



Abb. 1: Parzelle 12 der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612, 1974 begründet mit 10 000 Fichten/ha, seither bis 2006 reduziert auf 2 000 Fichten/ha



Abb. 2: Parzelle 16 der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612, 1974 begründet mit 2 500 Fichten/ha, aktuell gesenkt auf 800 Fichten/ha im Jahr 2006

Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612, Bayern

Wachstum der Fichte je nach Ausgangs-Stammzahl und Behandlung

Von Martin Nickel, Hans-Joachim Klemmt, Thomas Seifert, Enno Uhl und Hans Pretzsch

Ungeachtet des künftig erhöhten Anbaurisikos in vielen Regionen Bayerns aufgrund des zu erwartenden Klimawandels [1, 2] ist die Fichte (Picea abies) derzeit die flächen- und massenbezogen [3] wichtigste Baumart in Bayern. Auf der langfristigen ertragskundlichen Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612 werden die Wachstumsreaktionen der Fichte bei unterschiedlichen Stammzahlen bei der Bestandesbegründung sowie bei unterschiedlich starken Behandlungen untersucht. In Verbindung mit einer Untersuchung zur Rohholzqualität (erscheint in AFZ-DerWald Nr. 1/2009) wollen die Autoren ein gesamtheitliches Bild für eine praxisorientierte Entscheidungshilfe zur Bewirtschaftung der Fichte erstellen.

von je 0,16 ha Größe angelegt. Diese verteilen sich auf zwei Versuchsblöcke. Innerhalb der beiden Blöcke wurden Flächen nach dem Konzept der IUFRO mit der gleichen Ausgangs-Stammzahl von 2 500 Fichten/ha, aber unterschiedlicher Behandlung zur Klärung des Durchforstungseffektes angelegt (Abb. 4, gelb-orange Flächen). Im Folgenden wird für diese Flächen von „IUFRO-Parzellen“ oder summarisch von der „IUFRO-Variante“ gesprochen. Weiterhin wurden 1974 in jedem Versuchsblock Parzellen mit unterschiedlicher Stammzahl begründet, um den Einfluss des Ausgangs-Standraumes zu klären. Die Pflanzanzahlen variieren dabei sehr breit zwischen 10 000 Fichten/ha und 400 Fichten/ha. Nachfolgend wird für diese Parzellen die Bezeichnung „Standraumparzellen“ bzw. summarisch „Standraumvariante“ gewählt. Abb. 1 bis 3 vermitteln einen Eindruck von einzelnen Parzellen der Standraumvariante.

Die Flächen des Standraum- und Durchforstungsversuchs Fürstenfeldbruck 612 liegen auf 550 m ü. NN. Nach der Forstlichen Wuchsgebietsgliederung von Bayern

Die Forschungsarbeiten zu diesem Beitrag wurden im Rahmen des Projekts W07 durchgeführt, das vom Kuratorium der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft finanziert wird. Die Außenaufnahmen werden von der Bayerischen Staatsforstverwaltung und den Bayerischen Staatsforsten AöR unterstützt.

Dipl.-Ing. Forstwirtschaft (FH) M. Nickel, FOR Dr. H.-J. Klemmt und FR E. Uhl betreuen mit Kollegen des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der Technischen Universität (TU) München das langfristige ertragskundliche Versuchswesen. Prof. Dr. T. Seifert ist ehemaliger Mitarbeiter des Lehrstuhls und lehrt seit Juli 2008 Waldwachstumskunde an der Universität Stellenbosch in Südafrika. Prof. Dr. H. Pretzsch leitet den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München und ist wissenschaftlicher Leiter des langfristigen ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern.



Martin Nickel
martin.nickel@lrz.tum.de

Der Standraum- und Durchforstungsversuch FFB 612

ist einer von mehreren langfristigen, ertragskundlichen Versuchen, die 1974 auf Initiative des Internationalen Verbandes forstlicher Forschungsorganisationen, der IUFRO, angelegt wurden. Ziel dieser Versuche ist es zu klären, wie Ausgangs-Stammzahlen und Durchforstungen die Bestandesentwicklung beeinflussen können bzw. wie beide Einflussgrößen optimal gestaltet werden können.

Hierzu wurde 1974 im Bereich des ehemaligen Bayerischen Forstamtes Fürstenfeldbruck (jetzt: Forstbetrieb Landsberg am Lech (BaySF)) ein Versuch mit 21 Parzellen

[4] liegen die Flächen im Wuchsbezirk 13.5 „Landsberger Altmoräne“. Das Ausgangs-substrat besteht aus Löss, der nach der Würmeiszeit auf das Grundmoränenmaterial aufgetragen wurde. Letzteres ist i.d.R. nicht wurzelerreichbar. Aufgrund von Lössivierung entwickelte sich der Bodentyp der Parabraunerde. Die mittlere Lufttemperatur liegt im Versuchsflächenstandort im Jahr bei 7,5 °C, zwischen Mai und August im Mittel bei 15,2 °C. Der mittlere Niederschlag im Jahr liegt bei 825 mm, zwischen Mai und August bei 380 mm.

Die Parzellen der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck wurden bisher 1992, 1996, 2001 und 2006 ertragskundlich aufgenommen. Dabei wurden bei allen Bäumen der Brusthöhendurchmesser (Bhd) sowie pro Parzelle von ca. 30 Fichten die Höhen und Kronenansätze gemessen. 2006 wurden zusätzlich die Aststärken erfasst.

Das einheitliche Behandlungskonzept sieht eine Z-Baum-Durchforstung (Standraumvariante: 300 Z-Bäume/ha, IUFRO-Variante: 400 Z-Bäume/ha) mit oberhöhegesteuerter Baumzahlleitkurve vor (Tab. 1). Die Parzellen der Standraumvariante sind danach durch eine deutliche Verringerung der Stammzahlen gekennzeichnet. Bei den Parzellen der Ausgangs-Stammzahl 10 000 wurde beispielsweise bei einer Oberhöhe von 12 m die Ausgangs-Stammzahl halbiert auf 5 000 Fichten/ha. Bei einer Oberhöhe von 15 m wurden diese wiederum durch Z-Baum-Durchforstungen bzw. weiterhin notwendige niederdurchforstungsartige Eingriffe auf 2 500 Fichten/ha reduziert und schließlich bei einer Oberhöhe von 20

Abb. 3: Parzelle 14 der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612, 1974 begründet mit 400 Fichten/ha, gesenkt auf 200 Fichten/ha im Jahr 2006

Fotos: Klemmt.



m durch eine weitere Förderung der Z-Bäume auf 2 000 Fichten/ha abgesenkt.

Die IUFRO-Parzellen unterscheiden sich in den Eingriffszeitpunkten sowie in der Eingriffsstärke. Bei den mit I1 bezeichneten Parzellen handelt es sich um unbehandelte Vergleichsparzellen. Die Parzellen der Behandlungsvariante I2 wurden dagegen frühzeitig und kräftig in der Stammzahl bei Oberhöhen von 12 und 15 m auf 1 200 bzw. 700 Fichten/ha reduziert. Die Parzellen der Variante I3 und I4 (Block 2) wurden relativ spät bei Oberhöhen von 15 und 20 m auf 1 200 bzw. 900 Fichten/ha reduziert. Auf Block I wurde hingegen die erste Reduktion der Stammzahl auf 1 200 Fichten/ha bereits bei einer Oberhöhe von 12 m vorgenommen, während der zweite Durchforstungseingriff relativ spät bei einer Oberhöhe von 20 m erfolgte. Bei Variante I5 handelt es sich um eine praxisorientierte Variante, bei der Z-Bäume durch die Entnahme von

Bedrängern mit einem Bhd von mindestens 12 cm und einer minimalen Entnahmemenge von 80 VfmD je ha und Eingriff gefördert werden sollten.

Wachstumskundliche Ergebnisse

Betrachtet man die Oberhöhenentwicklung seit Beobachtungsbeginn, so stellt man fest, dass sich die Parzellen sowohl des Standraumversuches als auch der IUFRO-Parzellen im Bereich der Oberhöhenbonität 40 (oberes Ertragsniveau) nach ASSMANN/Franz [5] bewegen. Im Alter von 37 Jahren liegen auf allen Parzellen, unabhängig von der Ausgangs-Stammzahl, die Oberhöhen im Bereich zwischen 20 und 21,5 m. Zwischen den Parzellen der Standraum- sowie der IUFRO-Variante lassen sich keine statistisch sicherbaren Unterschiede in der Oberhöhenentwicklung feststellen. ▶

Tab. 1: Versuchsaufbau und Versuchssteuerung der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck FFB 612					
Standraum-Parzellen					
Ausgangs-Stammzahl	10 000	4 000	2 500	1 000	400
Ausgangs-Pflanzverband [m]	1 x 1	2 x 1,25	2,5 x 1,6	4 x 2,5	5 x 5
Stammzahl Oberhöhe 12 m Alter 22 Jahre, verbleibend	5 000 (NDF, Z)	3 000 (NDF)	---	---	---
Stammzahl Oberhöhe 15 m Alter 27 Jahre, verbleibend	2 500 (NDF, Z)	1 500 (NDF, Z)	1 000 (NDF, Z)	500 (Z)	300
Stammzahl Oberhöhe 20 m Alter 37 Jahre, verbleibend	2 000 (Z)	1 200 (Z)	800 (Z)	400 (Z)	200 (NDF)
IUFRO-Parzellen					
Ausgangs-Stammzahl	2 500				
Variante	I1 IUFRO 1	I2 IUFRO 2	I3 + I4 IUFRO 3 + 4 (Block 1)	I5	I3 + I4 IUFRO 3+4 (Block 2)
Stammzahl Oberhöhe 12 m Alter 22 Jahre, verbleibend	---	1 200 (NDF, Z)	1 200	---	---
Stammzahl Oberhöhe 15 m Alter 27 Jahre, verbleibend	---	700 (NDF, Z)	---	80 Vfm (Z)	1 200 (NDF, Z)
Stammzahl Oberhöhe 20 m Alter 37 Jahre, verbleibend	---	---	900 (Z)	80 Vfm (Z)	900 (Z)
NDF = niederdurchforstungsartige Eingriffe, Z = hochdurchforstungsartige Eingriffe zur konsequenten Förderung der Z-Bäume, --- = kein Eingriff					

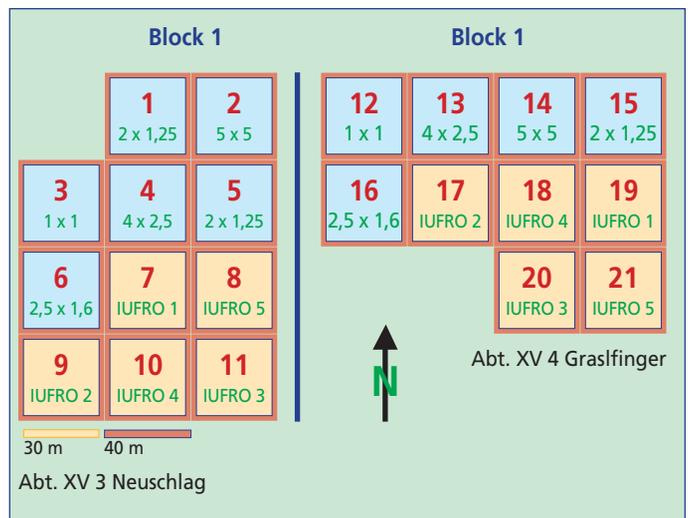


Abb. 4: Aufbau des Fichten-Standraum- und Durchforstungsversuches Fürstenfeldbruck 612. Gelb-orange ausgefüllt sind in den beiden Versuchsblöcken die „IUFRO“-Parzellen, die mit gleicher Ausgangs-Stammzahl von je 2 500 Fichten/ha begründet wurden und die seit Versuchsbeginn mit unterschiedlicher Intensität behandelt wurden. Die „Standraum“-Parzellen (hellblau ausgefüllt) wurden mit den angegebenen Pflanzverbänden (in Metern) mit Stammzahlen zwischen 10 000 und 400 Fichten/ha begründet.

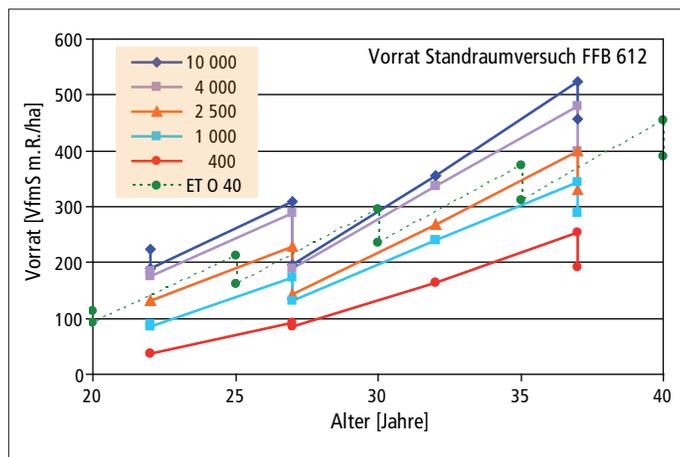


Abb. 5: Vorratsentwicklung der Standraum-Parzellen des Fichten-Standraum- und Durchforstungsversuches Fürstenfeldbruck 612. Die Zahlen in der Legende entsprechen den Ausgangs-Stammzahlen bei Bestandesbegründung 1974.

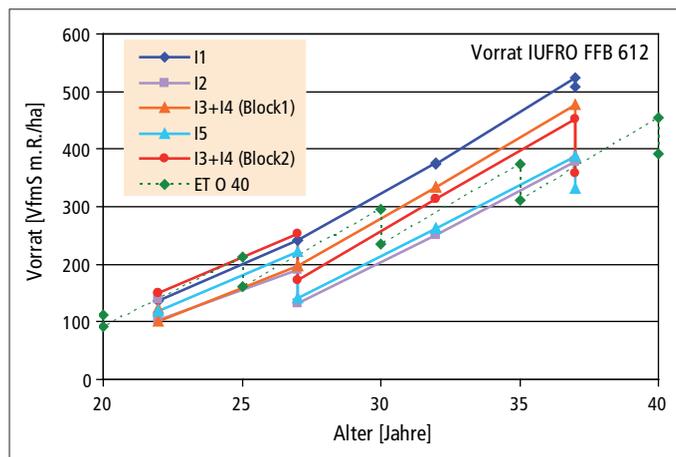


Abb. 6: Vorratsentwicklung der IUFRO-Parzellen des Fichten-Standraum- und Durchforstungsversuches Fürstenfeldbruck 612. Die Angaben in der Legende entsprechen den Behandlungsvarianten (vgl. Tab. 1).

Die Grundflächenentwicklung der Standraumparzellen verläuft entsprechend der Ausgangs-Stammzahl (10 000 > 4 000 > 2 500 > 1 000 > 400) gestaffelt und bewegt sich im Alter von 37 Jahren zwischen 55 m²/ha und 30 m²/ha. Auf den IUFRO-Parzellen bewegt sich die Grundfläche zwischen 40 und 55 m²/ha. Auffällig ist, dass die frühe und starke Durchforstung (I2) aktuell in einer Grundfläche von 39,5 m²/ha resultiert und damit um 2,2 m² über der späten, starken Durchforstung (I3 + I4, Block 2) mit aktuell 37,2 m²/ha liegt.

Die Ergebnisse der Grundflächenhaltung spiegeln sich auch in den hektarbezogenen Massenleistungen wider (Abb. 5 und 6). Auf den Parzellen der Standraumvariante liegen die Vorräte über den gesamten Beobachtungszeitraum in einer Staffelung gemäß der Ausgangs-Stammzahl vor und bewegen sich 37-jährig zwischen 260 VfmS/ha (Vorratsfestmeter Schaftholz) bei einer Ausgangs-Stammzahl von 400 Fichten/ha und 530 VfmS/ha (Ausgangs-Stammzahl

10 000 Fichten/ha). 37-jährig weisen die Parzellen der IUFRO-Variante Vorräte zwischen 380 und 530 VfmS/ha auf. Dabei entsprechen die Vorräte der unbehandelten Nullflächen I1 in der Größenordnung denen der 10 000er-Standraumparzellen. Auffällig ist weiterhin, dass die frühzeitig stark durchforsteten Parzellen der I2-IUFRO-Variante (700 Bäume) höhere, hektarbezogene Vorräte aufweisen als die 900 Fichten der Variante I3 + I4 (Versuchsblock 2).

Die Gesamtwuchsleistung im Standraumversuch entwickelt sich proportional zur Ausgangs-Stammzahl. Mit 37 Jahren liegt die Gesamtwuchsleistung zwischen 261 und 672 VfmS/ha, dies entspricht einem durchschnittlichen Gesamtwuchs (dGz) zwischen 7,1 und 18,2 VfmS/ha und Jahr. Die Gesamtwuchsleistungen der Parzellen der Ausgangs-Stammzahlen 10 000 und 4 000 liegen dabei über den Ertrags-tafelwerten von ASSMANN und FRANZ [5, ET O 40]. Dagegen liegen die Gesamtwuchsleistungen der IUFRO-Parzellen relativ eng

beisammen und bewegen sich mit 37 Jahren zwischen 481 und 517 VfmS/ha, was dGz-Werten zwischen 13,0 und 13,9 VfmS/ha und Jahr entspricht.

Entsprechend dem Alter der beobachteten Fichten variieren die beobachteten jährlichen Volumenzuwächse der Standraumparzellen zwischen minimal 11,2 VfmS/ha und Jahr zum Zeitpunkt der ersten Beobachtung und aktuell maximal 33,9 VfmS/ha und Jahr. Obwohl auf allen Parzellen im Alter von 27 Jahren starke Eingriffe durchgeführt wurden, steigen die laufenden Volumenzuwächse in der Folgeperiode auf allen Parzellen an.

Auf den Parzellen der IUFRO-Variante lag der niedrigste Wert zu Beobachtungsbeginn bei 17,7 VfmS/ha und Jahr und liegt derzeit bei maximal 29,8 VfmS/ha und Jahr. Auch auf diesen Parzellen führten die starken Durchforstungseingriffe nicht zu Zuwachsverlusten. Lediglich auf den unbehandelten I1-Parzellen fällt der laufende Volumenzuwachs in der letzten Beobachtungsperiode auf die Werte vor 2001 zurück.

Tab. 2 zeigt Stammzahlen und Vorräte des ausscheidenden Bestandes sowie den Durchmesser des Grundflächenmittelstammes des ausscheidenden Bestandes. Für die Parzellen der Standraumvariante zeigt sich, dass sowohl in der Variante mit Ausgangs-Stammzahlen von 10 000 und 4 000 Fichten pro Hektar frühzeitig zwei Eingriffe mit z.T. sehr großen Entnahmemengen bei gleichzeitig geringen mittleren Durchmessern geführt wurden. Die bisher durchgeführten Durchforstungseingriffe der Parzellen der Ausgangs-Stammzahl 2 500 und 1 000 Fichten/ha haben Entnahmemengen zwischen 133 und 100 VfmS/ha ergeben, wobei der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes der Durchforstungsstämme zwischen 13 bzw. 23,2 und 18,3 bzw. 28,7

Tab. 2: Kennzahlen des ausscheidenden Bestandes [Efm o.R.] ohne natürliche Mortalität nur aufgrund Durchforstungen

Standraum-Parzellen															
Ausgangs-stammzahl	10 000			4 000			2 500			1 000			400		
Alter [Jahre]	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg
22	2022	34	6,5	110	7	12,2	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	2367	111	9,7	1469	100	11,9	1059	85	13	264	43	18,3	---	---	---
37	200	54	18,7	199	78	22,8	174	68	23,2	99	57	28,7	106	64	31,1
IUFRO-Parzellen															
Variante	I1			I2			I3+I4 (Block1)			I5			I3+I4 (Block2)		
Alter [Jahre]	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg	N	VA	dg
22	---	---	---	702	37	11,4	381	23	12,3	---	---	---	---	---	---
27	---	---	---	493	58	15,4	---	---	---	660	79	15,9	916	80	13,3
37	---	---	---	---	---	---	193	87	24,4	122	53	25,5	263	92	21,7

Erläuterung: N = Stammzahl/ha; VA = Volumen in VfmD/ha; dg = Durchmesser des Grundflächenmittelstammes

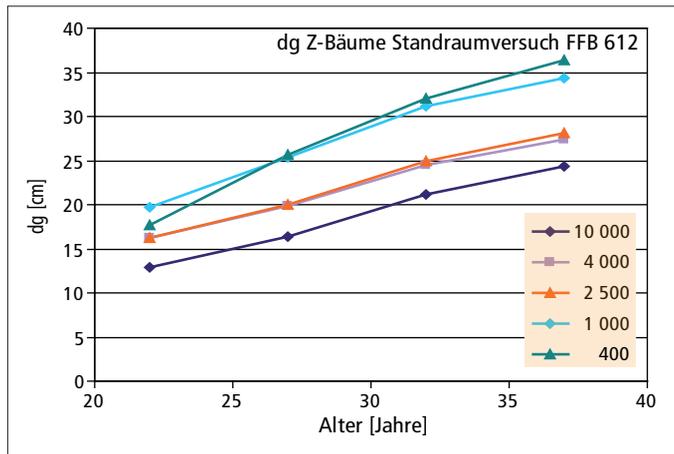


Abb. 7: Durchmesserentwicklung der Z-Bäume der Standraumparzellen der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612

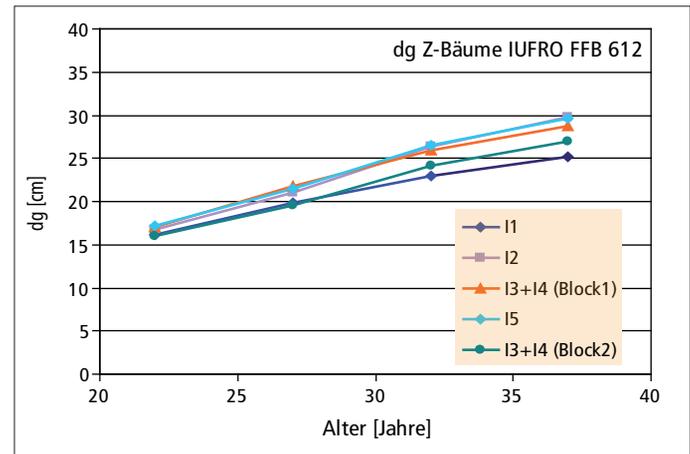


Abb. 8: Durchmesserentwicklung der Z-Bäume der IUFRO-Parzellen der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612. Die Differenzen im Bestandesalter 37 sind auf die unterschiedlichen Durchforstungskonzepte zurückzuführen.

cm lag. Auf den Parzellen der Ausgangs-Stammzahl von 400 Fichten/ha hat der Eingriff im Alter 37 Durchforstungsanfänge von 64 VfmS/ha ergeben, die einen mittleren Durchmesser von 31,1 cm aufwiesen. Für alle Parzellen muss dabei beachtet werden, dass Durchforstungen zu einer Annäherung an die angestrebte Z-Baumzahl geführt haben und dass mit sinkender Ausgangs-Stammzahl die Möglichkeit weiterer Vornutzungsanfänge zurückgeht. Im Fall der Ausgangs-Stammzahl von 400 Fichten pro Hektar wurde durch die Durchforstung bei der Oberhöhe 20 m die im Versuchskonzept angestrebte Zahl der Z-Bäume sogar unterschritten, demnach sind bereits jetzt keine weiteren Vornutzungsmöglichkeiten mehr gegeben.

Nachfolgend wird übergegangen von der bestandesweisen Betrachtung zu einer einzelbaumweisen Betrachtung der Z-Bäume. In Abb. 7 (Standraumparzellen) und 8 (IUFRO-Parzellen) ist die Durchmesserspreitung der Z-Bäume dargestellt. Im Standraumversuch beträgt diese in Abhängigkeit von der Ausgangs-Stammzahl im Alter von 37 Jahren zwischen 24 und 37 cm während sie bei den IUFRO-Varianten in Abhängigkeit von der Durchforstungsstärke nur zwischen 25 und 30 cm liegt. Demnach beträgt der konkret auf diesem Standort erzielte Durchforstungsgewinn für die Z-Bäume bei einer Ausgangs-Stammzahl von 2 500 Fichten pro Hektar maximal 5 cm in 15 Jahren.

Im Alter zwischen 22 und 27 Jahren liegen die Jahrringbreiten der Z-Bäume im Standraumversuch zwischen 3,5 mm (Ausgangs-Stammzahl 10 000 Fichten/ha) und 8,9 mm (Ausgangs-Stammzahl 400 Fichten/ha). Die starken Durchforstungen im Alter von 27 Jahren führten bei den Ausgangs-Stammzahlen von 2 500, 4 000 und 10 000 Fichten pro Hektar zu Anstiegen

in der Jahrringbreite auf bis zu 5,0 mm. In der letzten Beobachtungsperiode gehen dagegen die Jahrringbreiten auf allen Standraumparzellen wieder zurück, wobei für diese Aussage der derzeit nicht quantifizierbare Einfluss des Trockenjahres 2003 berücksichtigt werden muss.

Die **h/d-Verhältnisse** der Z-Bäume im Standraumversuch lagen über den gesamten Beobachtungszeitraum bei Werten zwischen 50 und 90, gestaffelt nach steigender Ausgangs-Stammzahl. Bei den Parzellen der Ausgangs-Stammzahlen von 10 000 Fichten pro Hektar konnten auch die starken Durchforstungen die h/d-Werte nicht unter 80 senken. Im Vergleich dazu liegen über den gesamten Beobachtungszeitraum die h/d-Werte der IUFRO-Parzellen zwischen 60 und 85, wobei im Alter von 37 Jahren die Z-Bäume der unbehandelten Nullfläche (I1) die gleichen h/d-Werte wie die Z-Bäume der Stammzahlvariante mit einer Ausgangs-Stammzahl von 10 000 Fichten pro Hektar aufweisen. Für alle Z-Bäume der IUFRO-Parzellen ist über den bisherigen Beobachtungszeitraum ein Anstieg der h/d-Werte festzustellen, der durch starke, frühe Durchforstungen verringert werden konnte.

Folgerungen für die Praxis

Mit den Auswirkungen von unterschiedlichen Ausgangsdichten und unterschiedlichen Durchforstungsstärken auf das Wachstum von Fichtenbeständen haben sich national und international zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten befasst [z.B. 6, 7, 8, 9]. Seit jeher ist es ein Bestreben der Wissenschaft, wachstumsoptimierte Behandlungskonzepte für die praktische Forstwirtschaft auszustellen. Die aktuelle Auswertung des Fichten-Standraum- und Durchforstungsversuchs Fürstenfeldbruck

612 hat gezeigt, dass der Ausgangs-Pflanzverband in einem künstlich begründeten Fichtenreinbestand einen maßgeblichen Einfluss auf zahlreiche einzelbaum- und bestandesbezogene Kenngrößen hat. So hat sich gezeigt, dass allein durch den Ausgangs-Pflanzverband eine deutlich stabilisierende Wirkung auf die Zuwachsträger in den Beständen ausgeht. Weiterhin hat sich gezeigt, dass der Ausgangs-Pflanzverband nach 37 Jahren auch bei starken Eingriffen in der Folgezeit eine größere Spreitung im Durchmesserspektrum bewirkt als dies durch Durchforstungen unterschiedlicher Eingriffszeitpunkte und -stärke bei derzeit üblichen Ausgangspflanzanzahlen möglich ist. Ob sich parallele Entwicklungen bei Fichtenbeständen ergeben, die aus Naturverjüngung entstanden sind und die sich z.T. selbst differenziert haben, sollen Folgeuntersuchungen zeigen. Die sich aus den unterschiedlichen Bestandesentwicklungen der Parzellen der Versuchsfläche Fürstenfeldbruck 612 ergebenden Konsequenzen auf die Holzqualität werden in AFZ-DerWald Nr. 1/2009 vorgestellt.

Literaturhinweise:

- [1] PRETZSCH, H.; UTSCHIG, H. (2000): Wachstumstrends der Fichte in Bayern. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, 49. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 170 S. [2] KÖLLING, C.; ZIMMERMANN, L.; VALENTOWSKI, H. (2007): Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte? Entscheidungshilfen für den klimagerechten Waldbau in Bayern. AFZ-DerWald 62. Jg., S. 584-588 [3] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2005): Die zweite Bundeswaldinventur 2002. LWF Wissen, Nr. 49, 102 S. [4] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2001): Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. LWF Wissen, Nr. 32, 99 S. [5] ASSMANN, E.; FRANZ, F. (1965): Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Forstwiss. Cbl., 84. Jg., S. 17-43. [6] ABETZ, P. (1990): Müssen wir in der Behandlung der Fichte wieder umdenken? Forstwiss. Cbl., Jg. 109, Nr. 1, S. 79-85. [7] UTSCHIG, H. (2002): Analyse der Standraumökonomie von Einzelbäumen auf langfristig beobachteten Versuchsflächen – Methoden, Programmentwicklung und erste Ergebnisse. Forstwiss. Centralbl. 121. Jg., S. 335-348. [8] MÄKINEN, H.; ANTTI, I. (2004): Thinning Intensity and Growth of Norway Spruce Stands in Finland. Forestry, Jg. 77, Nr. 4, S. 349-364. [9] ZEIDE, B. (2004): Optimal Stand Density: a Solution. Can. J. For. Res. 34, S. 846-854. [10] PRETZSCH, H. (2006): Von der Standflächeneffizienz der Bäume zur Dichte-Zuwachs-Beziehung des Bestandes. Beitrag zur Integration von Baum- und Bestandesebene. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 177 Jg. 2006, Heft 10/11 (Okt./Nov.), S. 188-199.