

---

# **Konzepte zur Buchen-Lichtwuchsdurchforstung**

JOACHIM KLÄDTKE

## **1. „KERN“-PROBLEM DER BUCHENWIRTSCHAFT**

Die Buche ist in fast allen Waldentwicklungstypen von Baden-Württemberg vertreten und nimmt derzeit im öffentlichen Wald einen Flächenanteil von 23% ein [6, 7]. Sie ist damit aus Sicht des Waldbaus und des Holzverkaufs die wichtigste Laubbaumart; betriebswirtschaftlich bestehen jedoch erhebliche Probleme infolge eines zu geringen Anfalls qualitativ hochwertigen Stammholzes. So lag der A-Holz-Anteil am Gesamtaufkommen der Stammholzklassen L3-L6 im Jahr 1999 unter 5, der C-Holz-Anteil dagegen bei 58%, und dies bei Durchschnittserlösen von nur 88 DM/fm (gegenüber 686 DM/fm für A- und 218 DM/fm für B-Qualität) [7]. Eine Hauptursache für den hohen C-Holz-Anteil ist die Entwertung des Stammholzes durch den Rotkern, dessen Reduzierung eine große Herausforderung für den Waldbau darstellt.

## **2. LÖSUNGSANSATZ: Z-BAUM-ORIENTIERTE LICHTWUCHSDURCHFÖRSTUNG**

Bereits vor 30 Jahren schlug ALTHERR zur Lösung dieses Problems die Z-Baum-orientierte Lichtwuchsdurchforstung vor (Tab.1). Hierzu legte er in

---

den wichtigsten Buchengebieten Baden-Württembergs zahlreiche Versuche an [1].

Eine Auswertung dieser Versuche nach 25-jähriger Laufzeit ergab eine deutliche Überlegenheit der Z-Baum-bezogenen Lichtwuchsdurchforstung gegenüber Behandlungskonzepten ohne Z-Baum-Auswahl hinsichtlich Vitalität sowie Sorten- und Wertleistung [3].

In jüngerer Zeit erhielt die Diskussion um die Buchenbehandlung durch die Ideen WILHELMS aus Rheinland-Pfalz neue Anstöße [10]. Aufgrund von Beobachtungen in französischen Buchen-Mittelwäldern entwickelte er ein Behandlungskonzept, das zwar ebenfalls auf den Prinzipien einer Z-Baum-orientierten Lichtwuchsdurchforstung basiert, gegenüber dem Modell ALTHERR jedoch einige Abweichungen aufweist (Tab.1). So ist die Anzahl an Z-Bäumen mit maximal 50 pro Hektar sehr niedrig, eine Folge deutlich höherer Zieldurchmesser (die in ca. 100 Jahren erreicht werden sollen) und einer noch stärkeren Durchforstung. Die Kriterien für die Z-Baum-Auswahl sind sehr streng. In Frage kommen nur absolut vorherrschende (so genannte "supervitale") Buchen mit großer und gleichmäßiger Kronenausbildung, deren astfreie Schaftlänge nicht wesentlich über 25% der erreichbaren Endhöhe liegt. Zwar macht WILHELM keine quantitativen Angaben zur Durchforstungsstärke, jedoch soll diese so bemessen sein, dass sich der Kronenansatz nicht weiter nach oben verlagert. Im Absterben von Starkästen sieht WILHELM *die* entscheidende Ursache für die Rotkernbildung.

---

<sup>1</sup> Die Auswirkung einer Lichtwuchsdurchforstung auf die Rotkernbildung konnten dabei noch nicht untersucht werden, da die Buchen den Zieldurchmesser noch nicht erreicht hatten.

Tab. 1: Z-Baum-orientierte Behandlungsmodelle für Buche nach ALTHERR bzw. WILHELM

	Modell ALTHERR	Modell WILHELM
Z-Baum-Anzahl/ha	100-120/110	<= 50
Zieldurchmesser	> 50 cm	>= 80 cm
Zeitpunkt der Z-Baum-Auswahl und 1. Df.	Astfreie Schaftlänge 8-10 m	Astfreie Schaftlänge 25% der erreichbaren Endhöhe
Durchforstungsstärke	Während der Lichtwuchsphase Grundfläche nach der Df. 20 m <sup>2</sup>	Df. so stark, dass kein weiteres Absterben von Starkästen und keine weiteres Hochwandern der Krone erfolgt
Produktionszeitraum	Ca. 120 Jahre	ca. 100 Jahre

### 3. WACHSTUM, STANDRAUM UND ROTKERNIGKEIT „SUPERVITALER“ BUCHEN

Um Informationen über das Durchmesserwachstum, die Standraumansprüche und die Rotkernigkeit solchermaßen erwachsener Bäume zu erhalten, wurden in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Lothringen ca. 70 Buchen in einem BHD-Bereich von 20 bis 115 cm eingeschlagen und dendrometrisch untersucht<sup>2</sup>.

#### 1. RADIALZUWACHS UND DURCHMESSERENTWICKLUNG

Die Jahrringanalysen ergaben, dass die jährlichen *Radial*zuwächse selten mehr als 6 mm erreichen. Außerdem zeigte sich, dass trotz scharfer Auswahlkriterien die Entwicklung der einzelnen Bäume z. T. doch unterschiedlich war. Neben Entwicklungsverläufen mit relativ kurzer Phase der Astreinigung und danach raschem und gleichmäßigem Durchmesserwachstum fanden sich auch Bäume, die erst nach langen Perioden stark reduzierten Durchmesserwachstums einen Zuwachsanstieg aufwiesen, der dann aber lange auf hohem Niveau blieb. In Abb.1 ist die Durchmesserentwicklung von Bäumen dargestellt, die sich durch ein besonders rasches Wachstum auszeichnen. An der Spitze liegen die aus Zweibrücken in Rheinland-Pfalz stammenden Buchen. Die Kurven

<sup>2</sup> Dieses Projekt wurde mit Mitteln des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum des Landes Baden-Württemberg gefördert.

zeigen, dass diese Bäume für einen Brusthöhendurchmesser von 60 cm etwa 90 Jahre benötigen. Für 80 cm ist ein Produktionszeitraum von mindestens 120-130 Jahren erforderlich. Erwartungen, in 100 Jahren Zieldurchmesser von 80 cm erreichen zu können, lassen sich anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigen. Hierzu wären wohl noch längere Kronen (bei entsprechend kürzeren astfreien Schaftlängen) erforderlich. Untersuchungen von FREISE und SPIECKER haben ergeben, dass Buchen-Solitäre mit astfreien Schaftlängen von etwa 3 m einen Durchmesser von 80 cm in einem Brusthöhenalter von ungefähr 90-100 Jahren erreichen können, was einem Stockalter von ca. 100-110 Jahren entspricht [2].

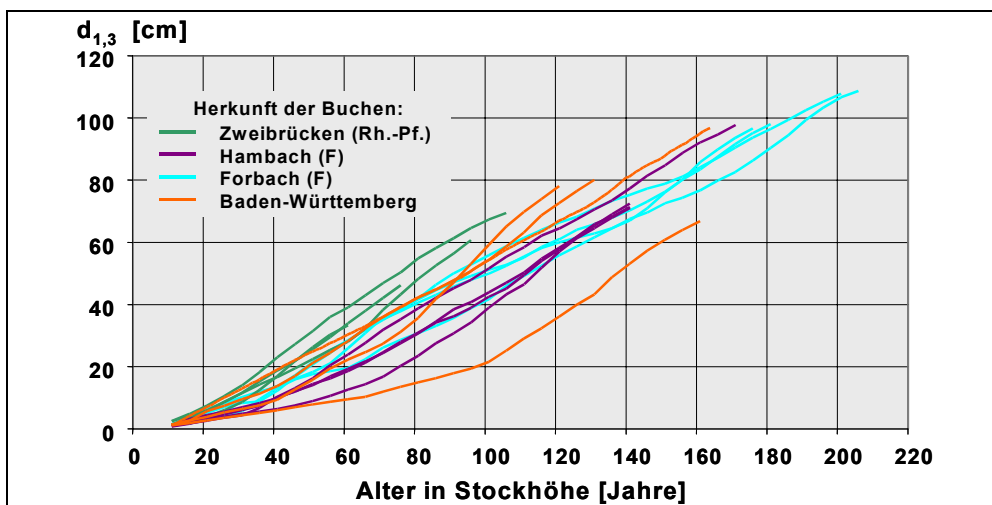


Abb. 1: Durchmesserentwicklung „supervitaler“ Buchen

## 2. STANDFLÄCHENBEDARF UND Z-BAUM-ANZAHL

Zur Bestimmung der Standraumansprüche wurden die Kronen der Untersuchungsbäume vor der Fällung abgelotet, die Kronenschirmflächen berechnet und statistisch ausgeglichen (Tab. 2 Spalte 1 und 2). Aufgrund dieser Kronenschirmflächen und einem für ältere Buchenbestände zu unterstellenden Überschirmungsgrad von 0,8 lässt sich die mögliche Anzahl an Z-Bäumen je Hektar bestimmen. Aus dem enormen Standflächenbedarf der großkronigen Bäume leiten sich je nach Zieldurchmesser Werte zwischen 90 und 33 Stück pro Hektar ab (Spalte 3). Spalte 4 enthält die Grundfläche an Z-Bäumen pro Hektar, die sich aus Zieldurchmesser und Anzahl (Sp. 1 u. 3) ergibt und zwischen 18 und 21 m<sup>2</sup> liegt. Dem gegenüber beträgt nach der Buchen-Ertragstafel von SCHOBBER die Grundfläche im Alter von 100 Jahren bei dGz 6 – dGz 10 zwischen 30 und 32 m<sup>2</sup> [8].

Versuchsflächen der Abt. Waldwachstum der FVA Baden-Württemberg zeigen, dass in diesem Alter in Beständen, die frühzeitig durchforstet worden sind, eine Z-Baum-Grundfläche von mindestens 25 m<sup>2</sup> je Hektar erwartet werden kann. Geht man von dieser Grundfläche aus, errechnen sich für einen BHD von 60 cm 88 Z-Bäume, für einen BHD von 80 cm 50 Z-Bäume je Hektar. Gegenüber den in Spalte 3 genannten Werten kommt dies einem Plus von 34 bzw. 23% gleich (Spalte 5 u. 6). Allerdings wäre bei diesen Z-Bäume im Mittel die Krone kleiner und die astfreie Schaftlänge, aber auch die Totastzone, größer.

Der (vorsichtig kalkulierte) Verzicht auf 1/5 bis 1/3 der Z-Bäume bedeutet, dass die mögliche *Flächen*produktivität durch das Modell WILHELM nicht ausgeschöpft wird. Es stellt sich die Frage, ob dieser Verzicht durch eine entsprechend *höhere Wertleistung* infolge eines deutlich geringeren Rotkernanteils ausgeglichen werden kann.

Tab. 2: Beziehung zwischen Brusthöhendurchmesser  $d_{1,3}$  und Kronenschirmfläche  $f$  sowie Herleitung der Z-Baum-Anzahl bei Unterstellung eines Überschirmungsgrades von 0,8 (Sp. 3) bzw. einer Z-Baum-Grundfläche von 25 m<sup>2</sup>/ha (Sp. 5).

$d_{1,3}$ [cm]	$f$ <sup>a)</sup> [m <sup>2</sup> /Baum]	$N_{ZB}$ <sup>b)</sup> [Stück/ha]	$G_{ZB}$ <sup>c)</sup> [m <sup>2</sup> /ha]	$N_{ZB}$ <sup>d)</sup> [Stück/ha]	Sp. 5 / Sp. 3 [%]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
50	89	90	17,7	127	141
60	121	66	18,7	88	134
70	157	51	19,6	65	128
80	197	41	20,4	50	123
90	241	33	21,1	39	118

<sup>a)</sup>  $f = 0,1139 \times d_{1,3}^{1,7018}$  ( $r^2 = 0,94$ )    <sup>b)</sup> ber. aus  $\bar{U} = 0,8$  u.  $f$  (Sp. 2)

<sup>c)</sup> ber. aus Sp. (1) u. (3)    <sup>d)</sup> ber. aus  $G = 25\text{m}^2$  u.  $d_{1,3}$  (Sp. 1)

### 3. ROTKERNIGKEIT

In Abb. 2 sind die Durchmesser der untersuchten Bäume, das Alter zum Zeitpunkt der Fällung sowie die Rotkernanteile am oberen Ende des Stammholzstückes dargestellt<sup>3</sup>. Buchen ohne Rotkern sind über das gesamte Durchmesserspektrum hinweg zu finden, jedoch weisen immerhin 12 der 33 Bäume mit mehr als 60 cm Durchmesser einen Rotkernanteil von über 20% auf, was eine Sortierung in die Qualitätsstufe A ausschließt. Der

<sup>3</sup> Rotkernanteile über 20% bedeuten nach HKS eine Abstufung in der Qualitätssortierung von A nach B [5].

Rotkernanteil nimmt mit steigendem Durchmesser und Alter zu, aber selbst im mittleren Durchmesser- und Altersbereich kommen Bäume mit sortierrelevanten Rotkernanteilen vor. Aus der Abbildung geht aber auch hervor, dass bei einer Entwicklung von Bäumen nach o.g. Kriterien die Gefahr einer Entwertung durch Rotkern bis zu einem Alter von 120 Jahren und einem Durchmesser von 60-70 cm relativ gering ist. Eine Analyse von KNOKE und SCHULZ-WENDEROTH zeigt ebenfalls, dass das Rotkernrisiko bei Buchen mit einem hohen mittleren Durchmesserzuwachs bis zu einem Durchmesser von 60 cm sehr niedrig ist, dann jedoch exponentiell ansteigt [4].

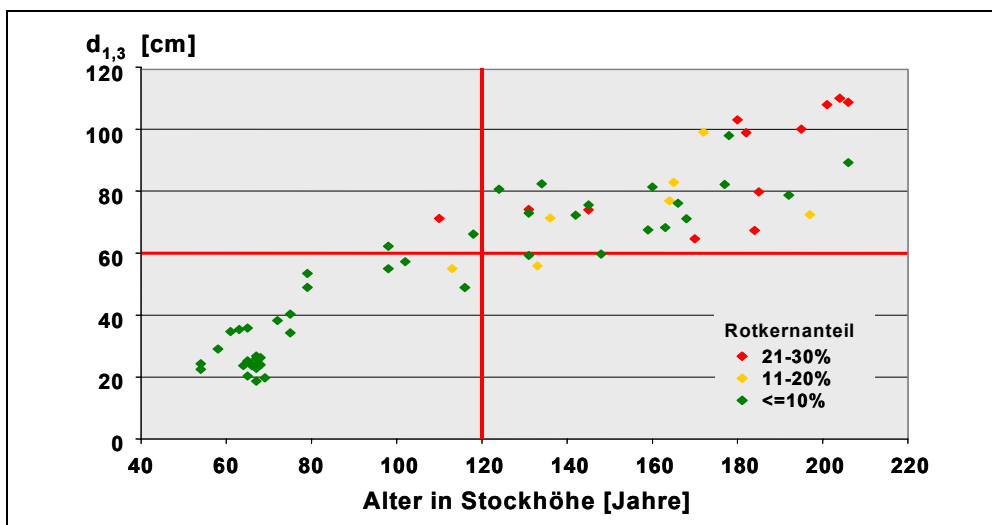


Abb. 2: Durchmesser, Alter und Rotkernanteil am oberen Ende des Stammholzstückes

#### 4. VERGLEICH MIT Z-BÄUMEN VON LICHTWUCHS-VERSUCHSFLÄCHEN

In Abb. 3 ist der Durchmesserentwicklung der analysierten Buchen die Entwicklung der 20 dicksten Z-Bäume von Lichtwuchsdurchforstungsversuchen gegenübergestellt. Die Z-Bäume sind in ihrem Wachstum den „supervitalen“ Buchen sehr ähnlich und können ebenfalls in 90 bis 100 Jahren einen Durchmesser von 60 cm erreichen. Dies deckt sich mit Ergebnissen von UTSCHIG über die Entwicklung der dicksten Buchen von bayerischen Versuchsflächen [9]. Die Darstellung zeigt außerdem, dass auf Flächen, die in relativ jungen Altern angelegt und demzufolge auch früh durchforstet worden sind, ein bestimmter

Durchmesser (hier 60 cm) wesentlich früher erreicht wird als auf älteren Flächen mit entsprechend spät einsetzender Durchforstung.

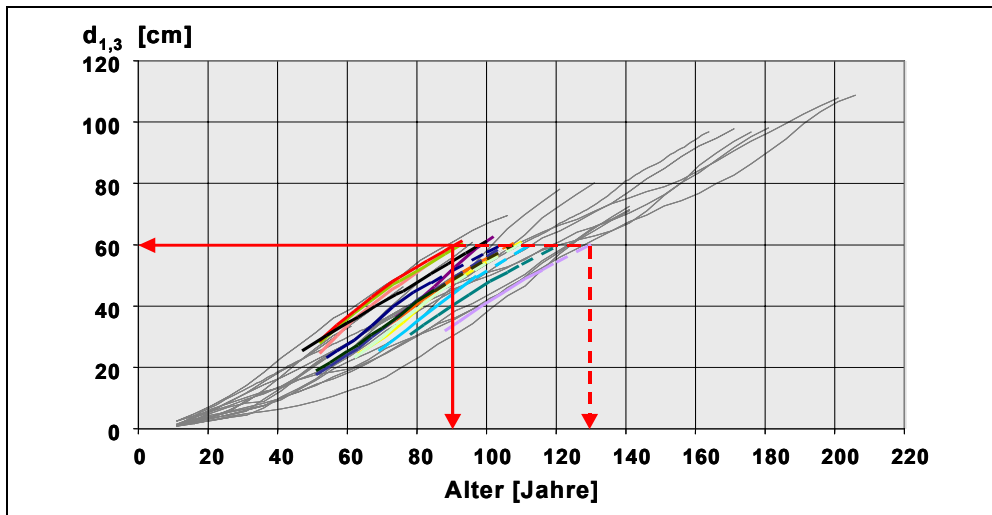


Abb. 3: Vergleich der Durchmesserentwicklung der 20 dicksten Z-Bäume aus Lichtwuchsversuchen (farbige Linien) mit der Entwicklung vorherrschender Buchen (graue Linien)

Dies kommt in Abb. 4, in der die Durchmesserentwicklung von Z-Baum-Kollektiven zweier Flächen mit unterschiedlichem Durchforstungsbeginn dargestellt ist, noch deutlicher zum Ausdruck. Auf der spät durchforsteten Fläche (dünn gezeichnete Linien) erreichen gerade einmal die *20 dicksten Z-Bäume* einen Durchmesser von 60 cm innerhalb des von der Rotkernbildung her gesehenen relativ sicheren Zeitraums von 120 Jahren. Bei der bereits im Alter von 52 Jahren angelegten und durchforsteten Fläche ist dies dagegen bei den *100 dicksten Z-Bäumen* der Fall, lediglich die 101-120 dicksten Bäume überschreiten den kritischen Zeitrahmen.

Aus der Darstellung geht außerdem hervor, dass die Durchmesserdivergenz innerhalb des Z-Baum-Kollektivs im Laufe der Zeit erheblich zunimmt. Die oft geäußerte Annahme, dass eine Z-Baum-orientierte Bestandesbehandlung zu einer Homogenisierung führe, lässt sich damit nicht bestätigen. Unter der Voraussetzung einer frühzeitig begonnenen Durchforstung ermöglicht diese Durchmesserdivergenz eine Zielstärkennutzung über einen Zeitraum von 30-40 Jahren hinweg, ohne dass hierdurch die Gefahr der Rotkernbildung wesentlich steigen dürfte.

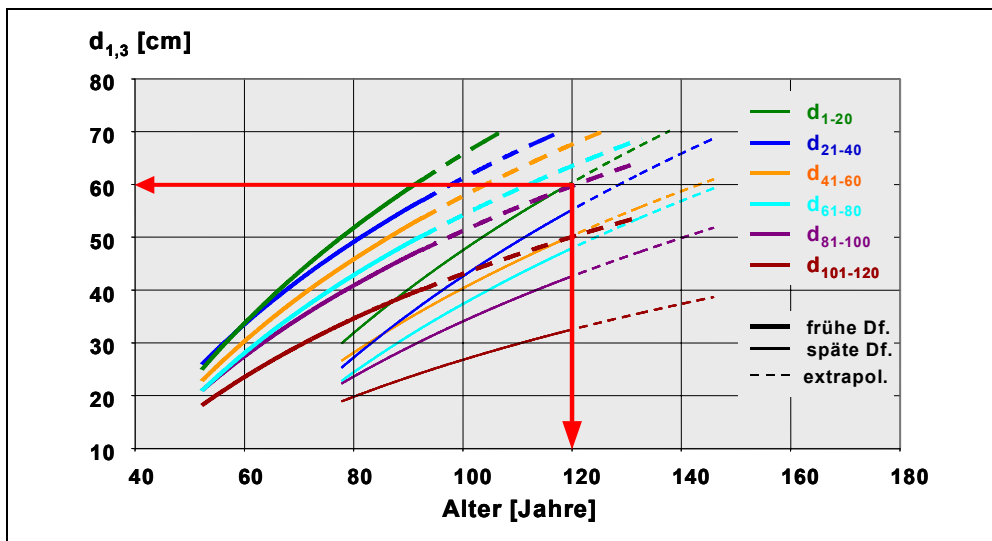


Abb. 4: Durchmesserentwicklung der 1-20, 21-40 ... 101-120 dicksten Z-Bäume zweier Lichtwuchsversuchsflächen mit frühem Durchforstungsbeginn (dicke Linien) bzw. spätem Durchforstungsbeginn (dünne Linien).

## 5. FRÜHZEITIGE DURCHFORSTUNG!

Der Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der ersten Durchforstung und dem Erreichen eines bestimmten Zieldurchmessers wurde für die Z-Bäume aller Lichtwuchsversuche statistisch untersucht, wie in Abb. 5 für einen Zieldurchmesser von 60 cm dargestellt. Neben dem Zeitpunkt der ersten Durchforstung spielt auch die Bonität (ausgedrückt im  $dGz_{100}$  der Versuchsflächen) eine Rolle, deren Einfluss umso stärker ist, je vitaler (dicker) die Z-Bäume sind (Tabelle in Abb. 5). Die errechneten Korrelationen sind mit Bestimmtheitsmaßen von 0,89 bis 0,93 sehr straff. Eine schrittweise Regressionsanalyse ergab, dass der Zeitpunkt der ersten Durchforstung ( $t_{1,Df}$ ) bei den dicksten 20 Z-Bäumen nur von untergeordneter Bedeutung ist, während sich andererseits bei den 81-100 dicksten Bäumen der Einfluss der Bonität auf den Produktionszeitraum als nicht signifikant erwies. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Frage des Durchforstungsbeginns (und der Durchforstungsstärke, die in den hier untersuchten Versuchen jedoch mehr oder weniger gleich war) vor allem für die Entwicklung der schwächeren Bäume eines Z-Baum-Kollektivs wichtig ist.



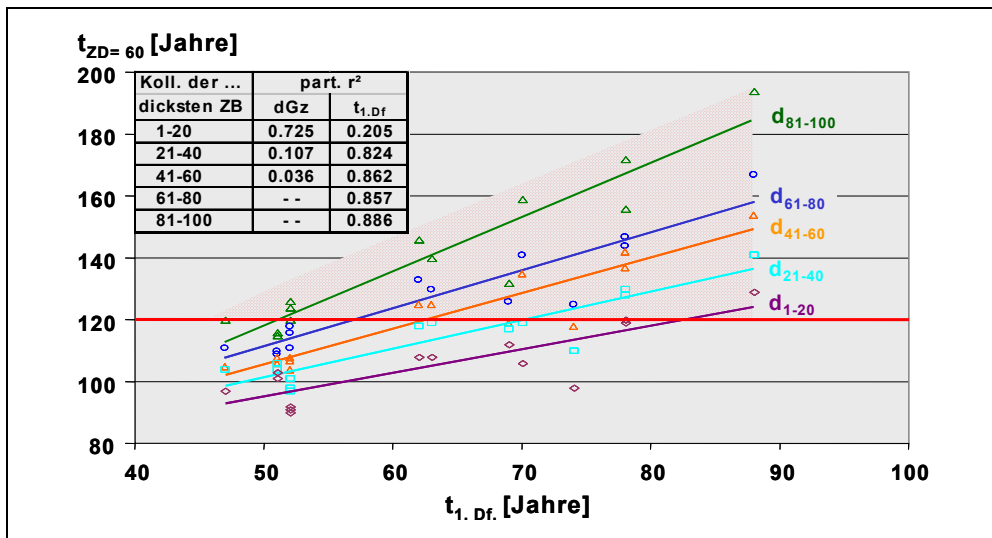


Abb. 5: Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der ersten Durchforstung und Produktionszeitraum (bei Lichtwuchsdurchforstung und Zieldurchmesser 60 cm).

Weiterhin lässt Abb. 5 erkennen, wie der Zeitpunkt der ersten Durchforstung auch die Möglichkeiten bei der Z-Baum-Auswahl beeinflusst. Bei einem Zieldurchmesser von 60 cm ist die Auswahl von mehr als 80 Z-Bäumen nur bei guten Bonitäten und nur dann sinnvoll, wenn die erste Durchforstung *spätestens* im Alter von 50 Jahren erfolgt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Astreinigung bei guten Bonitäten (ab dGz 6) auf etwa 8-10 m fortgeschritten. Bei Bonitäten unter dGz 6 dagegen ist dies erst in höherem Alter der Fall, so dass hier die Anzahl auszuwählender Z-Bäume von vornherein niedriger oder die astfreie Schaftlänge deutlich kürzer sein muss. Auch höhere Zieldurchmesser haben eine geringere Anzahl an Z-Bäumen zur Folge.

Je später die erste Durchforstung erfolgt, desto geringer ist die Anzahl an Z-Bäumen, die innerhalb von 120 Jahren in Zieldurchmesserstärke gebracht werden kann. Dies bedeutet, dass verspätete Durchforstungen die Wertleistung ganz erheblich negativ beeinflussen, weil weniger Z-Bäume innerhalb eines von der Rotkernbildung her gesehenen sicheren Zeitraums in den Zieldurchmesserbereich gebracht werden können.

---

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die bedeutende Rolle, die die Buche bei der aktuellen Waldbestockung einnimmt, macht eine Verbesserung der betriebswirtschaftlichen Situation durch eine Senkung des Anteils durch Rotkern entwerteten Stammholzes dringlicher denn je. Möglichkeiten hierzu werden in einer früh einsetzenden Z-Baum-bezogenen Lichtwuchsdurchforstung gesehen.

An 70 vorherrschenden und großkronigen Buchen, die sich nach dem Erreichen einer astfreien Schaftlänge von 25% der Endhöhe weitgehend konkurrenzfrei entwickeln konnten, wurden Wachstumsanalysen zur Untersuchung der Aspekte Durchmesserentwicklung, Rotkernigkeit, Standraumbedarf und Flächenproduktivität durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass unter diesen Voraussetzungen für einen Durchmesser von 60 cm etwa 90, für 80 cm 120-130 Jahre erforderlich sind. Die Standraumansprüche von Buchen mit einer derartigen Entwicklung sind allerdings so groß, dass die standörtlich mögliche Flächenproduktivität deutlich unterschritten wird.

Zwar waren diese Buchen nicht frei von Rotkern, anhand des Untersuchungsmaterials ließ sich jedoch eine Durchmesser/Altersgrenze von 60 cm und 120 Jahren bestimmen, unterhalb derer eine Entwertung durch Rotkern noch kaum zu befürchten ist.

Ein Vergleich mit der Entwicklung von Z-Bäumen von Lichtwuchsdurchforstungsversuchen der Abt. Waldwachstum der FVA Baden-Württemberg ergab, dass die dicksten 20 Z-Bäume eine quasi identische Durchmesserentwicklung aufweisen wie die analysierten Buchen. Es zeigte sich weiterhin, dass bei Z-Baum-Kollektiven mit einem Umfang von 80 Bäumen im Regelfall auch die Schwächeren einen BHD von 60 cm in 120 Jahren erreichen können, wenn sie frühzeitig, d.h. nach Erreichen einer astfreien Stammlänge von 8-10 m, durch eine Lichtwuchsdurchforstung begünstigt worden sind. Die höhere Z-Baum-Zahl ermöglicht zum einen eine bessere Ausnutzung des standörtlichen Leitungspotentials und zum anderen eine Zielstärkennutzung von etwa 30-40 jähriger Dauer. Eine Auswahl von mehr als 100 Z-Bäumen ist nach der vorliegenden Untersuchung nicht sinnvoll, weil die Rotkernwahrscheinlichkeit bei diesen Bäumen infolge des viel längeren Produktionszeitraum stark zunimmt. Verspätete Durchforstungen beeinträchtigen die Wertleistung ganz erheblich, weil weniger Z-Bäume innerhalb eines von der Rotkernbildung her gesehenen sicheren Zeitraums in Starkholzsortimente gebracht werden können.

---

## 7. LITERATUR

- [1] ALTHERR, E., 1971: Wege zur Buchen-Starkholzproduktion. Bericht zur 15. Hauptversammlung des Baden-Württembergischen Forstvereins, S. 123-127.
- [2] FREISE, Ch.; SPIECKER, H., 1999: Konkurrenzfreies Wachstum der Buche. AFZ/Der Wald, 54, 25, 1346-1349.
- [3] KLÄDTKE, J., 1997: Buchen- Lichtwuchsdurchforstung nach Altherr. AFZ 168, 19, 1019-1023.
- [4] KNOKE, Th.; SCHULZ-WENDEROTH, S., 2001: Ein Ansatz zur Beschreibung von Wahrscheinlichkeit und Ausmaß der Farbkernbildung bei Buche (*Fagus sylvatica* L.). Forstw. Cbl. 120, 154-172.
- [5] Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 1985: Gesetzliche Handelsklassensortierung für Rohholz (Forst-HKS), Nachdruck 1985, 24 S.
- [6] Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 1999: Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen.
- [7] Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, 2001: Jahresbericht 1999.
- [8] SCHOBER, R., 1972: Die Rotbuche. J. D. Sauerländer's, Frankfurt am Main, 332 S.
- [9] UTSCHIG, H., 2000: Wachstum vorherrschender Buchen in Abhängigkeit von Standort und Behandlung. Forst und Holz 55, 2, 44-50.
- [10] WILHELM, G.J., LETTER, H.-A., EDER, W., 1999: Konzeption einer naturnahen Erzeugung von starkem Wertholz. AFZ/Der Wald, 54, 5, 232-240.