

# Hiebsformen zum Umbau älterer Fichtenreinbestände

Ralf-Volker Nagel, Hendrik Rumpf, Karl-Josef-Meiwes, Uwe Klinck und Hermann Spellmann

Die Vermehrung von Laub- und Mischwäldern zählt nach wie vor zu den vorrangigen waldbaulichen Entwicklungszielen in Deutschland. Hierdurch sollen die Naturnähe der Bestände erhöht, die Bewirtschaftungsrisiken gesenkt sowie die Arten- und Habitatvielfalt vergrößert werden. Die Überführung von Fichtenbeständen soll möglichst kahlschlagfrei im Zuge von Zielstärkennutzungen erfolgen. Von dieser Hiebsform verspricht man sich ökonomische und ökologische Vorteile. Um den Schirm bei Voranbauten mit Schatt- und Halbschattbaumarten möglichst lange zur Lichtsteuerung auszunutzen, kann sich die Nutzungs- und Umbauphase auf risikoarmen Standorten durchaus über mehrere Jahrzehnte erstrecken. In starkholzreichen Altbeständen, in windwurfgefährdeten Lagen, bei rasch fortschreitender Holzentwertung oder zur Etablierung von Lichtbaumarten kann jedoch die Abkehr von einer reinen Zielstärkennutzung und eine raschere Räumung durch Femel- oder Saumhiebe bis hin zu kleineren Kahlschlägen waldbaulich sinnvoll sein.

Empfehlungen zur geeigneten Hiebsform und der jeweils daran geknüpften Form der Verjüngung setzen eine differenzierte waldbauliche, ökologische und ökonomische Bewertung voraus. Zu diesem Zweck hat die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA) in Zusammenarbeit mit den Niedersächsischen Landesforsten zwei Versuchsflächen in großflächigen, homogenen Fichtenaltholzblöcken im Solling eingerichtet, deren bisherige Ergeb-

nisse der vorliegende Beitrag zusammenfasst. Einen Überblick über die Versuchsanordnung gibt Abb. 1.

## Untersuchungen zum Wachstum

### Abnutzung des Altbestandes

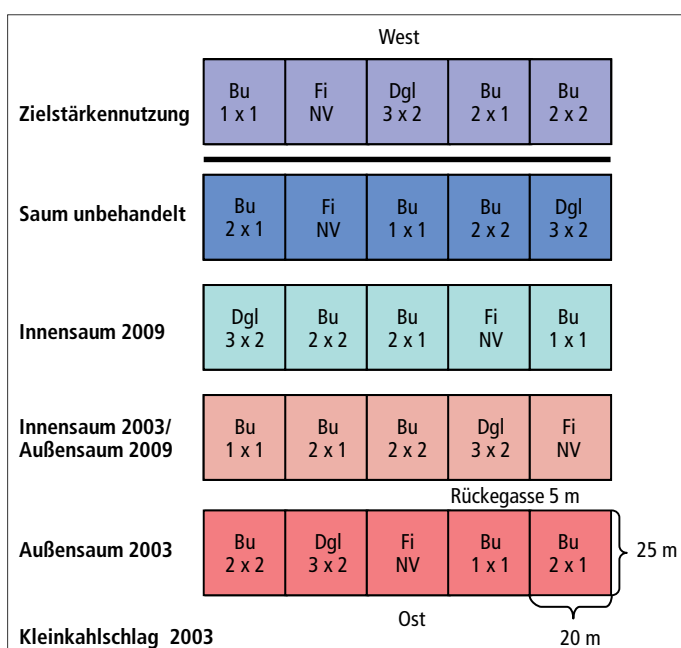
Die ertragskundlichen Daten wurden als Vollaufnahmen bei Versuchsanlage und danach im fünfjährigen Turnus der Ein-

griffe erhoben. Die Vorratsentwicklung, differenziert nach Hiebsvarianten, ist für den bei Versuchsbeginn 90-jährigen Fichtenbestand (Wiederholung 1) beispielhaft in Abb. 2 dargestellt.

Es ist ersichtlich, dass spätestens nach Erweiterung des Außensaumes im Jahr 2009 der Gesamtvorrat je ha in der Saumschlagvariante gegenüber der Zielstärkennutzung deutlich effektiver abgesenkt wurde. Zusätzlich ist bei diesem Vergleich zu berücksichtigen, dass bei Versuchsanlage eine vergleichsweise hohe Vorratsabsenkung in der Zielstärkennutzung zu über 50 % daher rührte, dass Bäume für eine harvestergerechte Feinerschließung eingeschlagen wurden. Die unbehandelte Kontrollfläche zeigt dagegen bei einem laufenden Zuwachs von 12,6 Vfm/ha/a einen weiteren deutlichen Vorratsaufbau.

Aufgrund der Hiebsführung des Saumschlages entgegen der Hauptwindrichtung und einer günstigen Bestandeslagerung verursachte der Sturm „Kyrill“ im Januar 2007 keine nennenswerten Schäden am Versuchsbestand. Auch käferbedingtes Schadholz fiel aufgrund eines intensiven Borkenkäfer-Monitorings unabhängig von der Hiebsform sehr wenig an.

Die Sortimentsaufgliederung des Hiebs im Jahre 2009 war zwischen dem bis dahin unbehandelten Innensaum und der wiederholten Zielstärkennutzung vergleichbar (Abb. 3), da sich auch der Hieb im Innensaum überwiegend auf zielstarke Bäume konzentrierte. Lediglich die Abnutzung des 2004 bereits durch eine Durchforstung mit Zielstärkenanteilen gelichteten Au-



**Abb. 1:** Hiebsfolge und Verjüngung (Baumart, Pflanzverband, NV = Naturverjüngung) der Fläche Neuhaus

R.-V. Nagel leitet das Sachgebiet (SG) Ertragskunde in der Abt. Waldwachstum der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA). Dr. H. Rumpf leitet das SG Waldverjüngung in der selben Abt. Dr. K.-J. Meiwes leitete bis zu seiner Pensionierung Ende 2013 das Sachgebiet Nährstoffmanagement der Abt. Umweltkontrolle. Dr. U. Klinck ist Mitarbeiter dieses Sachgebiets. Prof. Dr. H. Spellmann ist Leiter der NW-FVA und leitet auch die Abt. Waldwachstum.



**Ralf-Volker Nagel**  
ralf.nagel@nw-fva.de

## Versuchsaufbau und waldbauliche Ausgangslage

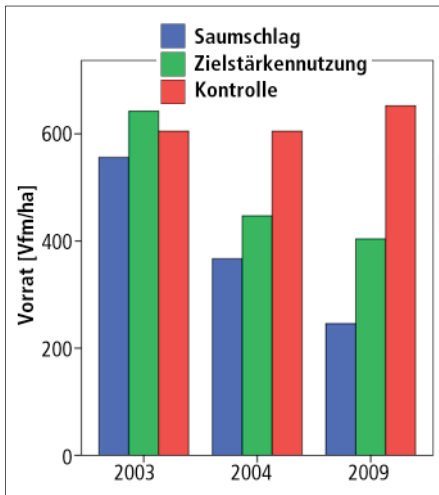


Abb. 2: Vorrat des verbleibenden Bestandes in Neuhaus, Wdh. 1 vor Versuchsanlage (2003) und in Abhängigkeit von der Bestandesbehandlung

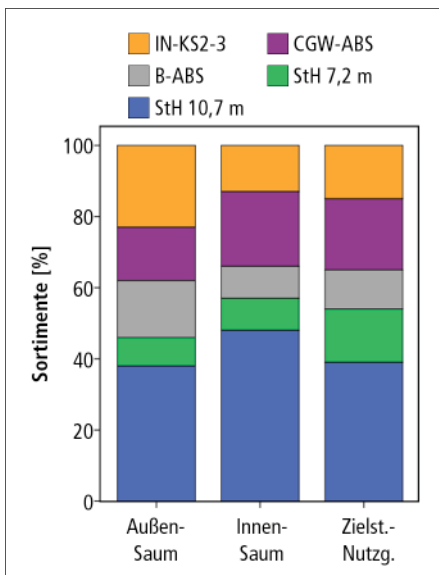


Abb. 3: Sortimentsanteile der Hiebsmaßnahme 2009 in Neuhaus, Wdh. 1 in Abhängigkeit von der Hiebsform

Bensaumes ergab erwartungsgemäß höhere Industrieholzanteile und Stammholz von durchschnittlich etwas geringerer Stärke. Insgesamt führte somit die Zielstärkennutzung in dem überwiegend zielstarken und zur Entwertung neigenden Fichtenbestand nicht zu einer Erhöhung des Anteils höherwertiger Sortimente gegenüber dem Saumschlag.

### Entwicklung der Verjüngung

Die Wachstumsdaten in der Verjüngungsschicht wurden über jährliche, systematische Stichprobenaufnahmen erhoben. Die in den ersten fünf Jahren nach der Pflanzung registrierten Ausfälle variierten bei der Buche in einer engen Spanne zwischen 13 % im Zentrum der Kahlschlagsfläche (Außensaum 14 %) und 24 % im Bereich

Beide Versuchsflächen liegen im Niedersächsischen Forstamt Neuhaus in den Revierförstereien Otterbach und Neuhaus. Die wesentlichen Informationen zu den Standorten, Ausgangsbeständen und Versuchsvarianten sind in Tab. 1 zusammengefasst. Die Hiebsvariante „Kleinkahlschlag“ besteht aus einer 1 ha großen Kernfläche und einer 30 m breiten Umfassung. Darüber hinaus gibt es 1 ha große Kontrollflächen ohne Hiebseingriffe und Verjüngungsmaßnahmen. Die Hiebsvariante „Zielstärkennutzung“ umfasst in Otterbach Kernflächen von 1 ha und in Neuhaus von 0,3 ha. Die beschriebenen Varianten sind an beiden Versuchsorten zweifach wiederholt. Die nur in Neuhaus angelegte Variante „Saumschlag“ umfasst Kernflächen von 1,15 ha. Diese gliedern sich in vier 30 m tiefe Säume, wobei an den aktuellen Außensaum immer ein vorbereiteter, vorgelichteter Innensaum anschließt (Abb. 1). Die Ergebnisse zu den waldbaulichen und ertragskundlichen Fragestellungen schließen den Saumschlag ein und beziehen sich deshalb auf die Fläche Neuhaus. Untersuchungen zum Energie- und Stoffhaushalt wurden von 2004 bis 2010 auf der Fläche Otterbach durchgeführt. Dabei ging es um die räumliche Verteilung der Sonneneinstrahlung sowie die Bilanzierung der Wasser-, Nährstoff- und Spurengasflüsse.

Die ertragskundlichen Kennwerte der Kontrollparzellen Neuhaus, die repräsentativ für die waldbauliche Ausgangssituation stehen, kennzeichnen die 90- bzw. 104-jährigen Fichtenaltbestände mittlerer Bonität als vorrats- und starkholzreich mit noch beachtlichen laufenden Volumenzuwächsen (Tab. 2). Durchschnittliche Kronenanteile von über 40 % und

h/d-Werte zwischen 60 und 70 waren Ausdruck einer noch befriedigenden Einzelbaumstabilität, jedoch führte Rotfäule aufgrund alter Schältschäden und früherer Kronenbrüche zu zunehmender Holzentwertung. Bereits bei Versuchsbeginn hatten 50 % (Parz. 1) bis 70 % (Parz. 4) des Vorrates bzw. 38 % bis 55 % der Stammzahl eine Zielstärke von 45 cm Brusthöhendurchmesser (Bhd) erreicht bzw. teils deutlich überschritten (Messpunkt bei 1,8 m und Umrechnung auf Bhd nach [10]).

Die Hiebsmaßnahmen Kahlschlag, Außensaum, Vorbereitungshieb im Innensaum sowie Zielstärkennutzung einschließlich Rückegassenanlage zur Anlage der Versuche erfolgten im Herbst 2003. Die Abnutzung der Säume bzw. der Zielstärkennutzungen wurde im Frühjahr 2009 planmäßig fortgeführt (siehe Abb. 1). Die nächsten Eingriffe sind wiederum im 5-Jahresturnus vorgesehen.

Die Bepflanzung der Flächen mit Buche und Douglasie erfolgte nach Flächenräumung Ende April 2004 mit der Rhodener Pflanzhaue. Bei der Buche handelte es sich um geprüftes Vermehrungsgut der Herkunft „Schimmerwald“, bei der Douglasie um Importsaatgut aus den USA mit der Herkunftsbezeichnung „Washington, Forks“. Bereiche mit sicher etablierter Fichten-Naturverjüngung wurden nicht bepflanzt. Auf die Pflanzung folgte im Mai eine kühl-feuchte Witterung, sodass sich ein sehr guter Anwuchsfolge einstellte. Die Verteilung der Baumarten bzw. Pflanzverbände auf den Kernflächen der Hiebsvarianten erfolgte mit Ausnahme der Fichtennaturverjüngung innerhalb der durch Rückegassen begrenzten Unterflächen zufällig (Abb. 1).

Tab. 1: Charakterisierung der Versuchsflächen

	Neuhaus, Abt. 2146/2149	Otterbach, Abt. 1273 a
Wuchsbezirk	Hoher Solling	Unterer Solling
Höhe ü. NN	ca. 500 m	ca. 300 m
Geländeform	Plateau bis schwach nach SW geneigter Hang	schwach nach NW geneigter Hang
Vegetationszeit	155 Tage	173 Tage
Temperatur Jahr/Vegetationszeit	6,5 °C/ 12,1 °C	7,5 °C/ 13,4 °C
Niederschlag Jahr/Veg.-zeit	1 050 mm/470 mm	900 mm/420 mm
Bodentyp	pseudovergleyte Braunerde	pseudovergleyte Braunerde
Ausgangssubstrat	Buntsandsteinverwitterungsmaterial mit schluffig-lehmigen Lössdecken, im tieferen Untergrund teilweise tonige Schichten	wie Fläche Neuhaus; tonige Schichten im Untergrund etwas stärker ausgeprägt
Nährstoff- u. Wasserversorgung	mesotroph, vorratsfrisch	gut mesotroph, frisch
Humusform	feinhumusreicher Moder	feinhumusreicher Moder
Ausgangsbestand	90-j. bzw. 104-j. Fichtenreinbestand	84-j. Fichtenreinbestand
Hiebsformen (2fach wiederholt)	– Kahlschlag – Kontrolle (Nullfläche) – Saumschlag – Zielstärkennutzung	– Kahlschlag – Kontrolle (Nullfläche) – Zielstärkennutzung
Verjüngung	Dgl (2+1) 30/60, Verband 3 x 2 m Buche (2+0) 30/50, Verbände: 1 x 1 m, 2 x 1 m u. 2 x 2 m Fichten-Naturverjüngung	wie Fläche Neuhaus

Tab. 2: Ertragskundliche Kennwerte der Fichtenreinbestände der Versuchsfläche Neuhaus vor Versuchsbeginn (Kontrollparzellen 1 und 4)

	Alter	Stammzahl	d <sub>100</sub>	h <sub>100</sub>	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	Vorrat	B°	Ekl.	Lkl.	lfd. Zuw. (2004 - 2009)
	[a]	[je ha]	[cm]	[m]	[cm]	[m]	[Vfm/ha]				[Vfm/ha*a]
Parzelle 1	90	319	51,9	31,3	43,9	30,0	611	1,1	1,6	11	12,6
Parzelle 4	104	316	56,2	32,8	47,3	31,2	725	1,2	1,7	11	11,9

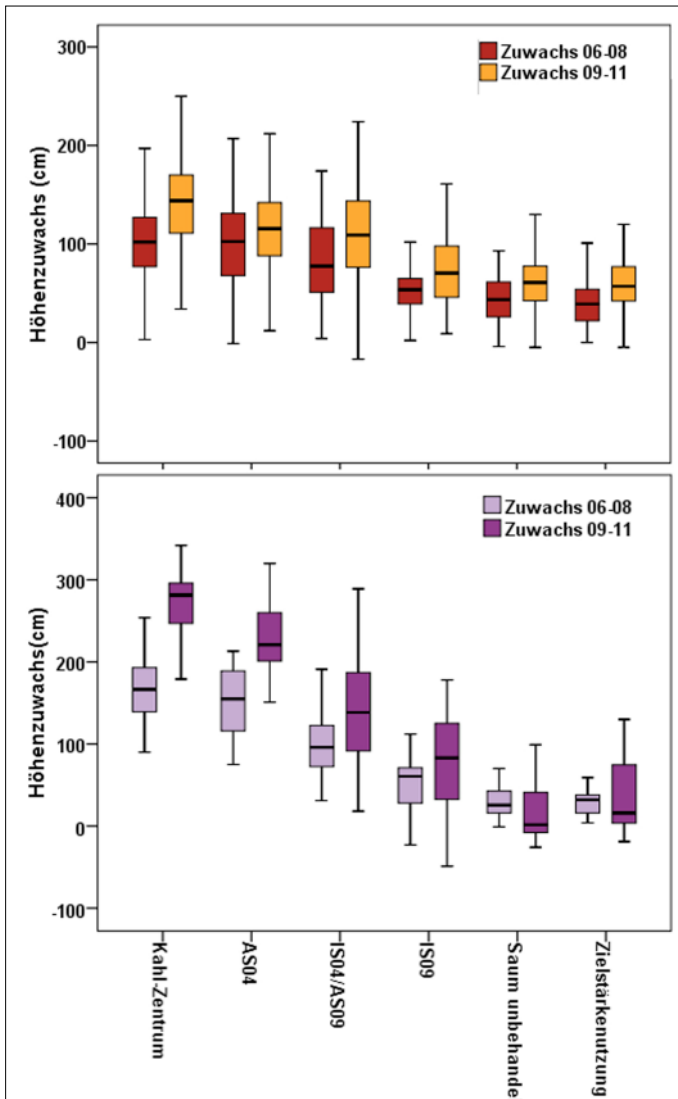


Abb. 4: Höhenzuwächse der Buche (oben) und der Douglasie (unten) in Abhängigkeit von Hiebsform und Hiebsfortschritt (negative Werte durch Rücktrocknen)

der Zielstärkennutzung. Bei der Douglasie waren die höchsten Ausfälle mit 30 % auf der Kahlschlagsfläche (Außensaum 27 %) zu beobachten. Diese für beide Baumarten vergleichsweise geringen Abgänge sind überwiegend darauf zurückzuführen, dass sich auf der Kahlfeldfläche und im Außensaum sehr schnell Weichlaub-bäume (Eberesche, Weide, Aspe, Birke) etabliert hatten, die Frostschutz boten und für ein ausgeglicheneres Mikroklima während trocken-heißer Witterungsperioden sorgten.

Für die Zuwachsperioden 2006 bis 2008 – zwei Jahre nach Versuchsanlage bis zum zweiten Hieb (vgl. Abb. 1) – und 2009 bis 2011 – nach dem zweiten Hieb – zeigten Douglasie und Buche die besten Wuchsleistungen auf der Kahlfeldfläche sowie im 2003 angelegten Außen- und Innensaum (Abb. 4). Die Douglasie reagierte auf ein höheres Lichtangebot mit einer größeren Zunahme des Höhen- und Durchmesserwachstums als die Buche, wobei sich dieser Effekt mit zunehmendem Alter verstärkte. Selbst im 2009 vorbereiteten Innensaum konnten viele Douglasien, trotz vorausgegangener, dichter Überschirmung, noch kräftig zulegen. Die Pflanzen profitierten erheblich von dem zusätzlichen Seitenlicht nach Abnutzung des vorgelagerten Außensaumes. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen PETRITAN et al. [4] bei lichtökologischen Untersuchungen auf der gleichen Versuchsfläche.

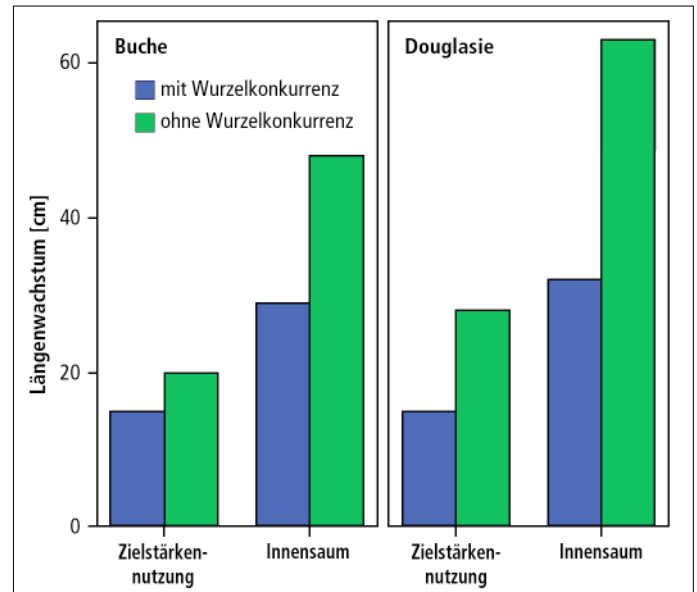


Abb. 5: Höhenzuwachs von Buche und Douglasie in der Vegetationsperiode 2008 in Zielstärkennutzung (ZSN) und Innensaum mit und ohne Altfichtenwurzelkonkurrenz ([5] verändert)

Bei längerer, dichter Überschirmung und ohne Seitenlicht (unbehandelter Saum, Zielstärkennutzung) blieb das Wachstum der Douglasie gegenüber der Buche hingegen auffallend zurück. Die Douglasien wiesen hier häufig eine sehr schütterere Benadelung auf oder waren zurückgetrocknet, wodurch sich die beobachteten Zuwachsrückgänge erklären lassen. Die Fichtennaturverjüngung (nicht abgebildet) zeigte ein mit der Douglasie weitgehend vergleichbares Reaktionsmuster.

Vom Pflanzverband abhängige Differenzierungen konnten bei der Buche bislang nicht nachgewiesen werden. Besonders die vorangebauten Buchen, in einem geringeren Ausmaß auch die Douglasie, litten zuletzt auf dem Kahlschlag und im Außensaum zunehmend unter starker Konkurrenz durch Weichlaub-bäume. Daher wurden im Sommer 2011 alle Weiden, Aspen und Birken mit Ausnahme der konkurrenzschwächeren Eberesche im Rahmen einer Läuterung entfernt.

Ob und in welchem Ausmaß sich neben den Beleuchtungsverhältnissen auch Altholzwurzelkonkurrenz auf das Wachstum vorangebauter Buchen und Douglasien auswirkt, wurde von PETRITAN et al. [5] untersucht. Hierzu wurden in Teilbereichen der Hiebsvariante „Zielstärkennutzung“ und im aufgelockerten Innensaum Wurzeltrenngräben gezogen und so die Konkurrenz der Altfichtenwurzeln ausgeschaltet. Dies führte zu einer signifikanten Erhöhung der Bodenwassergehalte und zu einer Verbesserung der Nährstoffversorgung der jungen Buchen und Douglasien. Besonders in der vergleichsweise niederschlagsarmen Vegetationsperiode 2008 reagierten die Pflanzen gegenüber der unbehandelten Kontrolle mit deutlich höheren Durchmesser-, Höhen- und Biomassezuwächsen. Diese fielen unter den günstigen Beleuchtungsverhältnissen im Innensaum für beide Baumarten größer aus. Die Douglasie reagierte auf die Beseitigung der Wurzelkonkurrenz mit einer Zunahme des Längenwachstums bereits bei dem deutlich niedrigeren Strahlungsniveau in der Hiebsvariante „Zielstärkennutzung“ und durchweg stärker als die Buche (Abb. 5).

### Untersuchungen zur Ökologie und zum Stoffhaushalt

In der Diskussion um Kahlschläge werden häufig die damit verbundenen Nährstoffverluste angeführt, die zu einer Verringerung der

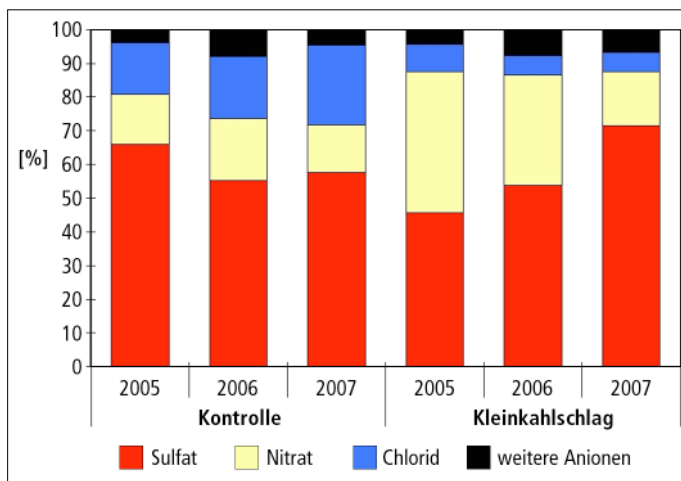


Abb. 6: Anteile von Chlorid, Nitrat und Sulfat an der Summe der Anionenäquivalente im Bodenwasser von Fichtenaltbestand (Kontrolle) und Kleinkahlschlag

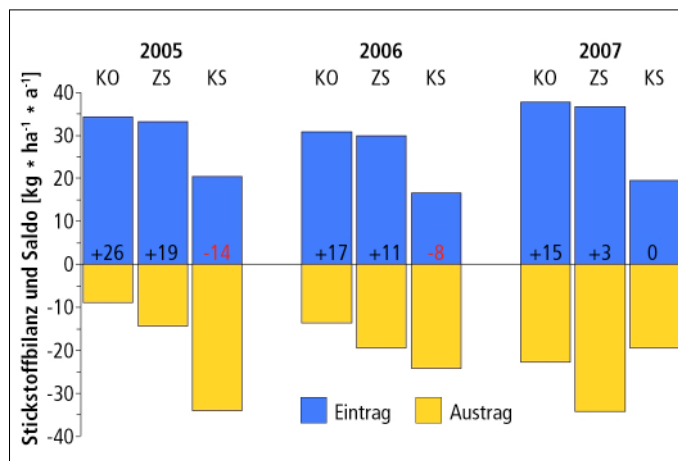


Abb. 7: Stickstoffeintrag (blau), -austrag als Nitrat (gelb) und -bilanz im unbehandelten Fichtenaltbestand (Kontrolle, KO), Zielstärkennutzung (ZS) und Kleinkahlschlag (KS). Die Bilanz ist als Zahl (kg N/ha/a) in den Säulen oberhalb der Null-Linie angegeben.

Leistungsfähigkeit der Standorte führen können. Als Hauptgründe für die Verluste gelten hohe Stickstoff-Mineralisationsraten, fehlende oder nur geringe Nährstoffaufnahme durch die Vegetation und in der Folge hohe Nitratausträge mit dem Sickerwasser, die möglicherweise auch die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen. Getrieben werden diese Prozesse vom Energie- und Wasserhaushalt. Dieser unterliegt auf Kleinkahlschlägen im Gegensatz zu großen Kahlfächen infolge der Randeffekte einer bemerkenswerten räumlichen Differenzierung.

#### Wärmehaushalt

Die Einstrahlung in den Randbereichen von Kleinkahlschlagsflächen hängt von der Exposition und der Höhe des Bestandesrandes sowie von der sich im Laufe des Jahres ändernden Höhe des Sonnenstandes ab. Besonders ausgeprägt war der räumliche Gradient der Bodentemperaturen im Sommer, wo die Schattenwirkung des Altbestandes im Südosten am weitesten auf den Kleinkahlschlag reichte, während der angrenzende Bestand im Nordwesten am stärksten untersonnt wurde. Das „klimatische Kahlschlagszentrum“ umfasste demnach nur etwa die Hälfte der Fläche des Kleinkahlschlages.

In Kombination mit den von FRÖHLICH und KLINCK [1] modellierten CO<sub>2</sub>-Freisetzungsraten wurden in den ersten drei bis vier Jahren nach dem Kahlhieb im zentralen Kahlschlagsbereich schätzungsweise ca. 800 kg Kohlenstoff (C) je ha und Jahr und im Übergangsbereich ca. 300 kg C je ha und Jahr mehr veratmet als im Altbestand. Bei einem C:N-Verhältnis von 20 entspräche dies einer Freisetzung von ca. 40 kg Stickstoff (N) je ha und Jahr im klimatischen Kahlschlagszentrum bzw. 15 kg N je ha und Jahr in den Übergangsbereichen an den Kahlschlagsrändern.

#### Wasserhaushalt und Spurengase

Bedingt durch die anfangs nur spärliche Bodenvegetation verringerte sich die Verdunstung im Zentrum wie auch im Südosten des Kleinkahlschlages zunächst deutlich gegenüber dem Altbestand. So lag hier die Sickerwasserrate im zweiten Jahr nach Anlage um 70 bis 85 % über der des unbehandelten Altbestandes. Die hohen Bodenwassergehalte und der damit verbundene partielle Sauerstoffmangel wirkten sich nachteilig auf den Spurengashaushalt aus. So waren im ersten Jahr nach dem Kahlhieb die Lachgas-Emissionen um das Fünffache höher, die Aufnahme von Methan um das Sechsfache niedriger als im Altbestand.

stand. Hinsichtlich dieser klimawirksamen Spurengase muss der Kleinkahlschlag demnach zumindest anfangs als ungünstig beurteilt werden.

#### Nährstoffhaushalt

Der Nährstoffaustrag mit dem Sickerwasser war entgegen der landläufigen Erwartung in erster Linie nicht vom Nitrat, sondern vom Sulfat gesteuert. Der Sulfat-Schwefel im Boden stammt aus der Zeit des „sauren Regens“. Er stellt das mengenmäßig wichtigste negativ geladene Ion in der Bodenlösung dar (Abb. 6) und treibt den Verlust von den Nährstoffen Kalium, Calcium und Magnesium (positiv geladene Ionen) in weit stärkerem Maße an als das Nitrat. Selbst im zweiten Jahr (2005) nach dem Kahlhieb war der Beitrag des Sulfats am Austrag der genannten Nährstoffe höher als der des Nitrats.

Dabei zeigte die Stickstoffbilanz des Kahlhiebs im zweiten bis vierten Jahr (2005 bis 2007) deutlich verringerte Einträge bei zunächst hohen Austrägen (Abb. 6). Durch die sich besonders ab dem 3. Jahr üppig entwickelnde Schlagflora war der Saldo aber alsbald ausgeglichen. Die Zielstärkennutzung, im Beobachtungszeitraum erst am Anfang des geplanten Verjüngungszeitraums von 20 Jahren, verhielt sich zunächst ähnlich wie der nicht behandelte Altbestand und zeigte im Vergleich zu diesem nur moderat verringerte Einträge bei anfangs erwartungsgemäß geringeren Austrägen als der Kleinkahlschlag. Auf das besonders regenreiche Jahr 2007 reagierten Zielstärkennutzung und Kontrolle allerdings mit deutlich erhöhten Austrägen, während der Kleinkahlschlag seinen Saldo entgegen diesem Trend weiter konsolidierte.

Auch in den Folgejahren 2008 bis 2011 blieben auf dem Kleinkahlschlag die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser deutlich unter denen des nicht behandelten Altbestandes (Kontrolle, s. Abb. 8). ▶

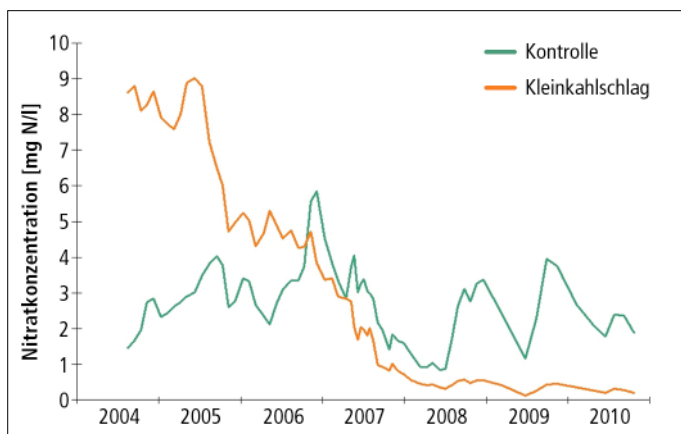


Abb. 8: Nitratkonzentrationen im Sickerwasser von Kleinkahlschlag und unbehandeltem Altbestand (Kontrolle)



Abb. 9: Gute Entwicklung der vorangebauten Buchen im Innensaum

Foto: D. Müller

## Zusammenfassende Bewertung

Von der Fichte wissen wir, dass das Windwurf- und Waldschadensrisiko mit der Baumhöhe und dem Alter steigt [11], in höherem Alter geschlossene Bestände mit wenig aufgerautem Kronendach und intaktem Stützgefüge weniger gefährdet sind [12], abholzige Bäume mit großen Kronen dem Sturm eine größere Angriffsfläche bieten [8] und dass in der Vergangenheit bei Missachtung dieser Zusammenhänge und zu starken Eingriffen schon viel Lehrgeld gezahlt wurde [9]. Zielstärkennutzungen sind daher kein schematisch und uneingeschränkt anwendbares Verfahren zur Abnutzung und Überführung von Fichtenreinbeständen. In jedem Fall müssen sie gründlich vorbereitet werden, wobei das Vorgehen im Einzelfall der örtlichen Bestandesstabilität, dem Standort [6] und dem Verjüngungsziel anzupassen ist.

Bei Ausgangsbeständen mit hohen Zielstärkenanteilen und fortschreitender Holzentwertung durch Rotfäule wie im Versuch Neuhaus führte eine Zielstärkennutzung nicht zur Verbesserung der Sortimentszusammensetzung und damit auch nicht zu höheren Holzerlösen. Gleichzeitig wurden durch die ersten Eingriffe mit einzelstammweiser Nutzung kein ausreichendes Strahlungsangebot und keine flächenhaft wirksame Reduktion der Altholzwurzelkonkurrenz für die vorangebauten Douglasien bzw. die Fichtennaturverjüngung erreicht [5]. Dagegen gewährleistete der Saumschlag unter Beachtung der Bestandeslagerung und räumlichen Ordnung ei-

nen effektiven und sicheren Vorratsabbau und zugleich im Innen- und Außensaum optimale Bedingungen für die Etablierung der stärker lichtbedürftigen Baumarten Douglasie und Fichte. Auch die schattentolerantere Buche zeigte bisher im Saum ein besseres Wachstum als in der Variante Zielstärkennutzung. In starkholzreichen Fichtenbeständen bietet sich daher ein räumlich strenger geordnetes, zoniertes Vorgehen mit Säumen in einer Tiefe von ein bis zwei Baumängen bzw. eine saumfemalartige Hiebsform an (vgl. [7]).

Demgegenüber erlauben stabile Fichtenbestände mit zunächst geringen Zielstärkenanteilen einen gestreckten Nutzungs-, Verjüngungs- und Umbauzeitraum von mehreren Jahrzehnten. Das trifft auf einen großen Teil der bundesweit großflächig vertretenen, heute 60- bis 70-jährigen Bestände zu, deren Struktur und Pflegezustand den rechtzeitigen Einstieg in eine einzelstammweise Abnutzung ermöglichen. Die Zielstärkennutzung, anfangs ggf. noch mit einer Vorratspflege kombiniert, sollte hier in Intervallen von 3 bis 6 Jahren mit Hiebsmassen von nicht mehr als 60 bis 70 Fm/ha je Eingriff erfolgen. Mit fortschreitender Zielstärkennutzung etabliert sich oftmals Fichtennaturverjüngung. Ist diese standortsgemäß, wird sie in den Folgebestand integriert. Die gewünschten Mischbaumarten werden unter Beachtung ihrer Lichtansprüche eingebracht. Für die lichtbedürftigere und von Altholzwurzelkonkurrenz stärker betroffene Douglasie bieten sich Störungslöcher und bereits lichtere Partien an, in deren Umfeld der Voranbau gezielt durch die Steuerung des Seitenlichtes gefördert wird. Dazu werden hier neben zielstarken Bäumen auch schwächere Fichten des Altbestandes entnommen, die aufgrund schlechter Qualität oder Vitalität keinen weiteren Wertzuwachs erwarten lassen. Die Buche entwickelt Konkurrenzvorteile in den noch dichter übershirmten Bereichen.

Der Kahlschlag wurde in der jüngeren forstpolitischen und waldbaulichen Diskussion oft pauschal geächtet. Die Kritiker beriefen sich dabei i. d. R. auf Untersuchungen großflächiger Abtriebe in Skandinavien oder Nordamerika. Dagegen zeigt die vorliegende Untersuchung der Hiebsformen bei Fichte im Solling ebenso wie bereits die breit angelegte Arbeit von Wittich [14] bei Kiefer und Fichte auf verschiedenen Standorten Norddeutschlands, Hessens und Thüringens, dass die Auswirkungen kleinerer Kahlschläge differenziert zu betrachten sind. Sie stehen stets im Kontext der Bodeneigenschaften, der klimatischen Verhältnisse, der waldbaulichen Ausgangslage sowie der aktuellen

und früheren luftbürtigen Stoffeinträge. So war nach dem Kahlhieb im Solling nicht der Stickstoff der Hauptverursacher von Nährstoffverlusten mit dem Sickerwasser, sondern der im Boden aufgespeicherte Sulfat-Schwefel, der erst allmählich gelöst wird und den Kalium-, Calcium- und Magnesiumaustrag antreibt. Insgesamt gaben die Untersuchungen der initialen Phase für den Standort im Solling keine Hinweise darauf, dass der Kleinkahlschlag anhaltende und gravierende Belastungen für das Ökosystem selbst und dessen Umwelt verursacht. Grundsätzlich sind damit flächigere Abnutzungsformen wie Kleinkahlschläge und Saumschläge auch aus der Sicht des Stoffhaushaltes nicht pauschal abzulehnen. Waldbaulich bieten Kahlschläge nach wie vor eine Möglichkeit für den Umbau labiler Fichtenbestände auf Standorten mit Wasserüberschuss, Flachgründigkeit oder extremer Windwurfgefährdung sowie bei sehr unbefriedigenden Bestandesstrukturen (geringe Differenzierung, hohe h/d-Werte, kleine Kronen). Besonders gilt dies für die Überführung nicht standortsgemäßer Fichtenbestände in standortsgemäße Eichenbestände, weil die Eiche sehr hohe Lichtansprüche hat, eng und im Zaunschut erwachsen muss und die hohen Investitionen nicht durch Windwurf gefährdet werden sollten.

### Literaturhinweise:

- [1] FRÖHLICH, D.; KLINCK, U. (2011): Beiträge zu Stoff-, Energie- und Wasserhaushalt nach Kahlschlag. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften. Saarbrücken. ISBN: 978-3838119090. [2] KLINCK, U.; FRÖHLICH, D.; MEIWES, K. J.; BEESE, F. (2013): Entwicklung der Stoffein- und -austräge nach einem Fichten-Kleinkahlschlag. Forstarchiv 84. Jg., Nr. 3., S. 93-101. [3] V. LÜPKE, B.; SPELLMANN, H. (2010): Jugendwachstum gepflanzter Buchen und Douglasien nach Kahlschlag, Saumschlag und Zielstärkennutzung im Fichtenvorbestand. Abschlussbericht für die DFG im Projekt AZ. LU452/9-1. [4] PETRITAN I. C.; V. LÜPKE, B.; PETRITAN, A. M. (2010): Einfluss unterschiedlicher Hiebsformen auf das Wachstum junger Buchen und Douglasien aus Pflanzung. Forstarchiv 81. Jg., S. 40-52. [5] PETRITAN, I. C.; V. LÜPKE, B.; PETRITAN, A. M. (2011): Effects of root trenching of overstorey Norway spruce (*Picea abies*) on growth and biomass of underplanted beech (*Fagus sylvatica*) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) saplings. European Journal of Forest Research, 130. Jg., S. 813-828. [6] REDDE, N.; V. LÜPKE, B. (2004): Untersuchung zum Windwurfisiko bei einzelstammweiser Holzernte in Fichtenaltbeständen auf gut durchwurzelbaren Böden im Solling/Niedersachsen. Forst und Holz, 59. Jg., Nr. 6, S. 270-277. [7] RICHTER, J. (1995): Der Übergang zur Zielstärkennutzung in gleichaltrigen Fichtenbeständen. Forst und Holz, 50. Jg., Nr. 12, S. 414-415. [8] RICHTER, J. (1996): Sturmschäden in Fichtenbeständen. AFJZ, 167. Jg., S. 234-238. [9] RICHTER, J. (2003): Wurf- und Bruchschäden in Fichtenbeständen. Forstarchiv 74. Jg., S. 166-170. [10] SCHMIDT, M. (2001): Prognosemodelle für ausgewählte Holzqualitätsmerkmale wichtiger Baumarten. Diss. an der Univ. Göttingen. 302 S. [11] SCHMIDT, M.; HANEWINKEL, M.; KÄNDLER, G.; KUBLIN, E.; KOHNLE, U. (2010): An inventory-based approach for modeling single-tree storm damage – experiences with the winter storm of 1999 in southwestern Germany. Can. J. For. Res., 40. Jg., S. 1636-1652. [12] THOMASIU, H. (1988): Stabilität natürlicher und künstlicher Waldökosysteme sowie deren Beeinflussbarkeit durch forstwirtschaftliche Maßnahmen (Fortsetzung und Schluß). AFZ, 43. Jg., Nr. 39., S. 1064-1068. [13] WIEDEMANN, E. (1936/1942): Fichten-Ertragstafel, mäßige Durchforstung. In SCHOBER (Hrsg.) (1987): Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Vlg., Frankfurt a. M., 3. erw. u. neu bearb. Auflage., S. 62-67. [14] WITTICH, W. (1930): Untersuchungen über den Einfluß des Kahlschlages auf den Bodenzustand. Mitt. aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft, 4. Jg., S. 438-506.