

„Mittelwaldfichten“ aus dem Hochwald?

Teil I: Gestalt und Wachstum langkroniger Fichten

„Coppice with Spruce“ from High Forest?

Part I: Shape and Growth of Long Crowned Norway Spruce

Von Thomas Seifert, Hans Pretzsch und Michael Bücking

1 Einleitung

Neuere waldbauliche Konzeptionen präferieren vielfach Auslese- bzw. Z-Baum-Strategien mit dem Ziel, standortangepasste, stabile und möglichst strukturierte Bestände zu erziehen (s. z. B. ABETZ 1975, 1976 a, b und c, 1979, 1980, 1990, 1992, 1993, ABETZ u. OHNEMUS 1994, ABETZ u. KLÄDTKE 2000, KLÄDTKE 2001, KRAMER 1988, SCHÖBER 1988). Mit diesen Einzelbaumkonzepten soll starkes und qualitativ hochwertiges Holz in kurzen Produktionszeiträumen bereitgestellt werden (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ 1997: II–17).

Aktuell diskutierte Waldbauideen setzen auch bei der Fichte (*Picea abies* (L.) KARST.) auf eine starke Freistellung der Z-Bäume, mit dem Ziel, durch ein kronenspannungsarmes Wachstum die Durchmesserentwicklung deutlich zu forcieren und dauerhaft auf hohem Niveau zu halten (LETTER 2000, WILHELM et al. 1999). Diese neuen Konzepte unterscheiden sich jedoch durch eine initiale Phase des Dichtstandes von den bisher üblichen Z-Baum-Ansätzen.

Untersuchungen von Fichten aus derart behandelten Beständen mit einer Dichtstandsphase und einer folgenden dauerhaften Freistellung sind rar (GLOS u. TRATZMILLER 1997, SEELING 2001) und decken nicht die ausgeprägte Freistellung der neuen Konzepte ab. Fichten mit solchen Freistellungsgraden nach einer Dichtstandsphase würden in ihrem Habitus „Mittelwaldfichten“ ähneln, wie sie beispielsweise von SURBER (1950) und LEIBUNDGUT (1971, 1989) beschrieben wurden. Untersuchungsergebnisse aus weitständigen Z-Baum-Verfahren (ABETZ 1987, ABETZ u. LÄSSIG 1989, ABETZ u. UNFRIED 1983, EBERT 1993, KENK 1990, KRAMER et al. 1970) weisen in der Regel keine längere Phase des Dichtstands und keine derart starke Freistellung über lange Zeit auf. Mit wenigen Ausnahmen (z. B. BUES 1996, MOSANDL et al. 1995) stammen die Ergebnisse aus weitständigen Konzepten auch von jüngeren Bäumen, die den Erntezieldurchmesser noch nicht erreicht hatten. Solitäruntersuchungen (HASENAUER 1997, LÄSSIG 1991, STIEFVATER 1982) bieten zwar Bäume mit konkurrenzfreiem Wachstum, doch auch hier fehlt eine anfängliche Phase des Dichtstandes.

Weil Ausprägung und zeitlicher Ablauf der Freistellung bei den neuen mehrphasigen Konzepten von den klassischen Konzepten abweichen, lässt sich das bisherige Wissen über das Wachstum und die Holzqualität stark freigestellter Fichten nur begrenzt übertragen. Um eine breitere Basis für die Bewertung dieses Waldbaukonzeptes zu schaffen, werden morphologische Parameter anhand von 35 weitgehend kronenspannungsarm gewachsenen Fichten vorgestellt. Der vorliegende Teil I der Ergebnispräsentation umfasst dabei eine morphometrische Charakterisierung des äußeren Wuchsbildes, eine Analyse der Konkurrenzsituation bei der Probebaumentnahme sowie eine waldbaukundliche Beschreibung der Zuwachsdynamik praxisrelevanter Einzelbaumgrößen. Teil II wird in der nächsten Ausgabe von Forst und Holz erscheinen und charakterisiert die äußere Astigkeit, den Jahrringbau sowie die Stammform und diskutiert die Ergebnisse. Bei beiden Teilen steht der Einzelbaum und nicht der Bestand im Betrachtungsmittelpunkt.

2 Waldbaukonzept zur Erzeugung von starkem Fichtenwertholz

Das der Auswahl der untersuchten Fichten zugrunde liegende Waldbaukonzept (WILHELM et al. 1999) geht als Zielgröße

von einem definierten relativen astfreien Wertstammanteil aus. Dessen Länge beträgt bei der Baumart Fichte idealtypisch rd. 25 % der zu erwartenden Endhöhe der Z-Bäume auf dem jeweiligen Standort (s. Abb. 1).

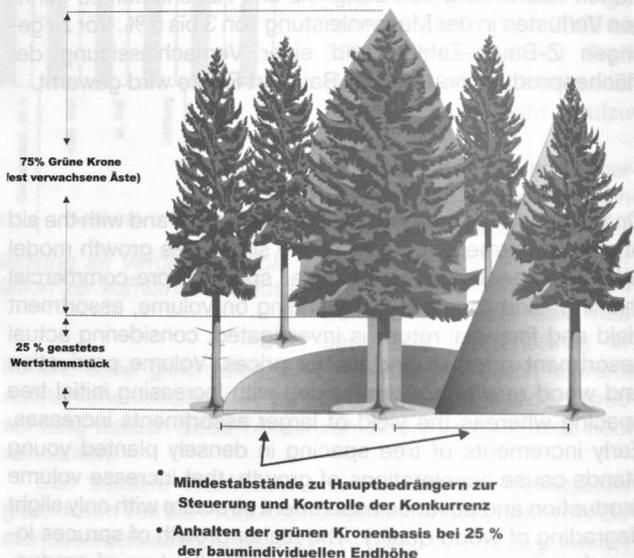


Abb. 1: Kronenspannungsarmes Wachstum und Zieltypus des geasteten Z-Baumes innerhalb seiner Biogruppe.

In der Jugend, nach erfolgter „Etablierung“, wird auf Selbstdifferenzierungsprozesse im Dichtstand gesetzt, als deren Ergebnis sich sog. „supervitale“ Z-Bäume (vgl. WILHELM et al. 1999: 234) herauskristallisieren. Diese Phase wird als „Qualifizierungsphase“ bezeichnet.

Erreicht die Kronenbasis die definierten 25 % der Endhöhe, werden die Bäume geastet und freigestellt. Die Förderung der Z-Bäume in der so genannten „Dimensionierungsphase“ soll durch die Herstellung eines anhaltend kronenspannungsarmen Wachstums eine lange grüne Krone gewährleisten. Die Dimensionierungsphase wird schließlich von einer „Reifephase“ abgelöst, in der kein großer Ausbau der Krone mehr erfolgen kann, aber die Durchmesserentwicklung weiter auf hohem Niveau gehalten wird. Totastzonen entstehen nach diesem Konzept im Idealfall nicht, da das Voranschreiten der grünen Kronenbasis nach oben aufgehalten werden soll (s. Abb. 1). Der Zieltypus des Z-Baumes entspricht dem so genannten „A-C-Baum“ (GRAMMEL 1990, SCHULZ 1977, 1988), der nach GRAMMEL (1990) über einem astfreien Erdstammstück einen astigen, oberen Stammteil aufweist.

3 Auswahl und Aufnahme der Probebäume

Für die Untersuchung wurden Bäume mit langer grüner Krone und großem Durchmesser gewählt, die nach einer Dichtstandsphase eine deutliche Freistellung erfahren haben. Dabei fiel die Wahl bevorzugt auf geastete Fichten, die möglichst keine Schäden, Stammbrüche, Zwiesel oder Fichtenblattwespenbefall aufwiesen. Bäume des gesuchten Typs fanden sich vor allem in Beständen, die in der Jugend durch Schneebruch stark aufgelichtet worden waren.

Zu Beginn der Aufnahmen wurden der zu entnehmende Probebaum und diejenigen Konkurrenten bestimmt, die im Kronenraum angrenzten (Baumgruppe I, 5–8 Bäume) bzw.

die Kronenentwicklung des Probebaumes durch Lichtkonkurrenz (Baumgruppe II, 5–10 Bäume) beeinflussen konnten. Die Positionen und Brusthöhendurchmesser aller Bäume wurden erfasst sowie an allen Konkurrenzbäumen der Gruppen die Baumhöhe, die Höhe des Grünquirllansatzes (der unterste Quirl, der mindestens drei grüne Äste besitzt), die Kronenansatzhöhe (unterster grüner Ast) und die Totastansatzhöhe ermittelt. Die Erfassung der Kronenstruktur am stehenden Baum wurde durch die Kronenablotung der Konkurrenten und des zentralen Probebaumes in acht Himmelsrichtungen komplettiert. Nach der Fällung des jeweiligen Probebaumes wurden die Triebblängen und die Stammdurchmesser der Stammachse in der Mitte des jeweiligen Internodiums vermessen. Die Liegendaufnahme umfasste ebenfalls die Höhe des letzten Quirls mit mindestens einem grünen Ast, also die Kronenansatzhöhe (KA), die Höhe des Grünquirllansatzes, die untere Grenze des Totastbereiches (TAA) sowie die Grenze von Licht- zur Intermediär- bzw. Schattenkrone, welche über die Nadelmorphologie bestimmt wurde. Weiterhin erfolgte bei jedem Ast eine Messung des Astdurchmessers am Astansatz.

Von den 35 Probebäumen stammen 15 aus Rheinland-Pfalz, 3 aus Hessen und 17 aus Baden-Württemberg (s. Tab. 1). Zur Charakterisierung des Probebaumkollektivs werden die einzelnen Probebäume nach den Entnahmebeständen gruppiert. Als Vergleichskollektiv ausgesprochen traditionell behandelte Bäume (Niederdurchforstung) werden Fichten von Versuchsflächen aus dem Höglwald und aus Kranzberg (beide Bestände auf wüchsigen, tertiären Lehmlandorten in Oberbayern) herangezogen, die bei der Diskussion der waldwachstumskundlichen Baummerkmale den hier untersuchten Fichten gegenüber gestellt werden.

4 Morphometrische Merkmale

Gegenstand dieser Teiluntersuchung war die Klärung der Frage, welche Ausprägung die morphometrischen Merkmale der untersuchten Probebäume aufweisen und in wie fern sie sich von Fichten aus niederdurchforsteten Beständen unterscheiden. Als ökonomisch besonders interessante Merkmale werden Baumhöhe, Brusthöhendurchmesser, H/D-Wert und Kronenansatzhöhe vorgestellt (Abb. 2).

Das Gesamtspektrum der Baumhöhen im Probekollektiv reicht von 27,8–40,2 m und liegt im Mittel bei 34,2 m mit einer Standardabweichung von 3,6 m. Die Höhen der 95 Jahre alten Bäume aus dem Vergleichskollektiv Höglwald streuen von 33,6 m bis 37,9 m um einen Mittelwert von 36,6 m. Aus den Höhen und dem Alter errechnet sich ein mittlerer jährlicher Höhenzuwachs von 0,32 m für die Probebäume und 0,38 m für das Vergleichskollektiv. Die große Spreitung des Baumalters im Probekollektiv (vgl. Tab. 1) erschwert allerdings einen direkten Vergleich der absoluten Höhenwerte der Probebäume. Um vergleichbare Aussagen zu erhalten, werden über Stammanalysen die Baumhöhen im Alter 80 hergeleitet, da fast alle Probebäume dieses Alter erreichen. Beim Vergleich der Baumhöhen im Alter 80 gliedert sich das Kollektiv in zwei Gruppen. Die erste umfasst Schönau und Allenbach und weist Höhen von ca. 33 m auf. Die zweite Gruppe besteht aus den übrigen Flächen und bleibt mit mittleren Höhen von ca. 28 m deutlich unter den Höhen der ersten Gruppe. Im Vergleichskollektiv Höglwald liegt die mittlere Baumhöhe im Alter 80 mit 30 m genau dazwischen. Die jährliche Höhenwuchsleistung beträgt in den Gruppen Schönau und Allenbach ca. 0,41 m pro Jahr und bei den übrigen Gruppen ca. 0,35 m. Die jährliche Höhenwuchsleistung im Höglwald liegt mit ca. 0,38 m wieder im Mittelfeld der beobachteten Werte, ist jedoch eher mit den Flächen Schönau und Allenbach vergleichbar. LÄSSIG (1991: 48 ff) gibt für Solitär-fichten von der Schwäbischen Alb im Alter 80 eine Höhe von ca. 27 m bei einem mittleren jährlichen Zuwachs von 0,34 m an. Sein Zuwachswert entspricht somit etwa den beobachteten jährlichen Höhenzuwächsen bei den Fichten aus Hessen, St. Märgen, Ötzbach, Bruchweiler und Beuren. Insgesamt zeigen die beobachteten Höhenwerte im Vergleich zu den Bestandes- und Solitär-fichten keine auffällige Abweichung. Dies belegt den bekanntermaßen mäßigen Einfluss der Bestandesbehandlung und des Wuchsraumes auf die Höhenentwicklung von Fichten. Untersuchungen von LÄSSIG (1991), STIEFVATER (1982) sowie KRAMER et al. (1970) an Solitär-fichten unterschiedlichen Alters zeigen, dass die Höhenentwicklung von Fichtensolitären denen von Bestandesreferenzbäumen weitgehend gleichen. LÄSSIG führt deshalb aus, dass sich die

Tab. 1: Beschreibung der Herkunftsbestände der Probebäume (nach RECK et al. 2002) und des Vergleichsbestandes Höglwald (KREUTZER et al. 1991).

Bundesland	Baden-Württemberg			Hessen		Rheinland-Pfalz				Vergleichskollektiv Höglwald
	Schönau	St. Märgen/ St. Peter	Ötzbach	Romrod	Reinhardshain	Allenebach	Bruchweiler	Beuren	Hillscheid	
Baumzahl	6	9	2	1	2	6	4	4	1	9
Höhe [m ü.NN]	340–350	1000	260–330	345–355	290–300	650–680	695–715	625–650	530–575	540
Höhenstufe	subm.	montan	kollin/ subm.	submontan	submontan	montan	montan	montan	submontan	submontan
Geologie	mittl. Buntsandstein	Paragneis, per. Schuttdecken	Gneis, z.T. m. Lössauflagen	Basalt mit Lösslehm	Löss	Quarzite	Quarzite	Quarzite	alluvialer Gehängeschutt	Tertiäre Lehme mit Lössauflage
Bodenfrische	mäßig frisch	mäßig frisch	mäßig frisch bis frisch	wechsel-feucht	frisch	mäßig frisch bis frisch	vernäs-send	frisch	frisch	frisch
Nährstoffversorgung	mesotroph	mesotroph	mesotroph – eutroph	eutroph	mesotroph	oligotroph	oligotroph	oligotroph	oligotroph	eutroph
Niedersch. [mm/J]	1100	1850	900–1000	650	750	1100	>950	>950	750–950	850
Altersrahmen	95–98	64–/130	114–119	138	51–129	78–80	122–136	93–110	130	95
Freistellungsalter	32–35	24/44–52/ 90	solitär-ähnlich erwachsen	solitär-ähnlich erwachsen	Keine Angabe	15–17	59–73	38–50	solitär-ähnlich erwachsen	–

Höhenentwicklung von Fichtensolitären mit denen herrschender Bestandesbäume nahezu deckt.

Beim Brusthöhendurchmesser kommt es bei den Probestämmen zu einer Streuung der einzelnen Werte von 54,0 cm bis 106,5 cm, bei einem Mittelwert von 70,1 cm und einer Standardabweichung von 10,1 cm. Abbildung 2 zeigt, dass sich die „box“, also der Bereich mit 50 % der Gesamtwerte, für die meisten Flächen zwischen ca. 62 cm und 80 cm befindet. Eine Ausnahme bildet lediglich das aus drei sehr unterschiedlichen Bäumen bestehende Teilkollektiv aus Hessen. Werden die BHD-Werte aus dem Vergleichskollektiv Höglwald den etwa gleichaltrigen beprobten Bäumen aus Schönau, Beuren und St. Märgen gegenüber gestellt, so weisen die weitgehend kronenspannungsarm erzogenen Fichten einen bis zu 1,5-fach höheren Brusthöhendurchmesser auf.

Das in direktem Zusammenhang zur Höhe und zum BHD stehende H/D-Verhältnis streut bei den Probestämmen von 36,0–67,5 (49,9 im Mittel, bei einer Standardabweichung von 7,2) und liegt damit deutlich unter dem Schlankheitsgrad der Bestandesbäume im Höglwald, der sich im Bereich von 66,6–91,5 (79,2 im Mittel) bewegt.

Der Kronenansatz wurde in den Messungen durch zwei Größen charakterisiert. Zum einen durch den letzten grünen Ast (KA) und zum anderen durch den letzten Quirl mit mindestens drei grünen Ästen (GQA). Im Mittel über alle Bäume liegt der KA bei 10,3 m (s. Abb. 2) bei einer Standardabweichung

von 2,7 m. Der GQA bewegt sich im Mittel über alle Bäume bei 12,2 m, bei einer Standardabweichung von 2,9 m. Zwischen den ausgeschiedenen Gruppen der Probefichten sind Unterschiede feststellbar. So liegt der mittlere KA der Versuchsfichten auf der Fläche Schönau ca. 5 m über dem mittleren KA der übrigen Versuchsflächen. Analog gilt dies für den GQA, dessen Wert im Mittel bei den beprobten Fichten aus Schönau ca. 4 m höher liegt.

Das Vergleichskollektiv Höglwald weist erwartungsgemäß höhere Kronenansatzhöhen auf. Der Streubereich des KA bewegt sich von 18,5 bis 25 m (22,9 m im Mittel) und der des GQA von 21,9 bis 28,3 m (25,2 m im Mittel). Es zeigt sich, dass der KA und der GQA bei den Bäumen aus dem Vergleichskollektiv etwa 12 m über denen der beprobten Fichten liegen.

Das Kronenprozent in Bezug auf den KA liegt bei den Entnahmefichten zwischen 57,6 und 83,3 % und im Mittel bei 70 %. Das Kronenprozent in Bezug auf den GQA liegt bei den Probefichten im Mittel bei 64,4 % und streut zwischen 46,9 und 78,9 %. Die Spreitung bzw. der Spreitungsgrad wird nach ASSMANN (1961) als Maß für die Auslage der Krone herangezogen. Bestimmt wird sie als Verhältnis der Kronenbreite zur Baumhöhe.

Bei der Spreitung kommt es bei den Probestämmen zu einer Streuung der einzelnen Werte von 0,19 bis 0,42 bei einem Mittelwert von 0,29 (Abb. 3). Im Vergleichskollektiv

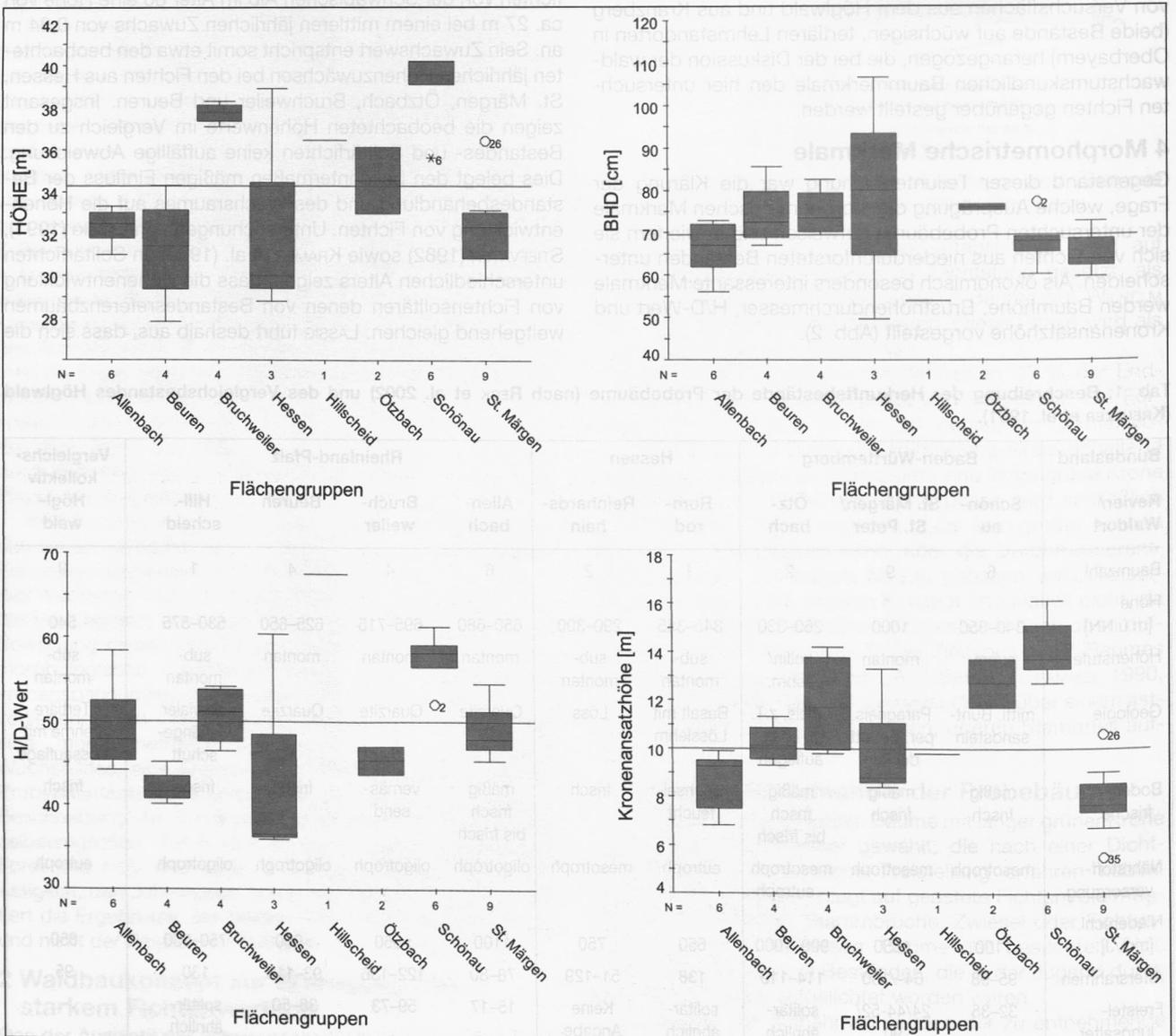


Abb. 2: Box-Whisker-Abbildungen zu den Parametern Höhe, BHD, H/D-Wert und Kronenansatz.

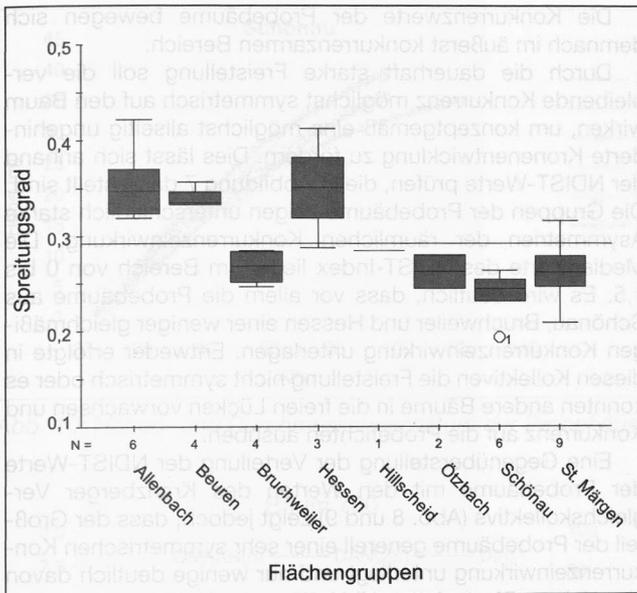


Abb. 3: Spreitungsgrad der Probebaumkollektive.

Höglwald liegt der Spreitungsgrad in einem Bereich von 0,11 bis 0,15 bei einem Mittelwert von 0,12. Damit besitzen die Probefichten im Vergleich zu den traditionell behandelten Bestandesbäumen aus dem Höglwald deutlich breitere Kronen in Relation zu ihrer Baumhöhe. Der mittlere Spreitungsgrad beträgt etwa das 2,4-fache der Bestandesbäume.

5 Konkurrenzsituation

Zur Quantifizierung der Konkurrenzsituation der Probebäume im Bestand werden drei Konkurrenzmaße benutzt (PRETZSCH 1992, 2001). Der Konkurrenzwert KKL beschreibt die Beschattung durch Nachbarbäume. Bei der Berechnung des KKL wird ein gedachter Kegel in 60 % der Baumhöhe nach oben aufgespannt, der den Einflussbereich möglicher Konkurrenten markiert (Abb. 4). Der KKL-Index ergibt einen Wert von Null, wenn keine Bäume in den Suchkegel ragen. Nach oben ist sein Wertebereich offen, das heißt sehr starke Konkurrenz kann zu KKL-Werten von 100 und mehr führen.

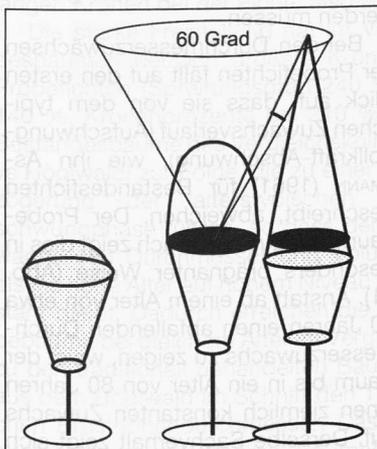


Abb. 4: Konkurrenzindex KKL.

Zur Beschreibung der räumlichen Symmetrie der wirkenden Konkurrenz wird der Index NDIST berechnet. Dabei wird der Konkurrenzschwerpunkt und seine Abweichung vom Stammfußpunkt genutzt, um die Konkurrenzsymmetrie zu charakterisieren. Entscheidend bei der Be-

rechnung ist, dass die Konkurrenten je nach KKL-Wert gewichtet in den Index eingehen. Ein NDIST von Null entspricht einer allseitig symmetrischen Konkurrenz, größere Werte deuten auf eine zunehmend asymmetrische Konkurrenzierung des Betrachtungsbaumes hin. Eine ausführliche Darstellung der Berechnung findet sich bei PRETZSCH (1992).

Durch etliche Untersuchungen ist belegt, dass sich die Konkurrenzwirkung von verschiedenen Baumarten unterscheidet (KENNEL 1965, PETRI 1966, PRETZSCH 1992). Zur Beschreibung wird der KMA-Index benutzt – ein Maß zur Beschreibung des Einflusses der Baumartenmischung in der Umgebung. Je größer der KMA-Wert ist, desto höher ist der Konkurrenzanteil der von Koniferen verursacht wird. Ein Wert von eins bedeutet, dass der Betrachtungsbaum ausschließlich von Koniferen umgeben ist. Der KMA wird dabei für alle Konkurrenten in einem Umkreis mit einem Radius des zweifachen Kronendurchmessers des Betrachtungsbaumes ermittelt. Dadurch können auch Bäume in KMA-Berechnungen eingehen, die nicht im KKL-Wert erfasst werden.

Wie in Abbildung 5 zu erkennen ist, liegt der Median des KKL-Wertes beim Gros der Gruppen deutlich unter 0,1. Es zeigt sich, dass die aus Hessen stammenden Bäume hinsichtlich ihrer Konkurrenzsituation keine homogene Gruppe bilden. Sie werden in allen folgenden Analysen jedoch aufgrund ihrer geographischen Herkunft trotzdem als Kollektiv behandelt.

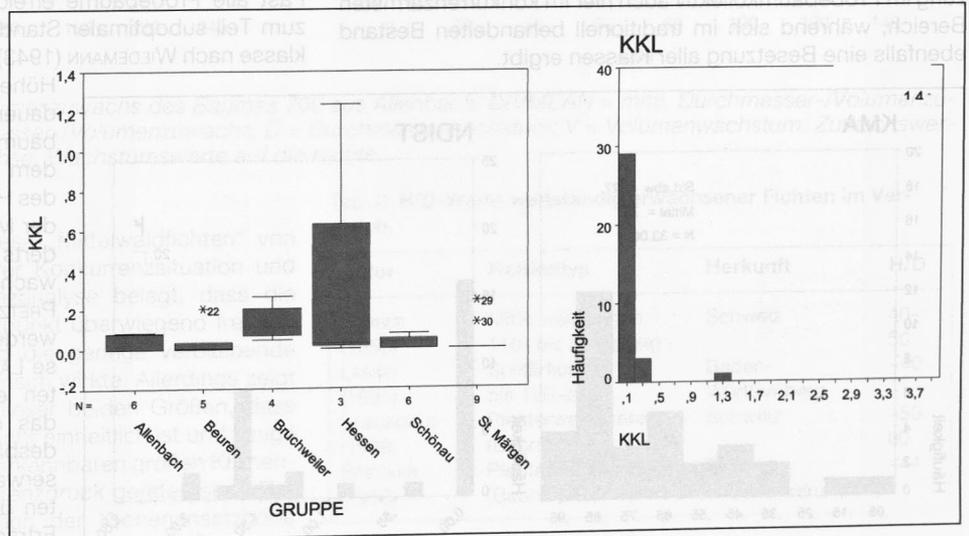


Abb. 5: Konkurrenzsituation der Probefichten zum Entnahmezeitpunkt, quantifiziert über den KKL-Wert nach PRETZSCH (1992, links) und deren Häufigkeitsverteilung (rechts).

Im Vergleich mit dem traditionell behandelten Bestand (Abb. 6) fällt auf, dass sich die KKL-Werte des Probebaumkollektivs ausschließlich im nahezu konkurrenzfreien Bereich bewegen. Während im Kranzberger Vergleichsbestand maximale Konkurrenzwerte von 100 vorkommen, liegt der höchst-

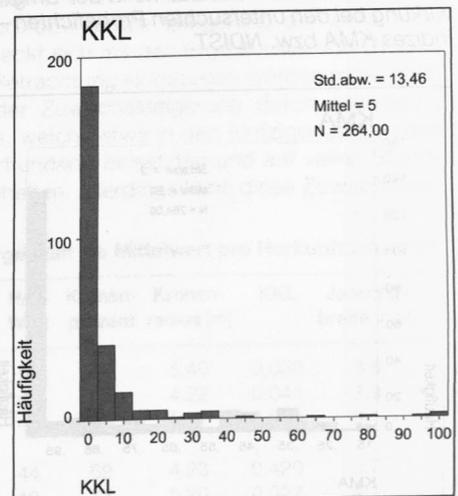


Abb. 6: Häufigkeit verschiedener Konkurrenzstärken im Vergleichsbestand Kranzberg.

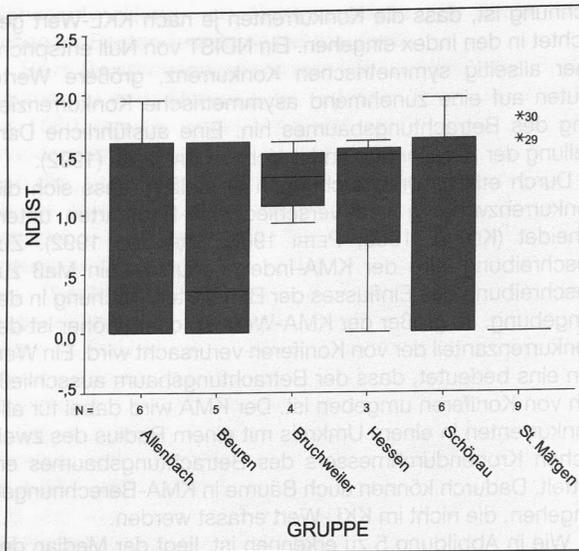


Abb. 7: Symmetrie der einwirkenden Konkurrenz – dargestellt durch den Konkurrenzindex NDIST.

te beobachtete KKL im Probebaumkollektiv bei etwa 1,3. Werden die Konkurrenzwerte der beiden Kollektive bis zum KKL-Maximum von 4 gegenüber gestellt, so liegt die Besetzung im Probebaumkollektiv auch hier im konkurrenzärmsten Bereich, während sich im traditionell behandelten Bestand ebenfalls eine Besetzung aller Klassen ergibt.

Die Konkurrenzwerte der Probebäume bewegen sich demnach im äußerst konkurrenzarmen Bereich.

Durch die dauerhaft starke Freistellung soll die verbleibende Konkurrenz möglichst symmetrisch auf den Baum wirken, um konzeptgemäß eine möglichst allseitig ungehinderte Kronenentwicklung zu fördern. Dies lässt sich anhand der NDIST-Werte prüfen, die in Abbildung 7 dargestellt sind. Die Gruppen der Probebäume zeigen unterschiedlich starke Asymmetrien der räumlichen Konkurrenzeinwirkung. Die Medianwerte des NDIST-Index liegen im Bereich von 0 bis 1,5. Es wird deutlich, dass vor allem die Probebäume aus Schönau, Bruchweiler und Hessen einer weniger gleichmäßigen Konkurrenzeinwirkung unterlagen. Entweder erfolgte in diesen Kollektiven die Freistellung nicht symmetrisch oder es konnten andere Bäume in die freien Lücken vorwachsen und Konkurrenz auf die Probefichten ausüben.

Eine Gegenüberstellung der Verteilung der NDIST-Werte der Probebäume mit den Werten des Kranzberger Vergleichskollektivs (Abb. 8 und 9) zeigt jedoch, dass der Großteil der Probebäume generell einer sehr symmetrischen Konkurrenzeinwirkung unterliegt und nur wenige deutlich davon abweichen. Die geringen KMA-Werte in Abbildung 8 zeigen, dass nur wenige der untersuchten Probebäume in reinen Fichtenbeständen erwachsen sind.

6 Wachstumsverläufe

Fast alle Probebäume erreichen im Höhenwachstum trotz zum Teil suboptimaler Standorte das Niveau der I. Ertragsklasse nach WIEDEMANN (1943) (Abb. 10). Eine Depression des Höhenwachstums durch die lang andauernden Freistellung der Probebäume war nicht festzustellen. Zudem kann auch eine Begünstigung des Höhenwachstums durch die, seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts bekannten, allgemeinen Zuwachssteigerung (KÜSTERS 2001, PRETZSCH u. UTSCHIG 2000) vermutet werden. Dies bestätigt die Ergebnisse LÄSSIGS (1991), der an Solitär-fichten ein Höhenwachstum feststellt, das dem vorherrschender Bestandesbäume gleicht. Das Durchmesserwachstum liegt auf allen Standorten über den Referenzwerten der I. Ertragsklasse der WIEDEMANN-Ertragstafel (1942, mäßige Durchforstung), wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich bei den Ertragstafelwerten um die Zuwächse des Grundflächenmittelstammes handelt, während die Probebäume als vorherrschende Individuen eingestuft werden müssen.

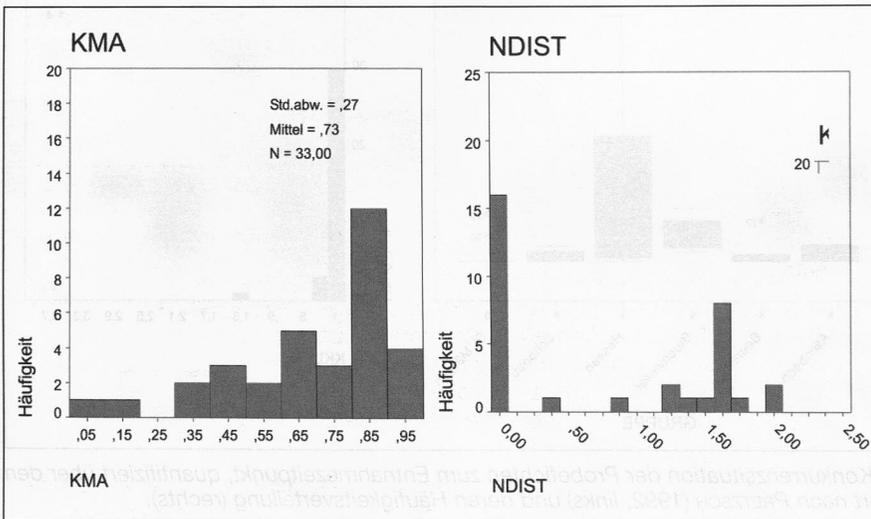


Abb. 8: Anteil der Nadelbäume in der Umgebung und Symmetrie der Konkurrenzeinwirkung bei den untersuchten Probefichten – dargestellt durch die beiden Konkurrenzindizes KMA bzw. NDIST.

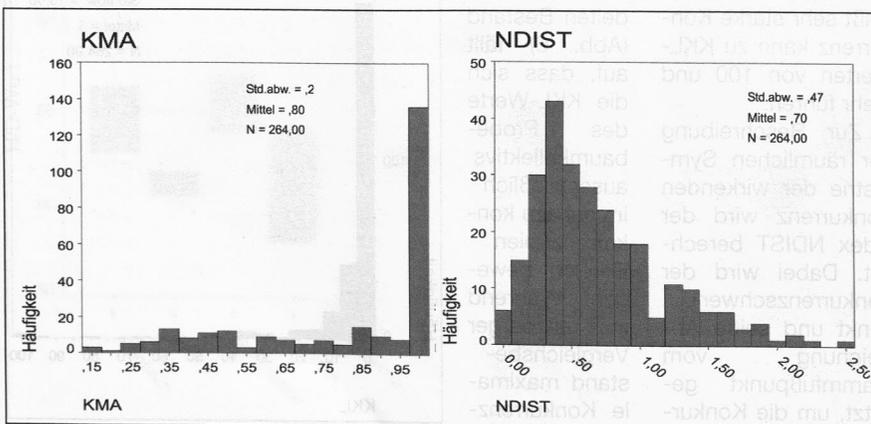


Abb. 9: Anteil der Nadelbäume in der Umgebung und Symmetrie der räumlichen Konkurrenzeinwirkung beim traditionell behandelten Vergleichskollektiv aus Kranzberg – dargestellt durch die beiden Konkurrenzindizes KMA bzw. NDIST.

Bei den Durchmesserzuwächsen der Probefichten fällt auf den ersten Blick auf, dass sie von dem typischen Zuwachsverlauf (Aufschwung-Vollkraft-Abschwung), wie ihn ASMANN (1961) für Bestandesfichten beschreibt, abweichen. Der Probebaum 700 aus Allenbach zeigt dies in besonders prägnanter Weise (Abb. 11). Anstatt ab einem Alter von etwa 30 Jahren einen abfallenden Durchmesserzuwachs zu zeigen, weist der Baum bis in ein Alter von 80 Jahren einen ziemlich konstanten Zuwachs auf. Derselbe Sachverhalt zeigt sich bei der Volumenentwicklung.

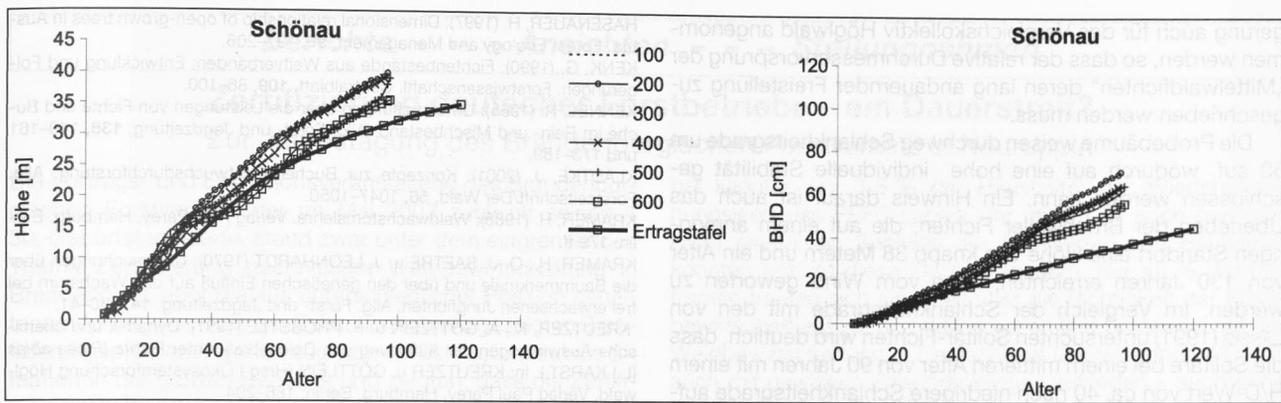


Abb. 10: Höhen- und Durchmesserwachstum der Probebäume aus Schönau.

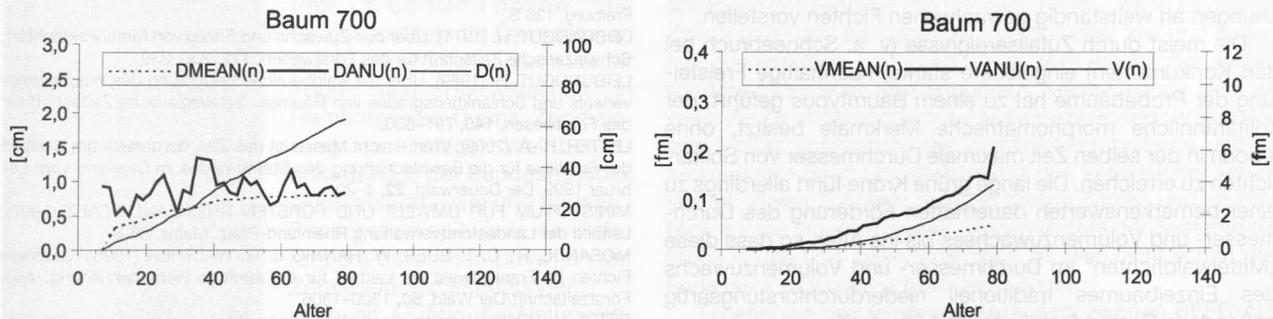


Abb. 11: Durchmesser- und Volumenzuwachs des Baumes 700 aus Allenbach. $D/VMEAN$ = mittl. Durchmesser-/Volumenzuwachs, $D/VANU$ = jährl. Durchmesser-/Volumenzuwachs; D = Durchmesserwachstum; V = Volumenzuwachs. Zuwachswerte beziehen sich auf die linke Achse, Wachstumswerte auf die rechte.

7 Diskussion

Wie unterscheiden sich nun diese „Mittelwaldfichten“ von unseren Hochwaldfichten in ihrer Konkurrenzsituation und ihrem Wuchs? Die Konkurrenzanalyse belegt, dass die Probebäume zum Entnahmezeitpunkt überwiegend frei von Konkurrenz waren (Tab. 3) und die geringe verbleibende Konkurrenz weitgehend symmetrisch wirkte. Allerdings zeigt die vorkommende Bandbreite dieser beiden Größen, dass das Kollektiv der Probebäume nicht einheitlich ist und einige Probebäume trotz der äußerlich erkennbaren großen Kronenlängen inzwischen unter Konkurrenzdruck geraten sind. Der auftretende Unterschied zwischen der Kronenansatzhöhe und der Höhe des untersten Quirls mit drei grünen Ästen belegt, dass die Freistellung der Probebäume demnach z. T. noch zu gering bzw. nicht dauerhaft genug war, um ein Absterben von Ästen ganz zu unterbinden.

Weiterhin wird deutlich, dass ein Teil der Konkurrenz zum Aufnahmezeitpunkt von Laubbäumen verursacht wurde. Eventuell hat die Baumartenmischung die Ausbildung von langen Kronen bei der Fichte also zusätzlich gefördert.

Die starke Freistellung hat im Vergleich zu den Bestandesbäumen deutlich größere Kronendimensionen bei den Probefichten (Spreitungsgrad 240 %, Ausladungsverhältnis 140 %, Kronenprozent bei 210 % der Bestandesbäume des Vergleichskollektivs Höglwald) zur Folge, die zu einer Verzögerung der alterstypischen Abschwingphase führen, so dass der Zuwachs von Durchmesser und Volumen bis ins hohe Alter auf hohem Niveau konstant bleibt. Dadurch erreichen die Probebäume bei gleichem Alter im Vergleich zu den traditionell behandelten Bäumen aus dem Höglwald im Schnitt den 1,5fachen Brusthöhendurchmesser. Das bedeutet bei vergleichbaren Baumhöhen von Probebäumen und Vergleichskollektiv,

Tab. 2: H/D-Werte weitständig erwachsener Fichten im Vergleich.

Autor	Fichtentyp	Herkunft	H/D
SURBER (1950)	Mittelwaldfichten 110- bis 210-jährig	Schweiz	40- 50
LÄSSIG (1991)	Solitärfichten bis 120-jährig	Baden- Württemberg	~40
LEIBUNDGUT (1989)	Plenterwaldfichten (Baumhölzer)	Schweiz	~50- 60
SPIECKER (1986)	Plenterwaldfichten (Baumholz)	Baden- Württemberg	~44

ativ, dass ein langfristig wirkendes kronenspannungsarmes Wachstum die Durchmesserentwicklung deutlich angeregt hat, wobei die Brusthöhendurchmesser im Vergleich zu den Kronen eine unterproportionale Steigerung der Dimension aufweisen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von UTSCHIG (2002). Mit in die Betrachtung einbezogen werden muss auch das Phänomen der Zuwachssteigerung durch allgemeine Wachstumstrends, welche etwa in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts einsetzten und auf vielen Standorten bis heute anhalten. Allerdings kann diese Zuwachsstei-

Tab. 3: Kennwerte der Probebäume – dargestellt als Mittelwert pro Herkunftsbestand.

Gruppe	N	Alter [Jahre]	BHD [cm]	Höhe [m]	H/D-Wert	Kronenprozent	Kronenradius [m]	KKL	Jähringbreite [mm]
Schönau	6	97	68,0	39,0	58	64	5,40	0,032	3,8
St. Märgen	9	89	65,5	32,2	49	76	4,22	0,041	3,9
Ötzbach	2	117	76,0	34,5	45	63	5,17	0,000	3,1
Romrod/Reinhardshain	3	108	78,7	32,6	44	69	4,23	0,420	3,7
Allenbach	6	80	66,2	32,3	49	73	5,20	0,027	4,1
Bruchweiler	4	131	74,8	37,7	51	68	4,34	0,135	2,7
Beuren/Hillscheid	5	105	70,3	32,3	47	68	4,25	0,049	3,7

gerung auch für das Vergleichskollektiv Höglwald angenommen werden, so dass der relative Durchmesservorsprung der „Mittelwaldfichten“ deren lang andauernder Freistellung zugeschrieben werden muss.

Die Probebäume weisen durchweg Schlankheitsgrade um 50 auf, wodurch auf eine hohe individuelle Stabilität geschlossen werden kann. Ein Hinweis darauf ist auch das Überleben der Bruchweiler Fichten, die auf einem anmoorigen Standort eine Höhe von knapp 38 Metern und ein Alter von 130 Jahren erreichten, ohne vom Wind geworfen zu werden. Im Vergleich der Schlankheitsgrade mit den von LÄSSIG (1991) untersuchten Solitär-Fichten wird deutlich, dass die Solitäre bei einem mittleren Alter von 90 Jahren mit einem H/D-Wert von ca. 40 noch niedrigere Schlankheitsgrade aufweisen als die hier untersuchten Probefichten. Als Vergleich mögen auch die Angaben der Tabelle 2 dienen, die einige mittlere H/D-Werte von waldwachstumskundlichen Untersuchungen an weitständig gewachsenen Fichten vorstellen.

Die meist durch Zufallsereignisse (v. a. Schneebruch bei den Konkurrenten) eingeleitete starke, nachhaltige Freistellung der Probebäume hat zu einem Baumtypus geführt, der solitärähnliche morphometrische Merkmale besitzt, ohne jedoch in der selben Zeit maximale Durchmesser von Solitär-fichten zu erreichen. Die lange grüne Krone führt allerdings zu einer bemerkenswerten dauerhaften Förderung des Durchmesser- und Volumenzuwachses bis ins Alter, so dass diese „Mittelwaldfichten“ im Durchmesser- und Volumenzuwachs des Einzelbaumes traditionell niederdurchforstungsartig behandelte Bestandesbäume weit übertreffen.

Zur Gesamtbetrachtung des behandelten Waldbaumodells, das in besonderem Maße auf Wertholzproduktion setzt, sollten jedoch zusätzlich Merkmale der Holzqualität herangezogen werden. Deshalb werden im Teil II dieses Artikels einige qualitätsrelevante Rundholzparameter der Probefichten vorgestellt.

Literatur

- ABETZ, P. (1975): Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allg. Forstzeitschrift, **30**, 666–667.
- ABETZ, P. (1976a): Kann und soll die Standraumregulierung in Fichtenbeständen programmiert werden? Der Forst- und Holzwirt, **31**, 117–119.
- ABETZ, P. (1976b): Beiträge zum Baumwachstum. Der h/d-Wert – mehr als ein Schlankheitsgrad. Der Forst- und Holzwirt, **31**, 389–393.
- ABETZ, P. (1976c): Reaktionen auf Standraumerweiterungen und Folgeerscheinungen für die Auslesedurchforstung bei Fichte. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **147**, 72–75.
- ABETZ, P. (1979): Zur Problematik der Anwendung von Durchforstungshilfen. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **150**, 234–242.
- ABETZ, P. (1980): Zum Konzept einer Z-Baum-orientierten Kontrollmethode. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **151**, 65–68.
- ABETZ, P. (1987): Das „Solitärprogramm 1987“, ein Beitrag zur forstlich-relevanten Umweltkontrolle. Allg. Forstzeitschrift, **42**, 1172.
- ABETZ, P. (1990): Müssen wir in der waldbaulichen Behandlung der Fichte wieder umdenken? Forstwissenschaftl. Centralblatt, **109**, 79–85.
- ABETZ, P. (1992): Zur Z-Baum-Kontrollmethode im Rahmen einer Forsteinrichtung. Forst und Holz, **47**, 171–174.
- ABETZ, P. (1993): Ein Plädoyer für den Z-Baum. Argumente gegen die Kritik an der Z-Baum-orientierten Auslesedurchforstung. Holz-Zentralblatt, **119**, 305–308, 310.
- ABETZ, P., u. K. OHNEMUS (1994): Der Z-Baum-Bestockungsgrad. Definition, Herleitung, Anwendung. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **165**, 177–185.
- ABETZ, P., u. J. KLÄDTKE (2000): Die Df-2000. Allg. Forstzeitschrift/Der Wald, **55**, 454–455.
- ABETZ, P.; LÄSSIG, R. (1989): Erfreuliches Echo auf das „Solitärprogramm 1987“. Allgemeine Forstzeitschrift **44**, 714–716.
- ABETZ, P., u. P. UNDFRIED (1983): Aststärken an Z-Bäumen in einem Fichtenstandraumversuch im Forstbezirk Riedlingen/Donau. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **154**, 11, 189–197.
- ASSMANN, E. (1961): Waldertragskunde. BLV Verlag, München. 490 S.
- BUES, C. T. (1996): Zur Holzqualität weitständig gepflanzter und „geschnittelte“ Fichten aus dem Frankenwald. Forst und Holz, **51**, 45–49.
- EBERT, H.-P. (1993): Die individualisierte Pflege. Allg. Forstzeitschrift, **48**, 721–723.
- GLOS, P., u. M. TRATZMILLER (1997): Qualität von Schnittholz bayerischer Fichten aus Lichtwuchsbetrieb im Vergleich zu Schnittholz aus Beständen mit niederdurchforstungsartiger Behandlung. Abschlussbericht zum Projekt X31 der Bayer. Staatsforstverwaltung, 1–74.
- GRAMMEL, R. (1990): Zusammenhänge zwischen Wachstumsbedingungen und holztechnologischen Eigenschaften der Fichte. Forstwissenschaftl. Centralblatt, **109**, 120–129.

- HASENAUER, H. (1997): Dimensional relationship of open-grown trees in Austria. Forest Ecology and Management, **96**, 197–206.
- KENK, G. (1990): Fichtenbestände aus Weitverbänden: Entwicklung und Folgerungen. Forstwissenschaftl. Centralblatt, **109**, 86–100.
- KENNEL, R. (1965): Untersuchungen über die Leistungen von Fichte und Buche im Rein- und Mischbestand. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **136**, 149–161 und 173–189.
- KLÄDTKE, J. (2001): Konzepte zur Buchen-Lichtwuchsdurchforstung. Allg. Forstzeitschrift/Der Wald, **56**, 1047–1050.
- KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin: 179 ff.
- KRAMER, H., O.-J. SAETRE u. J. LEONHARDT (1970): Untersuchungen über die Baumerkmale und über den genetischen Einfluß auf das Wachstum bei frei erwachsenen Jungfichten. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **141**, 30–41.
- KREUTZER, K., A. GÖTTLEIN u. P. PRÖBSTLE (1991): Dynamik und chemische Auswirkungen der Auflösung von Dolomitkalk unter Fichte (*Picea abies* [L.] KARST.). In: KREUTZER u. GÖTTLEIN (Hrsg.) Ökosystemforschung Högwald. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin: 186–204.
- KÜSTERS, E. (2001): Wachstumstrends der Kiefer in Bayern. Dissertation an der TU München, Fakultät für Ernährung, Landnutzung und Umwelt: 190 S.
- LÄSSIG, R. (1991): Zum Wachstum von Fichtensolitären (*Picea abies* (L.) Karst.) in Südwestdeutschland. Dissertation an der Forstwiss. Fakultät d. Universität Freiburg. 136 S.
- LEIBUNDGUT, H. (1971): Über den Zuwachs und Ertrag von Mittelwaldfichten. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, **122**, 230–239.
- LEIBUNDGUT, H. (1989): Über die waldbauliche Bedeutung des Wachstumsverlaufs und Schlankheitsgrades von Bäumen. Schweizerische Zeitschrift für das Forstwesen, **140**, 791–800.
- LETTER, H.-A. (2000): Wert – nicht Masse ist das Ziel, dargestellt am Beispiel der Richtlinie für die Bewirtschaftung des Staatswaldes im Saarland vom Februar 1999. Der Dauerwald, **22**, 4–20.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND FORSTEN RHEINLAND-PFALZ (1997): Leitbild der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz. Mainz, 66 S.
- MOSANDL, R., C.-T. BUES, W. HANNIG u. G. WALTHER (1995): Geastete Fichten im Frankenwald als Leitbild für die künftige Fichtenerziehung. Allg. Forstzeitschrift/Der Wald, **50**, 1300–1306.
- PETRI, H. (1966): Versuch einer standortgerechten, waldbauliche und wirtschaftlichen Standraumregelung von Buchen-Fichten-Mischbeständen. Mitt. aus der Landesforstverwaltung Rheinland-Pfalz, **13**, 145 S.
- PRETZSCH, H. (1992): Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen für Rein- und Mischbestände. Forstl. Forschungsberichte München, **115**, 332 S.
- PRETZSCH, H. (2001): Modellierung des Waldwachstums. Parey Buchverlag, Berlin: 341 S.
- PRETZSCH, H., u. H. UTSCHIG (2000): Wachstumstrends der Fichte in Bayern. Mitteilungen der Bayer. Staatsforstverwaltung, **49**, 170 S.
- RECK, P., U. SEELING u. G. BECKER (2002): Das Baumwachstum von kronenspannungsfrei gewachsenen Fichten unter besonderer Berücksichtigung der holztechnologischen Eigenschaften und der forstökonomischen Konsequenzen. Teilbericht Holzqualität, 288 S.
- SCHÖBER, R. (1988): Von der Niederdurchforstung zur Auslesedurchforstung im Herrschenden. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **159**, 208–212.
- SCHULZ, H. (1977): Unsere Enkel und ihr Wertholz. Holz-Zentralblatt, **103**, 50, 741–743.
- SCHULZ, H. (1988): Die Rolle der mitteleuropäischen Forstwirtschaft in der zukünftigen Holzverwendung. Allg. Forstzeitschrift, **43**, 1278.
- SEELING, U. (2001): Merkmale und verwendungsbezogene Eigenschaften des Holzes der Fichte (*Picea abies* (L.) KARST.) bei Überführung von einschichtigen Reinbeständen in strukturierte Mischbestände. Habilitationsschrift, Universität Freiburg, 402 S.
- STIEFVATER, H. (1982): Krone und Schaft von Solitär-fichten im Münstertal. Diplom-Arbeit, Universität Freiburg, 74 S.
- SURBER, E. (1950): Untersuchungen an Mittelwaldfichten im nordostschweizerischen Laubmischwaldgebiet. Mitt. d. Schweizerischen Centralanstalt, **26**, 635–681.
- SPIECKER H. (1986): Das Wachstum der Tannen und Fichten auf Plenterwald-Versuchsflächen des Schwarzwaldes in der Zeit von 1950 bis 1984. Allg. Forst- und Jagdzeitung, **157**, 152–164.
- UTSCHIG, (2002): Analyse der Standraumökonomie von Einzelbäumen auf langfristig beobachteten Versuchsflächen – Methoden, Programmentwicklung und erste Ergebnisse. Forstwissenschaftl. Centralblatt, **121**, 335–348.
- WIEDEMANN, E. (1942): Eine Korrektur a. d. Fichtenertragstafel. Mitt. aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, **13**, 287–294.
- WILHELM, G., H.-A. LETTER u. W. EDER (1999): Konzeption einer naturnahen Erzeugung von Wertholz (4 aufeinander folgende Artikel). Allg. Forstzeitschrift/Der Wald, **54**, 232–240.

Hinweis:

Der 2. Teil des Beitrags wird in der folgenden Ausgabe von *Forst und Holz* erscheinen.

THOMAS SEIFERT ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München, der von Prof. Dr. H. PRETZSCH geleitet wird. Dr. M. BÜCKING ist Leiter der Abt. Arbeitswirtschaft und Forstnutzung der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz.