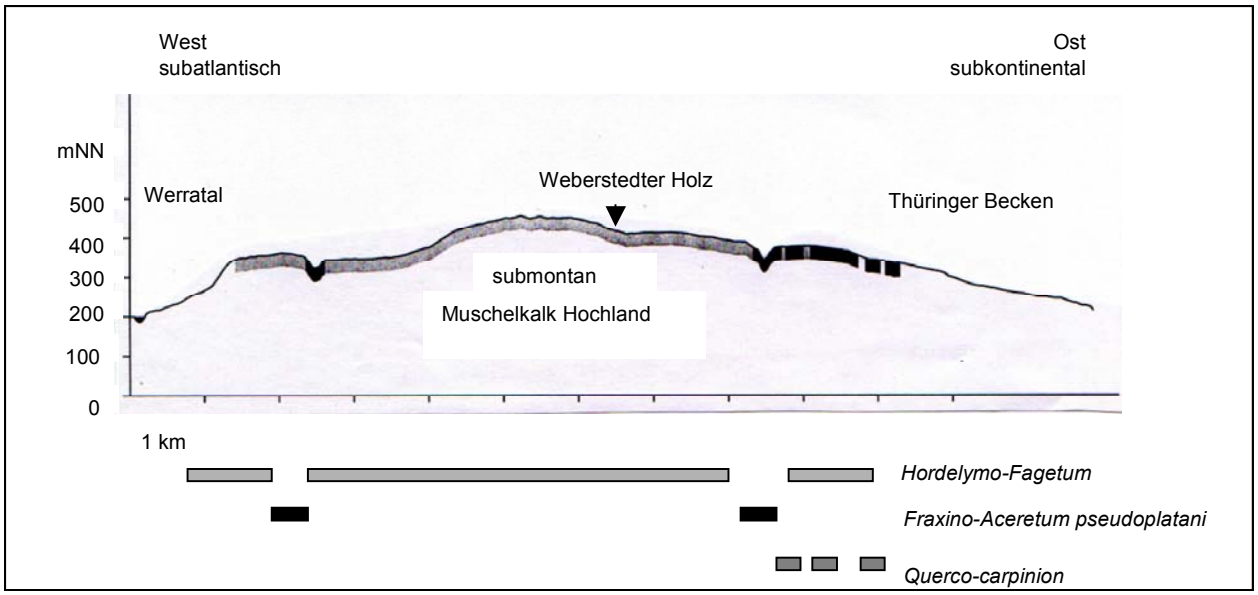
Auch historisch gesehen wurden die Wälder des Hainichs weniger intensiv genutzt als vielerorts in Mitteleuropa (MUND 2004). Die erschwerte landwirtschaftliche Nutzung durch den hohen Ton- und teilweise auch Steinanteil und die Dürregefahr auf flachgründigen Rendzinen sowie die frühe Einführung von Holzordnungen begünstigten indirekt den Erhalt einer überwiegend natürlichen Baumartenzusammensetzung. Dort wurde daher der im Folgenden näher vorzustellende Untersuchungsbestand ausgewählt.

2.1.2 Standort

Die wichtigsten standörtlichen Vorgaben enthält Abb. 1. Danach befindet sich das Untersuchungsgebiet im submontanen Bereich des Hainich in einer Höhenlage von >400 mNN. Die jährlichen Durchschnittstemperaturen liegen zwischen 6 und 7 °C und die Niederschläge betragen rund 700 mm. Das unterliegende Gestein ist Trias-Kalk. Aus diesem entstehen Kalkrendzinen. Als Folge einer teilweisen Überlagerung mit Löss haben sich mehr oder minder tiefgründige kalkhaltige Substrate gebildet.

2.1.3 Bisherige Waldbehandlung

Die Bestände im „Weberstedter Holz“ wurden bis etwa 1900 als Mittelwald bewirtschaftet. Aus dieser Zeit resultiert ein hoher Anteil an Eschen in der herrschenden Kronenschicht. Um 1930 begann die Umformung in Buchen-Plenterwälder, wie sie in den nördlich angrenzenden „Laubgenossenschaftswäldern“ Langula und Keula zur nachhaltigen Brennholzversorgung der dortigen Gemeinden bereits lange vorher praktiziert worden war. Nach dem 2. Weltkrieg wurde – wie bereits angedeutet – der größte Teil des heutigen Nationalparks als militärisches Übungsgelände genutzt. Das führte zur Unterbindung des öffentlichen Zugangs und stoppte die geregelte forstliche Bewirtschaftung. Lediglich da und dort wurden noch unplanmäßig einzelne Bäume zwecks Brennholzgewinnung entnommen. Doch konnten sich seit >40 Jahren Ansätze zu einer natürlichen Entwicklung ausprägen.



Nationalpark Hainich
Fläche: 7 600 ha
Schutzzone I: 30 %
Höhenlage: 290-490 mNN

Temperatur: 6-8 °C
Niederschlag: 550-750 mm

„Naturwald“ (Weberstedter Holz)
Fläche: 300 ha

Höhenlage: 430-460 mNN
Böden: lehmiger Ton über Kalkrendzinen

Abb. 1: Lage und überschlägige standörtliche Vorgaben des Waldgebietes „Weberstedter Holz“ im Nationalpark Hainich (nach KLAUS & STEPHAN 1998).

2.2 Auswahl und Anlage einer „Naturwaldparzelle“ für Dauerbeobachtungen

2.2.1 Herrichtung der Untersuchungsfläche

1999 wählten wir einen repräsentativen Bestandesteil von 28,5 ha Größe mit möglichst naturnaher Struktur und mit Andeutungen von natürlicher Dynamik aus. Er wurde dauerhaft mit einem 50x50 m Rasternetz versehen und jeder Baum innerhalb dieses Bestandes mit Aluminiumplättchen nummeriert (insgesamt ~15.000 Bäume >1,3 m). Im Folgejahr 2000 wurden je 20 Kleinparzellen von ~100 m² Größe ohne und mit Zaun über den Bestand verteilt angelegt. Dabei kamen je 10 Kleinparzellen in Lücken und unter geschlossenem Schirm zu liegen.

2.2.2 Bisherige Aufnahmen

Die Aufnahmen konzentrierten sich bisher auf folgende Bereiche:

- **Aufstockender Bestand**
  Einmessung der Koordinaten aller Bäume >1,3 m Höhe,
  Messung der Brusthöhendurchmesser aller Bäume,
  Höhenmessung bei einem repräsentativen Teilkollektiv,
  Probebohrungen zur Altersbestimmung an einer repräsentativen Auswahl von ~100 Bäumen.
- **Bestandeslücken**
  Mehrfache Einmessung (2001, 2002, 2005) der vorhandenen, bzw. neu entstandenen Lücken.
- **Jungwüchse**
  Jährliche Aufnahmen der Jungwüchse und Bodenvegetation in den Kleinparzellen ohne und mit Zaun.
- **Totholz**
  Aufnahme von Stückzahl, Durchmesser, Länge, Zerfallsgrad (2002), sowie Aufnahme aller seit 1999 abgestorbenen Bäume.

3. Ergebnisse

3.1 Zusammensetzung und Struktur des aufstockenden Bestandes

3.1.1 Baumzahlen des Altbestandes und Grundflächen nach Baumarten

Die im Untersuchungsbestand vorkommenden Baumarten sind nach Baumzahl und ihren Grundflächen in Tab. 1 wiedergegeben.

Tab. 1: Anteile der Baumarten im Naturwald-Dauerbeobachtungsbestand Weberstedter Holz nach der Aufnahme 2000.

BAUMART	BAUMZAHL		GRUNDFLÄCHE	
	B./ha	%	m²/ha	%
Buche	482	*90*	25,8	*67*
Esche	20	*4*	6,2	*16*
Hainbuche	15	*3*	1,7	*5*
Bergahorn	11	*2*	3,0	*8*
Spitzahorn	2			
Ulme	6	*1*	1,5	*4*
Sonst. Laubbaumarten [1)]	1	*<1*	0,2	*1*
Summe	**537**	***100***	**38,4**	***100***

[1)] Stieleiche, Feldahorn, Kirsche, Linde, Aspe, Eberesche, Weißdorn

Danach wies der Untersuchungsbestand deutlich mehr als 10 Baumarten auf. Nach der Zahl dominierten die Buchen mit weitem Abstand. Nur Eschen, Hainbuchen und Ahorne spielten noch eine nennenswerte Rolle. Nach den Grundflächen war die Dominanz der Buchen nicht mehr ganz so ausgeprägt. Wie bereits angedeutet stellen nämlich die Eschen einen wesentlichen Anteil der herrschenden Bäume. Das gilt auch für die Ahorne. Obwohl also zahlenmäßig nur gering vertreten waren sie am herrschenden Bestand wesentlich beteiligt, wie an den Werten ihrer Grundflächen deutlich wird.

Über die Altersstruktur des Bestandes konnte bisher noch kein verlässliches Bild gewonnen werden. Unsere technischen Möglichkeiten reichten nur für Bäume >60 cm. Diese waren ~150 Jahre alt. Die jetzt abbrechenden oder frisch geworfenen Buchen dürften demnach 200-250 Jahre alt sein. Ohne hierauf weiter einzugehen, sei nur erwähnt, dass die aufstockenden Volumina durchschnittlich 630 m³/ha (520-710) betrugen. Den Zusammenhängen über die Baumarten und Durchmesserverteilungen soll im nächsten Abschnitt noch etwas mehr nachgegangen werden.

3.1.2 Anteile der Baumarten am herrschenden und beherrschten Bestand

Aus Tab. 2 kann man die Anteile der Individuen bei den Baumarten an den beiden wichtigsten soziologischen Klassen (herrschende und beherrschte Baumschicht) entnehmen.

Tab. 2: Aufteilung der Bäume artenweise nach Anteilen in den Bestandesschichten.

BAUMART	GESAMT-BAUMZAHL		BESTANDESSCHICHTUNG			
			herrschend	beherrscht	tot	Summe
	Stk.	%	%			
Buche	13.240	*90*	*24*	*74*	*2*	*100*
Esche	535	*4*	*96*	*1*	*3*	*100*
Hainbuche	407	*2*	*70*	*25*	*5*	*100*
Bergahorn	317	*2*	*96*	*3*	*1*	*100*
Spitzahorn	44	*<1*	*89*	*11*	*0*	*100*
Bergulme	153	*1*	*39*	*6*	*55*	*100*
Sonst. Laubbaumarten	31	*<1*	*90*	*3*	*6*	*100*
Summe	14.752	*100*				

Hiernach waren Eschen, Ahorne sowie die sonstigen Laubbaumarten fast nur in der Bestandesoberschicht vertreten. Zwischen- und unterständige Individuen wurden weit überwiegend von den Buchen und den Hainbuchen sowie noch in gewissem Umfang von den Spitzahornen gestellt. Dagegen kamen die lichtbedürftigeren Baumarten – allen voran die Eschen – nur ausnahmsweise im Zwischen- und Unterstand vor. Deutlicher werden diese Zusammenhänge noch durch das Säulendiagramm in Abb. 2.

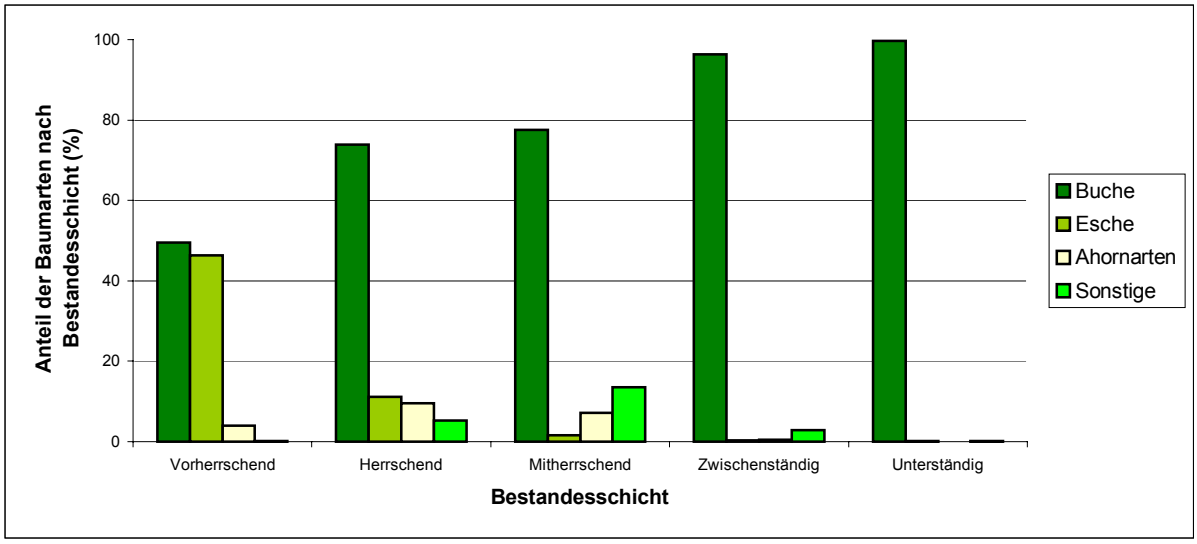


Abb. 2: Aufteilung der Baumarten nach den Bestandesschichten.

Aus ihr ist ablesbar, dass Buchen und Eschen fast allein das obere Kronendach bildeten. Nur wenige Ahorne und Eichen waren ebenfalls beteiligt. Den Zwischen- und Unterstand bestritten die Buchen fast ganz allein. Die einstmals noch erwähnenswert vertretenen Ulmen wurden in den letzten 2 Jahrzehnten durch die Ulmenkrankheit dezimiert und schienen vorerst keine Chance zu haben, sich wieder zu erholen.

3.1.3 Durchmesserverteilung im Altbestand

Die Verteilung der Durchmesser entspricht weitgehend der von Plenterwäldern (s. Abb. 3). Allerdings waren die Individuen <5 cm zu gering vertreten. Mit 126,5 cm wurde eine Esche als stärkster Baum gemessen. Die wenigen >95 cm starken Bäume lassen sich in der Grafik allerdings nicht mehr abbilden. Insgesamt wird deutlich, dass die unteren Durchmesserklassen (<20 cm) ausschließlich von Buchen abgedeckt wurden.

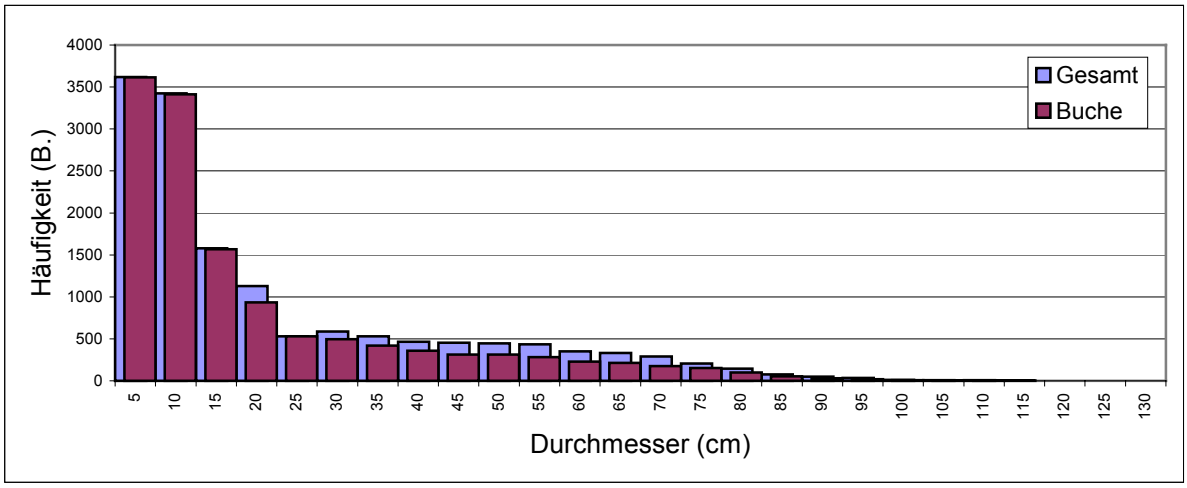


Abb. 3: Aufteilung aller Bäume (blau) und der Buchen (rot) getrennt für die Durchmesserklassen im Naturwald-Beobachtungsbestand (Weberstedter Holz).

3.1.4 Baumhöhen

Nach Augenschein ließ sich der Bestand vertikal in 3-4 Schichten gliedern. Dabei wurden allerdings die Jungwüchse nicht mit einbezogen (s. Kap. 3.3). Wie bereits angesprochen, war der stärkste Baum eine Esche. Sie war mit 47,1 m auch zugleich der höchste. Dieser Wert verdeutlicht die für Laubbäume recht günstigen Wuchsverhältnisse im Hainich. In Abb. 4 ist das Höhenspektrum der 4 gutachtlich eingeschätzten Bestandesschichten dargestellt. Danach sind die Medianwerte zwischen 38 m für die vorherrschenden und 16 m für die zwischenständigen Individuen deutlich abgestuft. Die Streubereiche der Höhenwerte jeder Schicht zeigen aber recht gut, dass die Schichten nicht immer klar voneinander abzugrenzen waren. Vielmehr hatten sie eine breiten Überlappungsbereich. Diese Überlappung kann aber zusätzlich auch durch standörtliche Unterschiede zwischen feuchteren

Senken und trockeneren Rippen bedingt sein. Diese haben nämlich zur Folge, dass die Bäume der jeweiligen Schichten höher oder niedriger sein können.

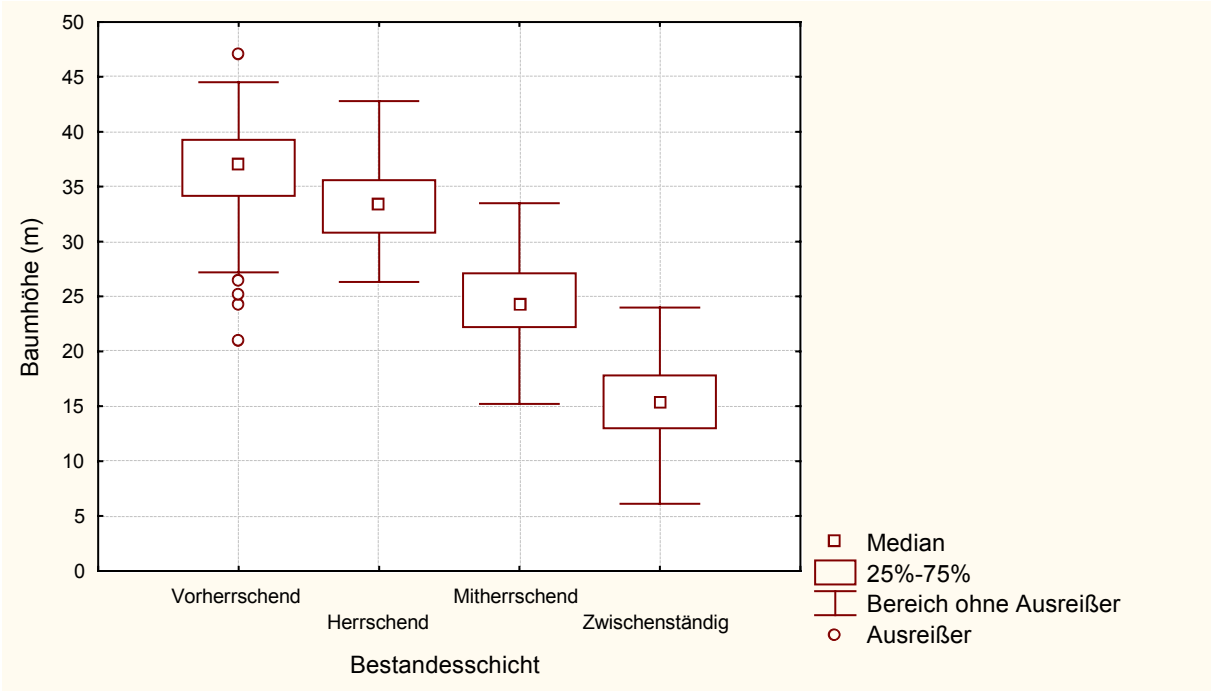


Abb. 4: Durchschnittliche Höhen aufgeteilt nach Bestandesschicht.

3.1.5 Verteilung der Bäume im Untersuchungsbestand

Wie erwähnt wurden alle Baume >1,3 m Höhe mit ihren Stammfußkoordinaten aufgenommen. Die dabei gewonnenen Daten erlauben es, Baumverteilungspläne zu zeichnen (s. Abb. 5). Allerdings hat die Darstellung einen zu kleinen Maßstab, um Einzelheiten über die Baumarten und deren Verteilung erkennen zu lassen. Dennoch mag deutlich werden, dass die Bestockung auf der Gesamtfläche einigermaßen gleichmäßig ist. Größere baumfreie Stellen etwa als Folge von Zusammenbrüchen durch Sturm oder andere Absterbeursachen finden sich nicht. Jedoch gibt es über den ganzen Bestand verteilte größere und kleinere Lücken. Sie werden im nächsten Abschnitt näher beschrieben.

3.2 Die Lücken im Kronendach

3.2.1 Definition der Lücken

Beim Einmessen der Lücken zeigte sich, dass die in der herrschenden Schicht entstandenen Lücken fast durchweg von unten durch nachrückende Jungbuchen ausgefüllt werden. Die Lücken wiesen also im Regelfall eine ausgeprägte vertikale Struktur auf. Um diesem Sachverhalt Rechnung zu tragen, wurden zwei „Lückentypen“ ausgeschieden (s. Abb. 6):

- Kronenlücken zwischen den Rändern der sie einfassenden herrschenden Bäume und
- Lücken, die auch noch frei von Unter- und Zwischenstand waren.

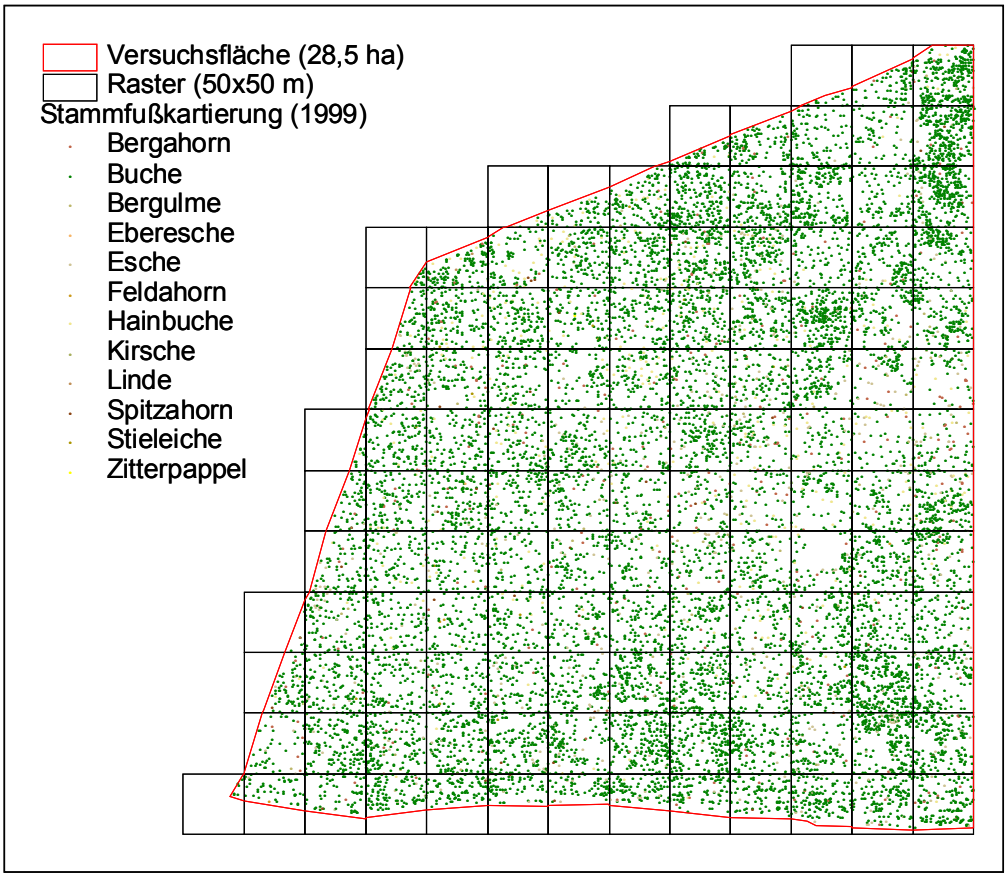


Abb. 5: Verteilung der Bäume im Naturwald-Dauerbeobachtungsbestand.

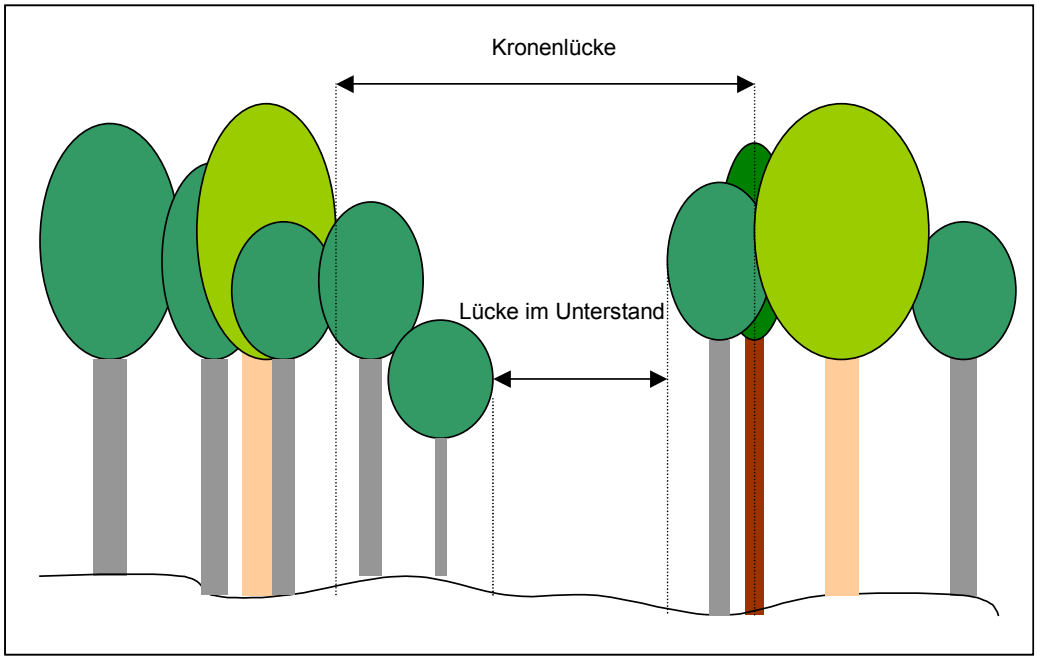


Abb. 6: Schematische Darstellung der Lückentypen.

Nur die Lücken im Unter- und Zwischenstand bieten Jungwüchsen und der Bodenvegetation Chancen zur Entwicklung.

3.2.2 Zahl und Größen der Lücken

Die Ergebnisse der Lückeneinmessungen enthält Tab. 3.

Tab. 3: Zahlen und Flächengrößen der Lücken nach Typ (Daten vom Mai 2005).

LÜCKENTYP	ZAHL		LÜCKENGRÖSSE gesamt		LÜCKENFLÄCHE mittl. Größe | Spannweite	
	Summe	Stk./ha	m²	%	m²	
Lücke im Herrschenden	89	3,1	10.947	3,8	123	8-592
Lücke im Unterstand	63	2,2	3.756	1,3	60	9-245

Dementsprechend fanden sich fast 90 Kronenlücken auf der Gesamtfläche, bzw. gerade über 3 Stück je ha. Insgesamt machten sie nicht ganz 4 % der Gesamtfläche aus. Ihre Größe betrug zwar im Durchschnitt nur etwas weniger als 100 m², variierte aber zwischen 8 und ~600 m², also im Verhältnis von fast 1:75. Aus den Zahlen wird deutlich, dass die nachdrängenden Jungbäume und die tief ausladenden Kronen der Randbäume die Lückenflächen im Herrschenden zu rund zwei Dritteln überschirmten (s. Abb. 7 und 8).

Abb. 7: Eine kleine Lücke entstand durch den Zusammenbruch eines Altbaumes. Dieser nahm beim Niederstürzen noch ein zweiten mit. Von den Seiten her haben jüngere Bäume die Lücke zu schließen begonnen.

Abb. 8: Vor Jahrzehnten entstand eine Lücke mit 25 m Durchmesser. Sie wurde inzwischen durch die herrschenden Randbäume völlig geschlossen.

3.2.3 Größenklassen der Lücken

In Tab. 4 sind die Lücken nach ihrer Größe geordnet, um eine differenziertere Analyse zu ermöglichen.

Tab. 4: Lücken nach Typ und Größenklasse.

MERKMAL		GRÖSSENKLASSE m²					
		<100	100-200	200-300	300-400	>400	**Sum-me**
Lücken im Herrschenden							
Zahl	Stk./ha	1,7	0,9	0,3	0,1	0,1	**3,1**
Anteil an Ges.-Fläche	*%*	*0,9*	*1,2*	*0,8*	*0,35*	*0,55*	***3,8***
Lücken im Unter- und Zwischenstand							
Zahl	Stk./ha	2,0	0,2	<0,1	-	-	**2,2**
Anteil an Ges.-Fläche	*%*	*0,9*	*0,3*	*0,2*	*-*	*-*	***1,3***

So zeigt sich, dass >80 % aller Kronenlücken <200 m² waren. Bei den Lücken im Unter- und Zwischenstand waren es sogar fast 97 %. Kronenlücken >400 m² hatten nur einen verschwindend geringen Anteil an der Zahl. Mit gut 14 % waren sie dagegen an der Gesamtlückenfläche wesentlicher beteiligt. Lücken >300 m² kamen im Zwischen- und Unterstand überhaupt nicht vor.

3.2.4 Verteilung der Lücken

Gemäß Abb. 9 waren die Lücken ziemlich gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt. Die durchschnittliche Entfernung zwischen nebeneinander liegenden Lücken betrug lediglich 33 m. Jedoch variierte die Verteilung der Lücken nach ihrer Fläche stark. Die durchschnittliche Fläche der Kronenlücken im Jahr 2005 betrug 384 m²/ha – also knapp 4 % der Gesamtfläche. Die Spannweite reichte aber von komplett geschlossen bis 1.060 m². Die Lücken im Unter- und Zwischenstand überschirmten dagegen durchschnittlich nur 130 m²/ha (gut 1 %) und reichten von 0-447 m²/ha. Irgendwelche Zusammenhänge mit kleinstandörtlichen Gegebenheiten sind nicht erkennbar.

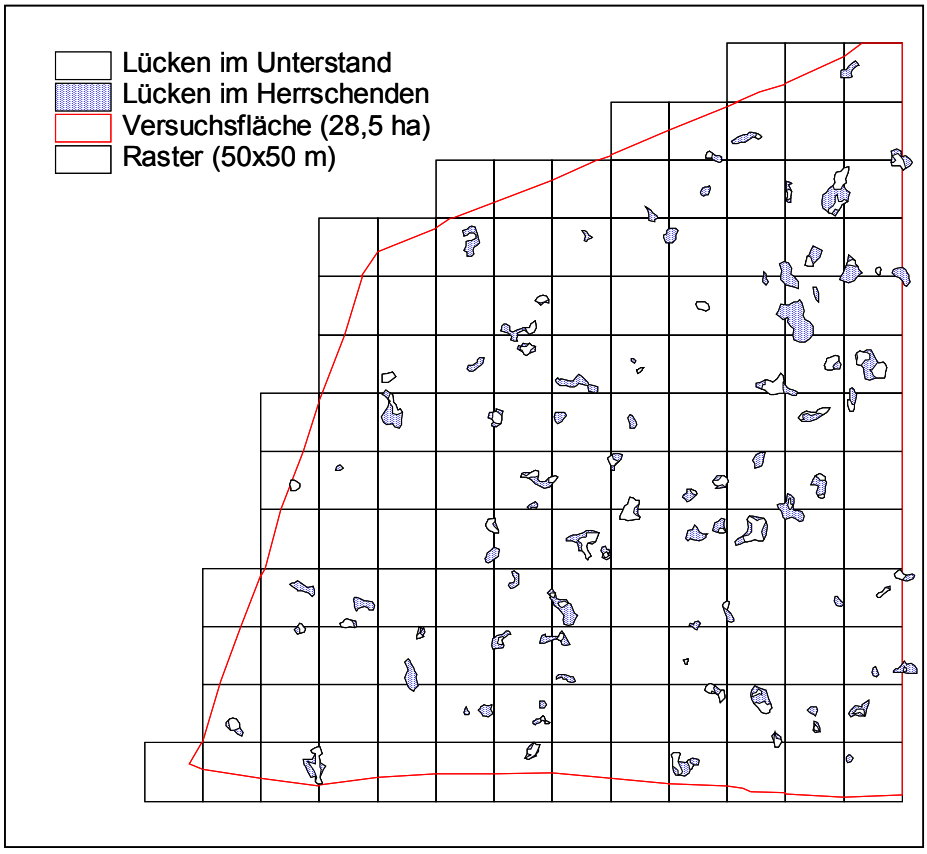


Abb. 9: Räumliche Verteilung der Lücken im Untersuchungsbestand.

3.3 Jungwüchse im Bestand

Als Jungwüchse werden forstlicherseits junge Bäume bezeichnet, die <2 m hoch sind und noch nicht das Dickungsstadium erreicht haben. Dieser Definition wird hier ebenfalls gefolgt, weil dann junge Bäume eingeschlossen sind, die mit >1,2 m Höhe den Ästern des Rehwildes entkommen sind. In Tab. 5 sind die in den insgesamt 40 Kleinparzellen (in Bestand und auf Lücke sowie ohne und mit Zaun) 2004 aufgenommenen Jungwüchse wiedergegeben.

Mit rd. 6 bzw. 7 Stk./m² hatten sich im Bestand und in den Lücken gleichermaßen reichlich Jungwüchse eingefunden. Der Unterschied zwischen den beiden Überschirmungsbedingungen war mit ~20 % mehr Jungpflanzen in den Lücken gering. Auch die Maximalwerte wichen insgesamt gesehen nur unwesentlich voneinander ab. Die Streuungen in den Werten zwischen den einzelnen Zäunen waren sehr hoch. In den Lücken schien die Verteilung aber etwas homogener zu sein.

Tab. 5: Jungwüchse in den Unterparzellen getrennt nach voll überschirmtem **Bestand** und **Lücken** nach Baumarten (ohne und mit Zaun zusammengefasst).

BAUMART	MITTELWERT			MAXIMALWERT			VARIATIONSKOEFF.		
	Bestand	Lücke	Diff.	Bestand	Lücke	Diff.	Bestand	Lücke	Diff.
	Stk./ m²						%		
Buche	1,0	2,6	+1,6	4,7	9,4	+4,7	±136	±105	-31
Esche	2,5	2,9	+0,4	13,1	20,6	+7,5	±131	±157	+26
Ahornarten	2,0	1,1	-0,9	18,6	4,3	-14,3	±206	±108	-98
Sonst. Laubbaumarten	<0,1	0,2	+0,2	0,2	1,8	+1,6	±255	±247	-8
Summe/Mittelwert	**5,6**	**6,8**	**+1,2**	**32,4**	**28,9**	**-3,4**	**±131**	**±99**	**-32**

Mit etwas weniger als der Hälfte stellten die Eschen im geschlossenen Bestand wie in den Lücken eindeutig den Hauptanteil der Jungwüchse. Die Buchen dagegen machten trotz ihrer Dominanz unter dem Schirm nur rd. 20 und in den Lücken knapp 40 % aus. Nennenswerte Anteile mit durchschnittlich ~25 % erreichten noch die Ahornarten, während alle anderen Baumarten wie Hainbuche, Weißdorn und Bergulme zusammen genommen nur einen verschwindend geringen Anteil hatten. Schwer

erklärbar ist der hohe Maximalwert der Ahornsämlinge unter dem geschlossenen Schirm. Adäquate Entwicklungsbedingungen vorausgesetzt müssten die Eschen daher im Nachfolgebestand weiterhin einen hohen Anteil ausmachen. Es sind aber Zweifel angebracht, dass außer den Buchen alle anderen Laubmischbaumarten Chancen haben werden, ähnliche Anteile wie im derzeitigen Altbestand zu erreichen.

Einen ersten Hinweis darauf, wie sich die Anteile der Baumarten künftig entwickeln könnten, ergibt der Vergleich der 2004 in den Lücken aufgenommenen Jungwüchse nach Zahl und Höhe in den Kleinparzellen ohne und mit Zaun (s. Tab. 6). Allerdings laufen diese Untersuchungen erst wenige Jahre, und daher sind diese Daten als besonders vorläufig zu werten.

Tab. 6: Jungwüchse (Stk./m²) nach Höhenklassen geordnet in Abhängigkeit vom Zaunschutz (Bestand und Lücken zusammengefasst).

HÖHEN-KLASSE cm	BUCHE			ESCHE			AHORNARTEN			SONST. LB.-BA.		
	Zaun			Zaun			Zaun			Zaun		
	ohne	mit	Diff.	ohne	mit	Diff.	ohne	mit	Diff.	ohne	mit	Diff.
Sämling	1,1	0,7	-0,4	1,1	3,0	+1,9	0,7	0,3	-0,4	0,3	0,0	-,03
<20	8,9	5,8	-3,1	25,3	40,3	+15,0	10,2	9,8	-0,4	1,1	0,1	-1,0
21 - 50	23,8	14,9	-8,9	8,4	20,4	+12,0	9,0	19,2	+10,2	1,6	0,3	-1,3
51 - 90	7,6	6,0	-1,6	0,1	6,8	+6,7	2,6	6,3	+3,7	0,0	0,3	+0,3
91-130	1,1	2,1	+1,0	0,0	2,0	+2,0	0,2	1,9	+1,7	0,0	0,0	±0,0
131-200	0,3	1,0	+0,7	0,0	0,7	+0,7	0,2	1,4	+1,2	0,0	0,0	±0,0

Bei den Buchen erwies sich der Zaunschutz bisher wirkungslos. Die Zahlen der Jungwüchse waren bei den <90 cm großen Pflanzen sogar im Zaun niedriger als ohne Schutz. Ganz anders war die Wirkung bei den Eschen (s. Abb. 10). Unabhängig von ihrer Größe hatte alle Pflanzen vom Zaun profitiert. Das gilt weitgehend auch für die Ahorne. Die sonstigen Laubbaumarten dagegen waren so schwach vertreten, dass die Zahlen keine Schlüsse zulassen.

Abb. 10: Sämtliche Eschen waren in 20 bis 30 cm Höhe abgebissen. Die von Rehwild weniger geschätzten Buchen haben Chancen, dem Äser zu entkommen (Winter 2001).

3.4 Totholz

2001-02 wurden die Totholzmengen im Untersuchungsgebiet ermittelt (BENEKE 2002, BENEKE & BUTLER-MANNING 2003). Das Totholz wurde quantitativ aufgenommen nach den Methoden von MEYER et al. (2001) und qualitativ beschrieben nach ALBRECHT (1990) und SCHIMITSCHEK (1953, 1954). Die Ergebnisse der Totholzaufnahme sind – aufgeteilt nach Totholzform – in Tab. 7 wiedergegeben.

Tab. 7: Totholzvolumen nach Totholzform im Naturwald-Dauerbeobachtungsbestand.

TOTHOLZFORM	VOLUMEN			
	Mittelwert	maximal	minimal	Variationskoeff.
		m³/ha		%
Stubben	**2,2**	5,8	0	96
liegend stark	**37,4**	96,8	0,3	94
liegend schwach	**3,3**	9,1	1,2	57
stehend stark	**19,1**	72,0	0	111
stehend schwach	**0,2**	1,0	0	163
Totholz gesamt	**62,1**	**138,5**	**9,1**	**65**

Die ermittelte Totholzmenge von etwas über 60 m³/ha entsprach knapp 10 % des Gesamtholzvolumen (630 m³/ha). Mit knapp 40 m³/ha hatte das liegende starke Totholz einen Anteil von fast 60 %. Mit fast 30 % spielte aber stehendes starkes Totholz – bestehend aus noch stehenden toten und gebrochenen Bäumen – ebenfalls noch eine wesentliche Rolle. Abgestorbene Ulmen trugen 20 % zur Totholzmenge bei. Viele Altulmen blieben mehrere Jahren nach ihren Absterbezeitpunkt noch stehen. Die Verteilung der Totholzmengen und -strukturen über den Bestand hinweg war sehr heterogen und entspricht damit der ungleichmäßigen Verteilung der Lücken. Die Spannweite der ermittelten Totholzmengen lag zwischen nur 9 m³/ha bis zu 138 m³/ha.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Entwicklung von Wäldern verläuft langsam. Sie kann aber gravierend von seltenen Ereignissen wie Stürmen und Trockenheiten mit ihren Folgeerscheinungen wie Insekten- oder Pilzbefall beeinflusst werden. Die Beobachtungen im Weberstedter Holz laufen leider erst wenige Jahre, so dass sich die Bedeutung seltener Ereignisse noch nicht abschätzen lässt. Die Daten haben also nur sehr nur vorläufigen Charakter. Außerdem handelt es sich um ein Fallbeispiel, d.h. um einen einzigen Bestand, der noch dazu die Spuren früherer Bewirtschaftung trägt. Allein deshalb ist es bedenklich, verallgemeinerbare Schlüsse ziehen zu wollen. Dennoch soll hier auch nicht zu tief gestapelt werden: Der Bestand ist vergleichsweise groß und in seiner Zusammensetzung naturnah. Auch die Totholzmengen kommen bereits in eine Größenordnung, die Werten aus anderen Buchennaturwäldern entsprechen. Die herrschenden Bäume haben zudem ein Alter erreicht, das zum Absterben einzelner Individuen führt und damit die Verjüngung in Gang setzt. Die bisher gemachten Beobachtungen widersprechen aber bisher nicht den eingangs aufgestellten Hypothesen:

- In buchendominierten Laubwäldern überwiegen kleinflächige Störungen und Ausfallerscheinungen. Lediglich an einer Stelle schien vor Jahrzehnten ein Bestandesteil von auch nur weniger als 1 ha Größe zusammengebrochen zu sein. Dort allein hatten sich wenige Eschen emporarbeiten können. Auch im Umfeld des Nationalparks – so im Forstamt Langula – gibt es offenbar nur ausnahmsweise Bestandeszusammenbrüche in der Größenordnung von wenigen Hektaren, die auf Sommerstürme zurückzuführen sind. Größerflächige Ausfälle bei den Buchen nach Trockenjahren in Form von Schleimflusserkrankungen scheinen gleichfalls bisher kaum aufgetreten zu sein. Diese Befunde bestätigen die Erfahrungen aus Osteuropa (KORPEĽ 1995), nach denen großflächige Bestandeszerstörungen die große Ausnahme darstellen. Auch im Hainicher Beobachtungsbestand fielen die Altbuchen im Regelfall einzeln um, bzw. brachen ab und rissen manchmal weitere Bäume mit oder beschädigten sie. In allen Fällen entstanden daraus jedoch nur kleine Lücken, die durch Sturm gelegentlich zu geringfügigen Erweiterungen führten, bisher jedoch nicht zu wesentlichen Vergrößerungen.

  An den meisten Stämmen der geschädigten Altbuchen fanden sich Konsolen des Zunderschwammpilzes (*Fomes fomentarius*) (s. Abb. 11). Auch an einigen Wurzeln geworfener Buchen zeigte sich deutlicher Pilzbefall. Viele Wurzeln waren bereits vor dem Sturmwurf abgestorben. Inwieweit Pilzbefall die Ursache des Ausscheidens der Altbäume ist, ließ sich jedoch nicht klären. Es bleibt abzuwarten, ob in den kommenden Jahren die Bäume in den vorherrschenden und herrschenden Bestandesschichten ziemlich gleichzeitig absterben und zusammenbrechen, oder ob sie wie bisher nur vereinzelt und verstreut über den Bestand absterben. Bisher sind die Bestände im Weberstedter Holz reich strukturiert und zeigen keinen Hallenwaldcharakter. Deswegen ist damit zu rechnen, dass Störungen im Kronenraum weiterhin nur zu kleinen Lücken führen, die dann rasch „von unten“ wieder geschlossen werden.

- Der weitgehend geschlossene Bestandesschirm bietet den lichtbedürftigen Baumarten unzureichende Wuchsbedingungen. Das gilt besonders für die Eschen. Sie waren im Herrschenden – als Folge der früheren Mittelwaldwirtschaft – ausreichend und bei den Jungwüchsen überreich vertreten. Dennoch fanden sich im Unter- und Zwischenstand keine Exemplare. Das gilt entsprechend für die anderen Baumarten. Nur die Hainbuche bildete eine Ausnahme, aber auch sie war im Zwischen- und Unterstand äußerst geringfügig vertreten. Bei der Jungwuchsaufnahme konnten nur sehr wenige Sämlinge gefunden werden. Der längere Zeitraum ohne menschliches Eingreifen scheint also bereits die einseitige Begünstigung der Buchen-Jungwüchse bewirkt zu haben.

Abb. 11: Pilzkonsolen finden sich generell am stehenden Totholz. Nicht selten zeigen sie sich schon an noch gesund erscheinenden Altbäumen. Auch hier wird die ziemlich große Kronenlücke bereits durch nachdrängende Jungbuchen, die in „Wartestellung“ waren, geschlossen.

- Es sei allerdings nochmals auf die starke Einwirkung des Wildverbisses hingewiesen. Er geht offenkundig hauptsächlich auf Rehwild zurück. Nach den Jungwuchsaufnahmen über 4 Jahre hinweg hatten die Eschen und Ahorne vom Aufstellen der Zäune bereits deutlich zu profitieren begonnen. Ohne eine solchen Schutz scheinen die jungen Eschen und Ahorne keine Chance zu haben, aus der Verbisszone heraus zu kommen. Mit dieser Bemerkung wird nur das Dilemma der Naturwaldforschung in Mitteleuropa angesprochen. Rehwild kommt überall in hohen und keineswegs naturnahen Dichten vor und beeinflusst die Baumartenzusammensetzung der Nachfolgebestände massiv. Die totale Ausschaltung der Wildtiere durch Zäunung dürfte aber als kaum naturnäher zu bezeichnen sein. Deshalb lässt sich nicht zweifelsfrei feststellen, ob der Mangel an Jungwüchsen in solchen buchendominierten potenziellen „Naturwäldern“ auf die ungünstigen Lichtverhältnisse oder den Wilddruck zurückzuführen ist.
- Auch wenn hierauf nicht näher eingegangen werden konnte, so sei doch erwähnt, dass die unterständigen, in die Lücken einwachsenden, oft einzeln stehenden jüngeren Buchen wegen ihrer ungleichmäßigen Aufwuchsbedingungen durchweg sehr grobastig waren (vgl. Abb. 7). Man könnte von ihnen kaum Wertholz erwarten. Dies Argument spielt zwar in einem Nationalpark keine Rolle. Aber es war eingangs darauf hingewiesen worden, dass die Beobachtung der Dynamik und Struktur von Naturwäldern auch der Orientierung für die naturnahe Gestaltung von Wirtschaftswäldern dienen soll.

Zusammenfassend deutet alles darauf hin, dass die bisher erkennbare Waldentwicklung im Weberstedter Holz nicht die anfangs geäußerten Hypothesen falsifiziert. Dementsprechend scheint sich also bei buchendominierten Laubwäldern auf Kalkstandorten der Trend zur Buchendominanz zu verstärken, wenn nicht waldbaulich gegengesteuert wird. In naturnah bewirtschafteten Wäldern müssen deshalb größere Lücken geschaffen und der Wildeinfluss drastisch reduziert werden, wenn der Anteil von Mischbaumarten wie Esche und Ahorn wesentlich angehoben werden soll.

Literatur

ALBRECHT, L. (1991): Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt **110**: 106-113.

BENEKE, C. (2002): Totholz in einem Buchenaltbestand im Nationalpark Hainich/Thüringen. Unveröffentl. Diplomarbeit, Forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität. Freiburg i. Br.: 150 S.

BENEKE, C., BUTLER-MANNING, D. (2003): Coarse woody debris (CWD) in the Weberstedter Holz, a near natural beech forest in central Germany. Working Report 11. Deliverable 20 of the Nat-Man Project. www.flec.kvl.dk/natman/html/getfile.asp?vid=583 (01.09.2006)

BÜCKING, W., OTT, W., PÜTTMANN, W. (1994): Geheimnis Wald. DRW-Verlag, Leinfelden, Echterdingen: 192 S.

BMVEL (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI². Das wichtigste in Kürze. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Bonn: 231 S.

CERMAK, L. (1910): Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. Centralblatt des Gesamten Forstwesen **36**: 340-370.

DENGLER, A. (1931): Aus den südosteuropäischen Urwäldern. II. Die Ergebnisse einer Probeflächeaufnahme im Buchenurwald Albaniens. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen **63** (1): 20-32.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1095 S.

FRÖHLICH, J. (1925): Aus dem südosteuropäische Urwalde. Forstwissenschaftliches Centralblatt **47**: 199-206.

KLAUS, S., STEPHAN, T. (1998): Nationalpark Hainich – Laubwaldpracht im Herzen Deutschlands. Rhino Verlag, Arnstadt & Weimar: 160 S.

KORPEĽ, Š. (1992): Ergebnisse der Urwaldforschung für die Waldwirtschaft im Buchen-Ökosystem. AFZ **21**: 1048-1052.

KORPEĽ, Š. (1995): Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 310 S.

LEIBUNDGUT, H. (1978): Über Zweck und Probleme der Urwaldforschung. AFZ **33**: 683.

MARKGRAF, F. (1931): Aus den südosteuropäischen Urwäldern. I. Die Wälder Albaniens. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen **63** (1): 1-19.

MEYER, P. (1995): Untersuchung waldkundlicher Entwicklungstendenzen und methodischer Fragestellungen in Buchen- und Buchenmischbeständen niedersächsischer Naturwaldreservate (NWR). Dissertation des Forstwissenschaftlichen Fachbereichs der Universität Göttingen: 239 S.

MEYER, P. (1997): Probleme und Perspektive der Naturwaldforschung am Beispiel Niedersachsens. Forstarchiv **68**: 87-98.

MEYER, P., ACKERMANN, J., BALCAR, P., BODDENBERG, J., DETSCH, R., FÖRSTER, B., FUCHS, H., HOFFMANN, B., KEITEL, W., KÖLBEL, M., KÖTHKE, C., KOSS, H., UNKRIG, W., WEBER, J., WILLIG, J. (2001): Untersuchung der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten. Eching, IHW-Verlag: 107 S.

MUND, M. (2004): Carbon pools of European beech forests (*Fagus sylvatica*) under different silvicultural management. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, **189**: 256 S.

SCHIMITSCHEK, E. (1953): Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. Zeitschrift für angewandte Entomologie **34**: 178-215 u. 513-542.

SCHIMITSCHEK, E. (1954): Forstentomologische Studien im Urwald Rotwald. Zeitschrift für angewandte Entomologie **35**: 1-54.

STURM, K. (1993) Prozessschutz – ein Konzept für Naturschutz gerechte Waldwirtschaft. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz **2**: 181-192.

TABAKU, V. (2000) Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und –Wirtschaftswäldern. Cuvillier Verlag, Göttingen: 206 S.

THOMASIUS, H. (1992) Prinzipien eines ökologisch orientierten Waldbaus. Forstwissenschaftliches Centralblatt **111**: 141-155.

VRŠKA, T., HORT, L., ADAM, D., ODEHNALOVÁ, P., HORAL, D. (2002) Developmental dynamics of virgin forest reserves in the Czech Republic. Volume I: Českomoravská Vrchovina Upland – Polom, Žakova Hora Mt. Academia. Prague: 214 S.

ZUKRIGL, K. (1991): Ergebnisse der Naturwaldforschung für den Waldbau (Österreich). Schriftenreihe Vegetationskunde **21**: 233-247.

ZUKRIGL, K. (1997): Die Bedeutung unbewirtschafteter Wälder für die Forstwissenschaften. MagNaturSpezial 1/1997.

submitted: 10.09.2006
reviewed: 01.10.2006
accepted: 07.10.2006

Autorenanschrift:

Prof. Dr. Jürgen Huss
Waldbau-Institut
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Tennenbacherstr. 4
79085 Freiburg i. Br.
juergen.huss@waldbau.uni-freiburg.de

David Butler-Manning
Waldbau-Institut
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Tennenbacherstr. 4
79085 Freiburg i. Br.
david.butler@waldbau.uni-freiburg.de