

## **Die Kiefer - ein Auslaufmodell?**

- Beiträge für eine zielgerichtete Entwicklung -

Scots pine: an outdated species?

- Contributions to a focused development -

*Hermann Spellmann*

### **Zusammenfassung**

Die gemeine Waldkiefer ist die Charakterbaumart des norddeutschen Tieflandes. Sie galt in den letzten beiden Jahrzehnten aufgrund ihres Leistungspotenzials und ihrer Ertragsaussichten als „Auslaufmodell“. Ihre gute ökologische Anpassung an die zu erwartenden Klimaänderungen werden ihr aber auch in Zukunft einen bedeutenden Flächenanteil sichern. Zur besseren standörtlichen Zuordnung des Kiefernbaus wird eine Weiterentwicklung der Ökogramme um eine klimatische Dimension in Form der klimatischen Wasserbilanz vorgeschlagen. Kiefernbestände sollten in Zukunft i. d. R. nur noch natürlich verjüngt werden. Für den Voranbau anderer Baumarten in Kiefernbeständen werden Entscheidungshilfen gegeben. Zur Sicherung der Flächenproduktivität wird die Bedeutung einer gestaffelten Durchforstung mit starken Eingriffen in der Jugend und danach abnehmender Durchforstungsstärke anhand von Versuchsergebnissen und Simulationsrechnungen dargestellt. Z-Baum-Zahlen von anfänglich 150 – 250 Stck./ha tragen zur Senkung der Produktionsrisiken und zur Erhöhung der Wert-

leistung bei. Angesichts der Versorgungsengpässe beim Kiefern-Industrieholz werden die Möglichkeiten und Grenzen der Vollbaumnutzung aufgezeigt.

**Stichworte:** Kiefer, Anbaueignung, Klimawandel, Verjüngung, Bestandespflege, Vollbaumnutzung

## Abstract

Scots pine is a characteristic tree species of the lowlands in northern Germany. In the last two decades Scots pine has been labelled an outdated species because of its production potential and expected yield. However, the ability of Scots pine to ecologically adapt to the anticipated climate changes will ensure it a notable place in forests in the future. To improve site selection for Scots pine plantations, the ecogramme needs to be developed further to account for climate by incorporating climatic water balance. In future, Scots pine stands should be regenerated only naturally as a rule. Guidance is given to assist decisions about underplanting other tree species in Scots pine stands. To ensure stand productivity, the importance of a staggered thinning regime, comprising a heavy thinning in the early growth phase followed by thinning operations declining in intensity in accordance with results from study sites and simulations, is presented. An initial future crop tree number of 150 to 250 will help reduce the production risks and increase the production value. In view of bottlenecks in the supply of Scots pine industrial wood, opportunities and limitations of utilising the whole tree are shown.

**Key words:** Scots pine, plantation suitability, climate change, regeneration, forest tending measures, whole-tree utilisation

## 1 Ausgangssituation

Die Gemeine Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) ist die Charakterbaumart des norddeutschen Tieflandes. Nach den Ergebnissen der zweiten Bundeswaldinventur (BMVEL 2004) erreicht ihr Anteil an der Waldfläche in Brandenburg 71,5 %, in Sachsen-Anhalt 44,7 %, in Mecklenburg-Vorpommern 38,6 %, in Sachsen 30 % und in Niedersachsen immerhin noch 29,4 % (s. Abb. 1). Insgesamt bedecken Kiefernwälder 2,467 Millionen Hektar in Deutschland. Dies entspricht einem Baumartenanteil von 23,3 %. Die Anteile am Gesamtvorrat und am Gesamteinschlag fallen mit 20,8 % bzw. 19,9 % geringer aus. In diesen Zahlen kommt die vergleichsweise geringe Ertragskraft der Kiefernwälder zum Ausdruck, aber auch der unausgeglichene Altersklassenaufbau mit einem deutlichen Überhang an 41 - 60-jährigen Beständen aus den Aufforstungen nach dem 2. Weltkrieg. Demgegenüber wurden in den letzten Jahren nur wenige Kiefernbestände neu begründet.

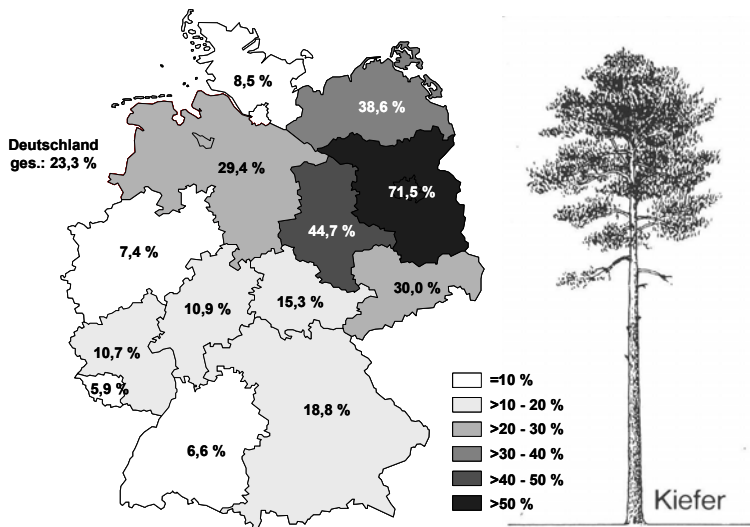


Abbildung 1: Anteil der Baumartengruppe Kiefer an der Waldfläche der Bundesländer

Der zurückgefahrne Kiefernabau ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Zum einen sind die Erholung vieler ehemals devastierter Standorte durch ihre Bestockung mit Kiefer in der ersten bzw. zweiten Waldgeneration und die Stickstoffeinträge aus der Luft zu nennen. Sie ermöglichen heute vielerorts einen Baumartenwechsel von der genügsamen Kiefer zu anspruchsvolleren Baumarten. Zum anderen haben sich die waldbaulichen Präferenzen verändert. Mit Einführung der naturnahen Waldwirtschaft in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde vornehmlich die Buche gefördert, um die Naturnähe zu erhöhen. Schließlich sprachen auch insbesondere ökonomische Gründe gegen die Kiefer, denn im Vergleich zu den anderen Hauptbaumarten schnitt sie in Waldreinertragskalkulationen der letzten 30 Jahre fast immer schlechter ab als Eiche, Buche, Fichte und vor allem gegenüber der ertragsstarken und ebenfalls relativ genügsamen Douglasie (SPELLMANN 2004). Erst im Jahre 2006 wiesen die Reinertragskalkulationen auf der Basis der Kosten- und Erlösstatistik der Niedersächsischen Landesforsten für die Kiefernbetriebsklasse erstmalig wieder einen Reinertrag in Höhe von 6,- €/ha\*a aus, der auf die gestiegenen Holzpreise insbesondere im Schwachholzbereich und den steigenden Anteil der hoch mechanisierten Holzernte zurückzuführen ist.

## 2 Waldbauliche Entwicklungsziele

### 2.1 Risikobegrenzung und Risikoverteilung

Eine neue Herausforderung für die Forstwirtschaft stellen die prognostizierten Klimaänderungen dar. Nach Modellberechnungen des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg auf der Basis des globalen Klimamodells ECHAM5 und des mittleren CO<sub>2</sub>-Emissionsszenarios A1B ist bis zum Ende dieses Jahrhunderts mit einem Anstieg der Jahresmitteltemperatur zwischen 2,5 °C und 3,5 °C zu rechnen (UBA u. MPI-M 2006). Die Jahresniederschläge bleiben danach in etwa gleich hoch, aber es verändert sich die Niederschlagsverteilung (s. Abb. 2). Die Winter werden nasser und die Sommer trockener. Witterungsextreme, wie die Flut 2002 oder die Dürre 2003, treten vermehrt auf. Als Folge können heute mittlere Standorte zu Grenzstandorten werden, der Standort-Leistungs-Bezug und damit die Konkurrenzkraft der Baumarten verschieben sich, Baumarten und Herkünfte mit einer breiten ökologischen Amplitude gewinnen an Bedeutung und die biotischen und abiotischen Waldschutzrisiken nehmen zu.

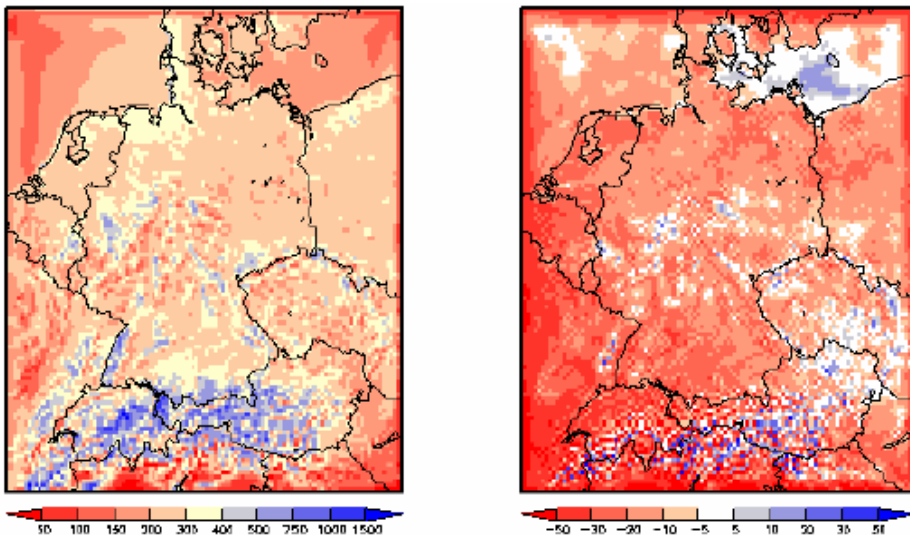


Abbildung 2: Links: Sommerniederschläge (mm) der Periode 1961-90; rechts: Niederschlagsveränderung im Jahresmittel 2071-2100 gegenüber dem Vergleichszeitraum 1961-90 (Regionales Klimamodell REMO, Szenario A1B) (UBA u. MPI-M 2006)

An die durch diese Projektionen vorausgesagten Klimaänderungen ist die Kiefer relativ gut angepasst. ELLENBERG (1996) charakterisiert sie folgendermaßen: „Trotz oder gerade wegen ihrer bescheidenen Lebensansprüche ist unsere gewöhnliche Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) Herrscherin und Partnerin verschiedenartigster

Pflanzengesellschaften geworden. In der Vielfalt der von ihr besiedelten Standorte übertrifft sie alle anderen Baumarten Mitteleuropas. Vom Rande der Tundra im hohen Norden und von der alpinen Waldgrenze, an der krüppelige Vorposten noch bei 2.250 m Höhe ü. M. ausharren, bis zu den wärmsten Tälern der Innentalen, von den ausgelaugten Sanden Nordeuropas bis zu den Kalkschottern des Alpenvorlandes, von föhngedörrten Felsgraten über frühjahrsfeuchte, aber sommertrockene Mergelhänge bis zu schwammnassen Hochmooren, überall finden Kiefern ein sonniges Plätzchen oder eine wenig umstrittene Lücke, um sich mit ihren weit fliegenden und rasch keimenden Samen anzusiedeln und trotz ihrer lichten Kronen auch zu behaupten.“

Die wesentlichsten ökologischen Eigenschaften der Kiefer lassen sich folgendermaßen zusammenfassen und bewerten:

- + unempfindlich gegenüber klimatischen Extremen (Frost u. Hitze)
- + geringe Nährstoffansprüche
- + unempfindlich gegenüber Wassermangel bzw. Wasserüberschuss
- + anpassungsfähig in der Durchwurzelung
- + sturmfest
- + häufige Samenproduktion mit effektiver Windverbreitung
- + Besiedlung von Freiflächen
- ± hohe Lichtansprüche
- hohes biotisches Risiko durch Pilze und Insekten

Mit dieser Ausstattung und vor dem Hintergrund des Klimawandels ergeben sich für die Kiefer wieder Chancen einer stärkeren Berücksichtigung bei der Baumartenwahl, um Risiken zu begrenzen bzw. zu verteilen.

Zur besseren standörtlichen Zuordnung der Baumarten bedarf es einer Weiterentwicklung der heute zweidimensionalen Ökogramme der Waldbauplanung, die auf der weitgehend qualitativen Ansprache der Nährstoffversorgung und des Wasserhaushaltes durch die Standortkartierung fußen. Sie müssen zum einen stärker quantitativ untermauert und zum anderen um eine klimatische Komponente ergänzt werden. Während sich die Wechselwirkungen zwischen Basensättigung, Verwitterung, Humusumsatz und Stoffeinträgen bisher nicht in einem quantitativen Indikator für die Nährstoffversorgung verdichten lassen, bietet sich zur Kennzeichnung der Wasserversorgung die nutzbare Feldkapazität an, die das pflanzenverfügbare Wasserangebot charakterisiert und sich über die Leitprofile der Standortkartierung berechnen lässt. Als klimatische Komponente kann die klimatische Wasserbilanz dienen, die die Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Verdunstung darstellt und somit die klimatischen Größen Niederschlag und Temperatur in sich vereint. Sie ist entscheidend für die Wiederauffüllung des

Bodenwasserspeichers, von der das Wachstum und Überleben der Baumarten unter Wasserstress abhängt. Mit diesen drei Variablen lässt sich ein Handlungsraum aufspannen, in den sich die Baumarten, Waldentwicklungstypen bzw. Betriebszieltypen einordnen lassen (s. Abb. 3).

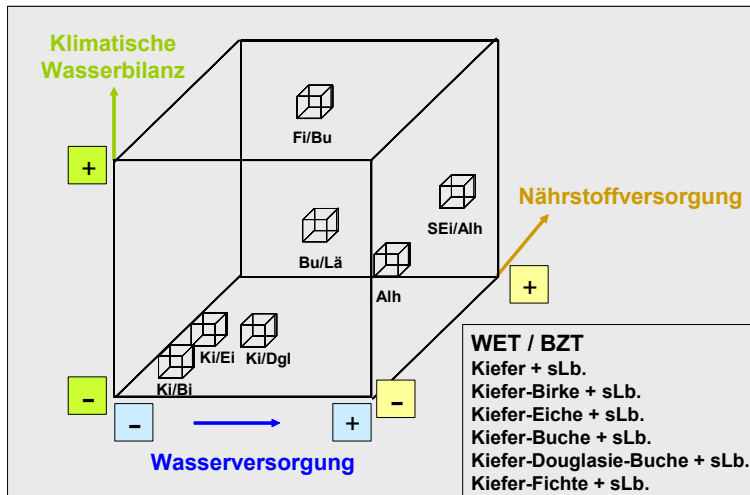


Abbildung 3: Dreidimensionales Ökogramm als Entscheidungshilfe für die Baumartenwahl

Der Anbauswerpunkt der Kiefer dürfte der subkontinentale, mäßig nährstoffversorgte Bereich mit einer großen Variation im Wasserhaushalt von staunass bis mäßig sommertrocken bleiben, wo sie ggf. in Konkurrenz zu den ebenfalls relativ gut an den Klimawandel angepassten Hauptbaumarten Eiche, Roteiche und Douglasie tritt.

## 2.2 Rationelle Verjüngung

In ihrer Wuchsleistung und Qualität befriedigende Kiefernbestände sollten in Zukunft nur noch natürlich verjüngt werden (vgl. HEINSDORF 1994; WALDHERR 1996; DOHRENBUSCH 1997; PETERSEN 2001). Dieses Vorgehen bietet erhebliche ökologische und ökonomische Vorteile gegenüber normalen Kulturen mit 8.000 – 10.000 Pflanzen/ha zur Erziehung von Wertholz bzw. 6.000 bis 8.000 Pflanzen/ha zur Begründung von Bauholzbeständen (SPELLMANN u. NAGEL 1992). Mit einer spontanen Kiefern-Naturverjüngung kann aber im Allgemeinen nicht gerechnet werden. Die dafür notwendigen Oberbodenzustände mit einer geringen Rohhumusaufgabe und einer lockeren Flechten-Astmoos-Bedeckung sind heute aufgrund der Stickstoffeinträge weitgehend verschwunden. Auf Standorten mit Vaccinium-, Deschampsia oder Molinia-Decken ist i. d. R. eine vorherige streifen- bzw. plätzweise Bodenbearbeitung unverzichtbar, während auf Standorten mit Reitgras-, Adlerfarn- oder Brombeerdecken eine Naturverjüngung ohne Voll-

umbruch bzw. Herbizideinsatz ausgeschlossen ist. Die Wahl der Hiebsform, ob Zielstärkennutzung, Femelschlag, Saumschlag oder Kahlschlag, hängt von der Wasserversorgung der Verjüngung (Vermeidung der Tellerwirkung), der Stabilität und Wertentwicklung der Altkiefern sowie von dem angestrebten Waldaufbau ab.

Bei den großflächig geplanten Voranbauten unter Kiefer sollte darauf geachtet werden, dass die Kiefer einen ausreichenden Altersvorsprung hat, denn sobald Buchen oder Douglasien in ihre Kronen vordringen, stockt sie im Zuwachs und erreicht nicht mehr ihr Produktionsziel. Bei II. Ertragsklasse sollte mit Buchen-Voranbauten bis zum Alter 60 Jahre, mit Douglasien-Voranbauten bis zum Alter 90 Jahre gewartet werden. Dies schließt nicht aus, dass diese Baumarten auf Löchern und in qualitativ unbefriedigenden Partien bereits früher eingebracht werden. In jedem Fall ist bei Voranbauten auf eine strenge räumliche Ordnung mit Erschließungslinien, Voranbau- und Fällungszonen zu achten, damit die Voranbau-Investitionen nicht durch Fällungs- und Rückeschäden wieder zunichte gemacht werden. Ebenso unverzichtbar ist eine Pflanzung der Folgebaumarten in ausreichend engen Verbänden. Dies belegen zahlreiche in ihrer Qualitätsentwicklung unbefriedigende Buchen-, Eichen- oder Douglasien-Voranbauten unter Kiefernaltholzschirm, wo der geringe Schirmdruck nur in einem begrenzten Maße den Seitendruck durch engere Pflanzverbände auszugleichen vermochte. In dem 1994 angelegten kombinierten Voranbau- und Verbandsversuch Unterlüß 1200 hat der Bestockungsgrad des Kiefernaltbestandes bisher keinen signifikanten Einfluss auf das Dickenwachstum der Versuchsbaumarten. Nur bei der Eiche lässt sich dieser Einfluss bei einem Bestockungsgrad von 0,8 absichern (s. Abb. 4).

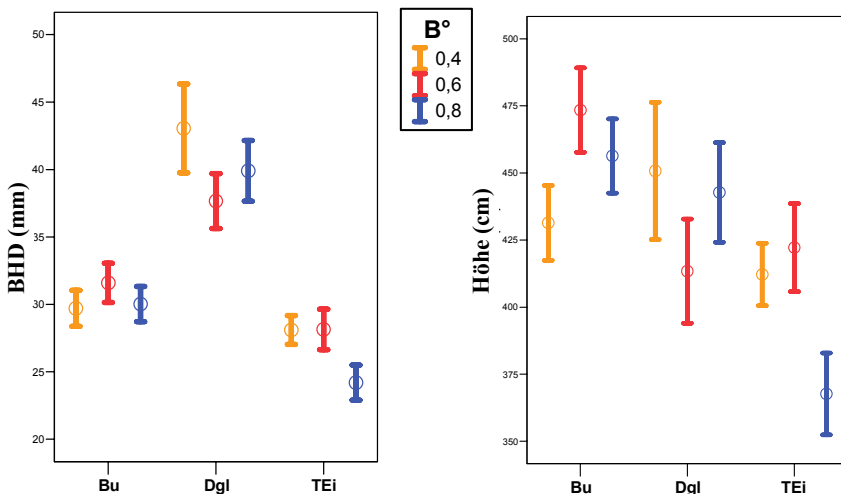


Abbildung 4: Durchmesser- und Höhenwachstum von Voranbauten in Abhängigkeit von der Überschirmung: Versuch Unterlüß 1200 – Bu 12-j., Dgl 13-j., TEi 11-j.

Bezüglich des Höhenwachstums bestehen abgesicherte Unterschiede bei den Laubbaumarten und in Abhängigkeit von der Überschildung, während die Douglasie keine Beeinflussung zeigt. Ein Verbandseinfluss auf die Qualitätsentwicklung zeichnet sich in dieser frühen Versuchsphase, in der sich die engsten Verbände (Dgl 3 x 1 m, Bu u. TEi 1,5 x 1 m) gerade schließen, erst langsam bei den Aststärken und der Astreinigung ab.

### 2.3 Sicherung der Flächenproduktivität

Vor dem Hintergrund der Globalisierung der Rohstoff- und Warenmärkte, der Verknappung fossiler Rohstoffe, der rasant steigenden Holznachfrage und der Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Nutzung zeichnen sich bereits heute Versorgungsengpässe und Verteilungsprobleme am Rohholzmarkt ab. Diese Entwicklungen zwingen zu einem Überdenken der Bestandesbehandlungsstrategien, die in den letzten beiden Jahrzehnten vornehmlich auf die Stabilität und Wertleistung von Einzelbäumen ausgerichtet waren und die Flächenproduktivität vernachlässigten.

Der Erfolg von Durchforstungen hängt wesentlich davon ab, dass der Wachstumsgang der Baumarten beachtet wird. In der Dickungsphase sollen Kiefern noch geschlossen erwachsen, sich ausdifferenzieren und im unteren Schaftabschnitt von Ästen reinigen. Die Stangenholzphase ist der Zeitpunkt, an dem sich bei der früh im Zuwachs kulminierenden Kiefer der Durchmesserzuwachs am wirksamsten durch Freistellung anregen und auf die bestveranlagten Bäume konzentrieren lässt. Dies belegen zahlreiche Untersuchungen von HUSS (1983, 1995 u. 1999); SPELLMANN 1994; CHROUST (1997 zit. nach MRAZEK 2001); HARTIG (1998) oder LOCKOW (2000). Auch schematische Eingriffe haben einen positiven Einfluss auf die Bestandesentwicklung (vgl. MERKER u. RIECKMANN 1992; SPELLMANN u. CASPARI 1993; SPELLMANN 1996). In dem bei ca. 8 m Oberhöhe angelegten Kiefern-Läuterungsversuch Fuhrberg 239 mit zahlreichen schematischen und selektiven Eingriffsvarianten stieg der Grundflächenzuwachs der Z-Bäume mit der Eingriffsstärke und erreichte bei den Behandlungen Mulchen jeder 6. bzw. 4. Reihe + Ausleseläuterung zugunsten von 300 Z-Baum-Anwärttern pro Hektar 154 bzw. 171 % der Nullfläche. Diese kombinierten Eingriffe schnitten besser ab, weil durch die Mulchgassen nicht nur der Durchmesserzuwachs der unmittelbaren Randbäume entlang der Gassen gefördert wurde, sondern mit nachlassender Intensität auch derjenige der Bäume in den sich anschließenden Reihen (SPELLMANN 2002).

Bei der Entwicklung von Pflegekonzepten ist weiter zu bedenken, dass der Pflegeeffekt bei herrschenden Bäumen größer ist als bei vorherrschenden Bäumen. Dies erklärt sich aus der schlechteren Standraumökonomie vorherrschender Bäume. Sie benötigen eine größere Kronenschirmfläche, um den gleichen Durchmesserzuwachs je Quadratmeter Kronenschirmfläche zu leisten. Diesen bereits von WOHLFARTH (1935), VANSELOW (1951), MAGIN (1952) oder KENNEL (1966)



beschriebenen Zusammenhang bestätigten auch die Auswertungen des Kiefern-Durchforstungsversuches Chorin 97 durch LOCKOW (1999) und DEGENHARDT (2000). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, bei Durchforstungen im Herrschenden stets die individuelle Pflegebedürftigkeit der zu fördernden Bäume zu berücksichtigen. Zudem ist es für eine realistische Einschätzung des Zuwachsverhaltens nach Durchforstungen wichtig, das von ASSMANN (1961) beschriebene Phänomen des Wuchsbeschleunigungseffektes nach starken Eingriffen zu berücksichtigen, der nur vorübergehend wirkt. Dies spricht für frühzeitig starke Eingriffe in der Jugend mit Übergang zu mäßigen und später schwachen Eingriffen im Sinne einer gestaffelten Durchforstung. Die Richtigkeit dieses Vorgehens spiegelt sich auch in dem über 100 Jahre beobachteten Kieferndurchforstungsversuch Romrod 1007 B wieder (s. Abb. 5). Die Entwicklung des relativen Durchmesserzuwachses der Versuchsvarianten schwache, mäßige und starke Niederdurchforstung im Verhältnis zum langjährigen Versuchsmittel fällt mit dem Alter deutlich ab.

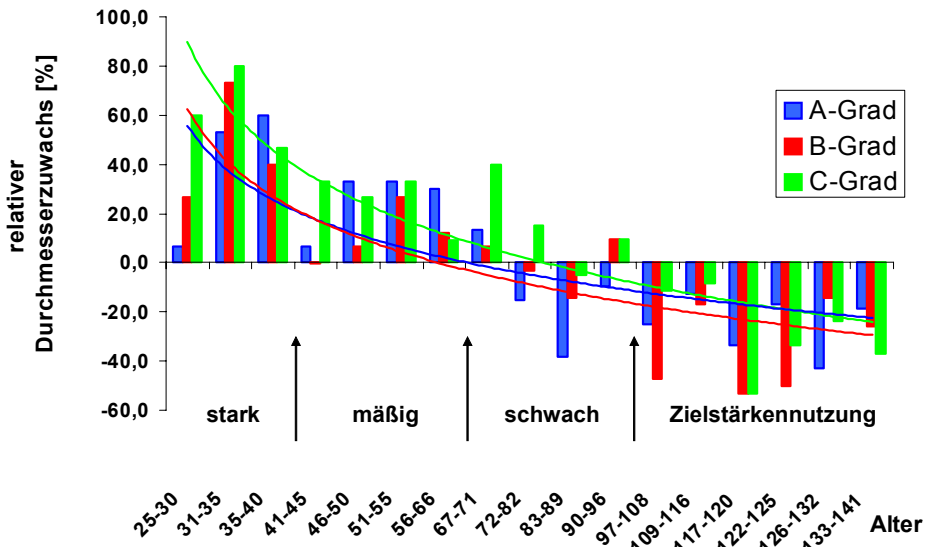


Abbildung 5: Entwicklung des relativen Durchmesserzuwachses der Versuchsvarianten im Verhältnis zum Versuchsmittel - Kieferndurchforstungsversuch Romrod 1007 B

Jedoch darf man den Einfluss der Durchforstungsstärke auf die Durchmesserleistung auch nicht überschätzen. Trotz frühem Durchforstungsbeginn im Alter 25 Jahre und einer über einen langen Zeitraum deutlichen Staffelung in der Stammzahl-, Grundflächen- und Vorratshaltung zwischen den drei Niederdurchforstungsgraden im Kieferndurchforstungsversuch Romrod 1007 B beträgt der Unterschied beim Durchmesser des Grundflächenmittelstammes der jeweils 100 stärksten Kiefern ( $d_{100}$ ) im Alter 140 Jahre weniger als drei Zentimeter (s. Abb. 6).

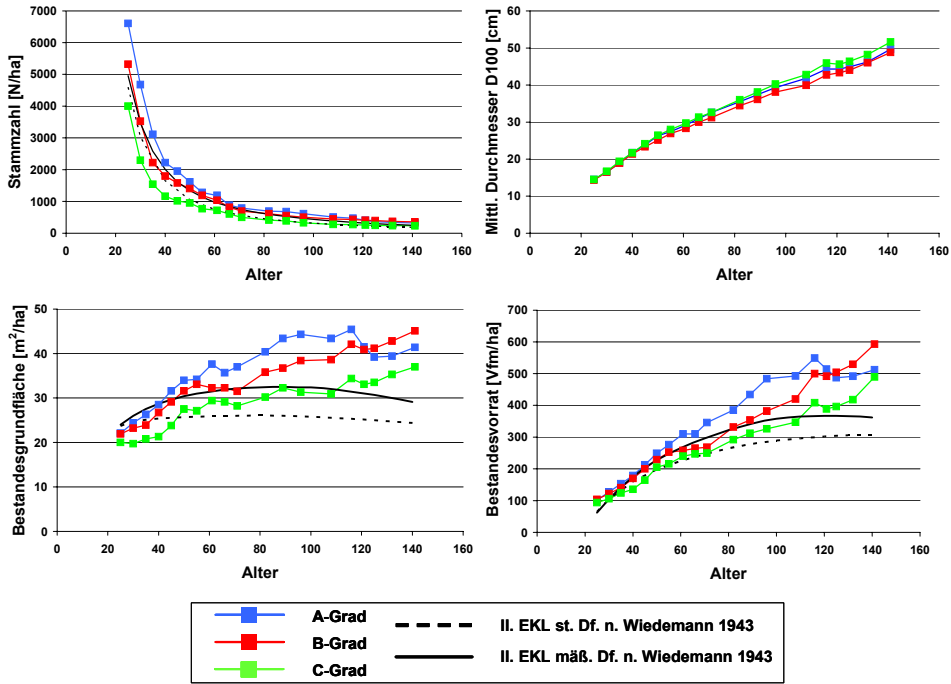


Abbildung 6: Einfluss der Durchforstung auf wichtige Bestandesmerkmale - Kieferndurchforstungsversuch Romrod 1007 B

Dieses Ergebnis ist wichtig für die derzeit in der forstlichen Praxis geführte Diskussion, ob das Augenmerk der Bestandespflege stärker auf die Einzelbaumleistung oder die Flächenproduktivität gelegt werden sollte und inwieweit Frühlichtungen vertretbar sind. Die Auswirkungen derart unterschiedlicher Pflegekonzepte auf den Massen-, Sorten- und Wertertrag lassen sich mit Hilfe von Wachstumsmodellen abschätzen, wie dem für Nordwestdeutschland gültigen Waldwachstumsimulator BWINPro, der an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt entwickelt wurde (NAGEL 1996, 1999; NAGEL et al. 2002).

Die gemessenen Daten der E-Grad Parzelle (starke Hochdurchforstung) des Kiefern-Durchforstungsversuches Sellhorn 1617 im Alter 31 Jahre bilden den Ausgangspunkt der auf 40 Jahre zeitlich begrenzten Simulationsrechnungen. Es handelt sich um einen Bestand I. Bonität mit einem  $d_{100}$  von 18,4 cm, einer  $h_{100}$  von 14,0 m und einer Grundfläche von 27,9 m<sup>2</sup>/ha zu diesem Zeitpunkt.

Es wurden folgende Varianten mit gleichbleibenden Z-Baum-Zahlen im Prognosezeitraum simuliert:

- Variante I: 235 Z-Bäume/ha, gestaffelte Hochdurchforstung von stark nach mäßig
- Variante II: 100 Z-Bäume/ha, sehr starke Auslesedurchforstung ohne verbleibende Kronenüberlappung

Nach 40 Jahren sind bei der Variante I die Gesamtwuchsleistung, der Vorrat des verbleibenden Bestandes, der Vorrat der Z-Bäume und die Vornutzungserträge deutlich höher (s. Abb. 7). Der Anteil der Z-Bäume am Vorrat des verbleibenden Bestandes beträgt bei der Variante II nur ca. 41 %.

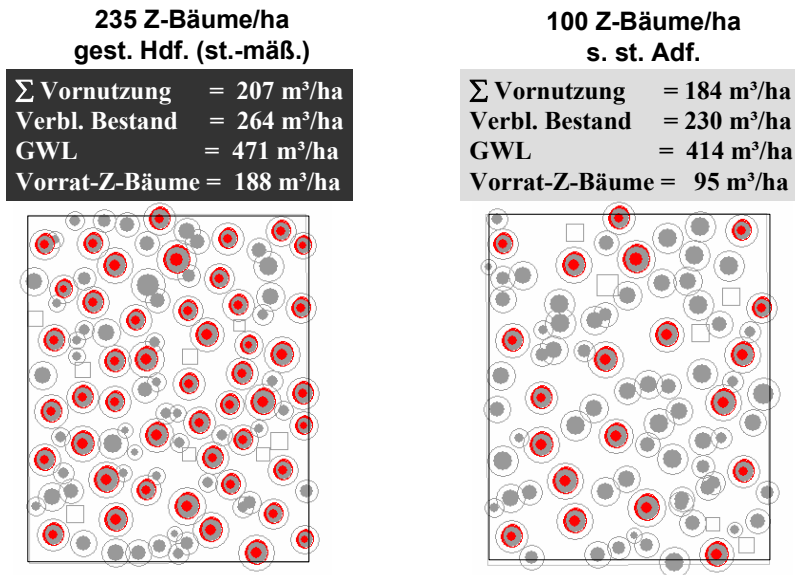


Abbildung 7: Stammverteilungspläne (graue Kreise = Kiefern; rot = Z-Bäume; Quadrate = zuletzt ausgeschiedene Kiefern) und Leistungskennzahlen der Varianten gestaffelte Hochdurchforstung (links) und sehr starke Auslesedurchforstung (rechts) nach 40-jähriger Simulation der Bestandesentwicklung

Die Vornutzungen würden bei den Varianten zu Vorerträgen von 4.671,- €/ha bzw. 4.628,- €/ha führen. Demgegenüber würden sich die Bestandeswerte nach 40 Jahren Simulation und Unterstellung gleicher Sortierung und Güteklassenanteile für den Füllbestand, aber BHW/B/C-Sortierung bei den herausgepflegten Z-Stämmen der Variante I und BHW/CGW-Sortierung bei den sehr stark ausgekesselten Z-Stämmen der Variante II auf 8.741,- €/ha bzw. 6.813,- €/ha belaufen (s. Abb. 8). Der insgesamt bessere Sortenertrag der Variante I würde somit bei einer Endnutzung vor der Hiebsreife zu einem Gesamterlös von 13.412,- €/ha gegen-

über 11.441,- €/ha bei der Variante II führen. Bezogen auf den gesamten Produktionszeitraum ist davon auszugehen, dass die Variante I mit der höheren Z-Baum-Zahl noch deutlich besser abschneidet, weil bei ihr die Flächenproduktivität höher ist und insgesamt mehr wertvollere Bäume die Zielstärke erreichen (vgl. SPELLMANN 2006).

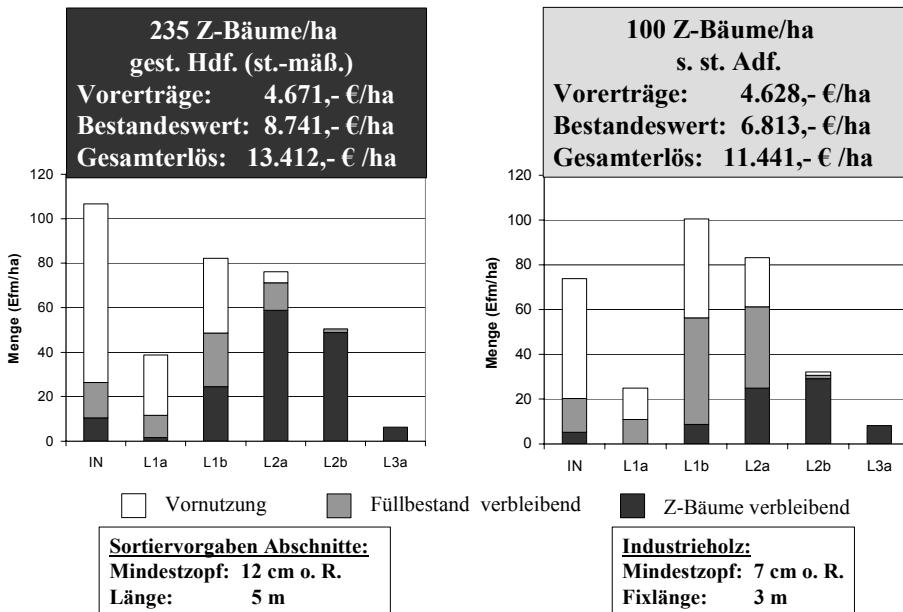


Abbildung 8: Rohholzerlöse und Sortenerträge der Varianten gestaffelte Hochdurchforstung (links) und sehr starke Auslesedurchforstung (rechts) nach 40-jähriger Simulation der Bestandesentwicklung

## 2.4 Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit

Bei der Holzernte entstehen jährlich Ernteverluste zwischen 20-40 %. Dabei handelt es sich um Kronenrestholz und qualitativ minderwertige Sortimente, die bisher keiner wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden konnten. Die Mobilisierung dieser Rohstoffpotentiale wird zunehmend forciert, um Versorgungsengpässe für die um die gleichen Rohstoffpotentiale konkurrierende Holzwerkstoff-/Zellstoffindustrie einerseits und die Energiebranche andererseits zu vermeiden und gleichzeitig die wirtschaftliche Situation der Forstbetriebe zu verbessern. Die Mobilisierung der Waldrestholzsortimente birgt aber auch die Gefahr nicht vertretbarer Nährelementverluste. Dies gilt insbesondere für Kiefernbestände, die vornehmlich auf schwächer nährstoffversorgten Standorten stocken. Nach den Untersuchungen von HEINSTORF u. KRAUSS (1990) sind bei der Kiefer die Trockenmassen und Nährelemente sehr unterschiedlich auf die Komparti-

mente Stamm, Rinde, Zweige und Nadeln verteilt und es gibt dabei einen deutlichen Alterstrend (s. Abb. 9). So sind in der Jugend 75 bis 85 % der Stickstoff-, Phosphor- bzw. Kaliumvorräte in Rinde, Zweigen und Nadeln gespeichert.

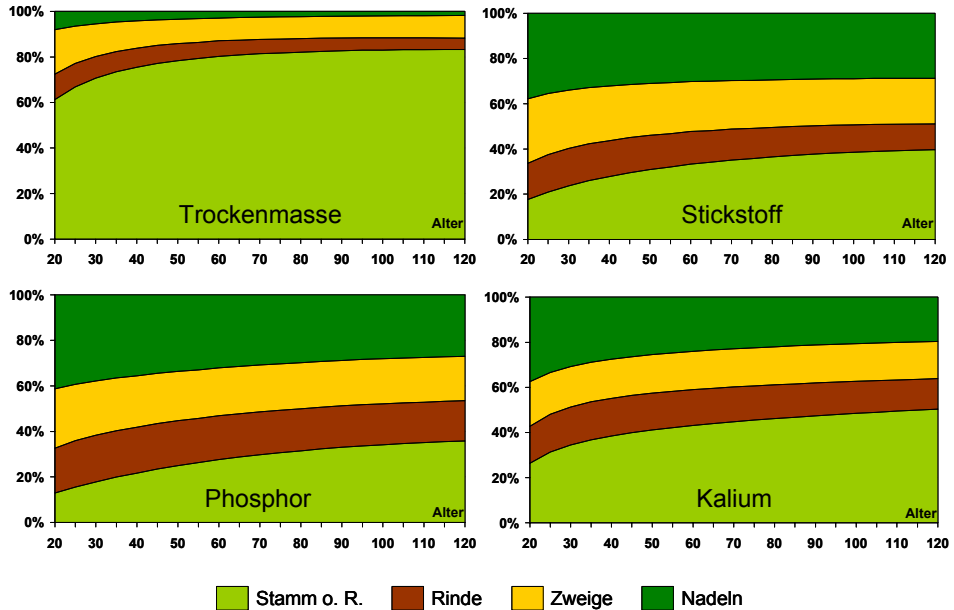


Abbildung 9: Verteilung von Trockenmasse und Nährelementen auf die Kompartimente Stamm, Rinde, Zweige und Nadeln bei Kiefer auf der Grundlage der DDR-Kieferntragstafel M28 (HEINSTORF u. KRAUSS 1990)

Nach Berechnungen von MEIWES et al. (2006) würde der Übergang von einer Derbholz- zu einer Vollbaumnutzung während eines 125-jährigen Produktionszeitraumes den Biomassertrag lediglich um ca. 25 % steigern, die Nährstoffverluste wären aber bei einer Vollbaumnutzung oftmals mehr als doppelt so hoch wie bei einer Derbholznutzung (s. Abb. 10). Aus diesem Grunde ist ein derartiges Vorgehen nur dort vertretbar, wo der Nährstoffvorrat im Boden und damit die nachschaffende Kraft deutlich höher ist, als der Nährstoffentzug durch die zusätzliche Nutzung des Nichtderbholzes, des Reisigs und der Nadeln. Andernfalls droht eine nachhaltige Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit, wie sie aus Zeiten der Streunutzung und Brennholzlese überliefert ist oder es müsste gedüngt werden, wogegen meist auch ökonomische Gründe sprechen.

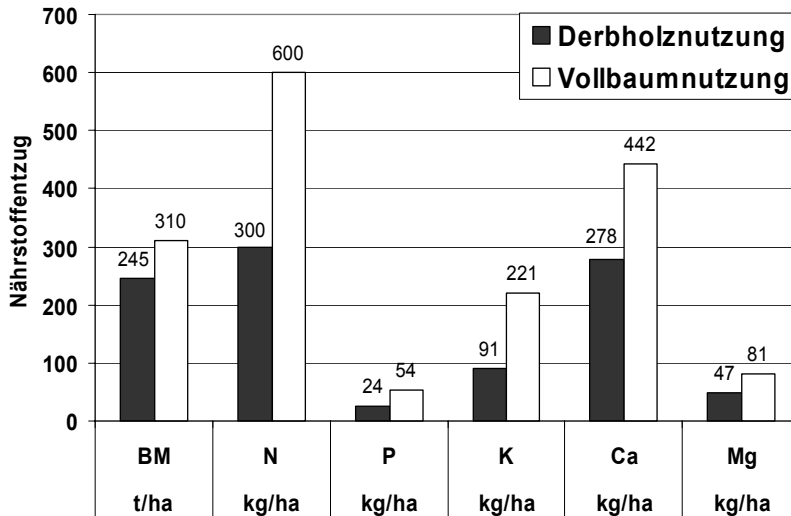


Abbildung 10: Biomasse- (BM) und Nährstoffentzug bei Derbholz- bzw. Vollbaumnutzung in einem 125-j. Produktionszeitraum für Kiefer (MEIWES et al. 2006)

### 3 Schlussfolgerungen

- Die Waldkiefer wird langfristig an Bedeutung verlieren, sie ist aber kein Auslaufmodell.
- An die zu erwartenden Klimaänderungen ist die Waldkiefer ökologisch gut angepasst.
- Zur Risikoverteilung sollte die Waldkiefer vermehrt in Mischung mit anderen Baumarten angebaut werden. Ihre Konkurrenzschwäche erlaubt aber keine intensiven Mischungen.
- Zur Sicherung der Nadelholznachfrage muss die Flächenproduktivität bei der Pflege und Nutzung der Bestände beachtet werden.
- Kiefernbestände lassen sich nur in der Jugend wirksam formen, weshalb eine gestaffelte Durchforstung zu empfehlen ist.
- Höhere Z-Baum-Zahlen (150-250/ha) tragen den Produktionsrisiken der Waldkiefer Rechnung, erlauben eine fortlaufende Auslese und erhöhen die Wertleistung.
- Vollbaumnutzungen sind nur bei strenger Beachtung der standörtlichen Restriktionen ökologisch wie ökonomisch vertretbar.

## Literatur

- ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. München, 490 S.
- BMVEL (2004): Bundeswaldinventur 2. Alle Ergebnisse und Berichte. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn. [www.bundeswaldinventur.de](http://www.bundeswaldinventur.de)
- DEGENHARDT, A. (2000): Der Einfluß des Standraumes auf den Zuwachs von Kiefern. Tagungsbericht, Sektion Ertragskunde im DVFF in Kaiserslautern, 127-135
- DOHRENBUSCH, A. (1997): Die natürliche Verjüngung der Kiefer im nordwestdeutschen Pleistozän. Schr. Forstl. Fak. Universität Göttingen, Bd. 123
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas und der Alpen. 5. Aufl., Stuttgart, 1095 S.
- HARTIG, M. (1998): Reaktion junger Kiefern auf unterschiedliche Freistellung, Tagungsbericht, Sektion Waldbau im DVFF in Eberswalde, 59-62
- HEINSDORF, M. (1994): Hinweise zur Kiefernaturverjüngung. Der Wald, 44, 336-339
- HEINSTORF, D. u. KRAUSS, H.-H. (1990): Schätztafeln für Trockenmasse und Nährstoffspeicherung von Kiefernbeständen. IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung, 18, 77 S.
- HUSS, J. (1983): Durchforstungen in Kiefernjungbeständen. Forstw. Cbl., 102, 1-17
- HUSS, J. (1995): Neue Ansätze für die Begründung und Pflege von Kiefernjungbeständen. Schr. Forstl. Fak. Universität Göttingen, Bd. 119, 88-131
- HUSS, J. (1999): Auswirkungen unterschiedlicher Ausgangspflanzendichten und frühzeitiger Pflegeeingriffe bei jungen Kiefern. Forst u. Holz, 54, 335-341, 364-368
- KENNEL, R. (1966): Soziale Stellung, Nachbarschaft und Zuwachs. Forstw. Cbl., 85, 193-204
- LOCKOW, K.-W. (1999): Langfristige Versuchsflächen in Eberswalde: Der KiefernDurchforstungsversuch Chorin 97- Ziele und Ergebnisse für die Praxis. Beitr. Forstwirtschaft. u. Landsch.ökol. 32, 15-23
- LOCKOW, K.-W. (2000): Durchforstungsweise und Bestandesentwicklungsdynamik bei Kiefer. AFZ/Der Wald, 55, 1084-1086
- MAGIN, R. (1952): Zuwachsleistungen der soziologischen Baumklassen in langfristig beobachteten Versuchsflächen. Forstw. Cbl., 71, 225-243
- MEIWES, K.-J.; MEESENBURG, H.; MINDRUP, M.; RADEMACHER, P. u. STÜBER, V. (2006): Biomasse-  
nutzung im Wald zur Energiegewinnung - Aspekte eines nachhaltigen Nährstoffmanagements. Unveröffentlichter Vortrag auf der Forstwissenschaftlichen Tagung in Dresden, 20.-22.09.2006
- MERKER, K. u. RIECKMANN, P. (1992): Mechanisierte Erziehung stabiler Kiefern-Jungbestände. Forst u. Holz, 47, 655-658
- MRAZEK, F. (2001) : Aus Theorie und Praxis der Kiefern-Naturverjüngung. Forst u. Holz, 56, 617-619
- NAGEL, J. (1996): Anwendungsprogramm zur Bestandesbewertung und zur Prognose der Bestandesentwicklung. In: Hempel, G.: Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik. Tagung (8; 1995; Tharandt) - Ljubljana : Biotechnische Fakultät, Abteilung für die Forstwirtschaft, S. 133-141
- NAGEL, J. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstums-  
kundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Band 128, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., S.122
- NAGEL, J.; ALBERT, M. u. SCHMIDT, M. (2002): Das waldbauliche Prognose und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. Forst und Holz, 57, 486-493
- PETERSEN, R. (2001): Kiefernaturverjüngung unter Schirm im NFA Fuhrberg. Forst u. Holz, 56, 220-226
- SPELLMANN, H. (1994): Auswirkungen von Läuterungseingriffen auf die Schwachholzproduktion. Forst und Holz, 49, 288-300

- SPELLMANN, H. (1996): Begründung, Pflege und Entwicklung von Kiefern-Reinbeständen aus niedersächsischer Sicht. DfV, Berlin, 119-131
- SPELLMANN, H. (2002): Waldbauliche Perspektiven in der Kiefernwirtschaft. Forst und Holz, 57. Jg., 71-76
- SPELLMANN, H. 2004: Ursachen-Wirkungs-Beziehungen am Beispiel der Douglasie, waldwachstums-kundliche Entscheidungshilfen für Waldbewirtschaftung und Forstplanung. AFJZ, 175, 142-150
- SPELLMANN, H. (2006): Waldumbau im Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie. Brandenburgischer Forstverein, Jahrestagung 2006 in Eberswalde, 24 - 46
- SPELLMANN, H. u. NAGEL, J. (1992): 2. Auswertung des Nelder-Pflanzverbandsversuches mit Kiefer im Forstamt Walsrode. AFJZ, 163, 221-229
- SPELLMANN, H. u. CASPARI, C.-O. (1993): Entscheidungshilfen aus Kiefern-Läuterungsversuchen bei 6 bis 8 m Oberhöhe. Forst u. Holz, 48, 115-119
- UBA u. MPI-M (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes und Max Planck Institutes für Meteorologie, April 2006, 8 S.
- VANSELOW, K. (1951): Was leisten die einzelnen Baumklassen an Massenzuwachs? AFZ, 6, 313-317
- WALDHERR, M. (1996): Die Pflege der Kiefernbestände in der Oberpfalz. Forst u. Holz, 51, 462-466
- WOHLFARTH, E. (1935): Auswirkungen langjähriger Kronenpflege in mitteldeutschen Fichtenbeständen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 67, 289-310, 344-360

Autor:

Prof. Dr. Hermann Spellmann

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Graetzelstraße 2

37079 Göttingen

E-Mail: [Hermann.Spellmann@nw-fva.de](mailto:Hermann.Spellmann@nw-fva.de)

URL: [www.nw-fva.de](http://www.nw-fva.de)