
Verwendungsorientierte Managementstrategien für Buchen-Küstentannen-Mischbestände

Hermann Spellmann, Mark Geb, Jürgen Nagel, Ralf Nagel und Matthias Schmidt

Schlüsselwörter: Weißtanne, Küstentanne, Waldwachstum, Holzverwendung, Bestandesbehandlung

Zusammenfassung: Auf dem deutschen Holzmarkt zeichnen sich mittelfristig Versorgungsengpässe für schwächere Nadelholz-Sortimente ab. Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung dieses Problems kann unter Umständen der Anbau der schnell wachsenden Küstentannen in Mischung mit der heimischen Buche leisten. Verwendungsorientierte Managementstrategien für Buchen-Küstentannen-Mischbestände werden vorgestellt, die die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Forst-Holz-Wertschöpfungskette Buche / Küstentanne“ erarbeitete. Die Arbeitsgrundlagen bildeten die Auswertungen zahlreicher langfristig beobachteter und standörtlich breit gestreuter Anbau-, Standraum- und Ertragsversuche sowie ergänzende einmalige Aufnahmen. Sie wurden auch dazu genutzt, den für Nordwestdeutschland parametrisierten Waldwachstumsimulator BWINPro für Küstentannen-Rein- und -Mischbestände zu erweitern.

Anlass und Ziele

Auf dem deutschen Holzmarkt zeichnen sich mittelfristig für schwächere Nadelholz-Sortimente Versorgungsengpässe ab (Spellmann et al. 2008; Polley et al. 2009). Diese ergeben sich aus Bereitstellungsproblemen seitens des Kleinprivatwaldes, der großflächigen Überführung von Nadelholzbeständen in Laubholzbestände sowie der steigenden energetischen Nutzung von Holz bei einer gleichzeitigen Zunahme der stofflichen Verwertung. Insbesondere in Norddeutschland haben große, global ausgerichtete holzbe- und holzverarbeitende Konzerne Produktionskapazitäten aufgebaut, die zu einem enormen Anstieg der Nadelholznachfrage mit einer veränderten Sortenstruktur geführt haben (Rüther et al. 2007).

Einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Lösung der bestehenden bzw. sich abzeichnenden Holzmarktprobleme kann der Anbau schnell wachsender Nadelbaumarten zusammen mit Buche leisten. Ökonomisch wie ökologisch bietet sich für die Anreicherung natur-

naher Buchenbestände besonders die Große Küstentanne (*Abies grandis* (Dougl.) Lindley) an, die sich in zahlreichen Anbauversuchen als anbauwürdig und ökologisch zuträglich erwiesen hat (Schwappach 1901, 1911; Penschuk 1935/37; Wiedemann 1950; Lembke 1973; Schober 1977, 1978; Röhrig 1978; Stratmann 1988; Spellmann 1994; Schober und Spellmann 2001; Lockow 2002). Für diese Mischbaumart sprechen vor allem ihr breites ökologisches Anbauspektrum, ihre Standortpfleglichkeit, ihre überragende Wuchsleistung und die guten Steuerungsmöglichkeiten in der Waldbehandlung. Darüber hinaus sprechen die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten des Küstentannenholzes als Rohstoff für die Zellstoff-, Platten-, Spaner- oder Sägeindustrie für eine deutliche Ausweitung des Küstentannenbaus in Mischung mit Buche. Gleichzeitig weisen sie einen Erfolg versprechenden Lösungsweg, um die steigende Nachfrage nach Industrieholz und Sägeabschnitten bereits mittelfristig zu decken. Im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Forst-Holz-Wertschöpfungskette Buche / Küstentanne“ bestand die Aufgabe der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) darin, auf Grundlage zahlreicher langfristig beobachteter und standörtlich breit gestreuter Anbau-, Standraum- und Ertragsversuche in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland sowie ergänzender einmaliger Aufnahmen waldbauliche und waldwachstumskundliche Entscheidungsgrundlagen zur zielgerichteten Steuerung von Buchen-Küstentannen-Mischbeständen in Nordwestdeutschland zu erarbeiten. Diese sollen dabei helfen, Wachstum und Qualitätsentwicklung in Richtung auf das jeweils angestrebte Produktionsziel Industrieholz, Energieholz oder Sägeholz zu lenken. Darüber hinaus sollten die Ergebnisse der Versuchsflächenanalysen dazu genutzt werden, den an der NW-FVA entwickelten und für Nordwestdeutschland parametrisierten Waldwachstumssimulator BWINPro für Küstentannen-Rein- und -Mischbestände zu erweitern, um der forstlichen Praxis auch für diese Bestandestypen ein Prognose- und Entscheidungswerkzeug bereitzustellen.

Natürliche Verbreitung

Die Große Küstentanne stammt aus dem westlichen Nordamerika. Ihre beiden Hauptverbreitungsgebiete verteilen sich auf das Küstengebirge und die Westabhänge der Kaskaden im Westen sowie auf die Rocky Mountains im Osten. Dort kommt sie in Höhenlagen zwischen 400 und 2.200 Metern ü. NN vor. Ihre klimatische Amplitude reicht vom mild ozeanischen bis zum stark kontinentalen Bereich, die Jahresniederschläge variieren zwischen 350 und 2.800 Millimetern und die Temperaturextreme reichen von -40°C bis $+40^{\circ}\text{C}$. Die Küstentanne ist bodenvag, bevorzugt aber frische und tiefgründige Standorte und meidet dichte Tonböden. Meist kommt sie in Mischbeständen vor. Für Deutschland werden Herkünfte aus West-Washington sowie von Vancouver Island in British Kolumbien empfohlen (Rau et al. 2008).

Analysen von Küsten-Reinbeständen als Grundlage für die Bewirtschaftung von Buchen-Küstentannen-Mischbeständen

Allgemeine Anbauerfahrungen in der Kultur- und Jungbestandsphase

Für Empfehlungen zur Begründung und Pflege von Küstentannenbeständen in Deutschland bilden die über 30 standörtlich breit gestreuten Küstentannen-Anbauversuche der Serie von 1980/81 in Nordwestdeutschland eine gute Grundlage. In diesen Versuchen ist fast immer auch die Douglasie der Herkunft Darrington als Vergleichs- bzw. Mischbaumart vertreten. Die Küstentannenparzellen wurden einheitlich mit Pflanzen der Herkunft Courtenay von der Ostseite Vancouver Islands im Verband $2,5 \times 1,3$ Meter, also mit 3.076 Stück pro Hektar begründet.

Insgesamt waren in allen Regionen sehr gute Anwuchserfolge der Küstentanne zu verzeichnen. Jungpflanzen fielen vor allem auf sehr stark vernässten Versuchsfeldern aus, vereinzelt auch auf Grund von Hallimasch-Befall. Molkeböden stellten sich als Grenzstandorte für den Küstentannenbau heraus. Im Seitenschutz von Althölzern waren die Frostschäden weitaus geringer. Jugend- und Kultur Gefahren waren nach dem vierten Standjahr nahezu überwunden. Der Pflanzschock hielt unter ungünstigen Verhältnissen über mehrere Jahre an. Im Höhenwuchs war die Douglasie der Küstentanne in den ersten Standjahren deutlich überlegen, danach holte die Küstentanne allmählich auf. Die Selbstdifferenzierung ist bei ihr noch stärker ausgeprägt als bei der Douglasie. In Rotwildgebieten traten Schäl- und Schlagschäden auf.

Standort-Leistungs-Bezug

Die qualitativen Ansprachen der Nährstoff- und Wasserversorgung von der Standortskartierung spiegeln sich nicht in den Höhenwuchsleistungen der Küstentannen in den Anbauversuchen der Serie 1980/81 wider (Abbildung 1).

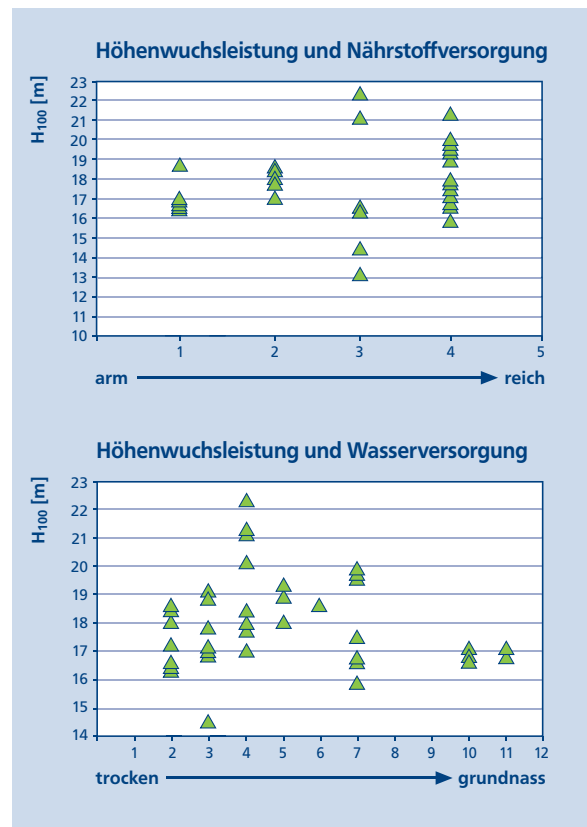


Abbildung 1: Höhenwuchsleistung (H_{100}) der Küstentanne in Abhängigkeit von der Nährstoff- und Wasserversorgung im Alter 27 in der Anbauversuchsserie von 1980/81

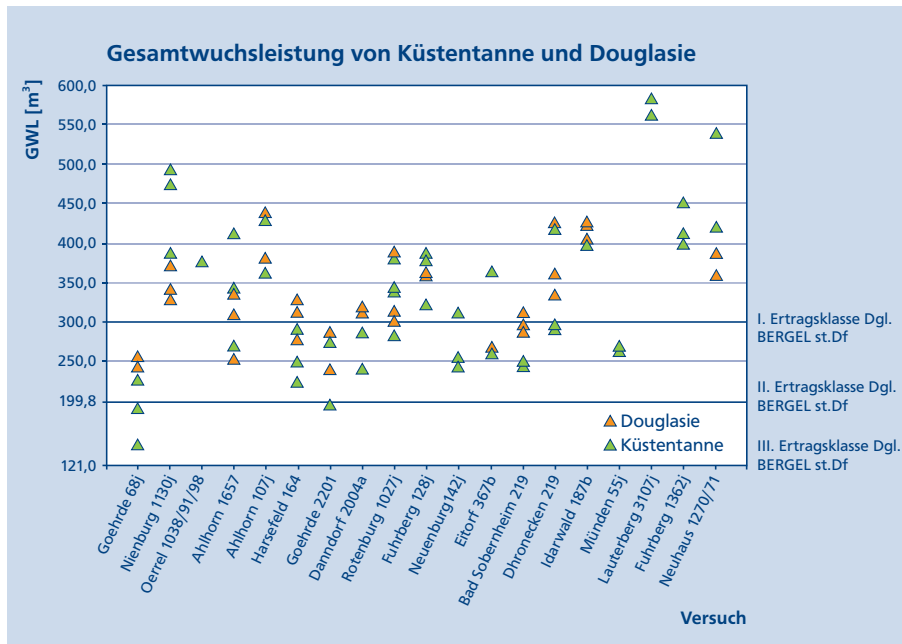


Abbildung 2: Gesamtwuchsleistung 27-jähriger Küstentannen- und Douglasien-Versuchspartellen der Anbauversuchsserie von 1980/81

Bei gleicher Nährstoff- und Wasserversorgung variieren die Oberhöhenwerte im Alter 27 Jahre selbst im gleichen Wuchsbezirk um mehrere Meter. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die qualitativen Bodenkennwerte Nährstoffversorgung und Wasserhaushalt in weitergehenden Analysen quantitativ zu erfassen, um das Standortspotential zutreffender beschreiben zu können. Insgesamt wird jedoch deutlich, dass die Küstentanne auf fast allen Versuchsstandorten ein hervorragendes Leistungspotential aufweist. Die Bestandesoberhöhen (H_{100}) liegen fast immer auf dem Niveau der I. und II. Douglasien-Ertragsklasse. Im direkten Vergleich bleiben die Küstentannen in den Versuchen gegenüber den Douglasien in der Oberhöhenentwicklung noch etwas zurück.

Auch hinsichtlich der Gesamtwuchsleistung zeigt sich das hohe Leistungsvermögen der Küstentanne (Abbildung 2). Die Gesamtwuchsleistungen liegen auf fast allen Standorten zwischen der I. und II. Douglasien-Ertragsklasse oder noch darüber. Im direkten Vergleich mit der Douglasie ist die Küstentanne in vielen Versuchen sogar überlegen. Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die bemerkenswert hohe Standraumeffizienz dieser Baumart, da sie auf gleicher Fläche bei noch etwas geringeren Bestandesoberhöhen mehr Biomasse als die leistungsstarke Douglasie produziert. Im Vergleich zur Douglasie, aber auch zur Fichte, bildet die Küstentanne deutlich schlankere Kronen mit geringeren Kronenbreiten aus. Daraus ergibt sich eine höhere Stammzahlhaltbarkeit.

Modellierung des Wachstums

Die Versuchsflächendaten der NW-FVA sowie die Daten der ergänzenden Aufnahmen wurden auch zur Parametrisierung der Wachstumsfunktionen für die Baumart Küstentanne genutzt.

Das Oberhöhenwachstum wurde unter Verwendung der für diese Zwecke bewährten Chapman-Richards-Gleichung modelliert. Anschließend wurden die absoluten Oberhöhenbonitäten 22, 26, 30, 34 und 38 im Alter 50 sowie drei relative Ertragsklassen I, II und III entsprechend H_{100} von 34, 30, bzw. 26 m im Alter 50 festgelegt.

Vergleicht man die Oberhöhenverläufe des nordwestdeutschen Bonitätsfächers mit denjenigen anderer Küstentannenertragstafeln (Lockow und Lockow 2007; Christie und Lewis 1961) sowie der Douglasien-Ertragstafel nach Bergel (1985), zeigt sich, dass die Verläufe am ehesten denjenigen der Douglasien ähneln, aber im Alter zwischen 20 und 80 Jahren stets darüber liegen (Abbildung 3).

Abbildung 3: Vergleich der Oberhöhenentwicklung (H_{100}) nach verschiedenen Küstentannen-Bonitierungs-fächern (Christie und Lewis 1961; Lockow und Lockow 2007; Nordwestdeutschland 2009) und der Douglasien-Ertragstafel von Bergel (1985)

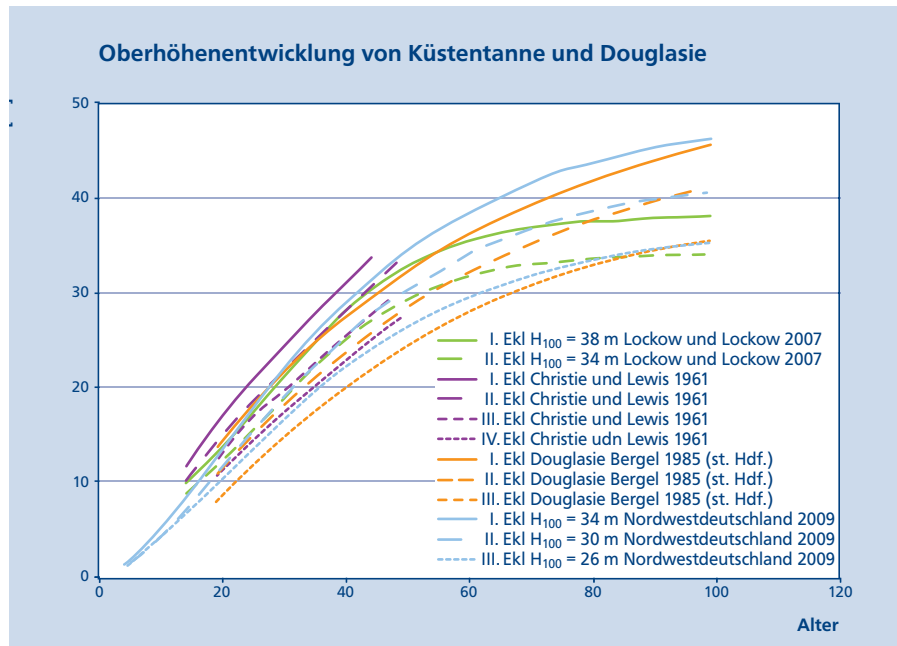
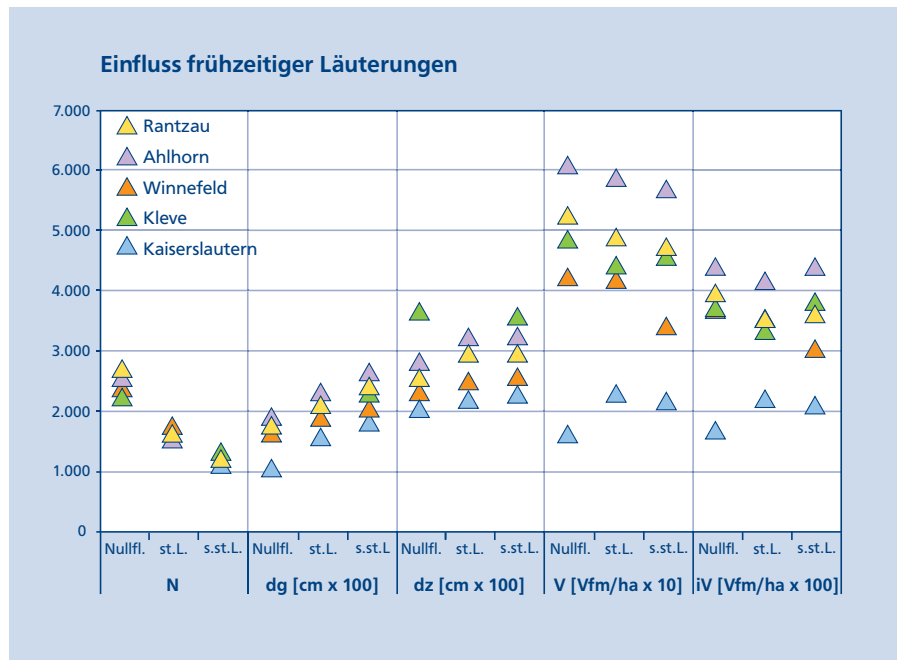


Abbildung 4: Einfluss frühzeitiger Lässerungen (h_{100} ca. 8 m) auf verschiedene Bestandesmerkmale im Alter 27; Küstentannen-Standraumversuche der NW-FVA vor der Erstdurchforstung



Dieser Befund lässt sich mit Bezug zu den zuvor beschriebenen Wachstumsvergleichen erklären. In dem Grundlagenmaterial der Bergel'schen Ertragstafel sind jüngere, bereits unter dem Einfluss der Stickstoffeinträge in den sechziger Jahren erwachsene Douglasienbestände nicht vertreten. Die Kurvenverläufe nach Lockow und Lockow für das Wachstum der Küstentanne in Brandenburg sind in der Altersspanne 20 bis 50 Jahre fast deckungsgleich mit denen für Nordwestdeutschland, fallen aber etwa ab Alter 60 deutlich ab. Die I. Bonität nach Christie und Lewis für Küstentannen in England liegt

noch über der I. Bonität Nordwestdeutschland, die II. Bonität ist etwa deckungsgleich mit der II. Bonität Nordwestdeutschland.

Als Wachstumssimulator wurde für die Küstentanne der ForestSimulator BWinPro der NW-FVA in der aktuellen Version 7.5 gewählt. Der Simulator basiert auf dem Software-Paket TreeGrOSS (Tree Growth Open Source Software), das in der Programmiersprache Java für die praktische Anwendung statistischer Einzelbaumwachstumsmodelle geschrieben wurde (Nagel 2002). Auf Grund der bisher für Eiche, Buche, Fichte, Douglasie

und Kiefer gewonnenen positiven Erfahrungen (Nagel 1999; Nagel et al. 2002; Nagel et al. 2006) wurden – soweit möglich – die bisher in BWinPro verwendeten Teilmodelle auch für die Küstentanne parametrisiert.

Der Simulator steht allen Interessierten im Internet unter www.nw-fva.de, Stichwort »Software«, zur Nutzung zur Verfügung. Dort sind auch die Wachstumsfunktionen beschrieben.

Wachstum der Küstentanne in Abhängigkeit von Bestandesbehandlung und Mischungsform

Läuterungseffekte

In den fünf Küstentannen-Standraumversuchen Rantzau (SH), Ahlhorn (NI), Winnefeld (NI), Kleve (NRW) und Kaiserslautern (RP) wurden bei einer Oberhöhe von sieben bis acht Metern starke bzw. sehr starke Läuterungen vorgenommen und Nullflächen belassen (Abbildung 4). Im Zuge der Läuterungen wurden die Baumzahlen (N) annähernd auf die Hälfte bzw. ein Drittel der Ausgangspflanzenzahlen abgesenkt. Auf diese Weise wurde das Durchmesserwachstum im Bestandesmittel (dg) stärker gefördert als bei den Z-Baumanwärttern (dZ). Diese Beobachtung lässt sich mit der sehr starken Durchmesser-Differenzierung der Bestände erklären. Trotz der großen Unterschiede in der Stammzahlhaltung sind jedoch die Bestandesvorräte (Vfm/ha) bei beiden Eingriffsvarianten sehr ähnlich. Hier kommt der Wuchsbeschleunigungseffekt nach starken Eingriffen zum Ausdruck.

Betrachtet man die Durchmesserverteilungen in den Läuterungsversuchen vor der ersten Durchforstung, werden zwei weitere Aspekte offensichtlich (Abbildung 5). Zum einen sind die Küstentannenbestände in ihrer Durchmesserentwicklung sehr stark differenziert – dies ist aus waldbaulicher Sicht zu begrüßen (Strukturreichtum, waldbauliche Pflegeoptionen, gestreckte Nutzungszeiträume) – zum anderen machen Vorwüchse mit BHD-Werten über 25 Zentimeter unabhängig von der Läuterungsintensität mehr als drei Viertel der Stammzahlen aus. Dieses Kollektiv eignet sich jedoch im Hinblick auf die Holzqualität (breite Jahrringe) nur eingeschränkt für höherwertige Sägeholzprodukte. Dies ist für die Entwicklung verwendungsorientierter Managementstrategien ein wesentlicher Gesichtspunkt (frühzeitige Nutzung der Vorwüchse als Industrieholz).

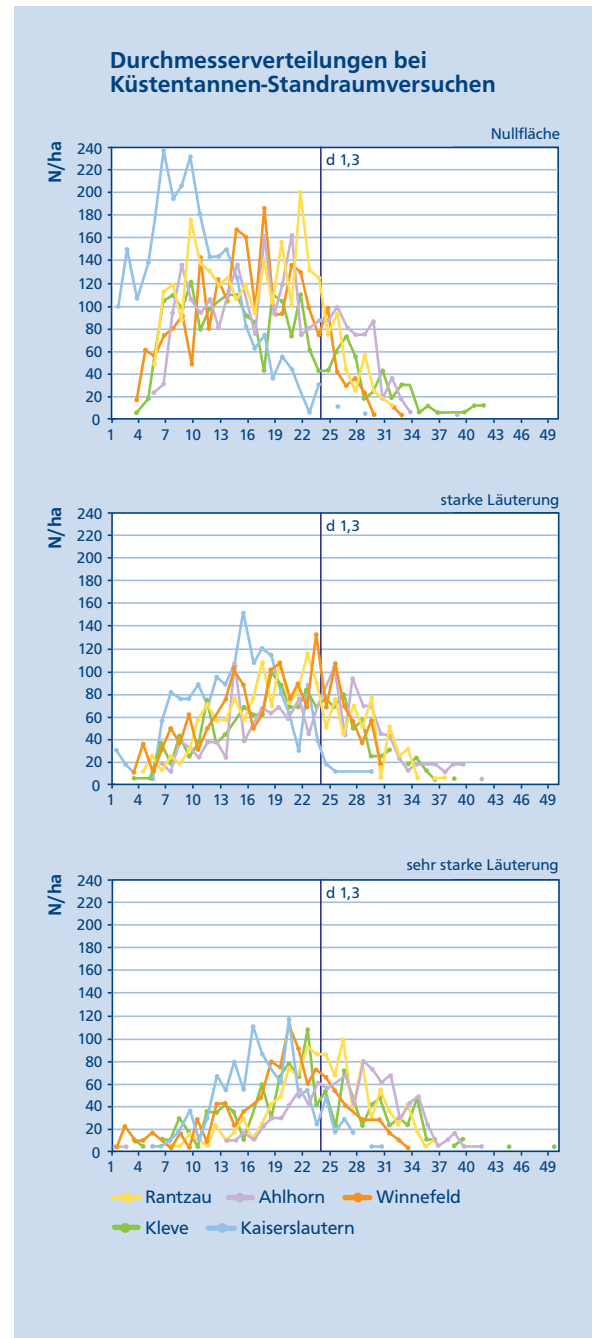


Abbildung 5: Durchmesserverteilungen in den Küstentannen-Standraum-Versuchen im Alter 27 vor der ersten Durchforstung

Abbildung 6: Vorratshaltung von Küstentanne, Douglasie, Fichte im Alter 32 und Buche im Alter 36 bei unterschiedlicher Durchforstungsstärke auf vergleichbaren frischen bis vorratsfrischen Standorten im Solling

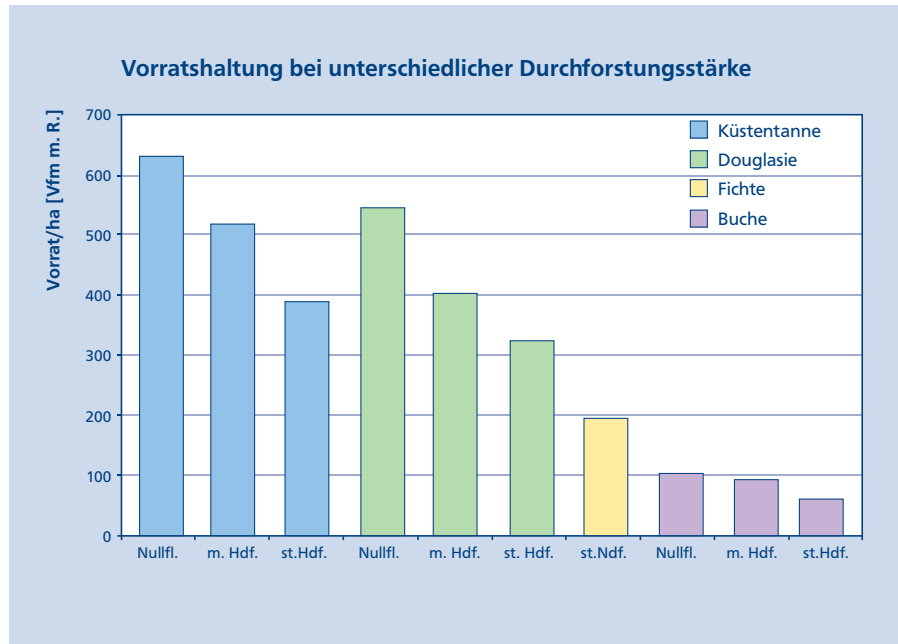
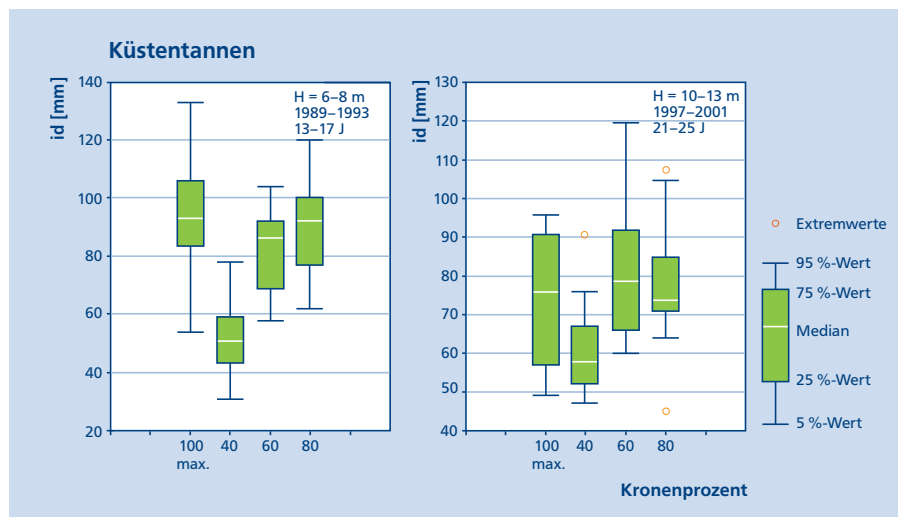


Abbildung 7: Küstentannen-Grünästungsversuch Ahlhorn 1365j: Durchmesserzuwachs in Abhängigkeit vom Kronenprozent und dem Zeitpunkt der ersten Ästung



Durchforstung

Im Vergleich der grundflächengesteuerten Durchforstungsversuche Winnefeld 3042, Münden 128 und Münden 2027 wird deutlich, über welch großes Leistungspotential die Küstentanne auf vergleichbaren Standorten gegenüber Douglasie, Fichte und Buche bereits in einem frühen Alter verfügt (Abbildung 6). Die Küstentanne ermöglicht auf Grund ihres geringen Standraumbedarfs die höchste Stammzahlhaltung unter den Nadelbaumarten. In der Durchmesserentwicklung der stärksten Stämme (d_{100}) führt sie leicht vor der Douglasie, deutlich vor der Fichte und mit sehr großem Abstand vor der Buche. Auch bei der Bestandesoberhöhe (H_{100}) liegt die Küstentanne im Alter von 32 Jahren bereits vorne. Die größten Unterschiede zeigen sich

jedoch in den Bestandesvorräten (Vfm/ha). Die Küstentanne dominiert hier auch gegenüber der Douglasie deutlich und leistet in Relation zur Fichte das Doppelte bis Dreifache, gegenüber der Buche das Vier- bis Sechsfache.

Betrachtet man die Küstentanne allein und nur in Abhängigkeit von der Durchforstungsstärke, fallen mehrere Aspekte auf. Hinsichtlich der erreichten Durchmesser (D_{100}) und Oberhöhen (H_{100}) liegen die verschiedenen Durchforstungsstärken recht nahe beieinander. Betrachtet man dagegen die Bestandesvorräte, zeigen sich sehr große Unterschiede zwischen der Nullvariante, der mäßigen und der starken Hochdurchforstung. Als waldbauliche Option scheidet die Nullvariante mit Blick auf die Vorphilfe des Füll- und die Qualität des

Hauptbestandes weitgehend aus. Die starke Durchforstung bietet sich auch nicht an, da sie nicht zu rechtefertige Vorratseinbußen mit sich bringt, die der Massenproduktion von Nadelsäge- und Industrieholz entgegenstehen. Bleibt die mäßige Hochdurchforstung, die der Standraumökonomie und Selbstdifferenzierung der Küstentanne Rechnung trägt und sich für die Pflege von Küstentannenreinbeständen bzw. den Küstentannen-Anteilsflächen in Mischbeständen empfiehlt.

Grünästung

Die Auswirkungen des Beginns, der Wiederkehr und der Stärke von Grünästungen auf den Zuwachs und die Ausbeute an astfreiem Schnittholz werden im Küstentannen-Grünästungsversuch Ahlhorn 1365 analysiert. Die 150 Probestämme sind auf zehn Versuchsgruppen verteilt. Sie unterscheiden sich nach der Ästungsintensität (keine Ästung, Reduktion der Kronenlängen auf 80, 60 und 40 Prozent der Baumhöhen) sowie den Zeitpunkten der ersten Ästung ($h = 6-8$ m, Alter 13; $h = 8-10$ m, Alter 17; $h = 10-13$ m, Alter 21) bzw. der folgenden Eingriffe zur Einhaltung der jeweils angestrebten Kronenprozent.

Die statistischen Auswertungen zeigen, dass nur die Grünästungen mit einer Reduktion auf 40 Prozent Kronenlänge signifikante Einbußen beim Durchmesserzuwachs verursachen (Abbildung 7). Die absoluten Zuwachsreduktionen gegenüber der ungeästeten Variante scheinen mit steigendem Alter abzunehmen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass mit zunehmendem Alter ein immer größerer Anteil photosynthetisch wenig aktiver Nadelmasse entfernt wird. Grundsätzlich ist anzumerken, dass sich mit Grünästungen das Durchmesserwachstum gegebenenfalls dämpfen und die Produktion qualitativ hochwertiger Schnittholzsortimente absichern lässt.

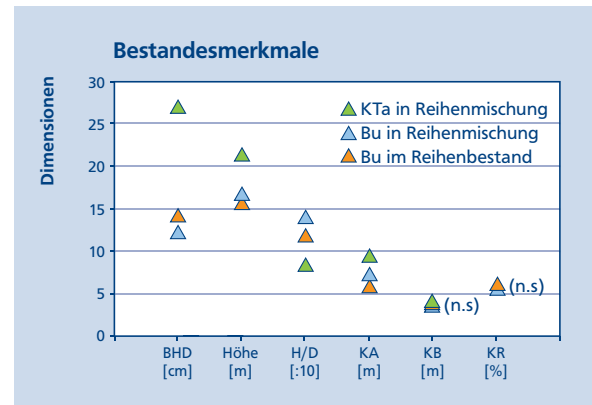


Abbildung 8: Vergleich der Bestandesmerkmale 32-jähriger Küstentannen und Buchen in Reihenmischung bzw. mit Buchen im Reinbestand; Standraumversuch Ahlhorn 2138/39j

Reihenmischung mit Buche

Um Hinweise für geeignete Mischungsformen abzuleiten, wurde u. a. den Konkurrenzsituationen zwischen Buche und Küstentanne anhand von Einzelbaummerkmalen auf stark durchforsteten Versuchsflächen mit abwechselnd drei Reihen Küstentanne und drei Reihen in der Kombination Buche-Lärche-Buche nachgegangen. Erwartungsgemäß zeigten sich auf Grund der sehr verschiedenen Wachstumsrhythmen der Mischbaumarten signifikante Unterschiede bei den Brusthöhendurchmessern (BHD), Kronenansätzen (KA), H/D-Werten und Kronenbreiten (KB) (Abbildung 8).

Der Versuch Ahlhorn 2138/39j bot außerdem die Möglichkeit, Entwicklungsunterschiede zwischen Buchen aus Reihenmischung mit Küstentanne und solchen aus einem gleichaltrigen Buchenreinbestand zu analysieren. Bezogen auf den mittleren Durchmesser und die mittlere Höhe sind die Küstentannen der Buche in Reihenmischung klar überlegen. Im Vergleich zu den Reinbestandsbuchen weisen die Mischbestandsbuchen größere Höhen und höhere Kronenansätze auf, ihre Brusthöhendurchmesser sind jedoch geringer. Der starke Seitendruck der Küstentanne »treibt« sie in engen Lichtschächten nach oben. Dort wachsen sie rasch in die Höhe, um weiter überleben zu können. Dies führt jedoch auch zu hohen Schlankheitsgraden (H/D-Werte) und einer Gefährdung gegenüber Nassschnee. Für die Merkmale Kronenbreite (KB) und Kronenprozent (KR) wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt.

Simulation unterschiedlicher Nutzungsstrategien in Küstentannen-Reinbeständen und Küstentannen-Buchen-Mischbeständen

Um den Einfluss verschiedener Eingriffsvarianten auf die quantitative und qualitative Entwicklung in Küstentannen-Buchen-Mischbeständen zu quantifizieren, wurden mit Hilfe des weiterentwickelten Waldwachstums-simulators und auf Basis einer realen, sehr wüchsigen Versuchsparzelle drei verschiedene waldbauliche Nutzungsstrategien modelliert.

- Variante 1: Küstentannen-Reinbestand: Bis zur Kulmination des laufenden Zuwachses im Alter 33 (h_{100} 26,8 m) werden nur die vorwüchsigen Küstentannen entnommen. Danach werden 200 Z-Bäume pro Hektar ausgewählt, gefördert, bei einer Zielstärke von 45 Zentimetern geerntet und mit Nachrückern ersetzt.
- Variante 2: Küstentannen-Reinbestand: Im Alter werden 18 (h_{100} 12,7 m) 200 vorherrschende Z-Bäume pro Hektar ausgewählt und nur diese freigestellt. Die Z-Bäume werden bei einer Zielstärke von 45 Zentimetern geerntet und mit Nachrücken ersetzt.

- Variante 3: Buchen-Küstentannen-Mischbestand: Aus jeweils drei Reihen Küstentanne und zwei Reihen Buche wird eine Reihenmischung (2,5 m) erzeugt und die Küstentannen ansonsten wie Variante 2 behandelt (Abbildung 9).

Die Variante 2 (1.526 Vfm/ha) liefert gegenüber Variante 1 (1.361 Vfm/ha) insgesamt eine höhere Gesamtwuchsleistung. Der Mischbestand hat die geringste Küstentannen-Gesamtwuchsleistung (1.173 Vfm/ha; Buche: 192,7 Vfm/ha). Bezogen auf die Anteilsflächen im Mischbestand ist die Küstentanne dort jedoch am leistungsstärksten, da sie in den Kontaktzonen zur Buche mehr Wuchsraum zur Verfügung hat. Bei den Z-Bäumen der Variante 2 schwanken die Jahrringbreiten deutlich stärker als bei den Z-Bäumen der Variante 1 (Abbildung 10). Die breitesten Jahrringe waren bei den Küstentannen in Reihenmischung mit der Buche zu verzeichnen. Dies lässt sich wiederum mit dem größeren Wuchsraum in der Nachbarschaft zur Buche erklären.

Bestandesentwicklung Variante 3

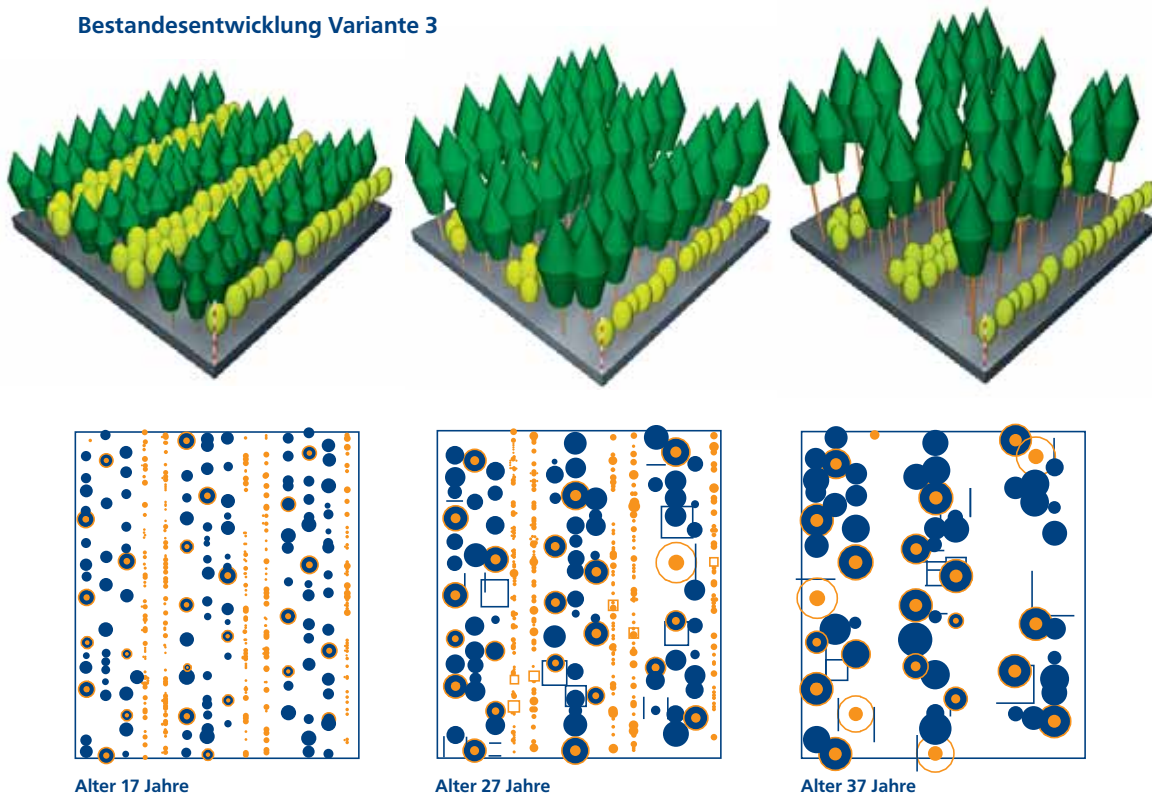


Abbildung 9: Schematische Darstellung der Variante 3 (Buchen-Küstentannen-Mischbestand) für verschiedene Alter

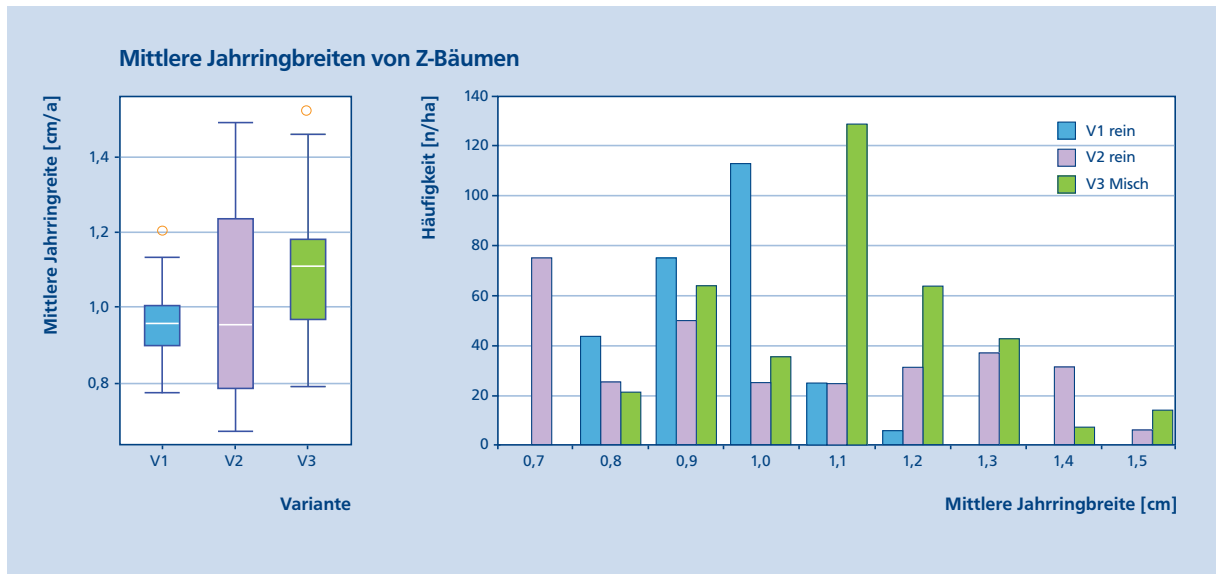


Abbildung 10: Vergleich der mittleren Jahrringbreiten von Z-Bäumen der waldbaulichen Varianten 1 bis 3 und deren Häufigkeitsverteilung; die mittlere Jahrringbreite wurde für einen Zeitraum von 63 Jahren berechnet.

Die Simulation verdeutlicht, dass die verschiedenen Nutzungsvarianten und Mischungsformen Quantität und Qualität des produzierten Holzes erheblich beeinflussen. Deshalb ist es notwendig, verwendungsorientierte, am jeweiligen Produktionsziel ausgerichtete Managementstrategien zu entwickeln.

Verwendungsorientierte Managementstrategien

Die Ergebnisse der Versuchsflächenauswertungen und der Wachstumsmodellierungen zeigen, dass die Buche der Küstentanne im Wachstum deutlich unterlegen ist. Die fehlende Konkurrenz in der Nachbarschaft zur Buche führt bei vor- und herrschenden Küstentannen zu enormem Wachstum mit weiten Jahrringen. Angesichts der Wuchsrelationen und der unterschiedlichen Pro-

duktionszeiträume sind danach intensive Mischungen nicht zu empfehlen. Eine frühzeitige Entnahme vorwüchsiger Küstentannen führt bei vertretbaren Zuwachseinbußen zu besseren Qualitäten. Sehr starke Lässerungen und anschließend sehr starke Durchforstungen (natürlicher Bestockungsgrad 0,65) senken hingegen die Flächenproduktivität und führen zu sehr breiten Jahrringen bei den Z-Bäumen.

Auf Basis dieser Erkenntnisse lassen sich für Mischbestände aus Küstentanne und Buche verwendungsorientierte Managementstrategien ableiten. Für die Forstpraxis eignen sich insbesondere das klassische Produktionsziel Säge- und Industrieholz oder die ausschließliche Produktion von Holz für die Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie an. Um diese Produktionsziele zu erreichen, bieten sich die in den Tabellen 1 und 2 dargestellten Strategien an.

Produktionsziel Industrie -und Sägeholz		
Standorte	schwach bis ziemlich gut nährstoffversorgt, da sonst zu starkes Dickenwachstum; keine staunassen und wechsellrockenen Standorte	
Bestandestyp	Küstentanne/Buche: (KTa 50–70 % , Bu 30–50 % , Begleitbaumarten ca. 10 %) Tiefland ggf. REi oder WLi statt Bu Buche/Küstentanne: (Bu 50–70 % , KTa 30–50 % , Begleitbaumarten ca. 10 %) (KTa als Zeitmischung, Auspflanzung Bu-NV)	
Zielstärke	Küstentanne	45 cm + in 40–60 Jahren
	Buche	55 cm + in 100–140 Jahren
Mischungsform	Buche in Küstentanne	horstweise
	Küstentanne in Buche	trupp- bis horstweise
Kultur	Freifläche	ca. 2.500–3.000 KTa/ha Anteilfläche, 7.000–10.000 Bu/ha
	lichter Schirm	ca. 2.000–2.500 KTa/ha Anteilfläche, 5.000–7.000 Bu/ha
Pflege der Küstentanne		
Jungbestand	h_{100} (6–8 m):	i.d.R. keine Läuterung, ggf. Protzenaushieb
Stangenholz	h_{100} (8–12 m):	Feinerschließung
Geringes Baumholz	h_{100} (12–20 m):	schrittweiser Auszug der vorherrschenden KTA vorsichtige Pflege der bestveranlagten herrschenden KTA
	h_{100} (20–28 m):	Auswahl von 200 Z-Bäumen/ha mäß Hdf.
Mittleres Baumholz	h_{100} (> 28 m):	gestreckte Zielstärkennutzung, möglichst NV

Tabelle 1: Produktionsziel Industrie- und Sägeholz

Produktionsziel Zellstoff und Holzwerkstoff		
Standorte	breite Standortpalette mit Ausnahme der reichen (zu schade), staunassen und wechsellrockenen Standorte (Jugendgefahren, Windwurf)	
Bestandestyp	Küstentanne/Buche (KTa 70–80 % , Bu 20–30 % , Begleitbaumarten ca. 10 %) Keine führende Buche, Buche als ökologische Anreicherung	
Zielstärke	Küstentanne	30 cm + in 30 bis 40 Jahren
	Buche	keine Festlegung, fallweise
Mischungsform	Buche in Küstentanne	trupp-bis guppenweise
Kultur	Freifläche	ca. 2.000–2.500 KTa/ha Anteilfläche, 3.000–4.000 Bu/ha
	lichter Schirm	ca. 2.000–2.500 KTa/ha Anteilfläche, 2.000–3.000 Bu/ha
Pflege der Küstentanne		
Jungbestand	h_{100} (6–8m):	i. d.R. keine Läuterung
Stangenholz	h_{100} (8–12m):	Feinerschließung
Geringeres Baumholz	h_{100} (12–26m):	Auswahl von 300 bis 350 Z-Bäumen/ha st. Hdf.
	h_{100} (> 26m):	erst Zielstärkennutzung, dann Abtrieb
Neukultur	im Seitenschutz der verbliebenen Buchen und Mischbaumarten	

Tabelle 2: Produktionsziel Zellstoff und Holzwerkstoff

Literatur

- Bergel, D. (1985): *Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland*. Aus der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Selbstverlag, 72 S.
- Christie, J. M.; Lewis, R. E. A. (1961): *Provisional yield tables for Abies grandis and Abies nobilis*. [British] Forestry Commission Forest Record 47, Her Majesty's Stationery Office, London, 48 S.
- Lembke, G. (1973): *Der gegenwärtige Stand des unter Schwapach begründeten Freienwalder Anbauversuchs mit ausländischen Baumarten*. Beiträge für die Forstwirtschaft 7, S. 24–37
- Lockow, K.-W. 2002: *Ergebnisse der Anbauversuche mit amerikanischen und japanischen Baumarten*. In: *Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern*, Landesforstanstalt Eberswalde, S. 41–101

- Lockow, K-W.; Lockow, J. (2007): *Anbau der Großen Küstentanne in Brandenburg aus ertragskundlicher Sicht*. Forst und Holz, S. 15–18
- Nagel, J. (1999): *Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 128, J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 122 S.
- Nagel, J. (2002): *Das Open Source Entwicklungsmodell – eine Chance für Waldwachstumssimulatoren*. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Ertragskunde, Jahrestagung Schwarzburg 13-15. Mai 2002, S. 1–6
- Nagel, J.; Albert, M.; Schmidt, M. (2002): *Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1*. Forst und Holz, S. 486–493
- Nagel, J.; Duda, H.; Hansen, J. (2006): *Forest Simulator BWINPro7*. Forst und Holz, S. 427–429
- Penschuk, H. (1935/37): *Die Anbauversuche mit ausländischen Holzarten unter Berücksichtigung ihrer Ertragsleistung*. Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen, S. 113–137, S. 525–555
- Polley, H.; Hennig, P.; Schwitzgebel, F. (2009): *Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland*. AFZ/Der Wald, S. 1.076–1.077
- Rau, H.-M.; König, A.; Ruetz, W.; Rumpf, H.; Schönfelder, E. (2008): *Ergebnisse des westdeutschen IUFRO-Küstentannen-Provenienzversuches im Alter 27*. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 4, Universitätsverlag Göttingen, 62 S.
- Röhrig, E. (1978): *Anbauergebnisse mit Abies grandis in Deutschland*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 54, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., S. 37–52
- Rüther, B.; Hansen, J.; Ludwig, A.; Spellmann, H.; Nagel, J.; Möhring, B.; Dieter, M. (2007): *Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen*. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 1, Universitätsverlag Göttingen, 92 S.
- Schober, R. (1977): *Erste Ergebnisse von Anbauversuchen mit Tannen und anderen Koniferen aus Japan im Vergleich mit nordamerikanischen und europäischen Nadelhölzern, Teil I: Zielsetzung der Versuche und Eigenschaften japanischer Koniferen in ihrer Heimat*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, S. 197–207
- Schober, R. (1978): *Erste Ergebnisse von Anbauversuchen mit Tannen und anderen Koniferen aus Japan im Vergleich mit nordamerikanischen und europäischen Nadelhölzern, Teil 2: Die Versuche und ihre Ergebnisse*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, S. 197–221
- Schober, R.; Spellmann, H. (2001): *Von Anbauversuchen mit Tannen und anderen Koniferen aus Japan, Nordamerika und Europa*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 130, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 178 S.
- Schwappach, A. (1901): *Die Ergebnisse der in den Preußischen Staatsforsten ausgeführten Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten*. Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen, S. 137–169, 195–225, 261–292
- Schwappach, A. (1911): *Die weitere Entwicklung der Versuche mit fremdländischen Holzarten in Preußen*. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft, S. 3–37
- Spellmann, H. (1994): *Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, S. 27–34
- Spellmann, H.; Mantau, U.; Polley, H. (2008): *Nachhaltige Rohholzversorgung aus deutschen Wäldern*. Positionspapier der Plattform Forst & Holz von DFWR und DHWR vom 5.6.2008. <http://www.dfwr.de/download/>, 10 S.
- Stratmann, J. (1988): *Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 91, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 131 S.
- Wiedemann, E. (1950): *Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft*. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 346 S.

Key words: Silver Fir, Grand Fir, forest growth, use of wood, stand treatment

Summary: Timber product oriented silvicultural strategies for mixed stands of beech (*Fagus sylvatica*) and grand fir (*Abies grandis*). A shortage of small dimensioned assortments of coniferous timber might hit the German timber market in near future. The fast growing grand fir, mixed with beech, could help to overcome this shortage. Product oriented silvicultural strategies for mixed stands of grand fir and beech, which were developed by the Northwest German Forest Research Station within the framework of the project „value-added chain forest-timber: beech/grand fir“, are presented. The strategies are based on the results of many long-term observed cultivation, spacing and yield experimental plots which are scattered over a wide amplitude of forest sites. Additional data of single observations were used to complement the data set. The data were also used to extend the Northwest German version of the forest growth simulator BWINPro for grand fir in pure and mixed stands.