

# 25 Jahre Waldentwicklung in Niedersachsen – Ergebnisse nach drei Bundeswaldinventuren

(Mit 5 Abbildungen und 5 Tabellen)

CHRISTOPH FISCHER<sup>1),\*</sup> und HERMANN SPELLMANN<sup>1)</sup>

(Angenommen Januar 2016)

## SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

*Zeitreihe; Holzvorrat; Waldfläche; Holzzuwachs; Holznutzung; Gehölzverjüngung; Baumartenzusammensetzung.*

*Time series; growing stock; forest area; increment; timber harvesting; tree regeneration; tree species composition.*

## 1. EINLEITUNG

Als nationales Gemeinschaftsprojekt von Bund und Ländern stellt die Bundeswaldinventur (BWI) eine vielseitige Informationsquelle für verschiedene Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft dar. Nach einer bundesweit einheitlichen Erhebungsmethodik werden periodisch verschiedene Merkmale erfasst, die es erlauben, den Zustand bzw. im Fall von Wiederholungsinventuren auch die Veränderung der Struktur, der Produktivität und der Stabilität der Wälder in Deutschland und den einzelnen Bundesländern objektiv zu beurteilen und Rückschlüsse auf die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung zu geben. Die Inventurergebnisse sind mittlerweile eine unentbehrliche Grundlage für forst-, wirtschafts- und umweltpolitische Entscheidungen. Die BWI ist durch §41a des Bundeswaldgesetzes geregelt, mit der Gesetzesnovelle von 2010 wurde der Aufnahmezeitraum auf zehn Jahre festgelegt.

Mit der ersten Bundeswaldinventur (BWI 1, Stichtag 1.10.1987) wurde auf dem Gebiet der alten Bundesländer die vorangegangene Forsterhebung (Stichtag 1.10.1960) durch ein nach mathematisch-statistischen Methoden auswertbares Stichprobenverfahren abgelöst. Es wurde ein systematisches Netz mit permanent markierten Probepunkten eingerichtet, das auch die Grundlage für spätere Erhebungen bildete (BML, 1990). Die zweite Bundeswaldinventur (BWI 2, Stichtag 1.10.2002) wurde auf dem gesamten Bundesgebiet durchgeführt, sodass erstmals belastbare Zustandsdaten (z.B. Waldfläche, Holzvorrat, Totholzmenge) für die Waldverhältnisse in ganz Deutschland ermittelt werden konnten (BMVEL, 2004). Mit der dritten Bundeswaldinventur (BWI 3, Stichtag 1.10.2012) liegt für das gesamte Bundesgebiet die erste Wiederholungsinventur vor, d.h. neben aktuellen Zustandsgrößen konnten erstmalig auch Veränderungsgrößen bzw. Bilanzen (Zuwachs, Veränderung der Waldfläche etc.) in Bezug auf einen Aus-

gangszustand hergeleitet werden (BMEL, 2014). Einige Bundesländer haben insbesondere seit der BWI 2 auf Grundlage landesspezifischer Auswertungen eigene Ergebnisberichte verfasst (z.B. Baden-Württemberg: KÄNDLER et al., 2004; KÄNDLER und CULLMANN, 2014; Bayern: LWF, 2005; LWF, 2014; Brandenburg: MLUV, 2005; Hessen: HMUKLV, 2014; Niedersachsen: ML, 2004; ML, 2014; Schleswig-Holstein: MELUR, 2014; Thüringen: TMLFUN, 2014).

Aufgrund des zunehmenden Informationsbedarfs und methodischen Weiterentwicklungen gab es zwischen den drei Bundeswaldinventuren einzelne Veränderungen bei Definitionen, Erhebungsverfahren und Auswertungsalgorithmen (BML, 1986; BMVEL, 2000; BMEL, 2011). Die Gegenüberstellung von Ergebnissen verschiedener Inventurzeitpunkte erfordert somit eine besondere methodische Sorgfalt, da mit jeder neuen Inventur auch die Daten der Vorgängerinventuren nach denselben Auswertungsverfahren neu zu berechnen sind, um die methodische Konsistenz zu gewährleisten.

Neueste Auswertungen des Bundes und der Länder auf Basis der BWI 3 (s.o.) beziehen bei der Berechnung von Veränderungsgrößen bisher nur die BWI 2 mit ein und betrachten damit die Entwicklungstendenzen im zehnjährigen Zeitraum von 2002–2012. Eine Gegenüberstellung aller drei Bundeswaldinventuren wurde bisher lediglich für landesspezifische Auswertungen in Baden-Württemberg durchgeführt (KÄNDLER und CULLMANN, 2014). Diesem Beispiel folgend, soll mit der nachfolgenden Auswertung die zweite Wiederholungsinventur auch für Niedersachsen genutzt werden, um die Waldentwicklung auf Landesebene erstmalig für einen 25-jährigen Zeitraum zu beschreiben. Hierzu werden wichtige Indikatoren wie Waldfläche, Baumartenzusammensetzung, Vorräte, Nutzung und Zuwachs berechnet und als Zeitreihe gegenübergestellt. Die Ergebnisse sollen als Faktengrundlage dienen und damit zu einer Objektivierung der Diskussionen über die Waldentwicklung in Niedersachsen beitragen. Ursachen für aufgezeigte Veränderungen werden zusammen mit den Ergebnissen erläutert und nicht in einem separaten Diskussionsteil dargestellt.

## 2. METHODEN

### 2.1 Inventurverfahren

Bei der BWI handelt es sich um eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanent markierten Probepunkten. Sie besitzt ein einstufiges Clusterdesign mit dem Trakt als primärer Stichprobeneinheit, welcher 4 Unterstichproben (sog. Traktecken) besitzt. Die Trakte

<sup>1)</sup> Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstraße 2, D-37079 Göttingen.

<sup>\*</sup>) Korrespondierender Autor: CHRISTOPH FISCHER.  
Tel: +49 551 69401153. E-Mail: [christoph.fischer@nw-fva.de](mailto:christoph.fischer@nw-fva.de)

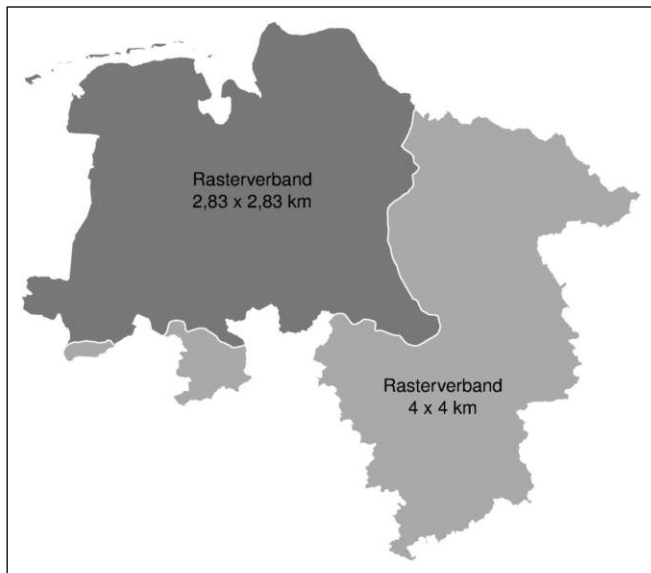


Abb. 1

Räumliche Darstellung der zwei Verdichtungsgebiete der BWI in Niedersachsen.

Sampling density regions of the national forest inventory in Lower Saxony.

liegen an den Schnittpunkten eines bundesweiten Gitternetzes im 4 km x 4 km – Quadratverband, das am Gauß-Krüger-Koordinatensystem orientiert ist. In einigen Bundesländern und Regionen ist das Netz auf Rasterweiten von 2,83 km x 2,83 km oder 2 km x 2 km verdichtet. Aufgrund des geringen Waldanteils im west-

niedersächsischen Tiefland wurde dort der Stichprobenumfang gegenüber dem Grundnetz verdoppelt und die Trakte auf einem 2,83 km x 2,83 km – Rasterverband angeordnet. Im walddreichen ostniedersächsischen Tiefland sowie im niedersächsischen Bergland befinden sich die Trakte auf dem Grundnetz im Abstand von 4 km (Abb. 1).

Die vier Traktecken sind an den Eckpunkten eines Quadrates mit einer Seitenlänge von 150 m angeordnet, wobei die südwestliche Ecke in das Stichprobennetz eingehängt ist. In der Traktvorklärung wird vor Beginn der eigentlichen Aufnahmen anhand von digitalem Kartenmaterial und Luftbildern ein Waldentscheid durchgeführt, der bei Uneindeutigkeit im Gelände überprüft wird. Sofern eine Traktecke im Wald liegt, werden in der weiteren Traktvorklärung im Gelände nicht erkennbare Informationen (z.B. Lage in Schutzgebieten, Eigentumsart) zu jeder Traktecke zusammengestellt und es kommen verschiedene Aufnahmeverfahren zum Einsatz, wobei inklusive der Vorklärung bis zu 150 Merkmale erhoben werden. Eine Kurzübersicht der Erhebungsverfahren liefert Tab. 1, detaillierte Beschreibungen finden sich in Veröffentlichungen des zuständigen Bundesministeriums (BML, 1986; BMVEL, 2000; BMEL, 2011).

## 2.2 Datengrundlage

Gegenstand der nachfolgenden Auswertungen sind Bäume, die über die Winkelzählprobe 4 (WZP 4) sowie über die Probekreise mit  $r=1$  m,  $r=1,75$  m und  $r=4$  m erfasst wurden. Die Berechnung von Baumartenflächen bzw. Flächenanteilen erfolgte nur für den Hauptbestand, d.h. die Bestandesschicht auf der der wirtschaftliche Schwerpunkt liegt. An jeder Traktecke

Tab. 1

**Aufnahmeverfahren und erfasste Komponenten bei den Bundeswaldinventuren 1-3. Bestandteil der Inventur (+); kein Bestandteil der Inventur (-).**  
**Sampling methods and observed components in the NFI 1-3. Assessed (+); not assessed (-).**

Aufnahmeverfahren	Erfassung	BWI 1	BWI 2	BWI 3
Traktecke	Waldeigenschaft, Begehrbarkeit, Nutzungseinschränkung, raumbezogene Merkmale, Biotope	+	+	+
Taxationslinie 600 m	Geländermerkmale, Bestandesmerkmale	+	-	-
Winkelzählprobe 1 o. 2	Bäume > 4 m Höhe	-	+	+
Winkelzählprobe 4	Bäume $\geq 7$ cm Bhd ( $\geq 10$ cm bei BWI 1)	+	+	+
Probekreis $r = 25$ m	Geländemerkmale, Waldränder	-	+	+
Probekreis $r = 10$ m	Bäume $\leq 4$ m, Sträucher, Bodenvegetation	-	+	+
Probekreis $r = 5$ m	Totholz	-	+	+
Probekreis $r = 4$ m	Bäume > 1,3 m Höhe und < 10 cm Bhd	+	-	-
Probekreis $r = 2$ m	Bäume > 0,5 m - 1,3 m Höhe (BWI 1) Bäume > 0,5 m Höhe und < 7 cm Bhd (BWI 3)	+	-	+
Probekreis $r = 1,75$ m	Bäume > 0,5 m Höhe und < 7 cm Bhd	-	+	-
Probekreis $r = 1$ m	Bäume $\geq 0,2$ m - 0,5 m Höhe	+	+	+

wurde der beobachtete Hauptbestand, der entweder aus den über die WZP 4 oder aus den über die Probekreise erfassten Bäumen gebildet wird, in ideale Reinbestände aufgeteilt. Dazu wurde aus den modellierten Kronenschirmflächen aller Bäume eine normierte Standfläche gebildet, wobei die Summe der normierten Standflächen aller Bäume des Hauptbestandes an einer Traktecke immer genau einen Hektar ergibt. Somit entspricht die Summe aller ideellen Flächen genau der Fläche des bestockten Holzbodens in einer Auswertungsregion (BMELV, 2008).

Aus dem Kollektiv der über die WZP 4 ausgewählten Bäume wurden Derbholtzvorrat, Zuwachs und Nutzung berechnet. Einen Sonderfall stellen die Probekreise  $r=4$  m der BWI 1 dar. Für die Berechnung der Derbholtzvorräte mussten aus diesen Probekreisen zusätzlich die Bäume mit einem Bhd  $\geq 7$  cm berücksichtigt werden, da die Kluppschwelle der WZP 4 bei der BWI 1 noch bei 10 cm lag (Tab. 1). Würden die Berechnungen nur anhand der WZP 4-Bäume erfolgen, käme es bei der BWI 1 zu einer systematischen Unterschätzung der Vorräte.

Die Berechnungen von Zuwachs und Nutzung erfolgten immer für die Periode zwischen zwei Inventurzeitpunkten (Vorinventur = Periodenbeginn, Wiederholungsinventur = Periodenende). Aufgrund der bei der BWI 1 höheren Aufnahmeschwelle bei der WZP 4 wurden bei der Berechnung von Nutzung und Zuwachs in beiden Inventurperioden (1987–2002 und 2002–2012) nur Bäume mit einem Bhd  $\geq 10$  cm berücksichtigt.

Für die in den Probekreisen erfassten Bäume liegen Angaben zu Baumart, Größenklasse und repräsentierter Stammzahl je Hektar vor. In die Auswertung zur Zusammensetzung der Gehölzverjüngung wurden Bäume ab 1,3 m Höhe bis  $< 7$  cm Bhd aus den Probekreisen ( $r=1,75$  m,  $r=2$  m und  $r=4$  m) berücksichtigt. Es wurden baumartenweise die Anteile an der gesamten Stammzahl berechnet.

### 2.3 Auswertungen

Zustandsgrößen wurden als Mittelwert- bzw. Verhältnisschätzer für jeden Inventurzeitpunkt berechnet. Alle aufgeführten Berechnungen erfolgten in Anlehnung an DAHM (2006) und BMELV (2008). Einbezogen wurden nur Traktecken (Wald und Nichtwald), die zur Schnittmenge der Traktecken aller drei Inventurzeitpunkte gehören. Da zwischen BWI 1 und BWI 3 an den Grenzen

der beiden Verdichtungsgebiete sowie an den Landesgrenzen nachträglich einige Trakte neu angelegt wurden, entspricht diese Schnittmenge exakt dem bei der BWI 1 gültigen Stichprobennetz. Folgende Dateninkonsistenzen mussten berücksichtigt werden:

(a) zu einem Inventurzeitpunkt wurde die Aufnahme an einer Traktecke vergessen bzw. die Ecke wurde während der Vorklärungsphase irrtümlich als Nichtwald klassifiziert und es fand daher keine Datenaufnahme statt. Es liegen jedoch Daten zu mindestens einem anderen Inventurzeitpunkt vor.

(b) die Datenerhebung erfolgte mindestens zu einem Inventurzeitpunkt nicht an derselben Stelle wie zu den übrigen Zeitpunkten, da die Traktecke im Gelände nicht wiedergefunden wurde. Es liegen zwar Daten vor, doch diese sind wegen des unterschiedlichen Aufnahmeortes nicht vergleichbar.

(c) eine Traktecke ist mindestens zu einem Inventurzeitpunkt nicht begehbar, es liegen jedoch Daten zu mindestens einem anderen Inventurzeitpunkt vor (Tab. 2).

Vorhandene Daten der betroffenen Traktecken ( $M_{hO}$  = Wald ohne vergleichbare Aufnahmen) wurden bei der Berechnung nicht verwendet. Da es sich jedoch um reguläre Waldecken handelt, durften diese nicht komplett unberücksichtigt bleiben, um eine Unterschätzung des Zielmerkmals zu vermeiden. D.h. für die betroffenen Ecken darf nicht angenommen werden, dass das Zielmerkmal (z.B. der Vorrat) gleich null ist. In den ersten Hochrechnungsschritt, d.h. bei der Summenbildung auf Traktebene, wurde daher ein einfacher Korrekturterm implementiert, der die Anzahl der betroffenen Traktecken einbezieht und für diese eine durchschnittliche Ausprägung des Zielmerkmals  $x$  (z.B. Vorrat) unterstellt. Die Summe des Zielmerkmals am Trakt  $i$  über alle Traktecken  $j$  unter Berücksichtigung des Korrekturterms ergibt sich aus

$$x_{hi} = \sum_{j=1}^{M_{hi}} x_{hij} + \left( \frac{M_{hO}}{M_{hW} - M_{hO}} \cdot x_{hij} \right) \quad (1)$$

mit  $M_{hi}$  = Anzahl der Traktecken an einem Trakt  $i$  (Wald und Nichtwald);  $j$  = Index für eine Traktecke;  $i$  = Index für einen Trakt;  $h$  = Index für ein Verdichtungsgebiet;  $M_{hW}$  = Anzahl aller Waldecken innerhalb eines Verdichtungsgebietes  $h$ ;  $M_{hO}$  = Anzahl der Waldecken ohne vergleichbare Datenaufnahme innerhalb eines Verdichtungsgebietes  $h$ . Eine Ausnahme von (1) stellt die Berechnung der Gesamt-Waldfläche dar. In diesen Fall

Tab. 2

**Anzahl der bei der Auswertung berücksichtigten Traktecken.  
Betrachtet wurden nur Traktecken, die zu allen drei Inventurzeitpunkten  
zum Stichprobennetz gehören (Schnittmenge).**  
**Number of sample points in the current study. Only points from  
the intersection inventory grid of the three NFI were considered.**

	BWI 1	BWI 2	BWI 3
Wald mit vergleichbaren Aufnahmen	3.386	3.545	3.590
Wald ohne vergleichbare Aufnahmen ( $M_{hO}$ , gem. a-c)	292	374	363
Wald ( $M_{hW}$ )	3.678	3.919	3.953
Nichtwald	14.590	14.349	14.315
gesamt	18.268	18.268	18.268

wird die Berechnung der Traktsumme ohne den Korrekturfaktor durchgeführt.  $x_{ij}$  nimmt den Wert eins an, wenn die Traktecke im Wald liegt (unabhängig davon, ob  $M_{hO}$  zutrifft) und ist null wenn es sich um eine Nichtwald-Ecke handelt. Die Traktsumme kann demzufolge nur ganzzahlige Werte zwischen null und vier annehmen.

Im weiteren Berechnungsablauf ergibt sich der Gesamtwert  $x$  im Bundesland über die in (1) ermittelten Traktsummen

$$x = \sum_{h=1}^L x_h = \sum_{h=1}^L \bar{x}_h \cdot A_h = \sum_{h=1}^L \frac{\sum_{i=1}^n x_{hi}}{\sum_{i=1}^n M_{hi}} \cdot A_h \quad (2)$$

mit  $L$  = Anzahl aller Verdichtungsgebiete;  $A_h$  = Flächengröße des Verdichtungsgebietes  $h$ ;  $n$  = Anzahl Trakte (Wald und Nichtwald) innerhalb eines Verdichtungsgebietes  $h$ . Die Varianz ist definiert als

$$\text{var}(x) = \sum_{h=1}^L \text{var}(\bar{x}_h) \cdot A_h^2 = \sum_{h=1}^L \left( \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^n M_{hi} \right)^2} \cdot \frac{n}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_{hi} - \bar{x}_h \cdot M_{hi})^2 \right) \cdot A_h^2 \quad (3)$$

Der Verhältnisschätzer  $R$  (z.B. Baumartenanteil, Vorrat je Hektar) ist gegeben durch

$$R = \frac{x}{y} \quad (4)$$

wobei  $x$  und analog auch  $y$  über (2) berechnet werden. Die zugehörige Varianz ist

$$\text{var}(R) = \frac{1}{\bar{y}^2} \cdot \sum_{h=1}^L \left( \frac{A_h}{A} \right)^2 (\text{var}(\bar{x}_h) + R \cdot \text{var}(\bar{y}_h) - 2\text{cov}(\bar{x}_h, \bar{y}_h)) \quad (5)$$

wobei sich die Varianzen der Mittelwerte  $\bar{x}_h, \bar{y}_h$  durch Vereinfachung von (3) berechnen lassen, indem die Flächengrößen  $A_h$  ignoriert werden.

Veränderungen von Zustandsgrößen zwischen Inventurzeitpunkten wurden auf Signifikanz überprüft. Da es sich um verbundene Stichproben handelt, d.h. die Erhebungen auf demselben Netz erfolgten, wurde zunächst die Differenz der Zustandsgrößen zwischen zwei Inventurzeitpunkten hergeleitet.

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_2 - x_1 \\ \Delta R &= R_2 - R_1 \end{aligned} \quad (6)$$

$x_1, x_2, R_1, R_2$  werden aus (2) und (4) ermittelt. Anschließend wurde aus der Varianz von  $\Delta x$  bzw.  $\Delta R$  das 98,33%-Konfidenzintervall berechnet. Dieser Wert ergibt sich aus der Korrektur der Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha = 5\%$ , 95%-Konfidenzband) durch die Bonferroni-Methode für multiple Vergleiche mit drei Gruppen (BWI 1, BWI 2, BWI 3). Sofern der Wert null innerhalb des Konfidenzintervalls lag, wurde die Veränderung zwischen zwei Zuständen als nicht signifikant eingestuft, d.h. die Differenz ist bei vorgegebener Irrtumswahrscheinlichkeit nicht von null verschieden. Für die Varianzen gilt

$$\text{var}(\Delta x) = \text{var}(\Delta \bar{x}) \cdot A^2 = \left( \sum_{h=1}^L \left( \frac{A_h}{A} \right)^2 \cdot \text{var}(\bar{x}_{h2}) + \text{var}(\bar{x}_{h1}) - 2\text{cov}(\bar{x}_{h2}, \bar{x}_{h1}) \right) \cdot A^2 \quad (7)$$

Die Varianzen der Mittelwerte zum jeweiligen Inventurzeitpunkt  $\bar{x}_{h2}, \bar{x}_{h1}$  lassen sich durch Umformung von (3) berechnen.

$$\text{var}(\Delta R) = \text{var}(R_2) + \text{var}(R_1) - 2\text{cov}(R_2, R_1) \quad (8)$$

wobei sich  $\text{var}(R_2), \text{var}(R_1)$  aus (5) ergeben. Auf die Herleitung der Kovarianzen ( $\text{cov}$ ) in (5), (7) und (8) wird nicht näher eingegangen. Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei DAHM (2006).

In Niedersachsen beträgt der Stichprobenumfang bei der BWI 3 4.609 Trakte (18.353 Traktecken), das Schnittnetz von BWI 2 und BWI 3 umfasst dieselbe Anzahl, da zwischen beiden Inventuren keine neuen Traktecken hinzugekommen oder weggefallen sind. In der vorliegenden Untersuchung wurde mit der BWI 1 ein dritter Inventurzeitpunkt einbezogen. Infolge einer nachträglichen Netzverdichtung zwischen BWI 1 und BWI 2 enthält das Schnittnetz aller drei Inventuren 4.581 Trakte (18.268 Traktecken) und somit weniger Stichproben als das bei der BWI 2 bzw. BWI 3 gültige Inventurnetz. Aus diesem Grund können die nachfolgenden Ergebnisse geringfügig von bereits veröffentlichten Zahlen (ML, 2014; BMEL, 2015) abweichen. Eine zweite Ursache für auftretende Abweichungen ergibt sich durch Traktecken ohne vergleichbare Aufnahmen (Tab. 2). Zielmerkmale für die BWI 3 mussten in der vorliegenden Auswertung methodisch bedingt unter Berücksichtigung eines Korrekturterms berechnet werden, um die Vergleichbarkeit zu beiden vorangegangenen Inventuren zu gewährleisten. Auftretende Abweichungen liegen jedoch in der Regel innerhalb der Standardfehler der Schätzwerte und können somit vernachlässigt werden.

### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1 Waldfläche

In Niedersachsen betrug die Waldfläche im Jahr 1987 rund 1,138 Mio. ha. Danach ist bis 2012 ein signifikanter Anstieg auf 1,207 Mio. ha erfolgt (Tab. 1). Die Netto-Waldveränderung im 25-jährigen Zeitraum beträgt damit 69.000 ha, was einer mittleren jährlichen Zunahme um 2.700 ha entspricht. Die Waldflächen zum jeweiligen Inventurzeitpunkt werden mit Stichprobenfehlern von rund 28.500 ha geschätzt, die relativen Stichprobenfehler liegen damit bei unter 2,5%. Die Netto-Waldveränderung ergibt sich aus der Differenz zwischen Neuwaldflächen und Waldabgängen, also der Umwandlung von Waldflächen in andere Landnutzungsformen.

Tab. 3

**Waldfläche in Niedersachsen und zugehöriger Standardfehler zum jeweiligen Inventurzeitpunkt. Signifikante Unterschiede sind durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.**  
**Forest area in Lower Saxony and standard error by inventory date. Significant differences are indicated by different lower case letters.**

	Fläche [ha]	Standardfehler [ha] (relativ)
BWI 1 (1987)	1,138.738 <sup>a</sup>	28.462 (2,49 %)
BWI 2 (2002)	1,195.561 <sup>b</sup>	28.598 (2,39 %)
BWI 3 (2012)	1,207.385 <sup>c</sup>	28.661 (2,37 %)

Umwandlungen erfolgen im Zuge von Bebauungsmaßnahmen für Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen oder einer Überführung in landwirtschaftliche Nutzung. Bei der Neuwaldbildung spielt der hohe Anteil an Heide- und Bracheflächen sowie entwässerten Mooren im niedersächsischen Tiefland eine bedeutende Rolle. Hier begünstigt eine starke Sukzessionsdynamik die natürliche Bewaldung durch Pionierbaumarten (Kiefer, Birke, Weide, Aspe). Aktive Aufforstungen tragen in geringem Umfang zur Neuwaldbildung bei und erfolgen meistens auf vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen bzw. Dauergrünland.

### 3.2 Baumartenzusammensetzung

Die Baumartenzusammensetzung wird durch die standörtliche Ausgangssituation sowie die forstgeschichtliche Entwicklung bestimmt. Im niedersächsischen Tiefland prägen Talsandniederungen, Urstromtäler sowie Geestplatten und Endmoränen die Landschaft. Auf den meist nährstoffarmen Sandböden dominiert die Kiefer, die Eiche findet sich auf Standorten mit besserer Wasser- und Nährstoffversorgung. Der Verbreitungsschwerpunkt von Buche, Fichte und Laubholz mit hoher Umtriebszeit (ALH) liegt dagegen auf den reicheren Lehmböden im Bergland.

Im zeitlichen Verlauf sind leichte Anteilsverschiebungen in der Baumartenzusammensetzung des Hauptbestandes zu beobachten (Tab. 4), wobei Tendenzen erkennbar sind. Fichte und Kiefer weisen kontinuierliche Rückgänge ihrer Anteile um zwei bis drei Prozentpunkte auf. In absoluten Zahlen entspricht dies einer Abnahme der Fichtenfläche seit 1987 um über 25.000 ha und bei der Kiefer um ca. 8.000 ha. Der rückläufige Anteil beim Nadelholz von über 60% auf 56% wird durch diese beiden Baumarten bestimmt, dennoch sind Fichte und Kiefer im Jahr 2012 nach wie vor die Baumarten mit den höchsten Flächenanteilen. Von den Nadelbäumen weist nur die Douglasie eine signifikante Zunahme auf, mit einem Anteil von 2,6% am bestockten Holzboden im Jahr 2012 ist ihr Anteil aber vergleichsweise gering. Bei den Laubbäumen zeigt sich gegenüber den Nadelbäumen ein gegenläufiger Trend. Mit Ausnahme des ALN sind Anteilserhöhungen festzustellen, am deutlichsten bei Eiche und ALH, hier vor allem Esche und Ahorn. Der Flächenanteil der Buche hat sich seit 1987 von 14,1% auf 14,9% leicht erhöht, was einer absoluten Zunahme von ca. 16.000 ha entspricht.

Waldumbaumaßnahmen, Kalamitätsnutzungen und die hohe Nachfrage auf dem Rohholzmarkt waren ausschlaggebend für die Rückgänge bei Kiefer und Fichte. Dieser Trend wird sich auch zukünftig fortsetzen. Die Douglasie spielt im Tiefland eine zunehmende Rolle. Vor allem Douglasien-Voranbauten, die derzeit noch unter Schirm von zumeist Fichte oder Kiefer stocken, werden zunehmend in den Hauptbestand überführt und damit auch künftig eine weitere Anteilserhöhung bewirken. Noch deutlicher ist dieser Effekt der „stillen Reserve“ bei der Buche zu erwarten. Die großflächige Umwandlung von Nadelholzreinbeständen sowohl im Bergland wie auch im Tiefland in Mischbestände unter Beteiligung der Buche erfolgt in der Regel in Form von Voran-

Tab. 4

**Flächenanteile [%] am bestockten Holzboden nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt. Einbezogen wurden alle Bäume des Hauptbestandes (= ideeller Flächenbezug). Signifikante Anteilsverschiebungen innerhalb der Baumartengruppen werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet. ALH: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALN: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit.**  
**Shares in stocked timberland area [%] by tree species group and inventory date. Only trees in the main stand were considered (= ideally share of tree space percentage). Significant differences within tree species groups are indicated by different lower case letters. ALH: other deciduous trees with long life expectancy; ALN: other deciduous trees with short life expectancy.**

	1987	2002	2012
Eiche	9,1 <sup>a</sup>	10,4 <sup>b</sup>	11,5 <sup>c</sup>
Buche	14,1 <sup>a</sup>	14,5 <sup>a</sup>	14,9 <sup>b</sup>
ALH	2,3 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	3,8 <sup>c</sup>
ALN	14,0 <sup>a</sup>	13,6 <sup>a</sup>	13,5 <sup>a</sup>
Laubholz	39,5 <sup>a</sup>	41,6 <sup>b</sup>	43,7 <sup>c</sup>
Fichte	21,0 <sup>a</sup>	20,0 <sup>b</sup>	17,7 <sup>c</sup>
Kiefer	32,8 <sup>a</sup>	30,9 <sup>b</sup>	30,5 <sup>b</sup>
Douglasie	1,4 <sup>a</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,6 <sup>c</sup>
Lärche	5,3 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>	5,1 <sup>a</sup>
Tanne	0,2 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>	0,3 <sup>a</sup>
Nadelholz	60,5 <sup>a</sup>	58,4 <sup>b</sup>	56,3 <sup>c</sup>
bestockter Holzboden [ha]*	1,023.215	1,052.815	1,075.258

\* nur Traktecken mit vergleichbaren Aufnahmen (vgl. 2.3).

bauten und schrittweiser Räumung des Hauptbestandes, sodass bei der Buche künftig mit deutlichen Anteilserhöhungen zu rechnen ist.

Die aufgezeigten Tendenzen spiegeln erste Ergebnisse des waldbaulichen Handelns der vergangenen Jahre wider, das u.a. auf eine Reduzierung von Nadelholzreinbeständen zu Gunsten strukturreicherer Laub- und Mischwälder ausgerichtet war. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass aufgrund des Altersklassenaufbaus (s.u.) das Ziel der Laub- und Mischwaldvermehrung im Hauptbestand nur allmählich umgesetzt werden kann.

### 3.3 Altersverteilung

Beim Laubholz dominieren zum Zeitpunkt der BWI 1 anteilmäßig die ersten beiden Altersklassen (Abb. 2). Ein wesentlicher Grund hierfür sind einerseits die verstärkten Aufforstungen (z.B. Eiche auf vernässten Standorten im Tiefland) nach dem Orkan von 1972, die sich im Jahre 1987 noch in der ersten Altersklasse befanden. Andererseits hat sich auf diesen sowie auf den durch die Waldbrände der 70er Jahre betroffenen Flächen oftmals eine Sukzession aus Pionierbäumen (v.a. Birke) eingestellt. Entsprechend der natürlichen Alterung hat sich der Schwerpunkt bis zum Jahr 2012 in die dritte Alterklasse verschoben, sodass hier ein deutlicher Anstieg erkennbar ist und gleichzeitig ein Rückgang von über 8% auf 4% Flächenanteil in der ersten Altersklasse folgte. Das Bevorzugen von (Natur-) Verjüngung unter Schirm als wichtiges Element des waldbaulichen Strate-

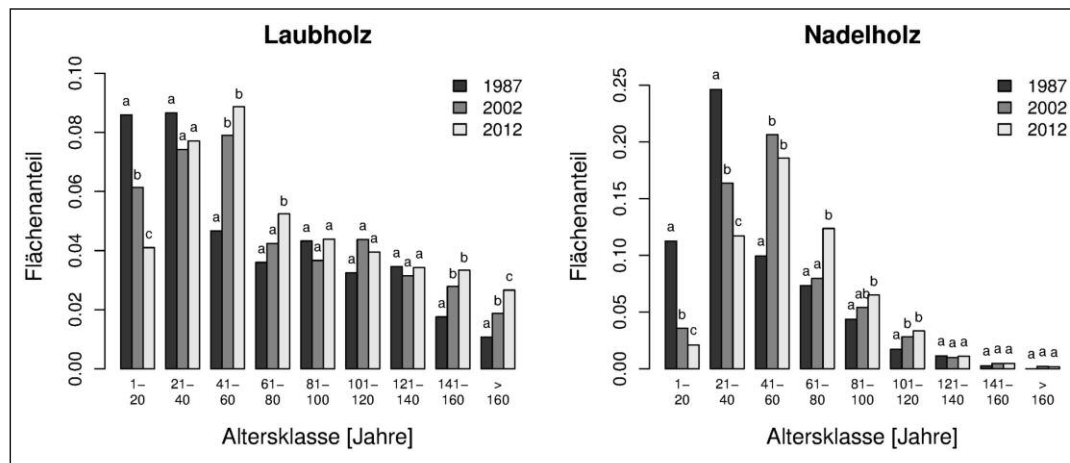


Abb. 2

Flächenanteile am bestockten Holzboden nach Altersklassen und Inventurzeitpunkt für Laubholz und Nadelholz. Einbezogen wurden alle Bäume des Hauptbestandes (= ideeller Flächenbezug). Signifikante Anteilsverschiebungen innerhalb der Altersklassen sind durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Shares in stocked timberland area [%] by tree age class and inventory date. Only trees in the main stand were considered (= ideally share of tree space percentage). Significant differences within age classes are indicated by different lower case letters.

giewechsels führt außerdem dazu, dass zunehmend weniger Verjüngungsfläche zum Hauptbestand gezählt wird und sich somit Rückgänge in der ersten Altersklasse ergeben. Dieser Trend lässt sich länderübergreifend beobachten. Im Gegensatz zu den jüngeren Altersklassen liegt im mittleren Bereich von 61–140 Jahre eine gleichmäßigere Verteilung ohne markante Anteilsverschiebungen vor. Kontinuierliche Flächenanstiege beim Laubholz treten dagegen in den höheren Klassen > 140 Jahre auf. Hier haben sich die Anteile seit 1987 von 2,8% auf 6% mehr als verdoppelt. Einerseits spielt dabei die permanente Ausweitung der Schutzgebietskulisse eine Rolle. Ein weiterer Grund ist, dass bis vor wenigen Jahrzehnten Wälder bei Hiebsreife fast ausnahmslos zu 100% geerntet wurden, wohingegen mittlerweile ein Teil des Baumbestandes auf der Fläche belassen wird. Die Ergebnisse der BWI 3 für das gesamte Bundesgebiet deuten ebenfalls in diese Richtung. So hat sich die ideale Bestandesfläche im über 160-jährigen Laubholz seit 2002 um 41% erhöht.

Die kürzeren Produktionszeiten beim Nadelholz bewirken, dass die Alterklassen > 100 Jahre nur unbedeutende Flächenanteile einnehmen und bei ihnen keine zeitlichen Verschiebungen festzustellen sind. Noch deutlicher als beim Laubholz spiegeln sich vergangene Schadereignisse (Reparationshiebe, Orkan 1972, Waldbrände 1975 und 1976) in der Altersstruktur des Nadelholzes wider. Eine Wiederbepflanzung der betroffenen Bereiche fand überwiegend mit den an Freiflächenbedingungen besser angepassten Nadelbäumen (v.a. Kiefer und Fichte) statt. Im Jahr 1987 nahmen 1–40 Jahre alte Nadelbäume noch über 35% des gesamten bestockten Holzbodens in Niedersachsen ein, nach 25 Jahren liegt der Anteil in dieser Altersspanne noch bei ca. 13%. Allein in der ersten Altersklasse ist bis 2012 ein Rückgang von 12% auf ca. 2% zu verzeichnen. Durch die

Altersklassenverschiebung haben die Anteile der 41–80-jährigen Bestände dagegen deutlich zugenommen. Ein Großteil der Nadelholzbestände wächst zunehmend in die Altersbereiche ein, in denen verstärkt forstliche Endnutzungen einsetzen, wodurch sich das Verhältnis weiter in Richtung Laubholz verschieben wird.

### 3.4 Vorrat

Im Zeitraum von 1987 bis 2012 hat bei allen Baumartengruppen ein kontinuierlicher Vorratsaufbau stattgefunden (Abb. 3). Die höchsten Hektarvorräte im Jahr 1987 wies die Buche mit 307 m<sup>3</sup>/ha auf, gefolgt von Eiche und Fichte mit 230 m<sup>3</sup>/ha. Alle übrigen Baumartengruppen lagen bei unter 200 m<sup>3</sup>/ha. Bedingt durch die Übergänge in die zuwachsstarken Altersphasen (s.o.) zeigen die Nadelbaumarten bis zum Jahr 2012 die höchsten Vorratsanstiege um bis zu 170 m<sup>3</sup>/ha auf 370 m<sup>3</sup>/ha bei Fichte und 260–280 m<sup>3</sup>/ha bei Kiefer, Douglasie und Lärche. Der Buchenvorrat weist im selben Zeitraum einen Anstieg um 50 m<sup>3</sup>/ha auf 358 m<sup>3</sup>/ha auf. Bei Eiche, ALH und ALN erfolgte eine Zunahme um 80 m<sup>3</sup>/ha, sodass die Vorräte bis zum Jahr 2012 auf 318 m<sup>3</sup>/ha (Eiche), 260 m<sup>3</sup>/ha (ALH) und 190 m<sup>3</sup>/ha (ALN) angestiegen sind. Insgesamt hat sich der flächenbezogene Vorrat in Niedersachsen in 25 Jahren von 194 m<sup>3</sup>/ha auf 292 m<sup>3</sup>/ha und damit um ca. 50% erhöht.

### 3.5 Nutzung und Zuwachs

Der Vergleich der jährlichen hektarbezogenen Nutzungsmengen zwischen den Inventurperioden zeigt nominale, d.h. statistisch nicht signifikante Anstiege bei Eiche, Buche und ALH (Abb. 4). Unter den Laubbaumarten weist nur das ALN eine eindeutige Zunahme von ca. 1 m<sup>3</sup> auf 3 m<sup>3</sup> auf, was sowohl auf eine gestiegene Brennholznachfrage als auch auf die Endnutzung von

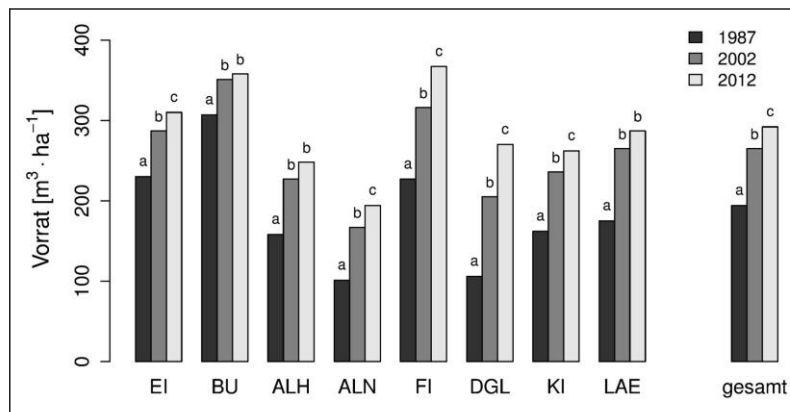


Abb. 3

Hektarvorräte nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt. Einbezogen wurden alle Bäume des Hauptbestandes (= ideeller Flächenbezug). Signifikante Änderungen innerhalb der Baumartengruppen werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet. ALH: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALN: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit.

Growing stock by tree species group and inventory date. Only trees in the main stand were considered (= ideally share of tree space percentage). Significant differences within tree species groups are indicated by different lower case letters. ALH: other deciduous trees with long life expectancy; ALN: other deciduous trees with short life expectancy.

Pappelanbauten aus den 60er Jahren zurückzuführen ist. Die Nutzungsmengen bei Eiche, ALH und ALN liegen in einer ähnlichen Größenordnung bei maximal  $3 \text{ m}^3$ , unter den Laubbaumarten ist die Nutzung in der Buche mit  $7\text{--}8 \text{ m}^3$  am höchsten. Aufgrund der seit einigen Jahren anhaltenden Nachfrage nach Industrie- bzw. Brennholz dürfte sich die Nutzung bei der Buche auch künftig in dieser Größenordnung bewegen. Eindeutige Trends ergeben sich beim Nadelholz. Hier lagen die Nutzungsmengen in der ersten Inventurperiode zunächst zwischen  $3 \text{ m}^3$  (Douglasie) und  $7 \text{ m}^3$  (Fichte). In der zweiten Inventurperiode sind ausgeprägte Anstiege zu verzeichnen, am deutlichsten bei Fichte ( $14 \text{ m}^3$ ) und Douglasie ( $7 \text{ m}^3$ ) um mindestens das Zweifache. Auch bei Kiefer und Lärche lassen sich eindeutige Zunahmen auf  $6,5 \text{ m}^3$  bzw.  $8,5 \text{ m}^3$  nachweisen. Neben der anhaltend starken Nachfrage auf dem Nadelroh Holzmarkt sind auch die Kalamitätsnutzungen nach dem Trockenjahr 2003 und dem Orkan 2007 ausschlaggebend für den beobachteten Trend. Insgesamt ist zwischen den Inventurperioden eine Zunahme der hektarbezogenen Nutzung von  $4,5 \text{ m}^3$  auf  $7,3 \text{ m}^3$  festzustellen, die maßgeblich durch das Nadelholz bestimmt wird.

Die geringsten Zuwächse weist das ALN mit ca.  $6 \text{ m}^3$  je Hektar und Jahr auf. Eiche, Buche und ALH liegen im Bereich von  $9 \text{ m}^3\text{--}11 \text{ m}^3$ . Beim Nadelholz wird der Zuwachs von Fichte ( $14 \text{ m}^3$ ) und Douglasie ( $15 \text{ m}^3$ ) geprägt, Kiefer und Lärche liegen bei  $9 \text{ m}^3$  bzw.  $11 \text{ m}^3$  und damit in derselben Größenordnung wie die Laubbaumarten. Auffällig ist, dass bei keiner Baumart statistisch signifikante Änderungen der Zuwächse zwischen den Inventurperioden auftreten. Dies ist im Zusammenhang mit den Verschiebungen der Anbaustandorte und der Besetzung der Altersklassen zu sehen. Insgesamt betrachtet liegt der Zuwachs unverändert bei  $10 \text{ m}^3$ .

Die Gegenüberstellung verdeutlicht, dass die Zuwächse z.T. erheblich über den ausgewiesenen Nutzungen liegen (Eiche, ALH, Douglasie). Im Zuge des verstärkten Holzeinschlags zwischen den Jahren 2002 und 2012 haben sich die Nutzungsquoten (d.h. das Verhältnis von Nutzung und Zuwachs) bei allen Baumarten erhöht. Deutliche Anstiege der Nutzungsquote zeigen ALH (19% auf 31%), Buche (63% auf 84%), Fichte (54% auf 93%) und Kiefer (41% auf 73%), eine geringere Zunahme ist bei der Eiche festzustellen (30% auf 37%). Es lässt sich festhalten, dass bei allen Baumartengruppen und auch in der Gesamtbetrachtung die Nutzungsmengen unter den Zuwächsen liegen.

Der jährliche Gesamteinschlag ist zwischen den Inventurperioden von 5 Mio.  $\text{m}^3$  auf 8,3 Mio.  $\text{m}^3$  angestiegen, was einer Zunahme um 66% entspricht (Tab. 5). Dabei hat sich der Einschlag im Laubholz um 56% und im Nadelholz um 73% erhöht. Der Anteil des Nadelholzes an der genutzten Holzmenge liegt in beiden Inventurperioden bei rund 70%. Im Unterschied zu den flächenbezogenen Zuwächsen (Abb. 4) weisen die jährlichen Gesamtzuwächse leichte Zunahmen auf. Insgesamt hat sich der jährliche Zuwachs von 11,2 Mio.  $\text{m}^3$  auf 11,6 Mio.  $\text{m}^3$  erhöht, beim Laubholz ist ein Anstieg von 3,9 Mio.  $\text{m}^3$  auf 4,2 Mio.  $\text{m}^3$  festzustellen. Ausschlaggebend dafür ist, dass bei flächenbezogenen Werten für Nutzung und Zuwachs nur Bäume des Hauptbestandes in die Berechnung eingehen (= ideeller Flächenbezug), bei der Herleitung von jährlichem Gesamtzuwachs bzw. jährlicher Nutzung werden hingegen alle Bestandesschichten berücksichtigt.

### 3.6 Verjüngung

Im Gegensatz zum Hauptbestand weist die Zusammensetzung der Gehölzverjüngung ( $> 1,3 \text{ m}$  Höhe

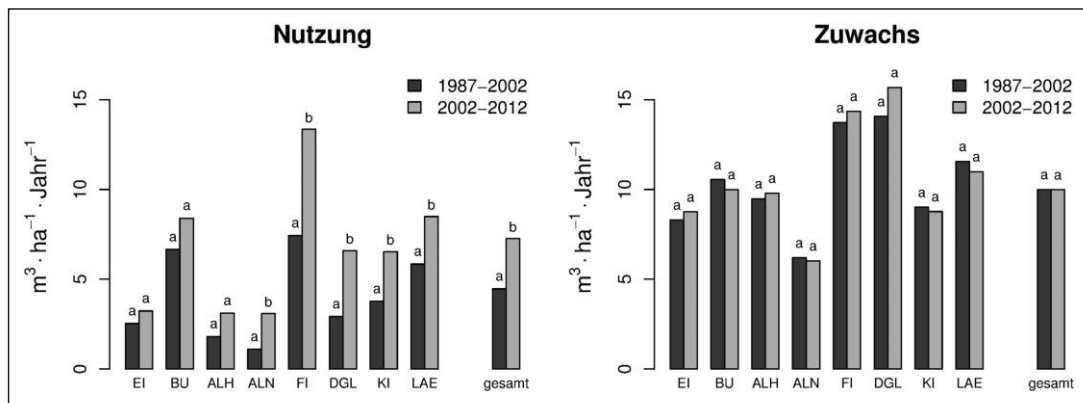


Abb. 4

Jährliche flächenbezogene Nutzungen und Zuwächse [ $m^3$ ] nach Baumartengruppe und Inventurperiode. Einbezogen wurden alle Bäume des Hauptbestandes (= ideeller Flächenbezug). Signifikante Änderungen innerhalb der Baumartengruppen werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

ALH: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit; ALN: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit.

Annual timber harvest and increment per hectare by tree species group and inventory date. Only trees in the main stand were considered (= ideally share of tree space percentage). Significant differences within tree species groups are indicated by different lower case letters. ALH: other deciduous trees with long life expectancy; ALN: other deciduous trees with short life expectancy.

Tab. 5

**Jährliche Nutzungen und Zuwächse nach Inventurperiode. Einbezogen wurden Bäume aller Bestandesschichten (= reeller Flächenbezug). Signifikante Änderungen innerhalb der Baumartengruppen werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.**  
**Annual timber harvest and increment by inventory date. Trees of all stand layers were considered (= real share of sampling points). Significant differences within tree species groups are indicated by different lower case letters.**

	Nutzung [1000 $m^3$ /Jahr]		Zuwachs [1000 $m^3$ /Jahr]	
	1987-2002	2002-2012	1987-2002	2002-2012
Laubholz	1.587 <sup>a</sup>	2.428 <sup>b</sup>	3.900 <sup>a</sup>	4.190 <sup>b</sup>
Nadelholz	3.412 <sup>a</sup>	5.899 <sup>b</sup>	7.297 <sup>a</sup>	7.367 <sup>a</sup>
gesamt	4.999 <sup>a</sup>	8.327 <sup>b</sup>	11.197 <sup>a</sup>	11.557 <sup>b</sup>

und < 7 cm Bhd) eine deutlich höhere Dynamik auf (Abb. 5). Bei der Eiche sinkt der Anteil an der Gesamtstammzahl von 8% im Jahr 1987 auf 4% im Jahr 2012. Gründe hierfür können einerseits fehlende Freiflächen infolge einzelstammweiser oder gruppenweiser Endnutzungen nach Zielstärke sein und andererseits die hohen Investitionskosten (Flächenvorbereitung, Pflanzung/Saat, Zaunschut, Kulturpflege) bei der Begründung von Eichenbeständen. Außerdem kann das in den letzten Jahren verstärkte Auftreten biotischer Schäden (Eichenfraßgesellschaft, Eichenprozessionsspinner) ein Beweggrund für Waldbesitzer gewesen sein, sich gegen die Eichenwirtschaft zu entscheiden.

Waldumbaumaßnahmen und das Ausnutzen natürlicher Sukzessionsprozesse sind die Hauptgründe für die starken Anstiege bei Buche von 13% auf 23%, ALH von 7% auf 18% und ALN von 28% auf 43%. Das hohe Ausbreitungsvermögen und die breite Standortamplitude der Pionierbäume bewirkt, dass das ALN zu allen drei

Zeitpunkten den höchsten Anteil aufweist. Insgesamt hat sich der Laubholzanteil in der Gehölzverjüngung in den letzten 25 Jahren von 57% auf 88% erhöht. Auffällig ist, dass sich die stärksten Verschiebungen im Zeitraum zwischen 1987 und 2002 vollzogen haben. Einer der Gründe hierfür dürfte das 1991 verabschiedete Regierungsprogramm „Langfristige ökologische Waldentwicklung in den Landesforsten“ (LÖWE) sein, das u.a. auf eine Laub- bzw. Mischwaldvermehrung und das Bevorzugen natürlicher Waldverjüngung abzielt. Es hat sich auch indirekt über die staatliche Förderung waldbaulicher Maßnahmen auf den in Niedersachsen flächenmäßig dominierenden Privatwald ausgewirkt. Einhergehend mit der Entwicklung des Laubbaumanteils sind die Anteile der Nadelbaumarten z.T. drastisch zurückgegangen. Fichte und Kiefer wiesen im Jahr 1987 Anteile von 13% bzw. 26% auf und bildeten damit etwa 40% der gesamten Gehölzverjüngung. Diese hohen Anteile waren eine direkte Folge der großflächigen Schadereignisse der



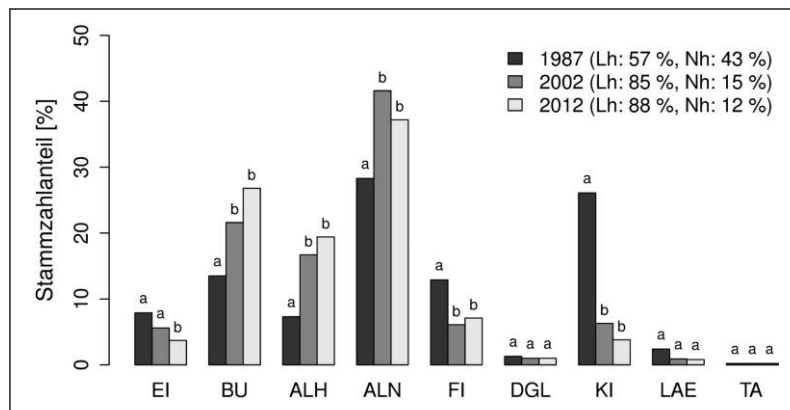


Abb. 5

Stammzahlanteile [%] der Gehölzverjüngung (>1,3 m Höhe und < 7 cm Bhd) nach Baumartengruppen und Inventurzeitpunkt.

Signifikante Anteilsverschiebungen innerhalb der Baumartengruppen werden durch unterschiedliche Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

ALH: Laubbäume mit hoher Umtriebszeit;

ALN: Laubbäume mit niedriger Umtriebszeit; Lh: Laubholz; Nh: Nadelholz.

Shares in stem number [%] of the tree regeneration (>1,3 m height and < 7 cm dbh) by tree species group and inventory date.

Significant differences within tree species groups are indicated by different lower case letters. ALH: other deciduous trees with long life expectancy;

ALN: other deciduous trees with short life expectancy.

Lh: deciduous tree species; Nh: coniferous tree species.

70er Jahre (vgl. Abschnitt 3.3). Nach 25 Jahren liegen die Anteile noch bei knapp 7% (Fichte) bzw. 4% (Kiefer), bezogen auf den Ausgangszustand entspricht dies einem Rückgang um 45% bei der Fichte und 85% bei der Kiefer. Die übrigen Nadelbaumarten besitzen nur geringe Anteile und zeigen keine signifikanten Verschiebungen. Insgesamt beträgt der Anteil der Nadelbäume an der Gehölzverjüngung im Jahr 2012 noch 12%. Aus ökonomischer Sicht mit Blick auf die Erträge der Forstbetriebe und die Versorgung der Holzwirtschaft, aber auch aus ökologischer Sicht mit Blick auf den Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Bindung) und die Risikoverteilung (Klimaveränderungen) ist diese Entwicklung durchaus kritisch zu betrachten.

#### 4. FAZIT

Die Ergebnisse zeigen zum einen, dass die Waldgeschichte einen entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Veränderungen hat und dass zum anderen erste Ergebnisse des Strategiewechsels in Richtung eines naturnahen Waldbaus zu verzeichnen sind. Zusammen mit Sachsen-Anhalt und Brandenburg ist Niedersachsen einer letzten „Aufbaubetriebe“ in Deutschland mit einem Überhang der unter 60-jährigen Bestände. Dies spiegelt sich besonders beim Nadelholz wider, dass in der Vergangenheit stärker von Kalamitäten betroffen war und für das aber auch stets eine höhere Nachfrage am Holzmarkt bestand. Aufgrund des Altersklassenaufbaus wurde das Ziel der Laub- und Mischwaldvermehrung im Hauptbestand bisher nur allmählich umgesetzt. Hier sind künftig stärkere Veränderungen zu erwarten. In der gesicherten Verjüngung zei-

gen sich hingegen sehr deutliche Verschiebungen zugunsten der Laubbaumarten, die in ihren ökonomischen und ökologischen Auswirkungen bereits kritisch zu bewerten sind. Hier bedarf es eines Überdenkens der waldbaulichen Strategien, um nicht am Holzmarkt vorbei zu produzieren und die Risiken angemessen zu verteilen. Die Vorräte sind in den letzten 25 Jahren kontinuierlich von 194 m<sup>3</sup>/ha auf 292 m<sup>3</sup>/ha gestiegen. Sie nähern sich damit einer Größenordnung von ca. 300 bis 350 m<sup>3</sup>/ha, die je nach Standort für den Aufbau strukturreicher, ungleichaltriger Wälder geeignet sind.

Erreicht wurde dieser Vorratsaufbau durch den Verzicht auf Nutzungen im Vergleich zu den Zuwachspotenzialen. Mittelfristig wird die Laubwaldvermehrung zu Lasten von Fichte und Kiefer dazu führen, dass das Zuwachsniveau leicht sinken wird. Dieser Trend lässt sich nur begrenzt durch den vermehrten Anbau der zwachsstarken Douglasie dämpfen, weil die besser wasser- und nährstoffversorgten Standorte i. d. R. den Laubbaumarten vorbehalten bleiben und gerade auf den schwächer versorgten, trockeneren Standorten ein Anbauschwerpunkt der Douglasie liegt.

Das Prinzip einer multifunktionalen Nachhaltigkeit ist elementar und sollte daher ernst genommen und umgesetzt werden. Die aufgezeigte Entwicklung der niedersächsischen Wälder in den vergangenen 25 Jahren verdeutlicht, dass sich diesbezüglich ein größtenteils positiver Trend abzeichnet.

#### 5. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel für Niedersachsen wichtige Kenngrößen aus den Bundes-

waldinventuren 1–3 zu berechnen und gegenüberzustellen. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

(1) Die Waldfläche hat seit 1987 um 69.000 ha zugenommen (*Tab. 3*).

(2) Die Baumartenzusammensetzung des Hauptbestandes zeigt eine leichte Verschiebung in Richtung Laubholz. Beim Nadelholz erfolgte seit 1987 ein Anteilsrückgang von über 60% auf 56%, beim Laubholz entsprechend eine Zunahme von 40% auf 44%. Fichte und Kiefer weisen die höchsten Anteilsrückgänge auf (*Tab. 4*).

(3) Beim Laubholz ist seit 1987 ein deutlicher Flächenrückgang in der ersten Alterklasse (< 20 Jahre) festzustellen, demgegenüber haben sich die Flächenanteile in der achten und neunten Altersklasse (> 140 Jahre) verdoppelt. Beim Nadelholz sinkt der Flächenanteil in den ersten beiden Altersklassen (< 40 Jahre) deutlich, wohingegen die Flächenanteile der dritten und vierten Altersklasse (40–80 Jahre) stark zunehmen (*Abb. 2*).

(4) Die Vorräte je Hektar sind von 194 m<sup>3</sup>/ha im Jahr 1987 auf 292 m<sup>3</sup>/ha im Jahr 2012 angestiegen. Bei allen Baumartengruppen ist eine kontinuierliche Steigerung der Vorräte auszumachen. Bei den Laubholzarten liegen die Anstiege im Bereich von 50–80 m<sup>3</sup>/ha, bei den Nadelbäumen erreichen sie bis zu 170 m<sup>3</sup>/ha (*Abb. 3*).

(5) Die Nutzungsmenge in der zweiten Inventurperiode (2002–2012) hat sich im Vergleich zur ersten Inventurperiode (1987–2002) bei allen Baumarten, vor allem aber im Nadelholz, deutlich erhöht. Insgesamt hat der jährliche Einschlag von 6,5 m<sup>3</sup>/ha auf 8,5 m<sup>3</sup>/ha, der jährliche Gesamteinschlag von 5 Mio. m<sup>3</sup> auf 8,3 Mio. m<sup>3</sup> zugenommen. Der jährliche Zuwachs hat sich zwischen den Inventurperioden bei keiner Baumart verändert und liegt insgesamt bei 10 m<sup>3</sup>/ha. Der jährliche Gesamtzuwachs weist eine leichte Zunahme von 11,2 Mio. m<sup>3</sup> auf 11,6 Mio. m<sup>3</sup> auf (*Abb. 4, Tab. 5*).

(6) Die Zusammensetzung der Gehölzverjüngung zeigt seit 1987 eine deutliche Verschiebung Richtung Laubholz. Der Anteil der Laubholzarten hat von 57% auf 88% zugenommen. Die Anteilserhöhungen sind bei Buche und Edellaubholz besonders ausgeprägt, beim Nadelholz zeigen Fichte und vor allem Kiefer starke Rückgänge (*Abb. 5*).

Mit Blick auf die Ansprüche einer multifunktionalen Nachhaltigkeit werden die Ergebnisse als größtenteils positiv bewertet.

## 6. DANKSAGUNG

Die Autoren danken zwei anonymen Gutachtern für wertvolle Verbesserungsvorschläge. Außerdem gilt unser Dank PETRA HENNIG (Thünen Institut), GERALD KÄNDLER (FVA Baden-Württemberg) und HANS-JOACHIM KLEMMT (LWF Bayern) für die stets konstruktiven Diskussionen zum Thema BWI.

## 7. SUMMARY

Title of the paper: *The development of forests in Lower Saxony during the last 25 years – results after three national forest inventories.*

In the present study three national forest inventories conducted in the years 1987, 2002 and 2012 in the federal state of Lower Saxony (Germany) were evaluated. The following results were obtained:

(1) Since 1987 the forest area in Lower Saxony has increased about 69,000 ha up to 1.207 Mio. ha (*Tab. 3*).

(2) The composition of the main stand has shifted towards broadleaved species. The proportion of coniferous species has decreased from 60% in 1987 to 56% in 2012. Pine and Spruce show a pronounced reduction (*Tab. 4*).

(3) Broadleaved species show a reduction in the first tree age class (< 20 years) but an increase in higher age classes (< 140 years). The percentage of coniferous species < 40 years has decreased considerably, whereas a marked increase can be observed in the third and fourth age class (40 to 80 years) (*Fig. 2*).

(4) Growing stock has increased from 194 m<sup>3</sup>/ha in 1987 up to 292 m<sup>3</sup>/ha in 2012. An increase in growing stock could be proved within each of the considered tree species group. Broadleaved species show an increase of about 50–80 m<sup>3</sup>/ha, coniferous species up to 170 m<sup>3</sup>/ha (*Fig. 3*).

(5) The mean annual harvested timber volume has increased from 6.5 m<sup>3</sup>/ha within the first observation period (1987–2002) to 8.5 m<sup>3</sup>/ha within the second observation period (2002–2012). The total harvested timber volume was 5 Mio. m<sup>3</sup> per year in the first observation period and 8.3 Mio. m<sup>3</sup> per year in the second observation period. The mean annual increment per hectare remained constant between the two observation periods and was estimated to be 10 m<sup>3</sup>. A slight increase from 11.2 Mio. m<sup>3</sup> per year to 11.6 m<sup>3</sup> per year could be identified for the total increment (*Fig. 4, Tab. 5*).

(6) The composition of the tree regeneration has shifted towards broadleaved species. The proportion of broadleaved species has increased from 55% in 1987 to 88% in 2012. This could be due mainly to European beech and other broadleaved trees with long life expectancies (ash, maple) (*Fig. 5*).

Considering the principles of a multifunctional sustainability the results show a positive trend.

## 8. RÉSUMÉ

Titre de l'article: *25 ans de développement forestier en Basse-Saxe – Résultats à partir de 3 inventaires forestiers fédéraux.*

La présente recherche a pour objectif de calculer les paramètres importants pour la Basse-Saxe à partir des inventaires forestiers fédéraux 1–3 et de les opposer. Les résultats suivants ont été atteints:

(1) Les surfaces forestières ont augmenté de 69 000 ha depuis 1987 (*Tabl. 3*).

(2) La composition des espèces ligneuses du peuplement principal montre un léger glissement en direction des feuillus. Pour les conifères on avait atteint, depuis 1987, un recul d'un taux supérieur à 60% à un taux de 56%; pour les feuillus, par conséquent, une augmentation de 40 à 44%. Epicéa et pin présentent la baisse de taux la plus élevée (*Tabl. 4*).

(3) Pour les feuillus on remarque, depuis 1987, un recul net des surfaces dans la première classe d'âges (< 20 ans) contrairement aux huitièmes et neuvièmes classes d'âges (> 140 ans) qui ont doublé en surfaces. Pour les conifères la part en surface plonge nettement dans les deux premières classes d'âges (< 40 ans), alors que les parts en surfaces des troisièmes et quatrièmes classes d'âges (40–80 ans) ont fortement augmenté (Fig. 2).

(4) Les volumes à l'hectare ont grimpés de 194 m<sup>3</sup>/ha en 1987 à 292 m<sup>3</sup>/ha en 2012. Pour tous les groupes d'espèces ligneuses on peut observer une croissance continue des volumes. Pour les feuillus cette augmentation se situe entre 50 et 80 m<sup>3</sup>/ha, pour les conifères elle atteint 170 m<sup>3</sup>/ha (Fig. 3).

(5) Le volume exploité dans la première période d'inventaire (2002–2012) a notablement augmenté en comparaison avec la première période d'inventaire (1987–2002) pour toutes les espèces ligneuses, mais avant tout pour les conifères. Dans l'ensemble la récolte annuelle a augmenté de 6,5 m<sup>3</sup>/ha à 8,5 m<sup>3</sup>/ha, la récolte totale annuelle augmentant de 5 million de m<sup>3</sup> à 8,3 millions de m<sup>3</sup>. L'accroissement annuel n'a changé pour aucune des espèces ligneuses durant les périodes d'inventaires et il se situe, dans l'ensemble, à 10 m<sup>3</sup>/ha. L'accroissement total annuel fait apparaître une légère augmentation de 11,2 millions de m<sup>3</sup> à 11,6 millions de m<sup>3</sup> (Fig. 4, Tabl. 5).

(6) La composition de la régénération ligneuse montre, depuis 1987, un glissement net en direction des feuillus. La part des espèces feuillues a augmenté de 57 % à 88 %. Les augmentations de taux sont particulièrement marquées chez le hêtre et les feuillus précieux; parmi les conifères, l'épicéa et avant tout le pin présentent un fort recul (Fig. 5).

En considérant les exigences de la pérennité multifonctionnelle, ces résultats sont considérés comme étant en majorité positifs.

## 9. LITERATUR

BML – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1986): Bundeswaldinventur. Instruktion für die Traktaufnahme. <https://www.bundeswaldinventur.de/index.php?id=421>, zugegriffen am 11.06.2015.

BML – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1990): Bundeswaldinventur. Inventurbericht und Übersichtstabellen für das Bundesgebiet nach dem Gebietsstand vor dem 3.10.1990 einschließlich Berlin (West). Hamburg.

BMEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2000): Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II. <https://www.bundeswaldinventur.de/index.php?id=421>, zugegriffen am 11.06.2015.

BMVEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2004): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup>. Das Wichtigste in Kürze. Bonn.

BMELV – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2008): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup>. Inventur- und Auswer-

tungsmethoden zu den Bundeswaldinventuren 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988. <https://www.bundeswaldinventur.de/index.php?id=421>, zugegriffen am 11.06.2015.

BMEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2011): Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (BWI<sup>3</sup>) (2011–2012). <https://www.bundeswaldinventur.de/index.php?id=421>, zugegriffen am 11.06.2015.

BMEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. <https://www.bundeswaldinventur.de/index.php?id=2>, zugegriffen am 11.06.2015.

BMEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2015): Dritte Bundeswaldinventur (2012). Ergebnisdatenbank. <https://bwi.info>.

DAHM, S. (2006): Auswertungsalgorithmen für die zweite Bundeswaldinventur. Arbeitsbericht des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren Nr. 2006/1. [https://www.literatur.ti.bund.de/digbib\\_extern/dk039308.pdf](https://www.literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dk039308.pdf), zugegriffen am 23.07.2015.

HMU KL V – HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELTSCHUTZ, KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014): Hessen – Bäume, Wälder, Lebensräume. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur für Hessen. Wiesbaden.

KÄNDLER, G., M. SCHMIDT und J. BREIDENBACH (2004): Die wichtigsten Ergebnisse der zweiten Bundeswaldinventur. FVA-Einblick 4/2004.

KÄNDLER, G., und D. CULLMANN (2014): Der Wald in Baden-Württemberg. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.

LWF – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2005): Die zweite Bundeswaldinventur 2002. Ergebnisse für Bayern. LWF Wissen, Bd. 49, Freising.

LWF – BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (2014): Die Bundeswaldinventur 2012 für Bayern. <http://www.bundeswaldinventur.bayern.de/>, zugegriffen am 11.06.2015.

MELUR – MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME (2014): Dritte Bundeswaldinventur (2012). Landesbericht für Schleswig-Holstein. Kiel.

ML – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2004): Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 2. Aus dem Walde – Waldentwicklung in Niedersachsen, Bd. 55. Wolfenbüttel.

ML – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2014): Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3. Hannover. [http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation\\_id=1408&article\\_id=127660&\\_psmand=7](http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1408&article_id=127660&_psmand=7), zugegriffen am 22.07.2015.

MLUV – MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG (2005): Die zweite Bundeswaldinventur – BWI<sup>2</sup> – Ergebnisse für Brandenburg und Berlin. Ebersw. Forstl. Schriftenr., Bd. 22, Eberswalde.

TMLFUN – THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN, UMWELT UND NATURSCHUTZ (2014): Bundeswaldinventur 3. Vorstellung der Ergebnisse für den Gesamtwald Thüringens am 8. Oktober 2014. Erfurt.