

## Fichten-, Kiefern- und Buchen-Mischbestände in der Oberpfalz

# Auswirkungen von Trockenjahren auf das Wachstum von Mischbeständen

Von Hans-Joachim Klemmt, Max Heindl, Robert Werner, Erwin Hussendörfer und Hans Pretzsch

Zu den Wachstumsreaktionen von Waldbäumen auf klimatische Extremereignisse haben in den letzten Jahren zahlreiche Autoren berichtet. Im Rahmen einer neuen Untersuchung wurden Messungen in gemischten Beständen der Baumarten Fichte, Kiefer und Buche auf einem einheitlichen, besseren Standort der Oberpfalz durchgeführt.<sup>1)</sup> Die drei Baumarten haben demnach in Bezug auf ihr Radial- und Höhenzuwachsverhalten unterschiedlich auf die extremen Trockenjahre 1976 und 2003 reagiert.

### Witterungsverläufe 1976 und 2003

In der Periode zwischen 1970 und 1980 lag die absolute mittlere Lufttemperatur (gemessen in 2 m Höhe über dem Boden) an der Messstation „Unterammersricht“ bei 7,8 °C sowie die mittlere Niederschlagsmenge bei 695 mm/J. In der Periode zwischen 2002 und 2007 wurden hingegen für die Messstation „Kitzenried“ ein mittlerer Temperaturwert 8,4 °C sowie ein mittlerer Niederschlagswert von 785 mm/J ermittelt.

Für den Zeitraum zwischen 1970 und 1980 hat sich gezeigt, dass dem als Trockenjahr bezeichneten Jahr 1976 zwei relativ warme und feuchte Jahre vorausgehen sowie ein warm-feuchtes Jahr folgt. Weiterhin ist dieser Zeitraum gekennzeichnet durch zwei Jahre (1971 und 1972) mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen in etwa in derselben Größenordnung wie 1976. 1976 fielen 25 % weniger Niederschlag als im langjährigen Mittel, was letztendlich in einer absoluten Niederschlagsmenge von 520 mm/J resultierte.

Der Zeitraum zwischen 2002 und 2007 hingegen ist gekennzeichnet durch eine größere relative Abweichung insbesondere des Niederschlags (-37 %) vom langjährigen Mittel als dies für die Zeitperiode zwischen 1970 und 1980 der Fall (-25 %) war, was zu einer mittleren jährlichen Niederschlagsmenge im Trockenjahr 2003 von 495 mm/J geführt hat.

Eine weitere Betrachtung der monatlichen Temperatur- und Niederschlagsentwicklung hat gezeigt, dass sich die als Trockenjahre bezeichneten Jahre substantiell unterscheiden. Im Vergleich zum langjährigen Mittel erreicht das Trockenjahr 1976 erst relativ spät Anfang April mittlere Monatstemperaturen von 5 °C und liegt in den Monaten Juni und Juli bezüglich der Monatstemperaturen deutlich über dem langjährigen Mittelwert. Im Jahresverlauf sind dagegen die Monatsniederschlagswerte von Februar bis einschließlich September 1976 unter dem langjährigen Durchschnitt,

<sup>1)</sup> Die Untersuchungen wurde am Zentrum Wald, Forst und Holz in Kooperation zwischen dem Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Technischen Universität und der FH Weihenstephan durchgeführt. Die Forschungsarbeiten im Dauerprojekt W07 (Betreuung der langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächen in Bayern) werden finanziell, personell und ideell unterstützt von der Bayerischen Forstverwaltung und den Bayerischen Staatsforsten. Die Klimadaten wurden vom Deutschen Wetterdienst bereitgestellt.

FOR Dr. H.-J. Klemmt ist zur Betreuung des langfristigen ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern von der Bayerischen Forstverwaltung an den Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der Universität München abgeordnet. Die Dipl.-Forsting. (FH) M. Heindl und R. Werner haben eine Diplomarbeit auf Basis der Untersuchungen auf den Wuchsreihen Amberg 833 und Neuburg 841 des langfristigen ertragskundlichen Versuchsflächennetzes in Bayern angefertigt. Sie wurden dabei von Prof. Dr. E. Hussendörfer (FH Weihenstephan) und H.-J. Klemmt wissenschaftlich betreut. Prof. Dr. H. Pretzsch ist Vorstand des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde der TUM und leitet das ertragskundliche Versuchswesen in Bayern.



**Hans-Joachim Klemmt**  
h-j.klemmt@lrz.tum.de

### Beschreibung der Flächen und Methoden

Bei der langfristigen ertragskundlichen Versuchsfläche „Amberg 833“ handelt es sich um eine ungleichaltrige Wuchsreihe aus Fichten-Kiefern-Buchen-Mischbeständen in einzel- bis truppweiser Mischung auf Tripelstandorten der Oberpfalz (Standortseinheit 313, „ziemlich frischer, sandig-schluffiger Lehm mit Unterbodenverdichtung“). Die Wuchsreihe wurde zu Beobachtungsbeginn im Jahr 1991 mit fünf Parzellen angelegt, 1995 wurde die ursprünglich jüngste Parzelle aufgegeben und durch eine Neuanlage ersetzt. Die aktuell unter Beobachtung stehenden Flächen weisen Flächengrößen zwischen 900 und 2 450 m<sup>2</sup> auf und decken einen Altersrahmen zwischen 39 Jahren und 127 Jahren ab.

Die Flächen wurden bisher 1991 (bzw. 1995), 2001 und 2007 ertragskundlich in den Größen Brusthöhendurchmesser, Baumhöhe (40 bis 50 Bäume pro Baumart und Parzelle) und Kronenansatzhöhe erfasst. Von allen Bäumen wurde bei der Anlage der Fläche die Stammfußposition eingemessen und von allen Bäumen zwei Bohrspäne entnommen.

Zur Ermittlung der Auswirkungen der Trockenjahre 1976 und 2003 auf das Wachstums-

verhalten der drei Baumarten auf einem einheitlichen, mittleren Standort in der Oberpfalz wurden u.a. im Rahmen einer Diplomarbeit von 195 Bäumen aus den Umfassungsbereichen von vier Parzellen der Wuchsreihe Amberg weitere Bohrspäne zur Analyse der Auswirkungen des Trockenjahres 2003 auf die Radialwachstumsgänge gewonnen. Zur Analyse des Trockenjahres 1976 konnte auf ein Teilkollektiv von 1788 vorhandenen Bohrspänen der vorhergegangenen Aufnahmen zurückgegriffen werden. Zum Herstellen der Verbindung zwischen Witterungsverlauf und Wachstumsgängen wurden für den Zeitraum zwischen 1970 und 1980 Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes für die von den Versuchsflächen 15 bis 20 km westlich gelegene Messstation „Unterammersricht“ herangezogen. Für den Zeitraum zwischen 2000 und 2007 wurden Daten der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft für die 30 km östlich der Flächen gelegene Messstation „Kitzenried“ herangezogen. In beiden Fällen wurden Tageswerte für die Lufttemperatur sowie für Niederschläge auf Monats- und Jahreswerte verdichtet, verglichen und analysiert.



Abb. 1: Parzelle 4 (Alter Ende 2007: 107 Jahre) der Fichten-Kiefern-Buchen-Mischbestandswuchsreihe Amberg 833

wobei die größte Differenz für den Monat Juni 1976 ermittelt werden konnte.

2003 hingegen lagen die mittleren monatlichen Temperaturen im Februar mit  $-4,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  weit unter dem langjährigen Mittel, erreichten aber bereits Anfang März 2003 Werte von über  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Im weiteren Jahresverlauf lagen die mittleren monatlichen Temperaturen zwischen Mai und September über den langjährigen Mittelwerten, wobei die Monate Juni und August deutlich überdurchschnittliche Temperaturwerte aufwiesen.

Bezüglich der monatlichen Niederschlagsverteilung hat sich gezeigt, dass das Trockenjahr 2003, mit Ausnahme des Monats Oktober 2003, in allen Monaten unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen aufwies, wobei der Monat August mit  $22\text{ mm NS}$  ca.  $100\text{ mm}$  Niederschlag weniger aufwies als dies nach dem langjährigen Mittel der Fall war.

## Entwicklungen auf Bestandesebene

Parzelle 3 und 4 sind hinsichtlich der Baumarten Fichte (Parzelle 3) sowie Kiefer (Parzelle 4) unterdurchschnittlich ausgestattet (Tab. 1). Der Bestand auf Parzelle 4 weist überdurchschnittliche Oberhöhen, Grundflächen und Vorräte auf, was (trotz gleicher Standorteinheiten gemäß Standortkartierung) vermutlich auf die Nachbarschaftslage der Bestände zu intensiv bewirtschafteten, landwirtschaftlichen Flächen zurückzuführen ist. Das erhebliche Zuwachspotenzial der Mischbestände aus Fichte, Kiefer und Buche hält bis in hohe Bestandesalter an und wird im Alter vornehmlich von der Baumart Buche getragen.

## Betrachtung auf Einzelbaumbene

Sowohl die Fichten als auch die Buchen sind zwischen 2002 und 2007 im Vergleich zur Vorperiode über alle Altersphasen in den Höhenzuwächsen stark zurückgegangen (Abb. 2), während bei den Kiefern nur ein leichter Rückgang verzeichnet werden konnte. Die Kiefern wiesen im Vergleich zu den anderen Baumarten zwischen 2002 bis 2007, also in der Periode mit dem Trockenjahr 2003 die größten Höhenzuwächse bis ins hohe Alter auf. Letztere Aussage konnte lediglich für die ältesten Bäume auf Parzelle fünf nicht bestätigt werden. Abb. 2 zeigt überdies den generellen Alterstrend, wonach die Höhenzuwächse mit zunehmendem Bestandesalter rückläufig sind.

Abb. 3 verdeutlicht ergänzend die Entwicklungen der Kronen, dargestellt als Kronenprozent, d.h. als Anteil der Krone an der gesamten Länge des Stammes. Bei

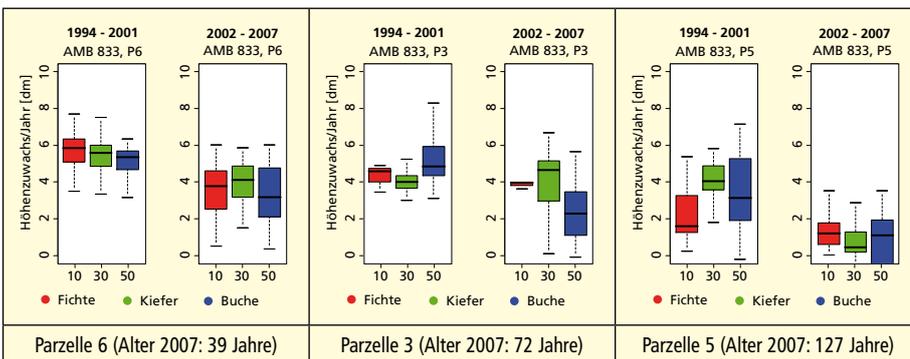


Abb. 2: Höhenzuwächse auf der jüngsten, mittelalten und ältesten Parzelle der Fichten-Buchen-Kiefern-Mischbestandswuchsreihe Amberg 833

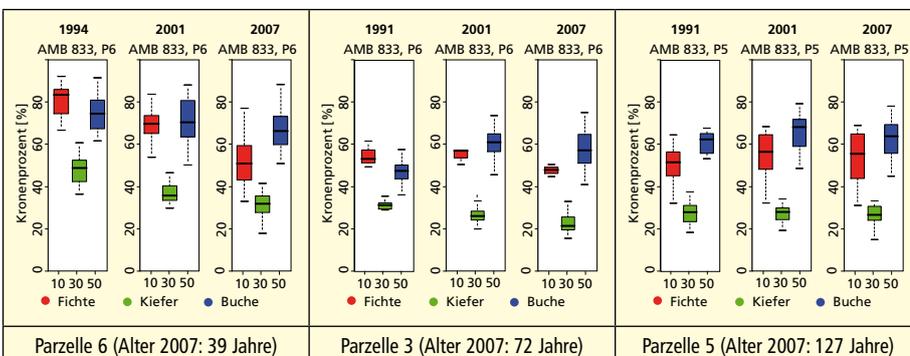


Abb. 3: Kronenprozent auf der jüngsten, mittelalten und ältesten Parzelle der Fichten-Buchen-Kiefern-Mischbestandswuchsreihe Amberg 833

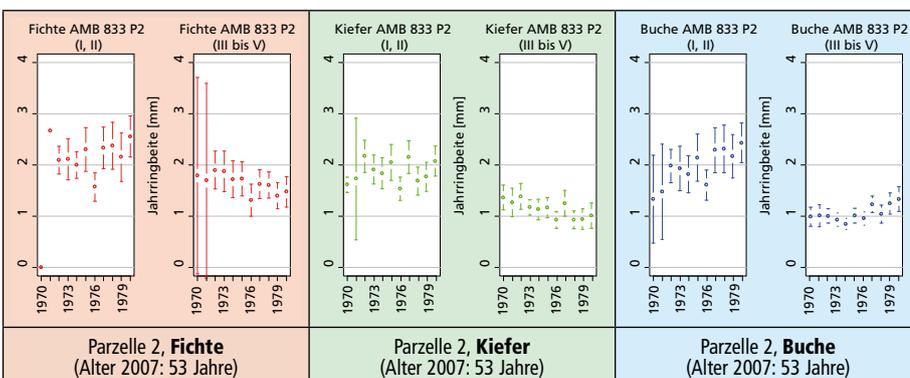


Abb. 4: Jahringbreiten der Baumarten Fichte (links), Kiefer (Mitte) und Buche (rechts) der Parzelle 2 der Versuchsfläche Amberg 833 zwischen den Jahren 1970 und 1980. In den jeweiligen Teildarstellungen sind auf der linken Seite die Jahringbreiten für die Bäume der sozialen Klassen I und II nach KRAFT sowie rechts der KRAFT-Klassen III bis V dargestellt.

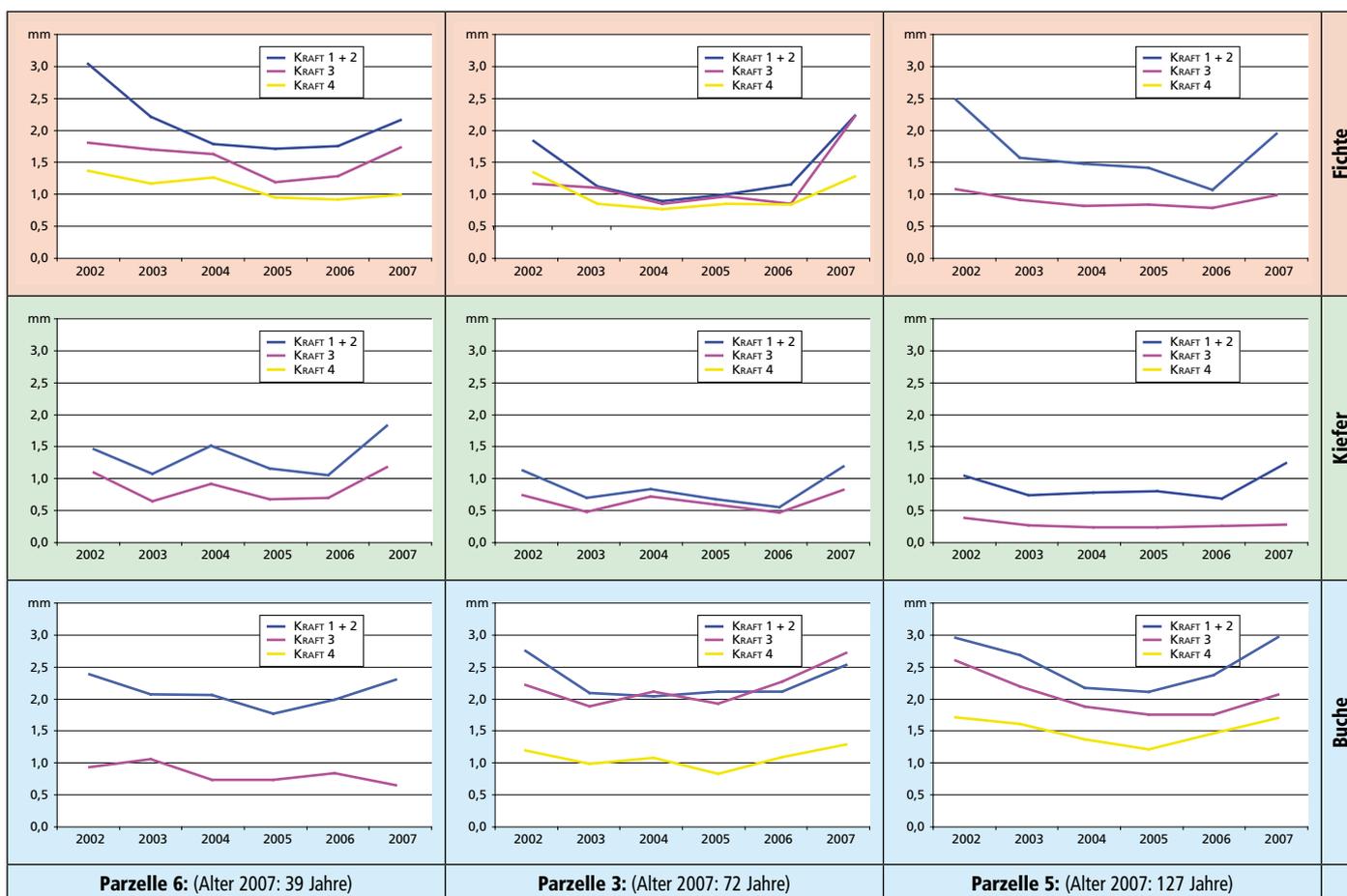


Abb. 5: Jahrringbreiten der Jahre 2002 bis 2007 der Baumarten Fichte (oben), Kiefer (Mitte) und Buche (unten) der Versuchsfläche Amberg 833

der Baumart Buche sind über alle Altersstadien die Kronenprozente seit Beobachtungsbeginn gestiegen. Bei der Baumart Fichte stiegen, mit Ausnahme der jüngsten Parzelle, die Kronenprozente von Beobachtungsbeginn bis 2001 an und fielen in der Periode zwischen 2002 bis 2007 wieder leicht ab. Bei der Baumart Kiefer hingegen gingen über alle Altersphasen die Kronenprozente mit steigendem Alter deutlich zurück.

### Jahrringbreiten als Folge der Trockenjahre 1976 und 2003

Die exemplarische Darstellung der Entwicklung der Jahrringbreiten der drei Baumarten der Parzelle 2 für den Zeitraum zwischen 1970 und 1980 (Abb. 4) erfolgt getrennt für Baumarten der KRAFTschen Klassen I+II (vorherrschende und herrschende Bäume) sowie für die KRAFTschen Klassen III bis V (beherrschte, unterdrückte und abgestorbene Bäume). Komplementär zu Abb. 4 ist in Abb. 5 die vergleichbare Entwicklung für den Zeitraum zwischen 2002 und 2007 dargestellt.

Aus beiden Abbildungen werden unterschiedliche Reaktionsmuster der Baumarten im Hinblick auf das Radialwachstum auf die Trockenereignisse erkennbar.

- **Die Fichte** reagierte auf die jeweiligen Trockenereignisse mit deutlich erkennbaren Einbrüchen in der Jahrringbreite und hat mehrere Jahre benötigt, um wie-

der das Niveau zu erreichen, das vor den jeweiligen Trockenereignissen erreicht war. Bei dieser Baumart konnten gleichzeitig überdurchschnittliche Jahrringbreiten über alle Altersphasen in den Jahren 2002

und 2007 (warm und ausreichend niederschlagsversorgt) gefunden werden.

- **Die Kiefer** reagierte ebenso mit Einbrüchen in den Jahrringbreiten auf die Trockenjahre 1976 und 2003, hat sich al-

Tab. 1: Ertragskundliche Kenngrößen der Aufnahme 2007 (Herbst) der Parzellen der Fichten-Buchen-Kiefern-Mischbestandswuchsreihe Amberg 833

| Parzelle        | Alter 2007 | Kenngröße  | Fichte | Kiefer | Buche | Summe |
|-----------------|------------|--|--------|--------|-------|-------|
| 6 <sup>1)</sup> | 39 Jahre   | Stammzahl (Stück/ha)                                     | 461    | 846    | 247   | 1 554 |
|                 |            | Grundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                         | 8,3    | 18,1   | 6     | 32,4  |
|                 |            | Oberhöhe (m)   | 24     | 19,4   | 20,6  |       |
|                 |            | Vorrat (VfmD/ha)   | 74     | 143    | 55    | 272   |
|                 |            | laufender jährlicher Volumenzuwachs (Fm/J) <sup>2)</sup> | 2,1    | 3,2    | 1,4   | 6,8   |
| 2               | 60 Jahre   | Stammzahl (Stück/ha)                                     | 342    | 425    | 600   | 1 367 |
|                 |            | Grundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                         | 9,3    | 18,2   | 10,7  | 38,2  |
|                 |            | Oberhöhe (m)   | 25,6   | 26     | 25    |       |
|                 |            | Vorrat (VfmD/ha)   | 96     | 195    | 109   | 400   |
|                 |            | laufender jährlicher Volumenzuwachs (Fm/J) <sup>2)</sup> | 3,3    | 4,8    | 2,7   | 10,8  |
| 3 <sup>1)</sup> | 72 Jahre   | Stammzahl (Stück/ha)                                     | 89     | 244    | 456   | 875   |
|                 |            | Grundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                         | 7,9    | 9,8    | 11,2  | 28,9  |
|                 |            | Oberhöhe (m)   | 31,9   | 26,7   | 27,3  |       |
|                 |            | Vorrat (VfmD/ha)   | 108    | 110    | 137   | 356   |
|                 |            | laufender Volumenzuwachs (Fm/J) <sup>2)</sup>            | 5,4    | 2,6    | 5,1   | 13,1  |
| 4               | 106 Jahre  | Stammzahl (Stück/ha)                                     | 267    | 42     | 342   | 651   |
|                 |            | Grundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                         | 37,2   | 5,2    | 16    | 58,4  |
|                 |            | Oberhöhe (m)   | 39,5   | 39,1   | 37,5  |       |
|                 |            | Vorrat (VfmD/ha)   | 624    | 82     | 265   | 971   |
|                 |            | laufender jährlicher Volumenzuwachs (Fm/J) <sup>2)</sup> | 15,2   | 1,4    | 4,3   | 20,9  |
| 5               | 127 Jahre  | Stammzahl (Stück/ha)                                     | 342    | 250    | 150   | 742   |
|                 |            | Grundfläche (m <sup>2</sup> /ha)                         | 15,5   | 26,9   | 14    | 56,4  |
|                 |            | Oberhöhe (m)   | 32     | 33,4   | 34,1  |       |
|                 |            | Vorrat (VfmD/ha)   | 195    | 391    | 224   | 809   |
|                 |            | laufender jährlicher Volumenzuwachs (Fm/J) <sup>2)</sup> | 3,3    | 4      | 5,3   | 12,6  |

<sup>1)</sup> Bestandesentwicklung gestört durch zwischenzeitliche, nicht versuchsgerechte Durchforstungen,

<sup>2)</sup> Aufnahmeperiode 2001 bis 2007

lerdings bereits in den Folgejahren der Trockenereignisse wieder rasch erholt und zeigt hingegen erst zeitversetzt Einbußen in den Jahrringbreiten. Auffällig ist, dass sowohl Fichten als auch Kiefern im Jahr 2006, das im Hinblick auf Temperatur und Niederschlagsausstattung im Jahr unauffällig war, unterdurchschnittliche Jahrringbreiten aufwiesen.

- **Die Buche** hat auf diesem Standort in der Oberpfalz nur sehr wenig auf die Trockenereignisse im Hinblick auf ihr Radialzuwachsverhalten reagiert und konnte gleichzeitig die warmen und feuchten Jahre 2002 und 2007 für verstärkte Radialzuwächse nutzen.

Die eben getroffenen Aussagen konnten v.a. für die vorherrschenden und herrschenden Bäume gefunden werden, während für beherrschte und unterständige Bäume die Radialzuwachsreaktion deutlich weniger ausgeprägt war.

### Folgerungen

Die Ergebnisse der ertragskundlichen Auswertung der Versuchsfläche Amberg 833 unter Berücksichtigung klimatologischer Aspekte haben gezeigt, dass die Baumarten Fichte, Kiefer und Buche in Vergesell-

schaffung auf einem besseren oberpfälzischen Standort unterschiedlich auf die sehr warmen und trockenen Jahre 1976 und 2003 reagiert haben. Die Zusammenschau der Ergebnisse erlaubt Rückschlüsse auf unterschiedliche Allokationsstrategien der drei Baumarten.

- Die lichtbedürftige **Kiefer** scheint die knapp verfügbaren Ressourcen insbesondere zur Beibehaltung oder zum Ausbau des Höhenwachstums genutzt zu haben. Dies erfolgte allerdings zulasten von Stabilisierungs- und Produktionsgesichtspunkten.

- Die weniger lichtbedürftige, feuchtigkeitsbedürftigere **Fichte** hat im Radialzuwachs deutlich negativ auf die Trockenjahre 1976 und 2003 reagiert und hat mehrere Jahre benötigt, um wieder breitere Jahrringe anzulegen. Die Ergebnisse der letzten ertragskundlichen Beobachtung haben gleichzeitig gezeigt, dass die Fichte durch vermindertes Höhenwachstum und nahezu gleichzeitigem Beibehalten der Kronenlänge reagiert hat.

- Am tolerantesten auf die klimatischen Extremjahre hat sich die **Buche** gezeigt. Auch sie hat auf diesem Standort mit leichten Rückgängen in den Jahrringbreiten als Folge der Trockenjahre reagiert, allerdings lassen sich kaum Unterschiede

zu den Folgejahren feststellen oder statistisch absichern. Ähnlich wie die Fichte hat die Buche in der letzten Beobachtungsperiode mit einem im Mittel verringerten Höhenzuwachs reagiert, während die Kronenlänge beibehalten bzw. sogar noch ausgebaut werden konnte.

Diese Aussagen zu den mittleren Höhenzuwächsen der letzten ertragskundlichen Aufnahme sollen in den nächsten Monaten noch durch Triebblängenrückmessungen in jungen Durchforstungsbeständen (Parzelle 6) verprobt werden bzw. den Einzeljahren der Beobachtungsperiode zugeordnet werden.

Die Ergebnisse der Untersuchung haben allerdings auch gezeigt, dass die alleinige Betrachtung der klimatologischen Größen Temperatur und Niederschlag in unterschiedlicher zeitlicher Auflösung nur sehr bedingt geeignet ist, die Entwicklung waldwachstumkundlicher Kenngrößen in ihren Kausalitätsbeziehungen zu erklären. Die Ergebnisse zeigen auch, dass der seit längerem von der praktischen Forstwirtschaft vollzogenen Mischbestandsbegründung und -erziehung sowohl aus Produktions- als auch aus Risikovermeidungsaspekten ein besonderes Gewicht zukommt. ◀